ULUSLARARASI KATILIMLI
16. ÜRETİM ARAŞTIRMALARI SEMPOZYUMU

BİLDİRİ KİTABI

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

İŞLETME FAKÜLTESİ

İŞLETME MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

12-14 EKİM 2016

İSTANBUL

ISBN: 978-605-320-530-2

ÖNSÖZ

İTÜ'nün 243 yıldır Türkiye'de mühendislik alanında yenileşme hareketlerinin öncülüğünü üstlenme geleneğine bağlı olarak gerçekleştirilen Üretim Araştırmaları Sempozyumu 1997 yılından beri düzenlenmektedir.

Dördüncü sanayi devriminin, yakın bir gelecekte üretim sistemlerinin yapısında kökten değişikliklere sebep olacağı beklentisi sonucunda, sempozyumun 2016 yılı teması **"Dördüncü Sanayi Devriminde Üretim"** olarak belirlenmiştir. Gelişen imalat ve iletişim teknolojileri sonucunda, geleceğin üretim sistemleri bugünün sistemlerinden çok daha esnek, bireyselleştirilmiş, verimli, kaynak dostu ve düşük maliyetli olacaktır. Çok yakın bir gelecekte, akıllı fabrikalar, akıllı makineler, akıllı malzemeler ve akıllı ürünler internet aracılığıyla sürekli birbirileri ile iletişim halinde ve izlenebilir olacaklar, ürünler kendi üretim rotalarını kendileri planlayacak ve üretim süreçlerinde bağımsız hareket edeceklerdir. Ürünler lojistik ağlar üzerindeki en düşük maliyetli sevkiyat rotalarını kendileri hesaplayacak ve en uygun rotaları belirleyecektir. Geleceğin üretim sistemleri üretim alanında gerçekleştirilen araştırmalar ve gelişmeler sonucunda şekillenecektir.

Bu sempozyum kapsamında üretim araştırmaları alanında çalışan akademisyen, öğrenci ve uygulayıcıların araştırmalarını ve deneyimlerini paylaştığı çok sayıda oturuma yer veriliyor; farklı üretim yönetimi alanına ilişkin yenilikçi, çağdaş yaklaşımların, stratejilerin ve deneyimlerin tartışılmasına imkan sağlanıyor.

Oluşumuna ortak olduğumuz 1997 yılının yanı sıra 2001 yıllında da ortak ev sahipliği yaptığımız Üretim Araştırmaları Sempozyumu'nu, 15 yıl sonra tekrar İTÜ İşletme Fakültesi İşletme Mühendisliği Bölümü bünyesinde, İTÜ Maslak Kampüsü'nde gerçekleştirilmesinden mutluluk duyuyoruz. Katılımcılarına akademik gelişim, profesyonellerle tanışma ve görüş alışverişinde bulunma, bilgi paylaşma ve işbirlikleri geliştirme fırsatları yaratan sempozyumumuzun yapılmasına ve bu yayının hazırlanmasına destek veren ve katkıda bulunan, İstanbul Teknik Üniversitesi Rektörü Sayın Prof. Dr. Mehmet Karaca başta olmak üzere sempozyumumuza bildirilerini göndererek bizlerle paylaşan değerli öğretim üyelerine ve araştırma görevlisi arkadaşlarımıza, çalışmaların planlı bir süreç içerisinde değerlendirilmesine katkıda bulunan bilimsel kurul üyelerine ve tüm organizasyon komitesi üyelerine, bildirilerin hakemlik sürecine katılan tüm akademisyenlere, endüstriyel ve akademik alandaki deneyimlerini bizlerle paylaşan tüm yetkililere ve gönüllü olarak görev alan tüm öğrenci arkadaşlarımıza teşekkür ederiz.

Saygılarımızla,

Prof. Dr. Ferhan Çebi
İstanbul Teknik Üniversitesi

SUNUŞ

Üretim Araştırmaları Derneği'nin katkıları ile İstanbul Teknik Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme Mühendisliği Bölümü tarafından düzenlenen 16. Üretim Araştırmaları Sempozyumu'nun gerçekleştiriliyor olmasından, dernek olarak duyduğumuz memnuniyeti ifade etmekten onur duymaktayım. Memnuniyetimizin nedenlerinden birisi, 1. ve 2. Sempozyumların, sırasyla, İstanbul Üniversitesi ve İstanbul Teknik Üniversitesi ile İstanbul Kültür Üniversitesi ve İstanbul Teknik Üniversitesi tarafından, İTÜ Maçka Yerleşkesi'nde ortak olarak düzenlenmesinden tam on beş yıl sonra, 16. Sempozyumun tekrar İTÜ'ye dönerek, bu defa Üretim Araştırmaları Derneği'nin katkıları ile Ayazağa Yerleşkesi'nde gerçekleştiriliyor olmasıdır. Memnuniyetimizin ikinci nedeni, üretim alanında çalışan ve araştırma yapan akademisyen ve uygulamacıları bir araya getirmeyi amaçlayan sempozyumun, yıllar içinde gelişerek kendi alanında büyük bir boşluğu doldurmuş olduğunu, artık bu alanda bir topluluk oluştuğunu gözlemlemiş olmamızdır.

Biten her sempozyumun son günü, bir sonraki sempozyuma ev sahipliği yapacak üniversitenin ilanından sonra, dernek yönetim kurulunu temsil eden üyeler, söz konusu üniversiteyi ziyaret ederek yeni kongre çalışmalarını başlatmaktadır. Yönetim kurulumuz Kasım 2015'de bölümü ziyaret ederek süreci başlatmış, bugüne kadar belirli aralıklarla sempozyum yürütücüleri ile bir araya gelmiş, örnek bir ortak çalışma ortamında verimli sonuçlar elde edilerek bugüne gelinmiştir. İstanbul Teknik Üniversitesi adına sempozyumun yürütücülüğünü üstlenen Sayın Prof. Dr. Ferhan Çebi ve Doç. Dr. Hür Bersam Bolat ile yardımcılarına bu işbirliği için derneğimizin teşekkürlerini ifade etmek isteriz. Ayrıca ilk sempozyumda akademik hayatlarının başlangıçlarında olan Sayın Çebi'nin, bu sempozyumun Eş Başkanı ve Sayın Bolat'ın Düzenleme Kurulu Başkanı olmaları bizim açımızdan ayrı bir gurur kaynağı olmuştur.

16. Üretim Araştırmaları Sempozyumu'nda bu yıl, toplam 225 bildiri sunumu. 15 davetli ve özel oturum, 7 panel ve sempozyumun ana teması olan "Dördüncü Sanayi Devriminde Üretim" alanında 2 panel ve 7 bildiri yer almaktadır. Sempozyumun bu zenginliği, akademisyen arkadaşlarımızın ve endüstri de çalışan uygulamacıların, üretim alanında yaptıkları çalışmaların ve araştırmaların ülkemizin gereksinmeleri doğrultusunda giderek arttığının göstergesi olarak kabul edilebilir. Dernek olarak umudumuz, bu çalışmaların endüstriden gelen uygulayıcı arkadaşlarımızın katkıları ile her yıl daha da artmasıdır.

16. Üretim Araştırmaları Sempozyumu'nun gerçekleştirilmesinde katkıları olan tüm ilgililere, başta İTÜ Rektörü Sayın Prof. Dr. Mehmet Karaca'ya, İşletme Fakültesi Eski Dekanı Sayın Prof. Dr. Fethi Çalışır'a, İşletme Fakültesi Dekan Vekili Prof. Dr. Lütfihak Alpkan, İşletme Mühendisliği Bölüm Başkanı Sayın Prof. Dr. İsmail Hakkı Biçer'e dernek olarak teşekkürlerimizi sunarız. Sempozyum düzenlenmesinde dernek üyeleri olarak mükemmel bir işbirliği içinde olduğumuz tüm arkadaşlarımıza, başta, Sempozyum Eş Başkanı Sayın Prof. Dr. Ferhan Çebi'ye, Düzenleme Kurulu Başkanı Sayın Doç. Dr. Hür Bersam Bolat'a ve kurulda görev yapan tüm genç arkadaşlarımıza, bildirileri değerlendirmek için kıymetli zamanlarını ayıran değerli hakemlerimize ve en nihayet, davetli konuşmacılarımıza, onlar olmadan sempozyumun var olamayacağı tüm

akademisyen arkadaşlarımız ile panellerde görev alan tüm misafirlerimize katkıları ve destekleri için derneğimiz adına teşekkürlerimizi sunarız.

Prof. Dr. Güneş Gençyılmaz
Üretim Araştırmaları Derneği Başkanı

ONURSAL BAŞKAN'DAN...

Değerli Katılımcılar,

Bundan yaklaşık 19 yıl önce, bir grup sağduyu sahibi öğretim üyesi bir araya gelerek, düzenlediğimiz toplantıda üretimi göz ardı eden parasal politikalarla ve para manipülasyonları ile ülkemizin sorunlarının çözümlenemeyeceğini, köklü ve gerçekçi yaklaşımın reel değer yaratmakla, diğer bir deyişle üretimle ve özgün üretim politikaları ile olanaklı olduğunu vurgulamaya çalıştık.

Daha sonra, üretime gönül vermiş tüm meslektaşlarımızı bir araya getirerek çözüm önerileri üretmek üzere örgütlenmeye karar verdik ve Ekim 1997 tarihinde kapsamlı bir sempozyum düzenleyerek kamuoyunu bilgilendirmeye çalıştık.

Bununla da yetinmedik. Üretim konusunda yapılan çalışmaları ve gayretleri yönlendirmek, meslektaşlarımız arasında iletişimi sağlamak amacıyla, Ulusal Üretim Araştırmaları Derneği'ni kurarak çalışmalarımıza süreklilik kazandırmaya çalıştık.

Yıllardan beri durmadan ve yorulmadan ülkemizin en önemli sorununun ÜRETİM olduğunu ısrarla vurguladık.

Bugüne kadar 14 üniversitede 15 adet sempozyum düzenleyip, yüzlerce araştırmayı meslektaşlarımızın ve toplumun hizmetine sunduk.

Ne yazık ki bugüne kadar feryatlarımıza kulak verene rastlamadık. İstenen ve beklenen ilgiyi göremedik.

Olağanüstü olaylar yaşadığımız bugünlerde, yapılan bu toplantıda söyleyeceklerimizin ve de yıllardan beri yaptığımız buna benzer toplantılarda söylediklerimizin ne denli önemli olduğunu artık herkesin kabul etmesi gerektiği kanısındayız.

İlk sempozyumun sloganı, "Bugün ya bir ürün, ya bir hizmet ya da bir fikir üretiniz" idi.

Aradan geçen onlarca yılı aşkın sürede, üretim kavramını ülkenin gündemine tüm unsurları ile taşıyabildik mi?

Diğer bir deyişle ülkemizin üretken güçlerini, etkili şekilde devreye sokabildik mi?

Her gün televizyonlarda, normal yaşamımızda borsa haberlerinden başka bir şey duyabildik mi?

Üretken tüm kurumlarımız el değiştirirken, kapatılan fabrikalarımız eğlence merkezi haline dönüşürken bu soruya olumlu yanıt vermek mümkün mü?

Toplantılarımızda şunları söyledik:

Bugün benzeri görülmemiş, hızlı bir değişim-dönüşüm sürecinden geçiyoruz.

Dünyamız tek bir ekonomiye dönüşmek üzere soluk kesici bir hızla ilerliyor.

Her şey her yerde üretilebiliyor ve her yerde satılabiliyor. Ekonomide her bir faaliyet, her bir parça, dünya üzerinde en ucuza mal olduğu yerlerde yapılıyor ve de üretilen ürünler ile hizmetler, fiyatların ve karların en yüksek olduğu yerlerde satılıyor.

Küresel yapının oluşumunda, gelişen teknolojiler kadar ideolojiler de önem kazanıyor.

Bu bağlamda küreselleşme sisteminin dinamiği ve yarattığı yeni ideoloji, ulusal politikaları silip süpürmekte ve dünya çapında eşitlikçi, yaşam standartları yüksek, birleşmiş bir küresel toplumsal sistem oluşuyor.

Küresel ekonomi tam anlamıyla ve fiziki olarak limanlarımızda, hava alanlarımızda, haberleşme sistemimizde ve böylece güncel yaşamımızda önemli bir yer edindi. Daha da önemlisi zihinlerimize kök saldı.

Bugün herkes "Dünya Ekonomisi"nden, "küreselleşme"den söz ediyor. Ancak:

Küreselleşme, tüketilen ürünlerin çeşitliliği, iletişim araçlarının hızı, ulaştırma olanaklarının sınırsızlığı ile açıklanabilir mi?

Bilginin ve teknolojinin baş döndürücü gelişmesi mi küreselleşmeyi betimliyor, yoksa herhangi bir şeyin dünyanın herhangi bir yerinde üretilip, sonra da dünyanın herhangi bir yerinde satılabilirliği mi küreselleşme olarak niteleniyor?

Kanımızca küreselleşmeyi, bunlarla değil, bu sonuçları yaratan, dipten gelen daha değişik nitelikli ve güçlü dalgalarla açıklayabiliriz.

Bu güçlü dalga nedir? Veya ne olabilir?

Bizce en önemli dalga, uluslararası düzeyde para akış işlemlerindeki sınır tanımayan artıştır.

1970 yılından bu yana uluslararası sermaye hareketlerinin hacminde baş döndürücü bir yükseliş olmuştur.

Nasıl değerlendirilse değerlendirilsin, uluslararası döviz akışı, ticaret hacminin yaklaşık yüz katı kadardır.

Bu akışın yönü değiştikçe tüm iktisadi ilişkilerin de değişeceği kuşkusuzdur.

Ekonomi kuramı, egemen devletin en ağırlıklı birim olduğunu ve yalnız bu birimin etkili ekonomik politikalar oluşturabileceğini varsaymaktadır.

Oysa küresel ekonomide karar oluşturma yetkisi para, kredi ve yatırım akışı ile dünya ekonomisine, ulusal sınır tanımayan enformasyon ve bilgi iletişim araçları ile küreselleşmiş teşebbüslere ve şirketlere kaymıştır.

Böylesine bir dönemde Türk Ekonomisi, dünya ekonomisi ile öylesine iç içe girdi ki nerdeyse salt, pür bir Türk Ekonomisi'nden söz etmek imkânsız hale geldi.

Aslında bugün Amerikan Ekonomisi, Japon Ekonomisi, Avrupa Ekonomisi veya Üçüncü Dünya Ekonomisi diye bir şeyden söz etmek bile mümkün değildir.

Gerçekten de bugün Japon veya Amerikan şirketlerinin Türkiye'de üretip sattıkları mal, Türk Ekonomisi'ne mi, Amerikan Ekonomisi'ne mi kaydedilecek?

Almanya'da bir Türk'ün satın aldığı Kore hisse senedi veya tahvili Kore Ekonomisi'ne mi, Alman Ekonomisi'ne mi, yoksa Türk Ekonomisi'ne mi sayılacak?

Doğal alarak bunlar tek bir ekonominin, diğer bir deyişle dünya ekonomisinin bir parçasını oluşturmakta, bütün bu nedenlerle de, bugün bir büyük paradoks yaşanmakta, karmaşık bir sürecin içine girmiş bulunmaktadır.

Küresel ekonomiden yana olanlar ve olanaklarından yararlananlar daha fazla demokrasi, daha fazla özgürlük, daha fazla ticaret, daha fazla bolluk derken birleşik devletler dâhil dünyanın büyük bir bölümü anlamsız bir yıkıma doğru hızla ilerlemektedir

1987 ve 2002 bunalımları dahi, borsalardaki gazino ekonomistlerini uyarmaya, reel ekonomiye, üretim ekonomisine dönüşün gerekli olduğunu anlamaya yetmedi.

Böylesi bir dönemde bir araya gelmek, ülkenin üretim politikalarını irdelemek ve böylece hep birlikte sesimizi duyurmak, araştırmaya dayalı çözüm önerileri üretmek heyecan verici olsa gerek.

Bugüne kadar düzenlenen Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu oldukça yararlı sonuçlar doğurdu ve değerli araştırmaların topluma sunulmasını sağladı.

Bugün düzenlediğiniz Üretim Araştırmaları Sempozyumu da yararlı sonuçlar doğuracaktır.

Hiç kuşkusuz bu sempozyumda ülke ekonomisinin ve üretim teknolojisindeki hızlı gelişmelerin, üretim fonksiyonu üzerindeki etkileri tartışılacak, uygulama düzeyinde irdelenecek ve katılımcılar arasında bilgi alışverişinde bulunulması sağlanacaktır.

Günümüzde özellikle küreselleşmenin etkisi ile bilgiye dayalı büyük bir teknolojik gelişme ve rekabet yaşanmaktadır.

Bu rekabette başarılı olmak, sürekli avantaj elde etmek ve teknolojik gelişmelerden gerektiği şekilde yararlanmak için bilgiye ve bilgi yönetim ve üretimine gereksinim duyulmaktadır.

Bilginin merkezi önem kazandığı bir ekonomik ve toplumsal yapı içersinde, bizlerin de bilgi varlıklarımızı belirleme, değerlendirme, yaratma ve geliştirme noktasında başarılı olmamız gerekmektedir.

Ancak bu koşulla toplumsal katkılarımızı sürdürebileceğimiz inancındayım.

Bilginin ve aktarımının, böylesine önem kazandığı bir çağda, bizlerin başarısı da bilgi yaratma hızımıza ve bu bilgiyi yeni nesillere aktarma gücümüze ve yeteneğimize bağlı olacaktır.

Hiç kuşkusuz sempozyumu düzenleyen meslektaşlarımın ve arkadaşlarının değerli katkıları ve yoğun çalışmaları olmasa bu toplantıyı yapma şansı bulamazdık. Emeği geçen tüm meslektaşlarıma ve tebliğleri ile bizleri onurlandıracak tüm arkadaşlarıma teşekkür etmek isterim.

Bu sempozyumda, özellikle genç meslektaşlarımın bu konuyu aralarında tartışmalarında yarar görmekteyim.

Tüm katılımcılara katkıları için teşekkür eder, saygılar sunarım.

Prof. Dr. Ayhan Toraman

Sempozyum Onursal Başkanı

Prof.Dr. Ayhan TORAMAN	İstanbul Teknik Üniversitesi

Sempozyum Eş Başkanları

Prof.Dr. Güneş GENÇYILMAZ	Üretim Araştırmaları Derneği
Prof.Dr. Ferhan ÇEBİ	İstanbul Teknik Üniversitesi

Düzenleme Kurulu

Prof.Dr. Sıtkı GÖZLÜ	İstanbul Teknik Üniversitesi
Prof.Dr. Serpil EROL	Üretim Araştırmaları Derneği
Prof.Dr. Semra BİRGÜN	Üretim Araştırmaları Derneği
Prof.Dr. Mahmut TEKİN	Üretim Araştırmaları Derneği
Prof.Dr. Alptekin ERKOLLAR	Üretim Araştırmaları Derneği
Prof.Dr. Kemal Güven GÜLEN	Üretim Araştırmaları Derneği
Prof.Dr. Selim ZAİM	Üretim Araştırmaları Derneği
Doç.Dr. Hür Bersam BOLAT	İstanbul Teknik Üniversitesi
Doç.Dr. Dilay ÇELEBİ	İstanbul Teknik Üniversitesi
Doç.Dr. Hatice CAMGÖZ AKDAĞ	İstanbul Teknik Üniversitesi
Doç.Dr. Nihan YILDIRIM	İstanbul Teknik Üniversitesi
Doç.Dr. Gül Tekin TEMUR	İstanbul Teknik Üniversitesi
Yard.Doç.Dr. İrem OTAY	Okan Üniversitesi
Araş.Gör. Aycan KAYA	İstanbul Teknik Üniversitesi
Araş.Gör. Tuğçe BELDEK	İstanbul Teknik Üniversitesi
Araş.Gör. Elif İDEMEN	İstanbul Teknik Üniversitesi
Araş.Gör. Gökhan ALDEMİR	İstanbul Teknik Üniversitesi
Yük Müh. Şükrü İMRE	İstanbul Teknik Üniversitesi

Düzenleme Kurulu Başkanı

Doç.Dr. Bersam BOLAT	İstanbul Teknik Üniversitesi

Bilim Kurulu

Prof.Dr. Adil BAYKASOĞLU	Dokuz Eylül Üniversitesi
Prof.Dr. Ahmet Fahri ÖZOK	İstanbul Okan Üniversitesi
Prof.Dr. Alice SMITH	Auburn University
Prof.Dr. Alpaslan FIĞLALI	Kocaeli Üniversitesi
Prof.Dr. Alptekin ERKOLLAR	Üretim Araştırmaları Derneği
Prof.Dr. Amir M. SHARIF	Brunel University
Prof.Dr. Ataç SOYSAL	Doğuş Üniversitesi
Prof.Dr. Ayhan TORAMAN	Üretim Araştırmaları Derneği
Prof.Dr. Barış TAN	Koç Üniversitesi
Prof.Dr. Berna DENGİZ	Başkent Üniversitesi
Prof.Dr. Birdoğan BAKİ	Karadeniz Teknik Üniversitesi
Prof.Dr. Bülent DURMUŞOĞLU	İstanbul Teknik Üniversitesi
Prof.Dr. Cemalettin KUBAT	Sakarya Üniversitesi
Prof.Dr. Cengiz KAHRAMAN	İstanbul Teknik Üniversitesi
Prof.Dr. Deniz ÖZDEMİR	Yaşar Üniversitesi
Prof.Dr. Dündar KOCAOĞLU	Portland State University
Prof.Dr. Ercan ÖZTEMEL	Marmara Üniversitesi
Prof.Dr. Erhan ADA	İzmir Ekonomi Üniversitesi

Prof.Dr. Erkan BAYRAKTAR	Bahçeşehir Üniversitesi
Prof.Dr. Ferhan ÇEBİ	İstanbul Teknik Üniversitesi
Prof.Dr. Füsun ÜLENGİN	Sabancı Üniversitesi
Prof.Dr. Güldem CERİT	Dokuz Eylül Üniversitesi
Prof.Dr. Gündüz ULUSOY	Sabancı Üniversitesi
Prof.Dr. Güneş GENÇYILMAZ	İstanbul Aydın Üniversitesi
Prof.Dr. Hadi GÖKÇEN	Gazi Üniversitesi
Prof.Dr. Haldun AKPINAR	Marmara Üniversitesi
Prof.Dr. Haluk SOYUER	Ege Üniversitesi
Prof.Dr. Harun TAŞKIN	Sakarya Üniversitesi
Prof.Dr. Hilmi YÜKSEL	Dokuz Eylül Üniversitesi
Prof.Dr. Hulusi DEMİR	Yaşar Üniversitesi
Prof.Dr. İlhan OR	Boğaziçi Üniversitesi
Prof.Dr. İmdat KARA	Başkent Üniversitesi
Prof.Dr. John WANG	Montclair State University
Prof.Dr. Kemal Güven GÜLEN	Nişantaşı Üniversitesi
Prof.Dr. Kuban ALTINEL	Boğaziçi Üniversitesi
Prof.Dr. Mahmut TEKİN	Selçuk Üniversitesi
Prof.Dr. Matthias KLUMPP	University of Duisburg-Essen
Prof.Dr. Mehmet TANYAŞ	Maltepe Üniversitesi
Prof.Dr. Mehmet Mutlu YENİSEY	İstanbul Üniversitesi
Prof.Dr. Murat DİNÇMEN	Üretim Araştırmaları Derneği
Prof.Dr. Mustafa Zihni TUNCA	Süleyman Demirel Üniversitesi
Prof.Dr. Numan DURAKBAŞA	Technical University of Vienna
Prof.Dr. Nurhan PAPATYA	Süleyman Demirel Üniversitesi
Prof.Dr. Okan TUNA	Dokuz Eylül Üniversitesi
Prof.Dr. Onur ÖZVERİ	Dokuz Eylül Üniversitesi
Prof.Dr. Orhan TÜRKBEY	Gazi Üniversitesi
Prof.Dr. Orhan TORKUL	Sakarya Üniversitesi
Prof.Dr. Reiner LEISTEN	University of Duisburg-Essen
Prof.Dr. Selim ZAİM	İstanbul Teknik Üniversitesi
Prof.Dr. Semra BİRGÜN	Beykent Üniversitesi
Prof.Dr. Semra TUNALI	İzmir Ekonomi Üniversitesi
Prof.Dr. Seniye Ümit Oktay FIRAT	Marmara Üniversitesi
Prof.Dr. Serpil EROL	Gazi Üniversitesi
Prof.Dr. Sevinç ÜRETEN	Başkent Üniversitesi
Prof.Dr. Sıtkı GÖZLÜ	İstanbul Teknik Üniversitesi (Ders Veren Emekli Öğretim Üyesi)
Prof.Dr. Şakir ESNAF	İstanbul Üniversitesi
Prof.Dr. Şevkinaz GÜMÜŞOĞLU	Dokuz Eylül Üniversitesi
Prof.Dr. Şükrü Alp BARAY	İstanbul Üniversitesi
Prof.Dr. Takayuki KATAOKA	Kinki Üniversitesi
Prof.Dr. Tufan Vehbi KOÇ	İstanbul Teknik Üniversitesi
Prof.Dr. Tülin AKTİN	İstanbul Kültür Üniversitesi
Prof.Dr. Türkay DERELİ	İskenderun Teknik Üniversitesi
Prof.Dr. Yıldırım OMURTAG	Robert Morris University
Prof.Dr. Zahir IRANI	Brunel University
Doç.Dr. Ali TORABİ	University of Tehran
Doç.Dr. Dilay ÇELEBİ	İstanbul Teknik Üniversitesi
Doç.Dr. Gül T. TEMUR	İstanbul Teknik Üniversitesi
Doç.Dr. Gül OKUDAN KREMER	Pennsylvania State University
Doç.Dr. Hatice CAMGÖZ AKDAĞ	İstanbul Teknik Üniversitesi

Doç.Dr. Hür Bersam BOLAT	İstanbul Teknik Üniversitesi
Doç.Dr. Nihan YILDIRIM	İstanbul Teknik Üniversitesi
Doç.Dr. Öncü HAZIR	TED Üniversitesi

Bilim Kurulu Başkanları

Prof.Dr. Şükrü Alp BARAY	İstanbul Üniversitesi
Doç.Dr. Dilay ÇELEBİ	İstanbul Teknik Üniversitesi
Doç.Dr. Gül Tekin TEMUR	İstanbul Teknik Üniversitesi

Hakemlik Sürecine Destek Verenler

Prof.Dr. Yücel CANDEMİR	İstanbul Teknik Üniversitesi
Prof.Dr. Seçkin POLAT	İstanbul Teknik Üniversitesi
Prof.Dr. İpek İLKKARACAN	İstanbul Teknik Üniversitesi
Prof.Dr. Nimet URAY	İstanbul Teknik Üniversitesi
Doç.Dr. Şule Itır SATOĞLU	İstanbul Teknik Üniversitesi
Doç.Dr. Tolga KAYA	İstanbul Teknik Üniversitesi
Doç.Dr. Esra ATAÇ BAŞ	İstanbul Teknik Üniversitesi
Doç.Dr. Ufuk CEBECİ	İstanbul Teknik Üniversitesi
Doç.Dr. Şeyda TOPALOĞLU	Dokuz Eylül Üniversitesi
Yard.Doç.Dr. İrem OTAY	Okan Üniversitesi
Yard.Doç.Dr. Cafer Erhan BOZDAĞ	İstanbul Teknik Üniversitesi
Yard.Doç.Dr. Dilek ÖZDEMİR	İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi
Yard.Doç.Dr. Yeliz EKİNCİ	İstanbul Bilgi Üniversitesi

İÇİNDEKİLER

Tam Metinler

Çalışma Adı	*Sayfa No*
Metal İşleme Fabrikalarının Risk Seviyelerinin Değerlendirilmesi: Bulanık TOPSIS-Bulanık VIKOR Karşılaştırması ***Adar, T., Kılıç Delice, E., Can, G. F.***	2
Ergonomik Personel Çizelgeleme Konusu Üzerinde Bir Literatür Araştırması ***Adem, A., Dağdeviren, M.***	9
Cloud Based Design Optimization for ERP System Selection ***Ağtepe, E., Temur, G. T.***	15
Seçilmiş Bir Endüstriyel Tesiste Üretim Çizelgeleme Problemi ve Genetik Algoritma Yöntemi ile Optimizasyon ***Ak, B., Koç, E.***	21
Türkiye'de GSM Operatörü Seçiminde Bulanık Karar Verme Yaklaşımı Olarak AHP Bütünleşik TOPSIS Yöntemi ***Akarsu, C. H., Erdoğan, Z., Namlı, Ö. H.***	27
Gri İlişkisel Analiz İle Tedarik Zinciri Performansının Değerlendirilmesi; Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama ***Akbulut, İ., Aydın, S., Eleren, A.***	33
Çok Modlu Tehlikeli Madde Taşımacılığı İçin Model Önerisi ***Akçal Taşpınar, G., Erol, S.***	39
İş Süreçlerinin Yeniden Tasarımında Sezgisel Kurallar Metodolojisinin Kullanılması ***Akgül, H., Özkan, C.***	44
Üniversite Ring Sistemi Kalitesinin Optimizasyonu ***Akpınar, M. E.***	50
Üniversitedeki Öğrencilerin Girişimciliğe Olan İlgilerini Analiz Etmeye Yönelik Bir Çalışma: Celal Bayar Üniversitesi Örneği ***Akpınar, M. E.***	56
AHP Tabanlı Ağırlıklandırılmış Bulanık Hedef Programlama Tekniği ve Bir Üretim İşletmesi Uygulaması ***Aksaraylı, M., Aksoy, M. A.***	62
TAI (Tusaş) Uçak Üretim Fabrikasında CEC Fırını Çizelgeleme Probleminin Lekın Algoritmaları İle Çözümü ve Uygulaması ***Aktepe, A., Ersöz, S., Özalp, E., Çiçek, Ç., Kalkan, B.***	68
Veritabanı Oluşturarak Kısıtlar Teorisi Yaklaşımı ile Veri Analizi ***Alçin, A., Tunçbilek, N.***	74
Üretim Parti Büyüklüklerinin Belirlenmesi Sürecinin Bulanık Promethee Yöntemi İle Değerlendirilmesi ***Alkan, A., Ertaş, Ö.***	80
İlişkisel Pazarlama Bağlamında İlişki Sermayesinin Satın Alma Niyetine Etkisi ***Alkaya, A.***	87
Avrupa Birliği Ülkeleri ve Türkiye'deki Limanların Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi İle Değerlendirilmesi ***Altın, F. G., Şahin, Y., Karaatlı, M., Yıldız, Ö.***	93
Multi-Mode Resource Constrained Project Scheduling Problem With a Single Nonrenewable Resource ***Altıntaş, C., Azizoğlu, M.***	100
Üretim Hatları İçin Yeni Bir Hızlı Tüm Vücut Değerlendirme Önerisi ve Matematiksel Modelleme Tabanlı Ergonomik Montaj Hattı ve İş Rotasyonu Tasarımı ***Altıntaş, O., Özcan, S., Doğan, K., Çakmakçı, M.***	106
Can Industry 4.0 Be an Opportunity for Women? ***Ansal H.***	112
Başarılı Yalın Üretim Sistemlerinin Kazanımları: İşletmelerde Örgütsel Yenilikçilik Modeli ***Arıcı, T., Gök, M. Ş.***	117

Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimine Yenilikçi Bakış Açısı: Süreç Bazlı Yalın Üretim Sistematiği 122
Arıcı, T., Gök, M. Ş.
Uçak Sanayinde Hibrit Algoritma Kullanarak Dinamik Envanter Kontrol Yazılım Sisteminin Geliştirilmesi 127
Arkan, F. G., Balıkçı, N.
Karaman İlinde Faaliyet Gösteren Kobilerde Elektronik Ticaret Kullanımı Üzerine Bir Araştırma 131
Arslandere, M., Sayın, A. A.
Proje Yönetim Süreçleri ve Büyük Ölçekli Bir Firma Örneği 137
Arslandere, M., Sayın, A. A.
Akademisyenler Tarafından Verilen Eğitim Seminerlerinin İş Görenlerin Motivasyon ve Verimliliğine Etkisi (Bir Sanayi Kuruluşunda Uygulama Örneği) 143
Aşkın, S.
A Matheuristic Solution Approach for the Flexible Employee Scheduling Problem 150
Avcı, M., Topaloğlu, Ş.
Kanvas İş Modeli Analiz Yöntemi İle İş Modeli Üretimi: Alışveriş Merkezi Örneği 156
Aydemir, E., Boşgelmez, G., Aydın, L., Demir, H. B.
Afet Yönetiminde Lojistik Depo Yer Seçimi Problemi: Ümraniye İlçesinde Bir Uygulama 162
Aydın, H., Ayvaz, B.
Metal Üretiminde Çalışan Kadınların Ergonomik Risk Algısı Üzerine Bir Araştırma 168
Aytaç, S.
Yeşil Tersine Lojistik Ürünlere İlişkin Risk Algısının Kalite Algısına Etkisi 174
Aytekin, M., Büyükahraz, G.
Kuruluş Yeri Seçiminde AHP Uygulaması: Kayseri'de Bir Fast-Food Zinciri Uygulaması 180
Aytemiz, T., Cingöz, K.
Elektrikli ve Elektronik Atık Toplama Merkezi Yer Seçim Problemi İçin Yeni Bir Bütünleşik Model Önerisi: İstanbul Uygulaması 186
Ayvaz, B., Temur, G. T., Çelebi, D., Çebi, F.
Denizli-Kaklık Lojistik Köyü Değerlendirmesi 192
Bayhan, M., Türkmen, M., Kepe, D.
A Greedy Randomized Adaptive Search Prosedure for Flexible Job Shop Scheduling Problem 198
Baykasoğlu, A., Karaslan, F.S.
An Interval Linear Programming Model for Marble Cutting Stock Problem 204
Baykasoğlu, A., Kubur, B.
Sıra Bağımlı Hazırlık Süreli Mermer Kesme Problemi İçin Sezgisel Bir Çözüm Yöntemi 210
Baykasoğlu, A., Kubur, B.
Yeniden Üretim Varsayımı Altında Üretim ve Stok Problemi İçin Karar Destek Modeli 216
Belbağ, S.
Seçilmiş Tedarik Zinciri Yönetimi Uygulamalarının Farklı Özellikler Taşıyan Zincir Performansına Etkileri Değişir Mi? 222
Bıçakçı, P., İlter, K., Üreten, S.
İşlem Sırasını Dikkate Alan Hücre Oluşturma Problemi İçin Bir Genetik Algoritma 229
Buruk Şahin, Y., Alpay, Ş., Urazel, B.
Yapay Arı Kolonileri Algoritması ve Beklemesiz Çizelgeleme Problemlerinin Çözümünde Kullanımı 235
Büyüközkan, K., Engin, O., Baysal, M. E., Sarucan, A.
Designing and Implementing EFQM Excellence Model for Public Transport Companies 240
Canıtez, F., Deveci, M., Çetin Demirel, N.
A Dynamic Performance Evaluation Model for Manufacturing SMEs 247
Cengiz Toklu, M., Taşkın, H.
Üretimde Kalite Hataları 254
Cerit, B., Aytaç, D.
Adapting Engineering Education to Industrie 4.0 Vision 258
Coşkun, S., Gençay, E., Kayıkcı, Y.
Yapay Sinir Ağları Ve Lojistik Regresyon Analizi ile Girişimcilik Performansının Tahminlenmesine Yönelik Bir Model Geliştirilmesi: Karşılaştırmalı Bir Analiz 264
Çakın, E., Özdemir, A.
Swara – Copeland Yöntemi ile Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi: Bir Üretim İşletmesinde Uygulama 271
Çakır, E.

Bulanık Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Bilişim Firmalarında Etkinlik Ölçümü 278
Çakır, S., Perçin, S.
Optimization of Axle Shaft in Locomotive Manufacturing Process Using Design of Experiments 284
Çayır Ervural, B., Evren, R., Zaim, S.
Türk Üniversiteleri'nin İşletme Bölümlerinde Üretim/İşlemler Yönetimi (ÜİY) Dersinde Kullanılan Öğretim ve Ders Değerlendirme Yöntemlerine İlişkin Ampirik Bir Çalışma 291
Çekiç, B., Ömürgönülşen, M.
Türkiye Ulusal Yük Taşımacılığı Sistemi İçin Bir Model Önerisi 304
Çelebi, D., Tabak, Ç.
Entropi ile Ağırlıklandırılmış Sezgisel Bulanık-Gri Analiz Tabanlı Dış Mekan Süs Bitkisi Üretim Yeri Seçim Modeli 310
Çelebi, N.
Mevcut Durum Analizi ve Pazara Yayılım Stratejisi İle İş Ortaklığı Kanalı Modelinin Oluşumu 317
Çelik, C., Kılıç, A., Aladağ, Z.
Darboğazı Ortadan Kaldıracak Çözüm Önerisinin Seçimi ve Karar Verme Teknikleri ile Değerlendirilmesi 323
Çelik, C., Önder, İ., Aladağ, Z.
İnovasyon Yönetimi Standartı 329
Çetin, M.
Bir İmalat Hücresindeki Çizelgeleme Problemi İçin Meta Sezgisel Yöntemlerin Karşılaştırılması: Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama 336
Çiçekli, U. G., Demircan Keskin, F., Kocamaz, M.
Satış Tutundurma Faaliyetlerinde Çok Kriterli İndirimli Ürün Seçim Kararlarının Promethee Yöntemi ile Belirlenmesi 342
Çiçekli, U. G., Ventura, K., Bilgehan, H.
Kapasite Odaklı İşletme Yerleşim Planı Modellenmesi ve PROMETHEE Yöntemi İle Optimum Yerleşimin Bulunması 349
Çil, İ., Okumuş, T.
Zamana Bağlı Kapasite Kısıtlı Araç Rotalama Problemleri İçin Bir Benzetimsel Dinamik Programlama Algoritması 355
Çimen, M., Soysal, M., Sel, Ç., Belbağ, S.
The Hidden Power of Marketing in Industry 4.0 361
Danacı, T., Ata, S., Nacar, R.
Esnek Atölye Tipi Çizelgeleme Probleminin Çözümü İçin Ateş Böceği Algoritması 368
Demir, Y., Çelik, C.
Innovation Barriers in Small and Medium Sized Enterprises: An Application in Turkish Statistical Regional Units Classification Tra1 Regıon 374
Demirdöğen, O., Kaya, A., Akbaba, A. İ., Erdal, H.
Dış Kaynak Kullanımının Belediyeler Üzerine Etkisi: Kars Belediyesi Üzerine Bir Araştırma 381
Demirdöğen, O., Tatlı, Y., Korucuk, S.
A Multiple-Rule Based Constructive Heuristic Algorithm for Assembly Line Worker Assignment and Balancing Problems 389
Demirkol Akyol, Ş., Baykasoğlu, A.
Ergonomic Assembly Line Balancing With an Industrial Application 395
Demirkol Akyol, Ş., Baykasoğlu, A.
Otomotiv Sektöründeki Firmaların Tedarik Zinciri Risklerine Karşı Algıları Üzerine Bir Saha Çalışması 401
Demirkol, İ., Ünğan, M. C., Ayanoğlu, M.
Bir Güneş Enerjisi Santrali Tasarımı ve Ekonomik Analizi 407
Dikbaş, T., Mutlu, Ö.
Değer Akış Haritalama İle Üretim Optimizasyonu ve İşletmenin Akıllı Makineye Geçişi 411
Dinç, M., Özcan, B., Bulut, S.
A Methodology for New Product Development by Using QFD, FMEA and Its Application in Metal Plating Industry 418
Doğan, O., Cebeci, U.
Prototip Geliştirme Sürecinde Değişikliklerin Yönetimi 425
Durgun, İ.

TRIZ Yaklaşımının İnovasyon Sürecine Etkisi 429
Durgun, İ., Çimdiken Turan, S.
Dünya Klasında Üretimde Düşük Maliyetli Otomasyon Uygulaması 436
Durgun, İ., Öztürk, Ü., Karataş, H.
Soğuk Hava Koşullarında Araç Sürgülü Kapılarının Açılma Probleminin TRIZ Yaklaşımı İle Çözülmesi 442
Durgun, İ., Öztürk, Ö., Öztürk, Ü.
Yalın Üretim Tekniklerinin Üretim Hatlarında Kullanılması ve Bir Uygulama 448
Durmaz, H.
Yalın Dönüşüm Yönetimi: Bütünsel Bir Değerlendirme 453
Durmuşoğlu, M. B.
The Impact of Miscellaneous Industrial Areas to Turkey's Growth Rate Point of Paradigms of Mass Production and Mass Customization 457
Efendioğlu, D., Bayram, G., Çetiner, B. G.
The Role of Technology Transfer Offices in Innovation Success of Organizations: Perceptions of the Stakeholders 462
Ekinci, Y., Uray, N.
Bulanık Taguchi Yöntemi Esaslı Smed Metodolojisi ve Bir Uygulama 468
Ekincioğlu, C., Boran, S.
Depo Yeri Seçim Problemine Stokastik AHP ve Bulanık Vikor Yaklaşımı: Bir Uygulama 474
Emeç, Ş., Akkaya, G., Turanoğlu, B.
Üretim Yönetiminde Yalın ve Yeşil Üretim Uygulaması 480
Emiroğlu, A.
Yalın Üretim Araçları Uygulamasında Proje Yönetimi 486
Emiroğlu, A.
Stratejik Tedarik Zinciri İlişkileri Yönetiminin Belirleyicileri ve Sonuçları İle İlgili Jack & Powers (2015) Modelinin Test Edilmesi: Kahramanmaraş Tekstil İşletmelerinde Bir Uygulama 490
Eren, A. S.
Tedarik Zinciri Ağlarında İnformal Koordinasyonun Belirleyicileri: Türk Metal Mutfak Eşyası Üreten Firmalarda Bir Alan Çalışması 497
Eren, A. S.
Tedarik Zinciri Yönetiminde Takım Tepkiselliğinin Belirleyicileri: Kahramanmaraş Tekstil İşletmelerinde Bir Alan Çalışması 504
Eren, A. S.
Kontrol Diyagramlarında +-3σ Limitlerinin Belirlenmesi: Otokorelasyon İçeren Veri Seti İle Bir Uygulama 510
Erkal Sönmez, Ö., Baray, Ş. A.
Industry 4.0: Big Data Revolutıons Requıre Smart Technologıes 515
Erkollar, A., Oberer, B.
Türkiye'de Asansör İmalat Sanayinin Durumunun İş Sağlığı ve Güvenliği Bakımından Değerlendirilmesi 520
Eryiğit, N., Özcüre, G.
Müşterinin Algıladığı Değeri Arttırmak İçin Kalite Fonksiyonu Göçerimi Uygulaması 526
Gergin, Z., Aktüre, A. Ö., Yurt, M. F., Akbaş, M.
ISO/TS 16949 Otomotiv Sektörü Kalite Yönetim Sistemi ve Otomotiv Tedarik Zincirinde Sürdürülebilir Başarı İçin Uygulama Örnekleri 532
Gerşil, M., Meriç, E.
Bütünleşik Bulanık Dematel-Bulanık Vıkor Yaklaşımının Makine Seçimi Problemine Uygulanması 539
Gök Kısa, C., Perçin, S.
Kalite Yönetim Sisteminin Kurulumunun Sağladığı Faydaların Bir ÇKKV Yöntemi Olan TOPSIS ile Ölçümü ve Analiz Edilmesi 546
Gökpınar, E., İç, Y. T., Yurdakul, M.
Tedarikçi Seçiminde Toplam Maliyet ve Analitik Hiyerarşi Süreci Yaklaşımlarının Kıyaslanması 552
Göksu, N., Koska, A., Sünbül, M. B., Yılmaz, A.
A Hybrid ERP Risk Evaluation Model Based on Fuzzy AHP and Fuzzy Comprehensive Evaluation 558
Gölcük, İ., Baykasoğlu, A.

Müşteri Odaklı Üretim Sistemlerinde Dinamik Sipariş Önceliklendirme Üzerine Bir Simülasyon Optimizasyon Çalışması 564
Güçdemir, H., Selim, H.
Dağıtım Kanalı Üyelerinde Güven ve Bağlılığın Bayi Performansı Üzerine Etkisi 570
Güleş, H. K., Çağlıyan, V., Tabanlı, G.
Training Artificial Neural Networks With Social Spider Algorithm 576
Gülmez, B., Kulluk, S.
Takım Başarısızlıklarının Nedenleri ve Çözümü Üzerine Örnek Bir Yalın Uygulama 582
Gültaş, P., Yücel, M.
Dünya Klasmanında Üretim İlkeleri Doğrultusunda Yalın Üretim İlkelerine Göre Bir Fabrikada Yerleşim İyileştirilmesi 588
Gümüşoğlu, Ş., Karakütük, S. S., Karaöz, B.
Mathematical Programming Based Heuristics for Capacitated Lot Sizing Problems 594
Güner Gören, H., Tunalı, S.
Factor Analysis in an Airline Company for Determining Customer Satisfaction 600
Gürcan, Ö. F., Yazıcı, İ.
Üretim Yönetimi Yaklaşımlarında En Son Gelinen Nokta: Sürdürülebilir Üretim Yaklaşımı 606
Gürül, B.
Measuring of Lean Production System Level (Case Study Motorsazan Company) 613
Güzel, D., Asiabi, A. S.
Tedarik Zinciri Yönetiminde Lojistiğin Rolü: Bir Uygulama 619
Güzel, D., Demir, K., Yazıcılar, F. G.
A Best-of-Breed Approach to Accelerate Projects 624
Hannan, M., İnözü, B.
Gender Segregation of Jobs and the Role of Employer Prefrences in the İstanbul Labor Market: Findings of a Firm-level Employer Survey 629
İlkkaracan, İ.
Türkiye'de AEEE Yönetmelik Uygulamalarına İlişkin Durum Analizi 638
İmre, Ş., Beldek, T., Yıldırım, N., Bolat, B.
Simülasyon Ve Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri Üzerine Üretim İşletmesinde Bir Deneme 645
İnel, M. N., Yıldırım, H.
Gender And Decent Work: Cross Cutting Issues in Manufacturing Industry in Turkey 651
İzdeş, Ö., Yücel, Y.
Usage of Unit Load Automated Storage and Retrieval System for Stock Area Design With System Analysis in a Fırm Makıng Job-Order Productıon 658
İzer, M. U., Şahin, N. P., Ağlan, C.
Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri İle Tedarikçi Seçimi ve Macbeth Tekniğinin Bir Firmada Uygulaması 664
Kabalak, İ., Baysal, M. E., Sarucan, A., Engin, O.
İşlemler Yönetimi Alanındaki Makalelerin Anahtar Kelime Birlikteliklerinin Veri Madenciliği İle Belirlenmesi ve Trend Analizi 670
Kabasakal, İ., Koçak, A.
Tüketicilerin Yeniden Üretilmiş Damacana Su Satın Almaya Karşı Tutumlarına Etki Eden Faktörler 675
Kağnıcıoğlu, C. H., Kutlu, M. B.
A Comprehensive Literature Review on the Usage of Fuzzy Sets in Production Research And Information Management 682
Kahraman, C., Öztayşi, B., Çevik Onar, S.
Adaptation of Lean Principles to Offices: Literature Review of Lean Office 688
Kalender, Z. T.
İnsan Faktörlerinin Dâhil Edildiği İşgücü Planlaması Yaklaşımı 694
Karadağ, İ., Yiğit, V.
Enjeksiyon Kalıplama Süreçlerinde Değişken Kontrol Kartları Kullanımı 700
Karadeniz Bodur, A., Akçay, H.
Kobi'lerde E-Ticaret Uygulamaları ve Karşılaşılan Sorunların Belirlenmesi 707
Karahan, M., Çeçen, U.
Development of the Basic Principles for Industry 4.0 and an Autonomous Vehicle Application in the Context of Cellular Transport System 713
Karakaya, E.

Bulut Bilişim: Lojistik Sektöründe Nakliye Operasyon Yönetimi Sürecindeki Yansımaları 718
Karapınar, N., Göksu, N., Koska, A.
Küçük Ve Orta Büyüklükteki İşletmelerde Elektronik Ticaret, Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Önerileri Kahramanmaraş'ta Bir Uygulama 724
Karapınar, N., Göksu, N., Koska, A.
Yerli Otomobil Üretiminde Zeki Algı Analizi 730
Karatop, B., Kubat, C.
Diyabet Hastalığının Tahmini İçin Yapay Sinir Ağları ve Lojistik Regresyon Metotlarının Kullanılması 740
Kaya, A., Özen, S., Tuğran, M., Çebi, F.
Atatürk Üniversite'si Kampüsünde Devriye Gezen Güvenlik Araçlarının K-Çinli Postacı Problem Yaklaşımı Kullanılarak Rotalanması 746
Kayacı Çodur, M., Yılmaz, M.
Kapalı Döngü Tedarik Zincirinde Akıllı Ürünlerin Kullanılmasına İlişkin Fiyat Teşvikli Bir Matematiksel Model 751
Kayapınar, S., Paksoy, T., Karaoğlan, İ., Gökçen, H.
A Study on Changes in Job Profiles and Priorities of Personnel Selection Criteria Caused by the Transformation of Industry 4.0: An Implementation of Fuzzy Dematel in a High-Technology Fırm 758
Kazançoğlu, Y., Özkan Özen, Y. D.
Esnek Üretim Sistemleri, Bilgisayar Destekli Tasarım/İmalat ve Bir Şirket İncelemesi 765
Kılıç, A., Dirik, C.
Makine-Ekipman Seçim Sürecinin Bulanık Vıkor Yöntemi ile Değerlendirilmesi 771
Kılıçkap, B., Alkan, A.
Bir Firmada Toplam Verimli Bakım Faaliyetlerini Olumsuz Yönde Etkileyen Faktörlerin Dematel, AAS ve Kalite Evi ile Analizi 777
Kılınççı, O., Ilgın, M. A.
Uluslararası Zeki İmalat ve Servis Sistemleri Sempozyumu Kapsamında Zeki Sistemlerdeki Son Eğilimlere Bir Bakış 783
Kiraz, A., Kubat, C.
Assessing the Industry 4.0-Readiness of Supply Chain Networks 790
Klünder, T., Reder, L., Steven, M.
Hastanelerde Bilişim Teknolojileri Kullanımı İle Hasta Güvenliği Kültürü Arasındaki İlişki 801
Koska, A., Göksu, N., Sünbül, M. B., Narcıoğlu, M.
Bir Bankanın Ankara'daki Belirli Şubeleri İçin Etkinlik Analizi ve Şubelerin Hizmet Kalitelerinin Artırılması İçin Kalite Fonksiyon Yayılımı Uygulaması 807
Köse, Y., Demirci, E.
Geleneksel El Sanatlarında Üretim ve Pazarlama Sorunları: Erzurum Oltu Taşı Üretim/Satışında Durum 813
Kurnuç, M., Akbaba, A. İ., Aykol, S.
Girişimci Sağlığı İle Girişimcilik Düzeyi ve Girişimcilik Eğilimi İlişkisi: Tr90'da Bir Küçük Sanayi Sitesi Uygulaması 819
Küçük, O.
Lojistik Hizmet Performansının İşletme Performansı Üzerine Etkisi: Konaklama İşletmlerinde Bir Uygulama 824
Küçük, O., Kocaman, G.
Social Media Usage for Staff Recruitment in Logistics 829
Küçükaltan, B., İrani, Z.
Çoklu Çapraz Sevkiyat Şebekelerinde Araç Rotalama Problemi için Geliştirilmiş Matematiksel Model 834
Küçükoğlu, İ., Öztürk, N.
Regresyon Modellemesi ile Krom Cevherinin Fiyat Tahminlemesi 840
Mızrak Özfırat, P., Özfırat, M. K., Kahraman, B.
Karar Ağaçları Algoritmalarının Sınıflandırmadaki Başarısı ve Bankacılık Tele-Pazarlama Sektöründe Uygulanması 845
Namlı, Ö. H.
ARIMA ve NAR (Doğrusal Olmayan Ar) Yöntemleriyle Talep Tahmini Modellemesi 851
Okumuş, D., Beyca, Ö. F., Günalan, Y., Zaim, S.

Döküm Sanayisinde Metal Alaşım Oranlarına Hotelling T^2 ve Mewma Kontrol Grafikleri Uygulamaları 857
Orçanlı, K., Birgören, B., Oktay, E.
E-Waste Collection Center Location Evaluation Problem: The Case of Istanbul 862
Otay, İ., İmre, Ş., Temur, G. T., Bolat, H. B.
Veri Madenciliğinde Ayrılan Müşteri Analizi Problemi Üzerine Bir Literatür Araştırması 868
Önay Koçoğlu, F., Özcan, T., Baray, Ş. A.
A Location Based Advertising Recommendation System Based on Customer Segmentation 875
Öner, C., Öztayşi, B.
Industry 4.0 and Intelligent Systems 881
Öner, M. Üstündağ, A., Öner, C.
Madencilik Sektöründe Yer Alan Şirketlerin Eatwos ile Karşılaştırılması 885
Özbek, A.
Projelerin Sosyal Yenilik Potansiyelinin Değerlendirilmesi İçin Bir Ölçek Önerisi 891
Özdemir, F., Ar, İ. M., Baki, B.
Evaluating the Potential of 3D Printing Technology in Manufacturing Using Foresight Techniques 896
Özdemir, B., Yayla, K., Burmaoğlu, S.
Bütünleşik Ürün - Süreç Tasarım ve Yönetimi Hakkında Sistematik Yayın Taraması 904
Özkavukçu, A., Durmuşoğlu, M. B.
Solving Dynamic Optimization Problems in Real-Life Manufacturing Systems 910
Özsoydan, F. B., Baykasoğlu, A.
Tekstil Sektöründe Üretim Verimliliğinin Analizi: Bir Hazır Giyim İşletmesinde Cobb-Douglas Üretim Fonksiyonu Uygulaması 917
Öztürk, D., Mutlu Çamoğlu, S.
Üretim Süreçlerinin Verimliliğinin Artırılmasında Endüstri 4.0'ın Önemi 924
Öztürk, D., Turhan, K.
Analitik Ağ Süreci Yöntemiyle Lojistik Risk Faktörlerinin Önceliklendirilmesine Yönelik Bir Çalişma: Fortune 500 Örneği 930
Peker, İ., Korucuk, S., Baki B.
Nesnelerin İnterneti Ve Bulut Bilişim Entegrasyonunun Akıllı Lojistik Uygulamaları Kapsamında Değerlendirilmesi 936
Saatçioğlu, Ö. Y., Aktepe, Ç.
Üretim Sistemlerinde İyileştirmeler: Makarna Üretim Süreci İçin Kaizen Uygulaması 942
Sarı, E. B., Genç, S., İpekgil Doğan, Ö.
Sivil Toplum Kuruluşlarında Performans Ölçümünün Kapsamı: Denizli Örneği 949
Savaş, H., Karakaş, Z.
Kobilerde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği ve Hyundaı Yetkili Servisinde Örnek Uygulama 955
Sayın, A. A., Arslandere, A.
Hyper Heuristic Approach to Assembly Line Balancing Problem: A Real Life Application 960
Seçme, G. Özbakır, L.
Bankaların Finansal Performanslarının Değerlendirilmesine Yönelik Bütünleşik Bir Yaklaşım: Türk Bankacılık Sektöründe Bir Uygulama 966
Selim, H., Yılmaz Balaman, Ş., Güçdemir, H.
Üretim Planlamasında Sürdürülebilirlik Anlayışı: Uşak İli Organize Sanayi Bölgesi Örneği 972
Soba, M, Şimşek, A., Kestane, A., Erdin, E.
Personel Seçiminde AHS-TOPSIS Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerinin Uygulanması: Havacılık Sektöründe Bir Uygulama 981
Sofu, F., Kuşakçı, A. O.
A Comparison of Two Heuristics for Time Dependent Vehicle Routing Problem 987
Soysal, M., Çimen, M., Ömürgönülşen, M., Belbağ, S.
A Conceptual Framework for Companies in the Context of Integration of Industry 4.0 And Supply Chain Management 993
Soyuer, H.
Bulanık AHP ve TOPSIS Yöntemi Kullanılarak Lojistikte Dış Kaynak Hizmet Sağlayıcı Seçimi: Örnek Bir İşletmede Uygulama 998
Supçiller, A., Yılmaz, Y.
Otobüs Hattı Atama Probleminin Macar Algoritması İle Çözümü 1004
Supçiller, A., Yılmaz, Y.

Bir Projelendirme Firmasında Personelin İşlere Tahsisi Problemi İçin 0-1 Tamsayılı Matematiksel Model Önerisi 1010
Şaştım, Ö., Sağır, M.
Tr32 Bölgesinde Endüstri 4.0 İçin Uygun Olabilecek Sektörlerin Araştırılması 1017
Şenkayas, H., Çamlıca, Z., Akar, G. S.
Bulanık Dematel ve Bulanık TOPSIS Yöntemlerinin Sürdürülebilir Tedarikçi Seçimi Problemine Uygulanması 1023
Şenocak, A. A., Güner Gören, H.
Fuzzy Network Data Envelopment Analysis Model for Measuring the Performance of the Branches in a Cargo Company: A Case of Turkey 1030
Şimşek, B., Tüysüz, F.
Analitik Hiyerarşi Süreci ve Electre Yöntemi İle Tekstil Sektöründe Kuruluş Yeri Seçimi 1037
Şimşek, K.
Evaluating IT Outsourcing Success in Science Park Companies: A Transaction Cost Theory Perspectıve 1046
Şimşek, K.
Havayolu Şirketi İkram Hizmeti Tedarik Sürecinde Araç Rotalama Problemi 1057
Şimşir, F., Altunkaynak, H.
Bir Otomotiv Yan Sanayi Firmasında Punta Kaynak Hattı İyileştirme Çalışması 1063
Şimşir, F., Güven, İ., Tabur, A. C.
Developing a Decision Support System for Cost–Time Trade Off in Project Management 1069
Takleef, F. M., Kaplanoğlu, V.
Sağlık Kurumlarında Etik Yönetim Anlayışı ve Estetik Tıp Merkezlerindeki Stratejik Hedefler 1074
Tamer, G.
Bir Üretim İşletmesinde Hücresel Üretim ve Fonksiyonel Yerleşim Düzenlemelerinin Analizi 1079
Taner, M. E., Koyuncuoğlu, M. U., Yılmaz, Y.
A Literature Review on Production Scheduling With the Drum-Buffer-Rope Technique 1085
Tayalı, H.A.
Tıbbi Karar Süreçleri İçin Markov Modeller ve Öğrenme Algoritmaları 1091
Tekin, C., Akhbarzadeh, N.
Ülke Menşei Etkisi Kullanılarak Yerli Yedek Parça Sektör Performansının Değerlendirilmesi 1098
Tekin, M., Soba, M., Akbulut, İ., Çalışkan, B., Erdin, E.
Nöropazarlama Nedir, Ne Değildir: Kavramsal Bir Değerlendirme 1103
Tekin, M., Soba, M., Biga, M. E., Uğurcan, Y.
Yüksek Belirsizlik Altında Çok Periyotlu Tersine Lojistik Ağ Tasarımı 1108
Temur, G. T., Yanık, S.
A Constraint Programming Model for the Flow Shop Scheduling Problem With Sequence Dependent Setup Times 1115
Topaloğlu, Ş., Şenol, E., Balçık, A.
Tedarik Zinciri Entegrasyonu, Müşteri Tatmini ve İşletme Performansı: Bir Saha Çalışması 1120
Topçu, E., Ünğan, M. C.
İyileştirme Faaliyetlerinin Yapılacağı Öncelikli Makinelerin Seçimi İçin Değiştirilmiş Bir Pareto Yaklaşımı 1126
Topoyan, M., Sarı, E. B.
İntermodal Taşımacılık: Stratejik, Taktiksel ve Operasyonel Seviyelerde Planlama Problemleri Üzerine Bir Literatür Taraması 1133
Tunçel, G., Deniz, E.
Kalite Fonksiyon Göçerimi Kullanarak Fason Üretim İçin Tedarikçi Seçimi 1139
Turan, H.
Otomotiv Servislerindeki Hizmet Kalitesinin Bulanık Servqual ile Değerlendirilmesi 1144
Turan, H.
Otomotiv Yedek Parçası Satan Bir Firmanın Bulanık Saw Yöntemi ile Seçimi 1149
Turan, H.
Analysis of Musculoskeletal Disorders in Sheet Forming Industry by Using Quick Exposure Check 1154
Turan, N., Çelik, C.
Tesis Düzenleme Problemleri İçin Yakınlık Oranlarının Bulanık Sistem Yaklaşımı İle Belirlenmesi 1160
Turanoğlu, B., Akkaya, G., Emeç, Ş.

Bir Belediyede Altyapı Çalışması İçin Tedarikçi Seçiminin Bulanık TOPSIS Yöntemi İle Belirlenmesi 1166
Türk, M., Alkan, A.
İkinci El Araçların Satış Profillerinin Kümeleme Analizi İle Belirlenmesi 1172
Tüzemen, A., Çam, S., Tuna, M. F.
Kimya Endüstrisinde Faaliyet Tabanlı Maliyetleme Sisteminin Uygulanması 1178
Uçal Sarı, İ., Turhan, E.
A Grey Group Decision-Making Model to Solve Supplier Selection Problem for a Textile Company 1186
Ulutaş, A.
Bütünleşik Kalite Fonksiyon Göçerimi ve Bulanık Regresyon Yaklaşımı: Sanal Mağaza Tasarımı Örneği 1192
Ustasüleyman, T., Çelik, P.
Afetlerde Geçici Tesis Yeri Seçimi: Üsküdar İlçesi İçin Bir Uygulama 1198
Uzun, S., Küçükaşçı, E. Ş., Kuşakçı, A. O.
Kişisel Koruyucu Donanım Tedarikçi Seçimine Etki Eden Ölçütlerin Bulanık Dematel Yöntemi İle Sıralanması 1204
Vatansever, C., Alkan, A.
Yeraltı Krom Madeni Kazalarının Bulanık Hata Ağacı Analizi ile İncelenmesi 1211
Yaşlı, F., Bolat, H. B.
Statistical Analysis and CRM in A Beverage Company 1218
Yavuz, N., Cebeci, U.
Vehicle Technology Selection With Intuitionistic AHP-VIKOR Method 1227
Yazıcı, İ.
Hastane Deposunda Yalın Uygulaması 1233
Yazıcı, İ., Korkut, R. G.
Fazla Mesai Sorununa Kısıtlar Teorisi Yaklaşımı 1238
Yeşil, G., Gültekin G., Birgün, S.
Type-2 Bulanık TOPSIS Yönyemi ile Üçüncü Parti Lojistik (3pl) Firma Seçimi 1244
Yıldız, A.
Risk Analizinin İş Sağlığı Ve Güvenliği Açısından Önemi ve İnşaat Sektöründe Bir Uygulaması 1252
Yılmaz, D., Erbayrak, S., Gürleyen, E., Demiröz, C.
İşletme Bölümü Öğrencilerinin Üretim Yönetimi Derslerine İlişkin Memnuniyet Analizi 1257
Yılmaz, E., Bilgin, E.
Stokastik Çok Kriterli Kabul Edilebilirlik Analizi ve Bulanık Moora Yaklaşımları İle Erzurum Kent İçi Raylı Sistem Hattı Projesi İçin Alternatiflerin Değerlendirilmesi 1263
Yiğit, V., Yurdakul, G.
Bir Otomotiv Firmasının Operasyonel Süreçlerine Stratejik Yönetim Anlayışı Çerçevesinde HTEA Uygulaması 1269
Yücenur, N., Atay, İ., Argon, S., Gül, E. F.
Sağlık Sektöründe Gri Tahminleme Yöntemi ile Talep Tahmini 1275
Zor, C., Çebi, F.

Özet Metinler

Çalışma Adı	***Sayfa No***
Mouse Teknolojisindeki Pil Tükenmesi Sorununun Çözümlenmesi ***Akpınar, M. E.***	1281
Dördüncü Sanayi Devrimi: Öncesi ve Sonrası - Ulaştırma ve Lojistik Ağlara Yansımalar ***Candemir, Y.***	1282
Sadece İnsan Gücü ile Çalışan Karakuri Kaizen Ekipmanı Tasarımı ve Plastik Üretiminde Uygulanması ***Cebeci, U., Acar, S., Zehir, A., Özadam, M.***	1283
Fındık Yağına İlişkin Tedarik Zinciri Yönetimi Faaliyetlerinin Belirlenmesine Yönelik Giresun İlinde Bir Araştırma ***Deniz, A., Arslan Özdil, T.***	1284
Yalın Üretim ve Bir İnceleme ***Engin, P.***	1285
Demiryollarımızın Etkinleştirilmesi Amacıyla Yeniden Yapılandırılması Üzerine Görüşler ***Evren, G., Dündar, S.***	1286
Bir Otomotiv İşletmesinde Ergonomik Montaj Hattı Dengeleme ve İş Gücü Ataması ***Menemencioğlu, D., Taş, N., Çolak, M., Aydın Keskin, G.***	1287
Küreselleşme ve Weıtzman Paylaşım Ekonomisi Ücret Sistemi ***Ofluoğlu, G., Buzkan, S.***	1288
Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi ve İşletme Performansı Arasındaki İlişki: Bir Araştırma ***Öçlü, B., Erdal, M.***	1289
Overwhelmed by Gender Regimes? The Labor Supply Dilemmas of Educated Women in Turkey ***Paker, H., Uysal, G.***	1290
Bir Açık ve Uzaktan Öğrenim Örneği: Coursera ***Savaş, H.***	1291
Kazanılmış Değer Analizi Yöntemi ile Proje Performans Ölçümü ***Savaş, H., Duran, Z.***	1292
Afet Yönetimi ve Finansman ***Şahin, S., Ekmekçi, İ.***	1293
Application of Industry 4.0 in Turkey ***Taşkın, H., Cengiz Toklu, M.***	1294
Ulaştırmada Hareketlilik Karşıtı Olarak Erişilebilirlik ***Tezcan, H.O.***	1295
Bulanık AHP ve ARAS-F Yöntemleri ile Tehlikeli Madde Taşımacılığında 3PL Servis Sağlayıcı Seçimi ***Yıldırım, B. F.***	1296

TAM METİNLER

METAL İŞLEME FABRİKALARININ RİSK SEVİYELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ: BULANIK TOPSIS-BULANIK VIKOR KARŞILAŞTIRMASI

Tuba Adar
Atatürk Üniversitesi

Elif Kılıç Delice
Atatürk Üniversitesi

Gülin Feryal Can
Başkent Üniversitesi

ÖZET

Üretim kalitesi ve verimliliğinin artırılması için iş ortamları, çalışanların fiziksel, zihinsel, psikolojik sağlık durumlarının korunmasına yönelik düzenlenmelidir. Bunun için risk değerlendirme faaliyetleri gerçekleştirilerek çalışma ortamında bulunan tehlike kaynakları belirlenmeli, bu kaynakların yaratabileceği risklere karşı düzeltici ve önleyici tedbirler alınmalıdır. Risk değerlendirme faaliyetleri kapsamında nicel ve nitel olarak değerlendirilebilen birçok tehlike kaynağı analiz edilmektedir. Uzmanların bu kaynaklara ilişkin risk derecelerini belirlemeleri ise sübjektiflik içermektedir. Bu nedenle risk değerlendirme faaliyeti bulanık çok kriterli bir karar verme (BÇKKV) problemi özelliğini taşımaktadır. Bu çalışmada, metal sektöründe faaliyet gösteren üç metal işleme fabrikası için BÇKKV yöntemlerinden Bulanık VIKOR ve Bulanık TOPSIS yöntemleri kullanılarak risk değerlendirmesi yapılmıştır. Bu kapsamda, belirlenen dokuz tehlike kaynağı (risk kriteri) kullanılarak Bulanık VIKOR ve Bulanık TOPSIS yöntemleri ile üç metal işleme fabrikası arasında çalışma koşulları açısından en riskli fabrika olarak A_3 fabrikası seçilmiştir. Ayrıca risk düzeylerinin azaltılması için çeşitli önleyici tedbirler önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bulanık TOPSIS, Bulanık VIKOR, Risk Değerlendirme

EVALUATION OF RISK LEVEL OF METAL PROCESSING PLANTS: COMPARISION OF FUZZY TOPSIS-FUZZY VIKOR

ABSTRACT

The work place should be designed for protecting physical, mental and psychological health conditions of employees to increase production quality and productivity. Therefore, the danger sources in the work place should be detected by performing risk assessment activities, and the preventive measures against the risks borne of these danger sources should be taken. The risk assessment activities include many dangers that can be evaluated as quantitative and qualitative manner. In addition, expert decisions related to the risk degree associated with these dangers include subjectivity. Therefore, the risk assessment activities have the fuzzy multi criteria decision making (FMCDM) problem property. In this study, the risk assessment is implemented using Fuzzy VIKOR and Fuzzy TOPSIS for three metal processing factories and A_3 factory is found respect to nine danger sources as the most risky one. Also, this several preventive measures have been proposed to reduce risks respect to danger sources.

Keywords: Fuzzy TOPSIS, Fuzzy VIKOR, Risk Assessment

1. GİRİŞ

Günümüz işletmelerinde rekabet edebilmek ve devamlılığı sürdürebilmek için çalışanları tehlikeye sokacak ve iş verimini olumsuz etkileyecek durumlar önlenmeli ya da ortadan kaldırılmalıdır. Dünyada yaşanan ekonomik kriz, piyasa dalgalanmaları ve rekabetin artması gibi nedenlerden dolayı mamul, yarı mamul ve enerji kullanımında tasarruf yapılmayacağı için çalışan sayısı düşürülerek makineleşmenin artması sonucunda çalışanlara daha fazla iş yükü binmekte ve işçiler uzun süre çalışmaktadırlar. Yorgunluğa, strese, dikkat azalmasına vb. sebep olan uzun süreli çalışmalar iş kazalarını meydana getirecek riskleri içermektedir (Balçık, 2014). İşletmenin türüne bağlı olarak tehlikelerin belirlenmesi için risk değerlendirmesi yapılmalıdır. Bununla birlikte, metal sektörü üretim koşulları itibariyle ağır çalışma şartlarına sahiptir ve iş kazalarının sektörel dağılımı incelendiğinde metal sektörünün ilk sıralarda yer aldığı görülmektedir. Bu nedenle, metal sektöründe risk değerlendirmesinin yapılması son derece önemlidir.

Risk değerlendirme birbirleriyle çelişen birden fazla kriteri içermekle birlikte, karar vericilerin sübjektif yargılarının da etkili olduğu bir Bulanık Çok Kriterli Karar Verme (BÇKKV) problemidir. Bu nedenle, bu çalışma kapsamında BÇKKV yöntemlerinden olan Bulanık TOPSIS ve Bulanık VIKOR yöntemleri ile üç metal işleme fabrikası risk düzeyleri bakımından değerlendirilmiş ve sıralanmıştır. Bu yöntemlerin amacı, birbiri ile çelişen kriterler altında alternatifleri ideal çözümden uzaklıkları bakımından sıralamak ve ideal çözüme en yakın alternatifi en iyi alternatif olarak seçmektir. Ayrıca, bu iki yöntem, karmaşık algoritmalar, zor matematiksel modeller içermedikleri ve güvenilir sonuçlar sağladıkları için sıklıkla tercih edilen bulanık ÇKKV yöntemleridir. Bu çalışma kapsamında söz konusu iki yöntem kullanılarak sonuçlar karşılaştırılmıştır. Literatüre bakıldığında, Bulanık VIKOR yönteminin yazılım, tedarikçi, ürün veya firma seçimi finansal değerlendirme yada hizmet değerlendirmesi gibi çeşitli karar problemlerinde kullanıldığı görülmektedir (Wang vd., 2006; Sanayei vd., 2010; Girubha ve Vinodh, 2012; Yalçın vd., 2012; Yücenur ve Demirel, 2012; Chang, 2014; Deveci vd., 2015; Wu vd., 2016). Benzer olarak, Bulanık TOPSIS yöntemi de tedarikçi seçimi, yerleşim yeri seçimi veya kredi kartı limit tahsisi değerlendirmesi gibi çeşitli seçim ve değerlendirme problemlerinde kullanılmıştır (İç ve Yurdakul, 2009; Chen ve Yang, 2011; Rostamzadeh ve Sofian, 2011; İç, 2012; Alkhatib vd., 2015; Daniel vd., 2015; Sánchez-Lozano vd., 2016; Dinçer vd., 2016; Garg, 2016). Bununla birlikte, Bulanık VIKOR ile Bulanık TOPSIS yöntemleri yer seçimi, risk belirleme, robot seçimi, performans değerlendirme, konsept tasarımı, hemşire seçimi gibi çeşitli alanlarda birlikte uygulanmışlardır (Çevikcan vd., 2009; Kavitha ve Vijayalakshmi, 2010; Kuo, 2011; Chaghooshi vd., 2012; Karadayı ve Karsak, 2014; Vinodh vd., 2014; Lee vd., 2015; Parameshwaran vd., 2015). Bu çalışma kapsamında ise, Bulanık VIKOR ile Bulanık TOPSIS yöntemleri kullanılarak risk değerlendirmesi yapılmış ve uygulama alanı bakımından literatüre katkı sağlanması amaçlanmıştır.

Bu çalışmanın amacı, metal sektöründe faaliyet gösteren üç metal işleme fabrikası için risk değerlendirmesi yapmaktır. Bu kapsamda, belirlenen dokuz tehlike kaynağı (risk kriteri) kullanılarak Bulanık VIKOR ve Bulanık TOPSIS yöntemleri ile üç metal işleme fabrikası arasında çalışma koşulları açısından en riskli fabrika seçilmiştir. Ayrıca risk düzeylerinin azaltılması için çeşitli önleyici tedbirler önerilmiştir.

Çalışmanın ikinci bölümünde, Bulanık TOPSIS ve Bulanık VIKOR yöntemleri tanıtılmıştır. Üçüncü bölümde üç farklı metal işleme fabrikasında Bulanık TOPSIS ve Bulanık VIKOR yöntemleri kullanılarak yapılan risk değerlendirme çalışmasına yer verilmiş, son bölümde ise sonuçlar ve öneriler sunulmuştur.

2. YÖNTEMLER

2.1. Bulanık VIKOR Yöntemi

VIKOR yöntemi, birden fazla çelişen kriter bulunduran kompleks sıralama ve seçim problemlerinde çok kriterli optimizasyonu sağlayarak uzlaşık çözümün bulunmasını sağlamaktadır. Uzlaşık çözüm uygun çözümdür, yani ideale yakındır ve bu çözüm çoğunluğun maksimum grup faydası ve rakiplerin minimum pişmanlığını içermektedir. VIKOR yönteminin bulanık versiyonu olan Bulanık VIKOR yöntemi, ÇKKV problemleri için bulanık uzlaşık çözüm belirlemek amacıyla geliştirilmiştir. Üçgensel bulanık sayıları ve bulanık aritmetik işlemleri kullanan Bulanık VIKOR yöntemi aşağıdaki adımlardan oluşmaktadır (Chen ve Wang, 2009; Delice, 2016).

Adım 1: İlk olarak problemin çözümü için $k=1,2,\ldots,K$ adet karar verici, $j=1,2,\ldots,n$ adet kriter ve $i=1,2,\ldots,m$ adet alternatif belirlenir.

Adım 2: K adet karar verici tarafından karar kriterlerinin önem ağırlıkları ve kriterler bazında alternatiflerin dereceleri dilsel değişkenler kullanılarak belirlenir. Daha sonra bu değişkenler bulanık üçgensel sayılara çevriler ve Eşitlik (1) ve Eşitlik (2) kullanılarak birleştirilir.

$$\widetilde{w}_j=\frac{1}{K}\left[\sum_{k=1}^{K}\widetilde{w}_j^{\,k}\right] \qquad j=1,2,\ldots,n \tag{1}$$

l_{ij}=min(l_{ijk}), m_{ij}=$\left(\prod_{k=1}^{K} m_{ijk}\right)^{1/K}$, u_{ij} =max(u_{ijk}), k=1,2,…,K (2)

Burada, $\widetilde{w}_j^{\,k}$, k.karar verici tarafından belirlenen j. kriterin bulanık önem ağırlığıdır. Eşitlik (2)'de üçgensel sayılardan alt değerlerin minimumu, orta değerlerin geometrik ortalaması ve üst değerlerinde maksimumu alınarak hesap yapılır.

Adım 3: Bulanık karar matrisi ve bulanık ağırlık matrisi Eşitlik (3)'te gösterildiği gibi oluşturulur.

$$\widetilde{D} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \cdots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \cdots & \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \cdots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix} \quad \widetilde{W} = [\widetilde{w}_1, \widetilde{w}_2, \dots, \widetilde{w}_n] \quad i=1,2,\dots,m \quad j=1,2,\dots,n \tag{3}$$

Adım 4: Karar matrisi oluşturulduktan sonra her bir kriter için bulanık en iyi değer ($\tilde{f}_j^{\,*}$) ve bulanık en kötü değer ($\tilde{f}_j^{\,-}$) eğer j.kriter fayda ifade ediyorsa Eşitlik (4), maliyet ifade ediyorsa Eşitlik (5) ile belirlenir.

$\tilde{f}_j^{\,*}=max_i\tilde{x}_{ij}, (\tilde{f}_j^{\,-})=min_i\tilde{x}_{ij}$ j=1,2,…,n (4)

$\tilde{f}_j^{\,*}=min_i\tilde{x}_{ij}, (\tilde{f}_j^{\,-})=max_i\tilde{x}_{ij}$ j=1,2,…,n (5)

Adım 5: Normalize karar matrisi $\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m\times n}$Eşitlik (6) kullanılarak oluşturulur. Daha sonra, $\tilde{S}_i$ve$\tilde{R}_i$ değerleri ve Eşitlik (7) kullanılarak hesaplanır. $\tilde{S}_i$, ele alınan tüm kriterlere göre i. alternatifin bulanık en iyi değere olan uzaklıklarının toplamı, $\tilde{R}_i$ise j. kritere göre i. alternatifin bulanık en kötü değere olan maksimum uzaklığıdır (Opricovic veTzeng,2004).

$\tilde{r}_{ij} = (\tilde{f}_j^{\,*} - \tilde{x}_{ij})/(\tilde{f}_j^{\,*} - \tilde{f}_j^{\,-})$ (6)

$$\tilde{S}_i = \sum_{j=1}^{n} \widetilde{w}_j\, \tilde{r}_{ij}, \quad \tilde{R}_i = max_j[\widetilde{w}_j\tilde{r}_{ij}] \tag{7}$$

Adım 6: $\tilde{S}^*, \tilde{S}^-, \tilde{R}^*, \tilde{R}^-$ve $\tilde{Q}_i$ değerleri Eşitlik (8) ve Eşitlik (9) kullanılarak hesaplanır.

$\tilde{S}^* = min_i\tilde{S}_i,\ \tilde{S}^- = max_i\tilde{S}_i,\ \tilde{R}^* = min_i\tilde{R}_i,\ \tilde{R}^- = max_i\tilde{R}_i$ (8)

$\tilde{Q}_i = v(\tilde{S}_i - \tilde{S}^*)/(\tilde{S}^- - \tilde{S}^*) + (1-v)(\tilde{R}_i - \tilde{R}^*)/(\tilde{R}^- - \tilde{R}^*)$ (9)

Burada "v" değeri olarak uzlaşma "çoğunluk oyu" (v>0,5), "oy birliği" (v=0,5) veya "ret" (v<0,5) alınabilir (Akyüz, 2012).

Adım 7: Bu aşamada Eşitlik (10) kullanılarak $\tilde{S}_i, \tilde{R}_i$ ve $\tilde{Q}_i$indeks değerleri bulunur ve bu indeks değerlerine göre alternatifler sıralanır. İndeks değeri en küçük olan en iyi alternatif olarak kabul edilir. $\tilde{N} = (l, m, u)$ olmak üzere;

N=(l+2m+u)/4 (10)

Adım 8: Uzlaştırıcı bir çözümün belirlenmesi için kabul koşullarının sağlanıp sağlanmadığına bakılır. Aşağıdaki iki koşul sağlanırsa $\tilde{Q}_i$ indeksi kullanılarak belirlenen çözüm $A^{(1)}$ uzlaştırıcı çözümdür ve bu çözüm optimal çözüm olarak kabul edilir. Burada $A^{(1)}$ değeri, $\tilde{Q}_i$ indeksinin minimum değerine göre sıralamada birinci sırayı alan alternatiflerdir. Kabul koşulları şunlardır:

1.Koşul: Kabul edilebilir avantaj:

Q($A^{(2)}$)-Q($A^{(1)}$)≥DQ (11)

DQ = $\frac{1}{m-1}$ (m≤4 için DQ=0,25) (12)

Burada $A^{(2)}$değeri, Q değerine göre sıralamada ikinci sırayı alan alternatiftir.

2. Koşul: Karar vermede kabul edilebilir istikrar:$A^{(1)}$ değeri, S_i ve/veya R_i değerlerine göre yapılan sıralamada da en iyi alternatif değeridir. Bu uzlaştırıcı çözüm karar verme sürecinde istikrarlıdır. Eğer aşağıdaki koşullardan biri sağlanmazsa uzlaşık bir çözüm kümesi şu şekilde bulunur: 2.koşul sağlanmazsa uzlaşık çözüm kümesi $A^{(1)}$ ve $A^{(2)}$ alternatiflerinden oluşur. Burada $A^{(2)}$ karşılaştırmalı bir üstünlüğe sahip olmasına rağmen karar vermede istikrar yoktur. Bu nedenle $A^{(1)}$ve $A^{(2)}$'nin uzlaştırıcı çözümü aynıdır. 1. koşul sağlanmazsa uzlaşık çözüm kümesi $A^{(1)}$, $A^{(2)}, \dots, A^{(M)}$alternatiflerinden oluşur. Burada Q$A^{(M)}$-Q($A^{(1)}$)<DQ şartını sağlayan alternatifler kümeye dâhil edilir ve M bu şartı sağlayan maksimum eleman sayısıdır. Uzlaştırıcı çözümler $A^{(1)}$, $A^{(2)}, \dots, A^{(M)}$ aynı olduğundan, $A^{(1)}$karşılaştırmalı bir üstünlüğe sahip değildir (Delice, 2016).

2.2. Bulanık TOPSIS Yöntemi

TOPSIS yöntemi pozitif ideal çözüme en yakın ve negatif ideal çözüme en uzak alternatifin en iyi alternatif olarak seçilmesine dayanmaktadır. Pozitif ideal çözüm; ulaşılabilir bütün en iyi kriterlerin bileşimi iken Negatif ideal çözüm ise ulaşılabilir en kötü kriter değerlerinden oluşur. Bu bölümde,

Bulanık TOPSIS yönteminin ilk üç adımı Bulanık VIKOR yönteminin adımları ile aynı olduğu için dördüncü adımdan itibaren yöntem adımları aşağıda verilmiştir.

Adım 4: Normalize edilmiş bulanık karar matrisi $\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m\times n}$, kriterlerin fayda kriteri ve maliyet kriteri olmasına bağlı olarak B fayda kriterleri kümesini ve C maliyet kriterleri kümesini temsil etmek üzere, Eşitlik (13)-Eşitlik (14) kullanılarak elde edilir.

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{l_{ij}}{u_j{}^*}, \frac{m_{ij}}{u_j{}^*}, \frac{u_{ij}}{u_j{}^*}\right) \qquad j \in B \tag{13}$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{l_j{}^-}{u_{ij}}, \frac{l_j{}^-}{m_{ij}}, \frac{l_j{}^-}{l_{ij}}\right) \qquad j \in C \tag{14}$$

Burada $u_j{}^*=max_i u_{ij}$ ve $l_j{}^- = min_i l_{ij}$ olarak tanımlanır.

Adım 5: Her kriterin farklı önem ağırlıkları olması sebebiyle ağırlıklı normalize karar matrisi Eşitlik (15) kullanılarak aşağıdaki gibi elde edilir.

$$\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m\times n} \quad i=1,2,\ldots,m;\ j=1,2,\ldots,n; \qquad \tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij}\tilde{w}_j \tag{15}$$

Adım 6: Bulanık pozitif ideal çözüm ($\tilde{A}^*$) ve bulanık negatif ideal çözüm($\tilde{A}^-$) aşağıdaki gibi belirlenir.

$$\tilde{A}^* = (\tilde{v}_1{}^*, \tilde{v}_2{}^*, \ldots, \tilde{v}_n{}^*) \quad i=1,2,\ldots,m;\ j=1,2,\ldots,n \tag{16}$$

$$\tilde{A}^- = (\tilde{v}_1{}^-, \tilde{v}_2{}^-, \ldots, \tilde{v}_n{}^-) \quad i=1,2,\ldots,m;\ j=1,2,\ldots,n \tag{17}$$

Burada,$\tilde{v}_j{}^*=max_i \tilde{v}_{ij}$, ve $\tilde{v}_j{}^- = min_i \tilde{v}_{ij}$olarak tanımlanır.

Adım 7: Her bir alternatifin bulanık pozitif ideal çözümden ($\tilde{A}^*$) ve bulanık negatif ideal çözümden ($\tilde{A}^-$) uzaklığı Eşitlik (18) ve Eşitlik (19) kullanılarak hesaplanır.

$$d_i{}^*=\sum_{j=1}^{n} d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j{}^*) \qquad i=1,2,\ldots,m \tag{18}$$

$$d_i{}^-=\sum_{j=1}^{n} d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j{}^-) \qquad i=1,2,\ldots,m \tag{19}$$

Burada, d($\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j{}^*$)ve d($\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j{}^-$) ifadeleri, iki bulanık sayı arasındaki uzaklığı temsil etmektedir ve Eşitlik (20)'de gösterilen Vertex metodu kullanılarak hesaplanmaktadır (Chen, 2000). $\tilde{N}_1$=(l_1,m_1,u_1) ve $\tilde{N}_2$=(l_2,m_2,u_2) olmak üzere, $\tilde{N}_1$ ve $\tilde{N}_2$bulanık sayıları arasındaki uzaklık;

$$d(\tilde{N}_1, \tilde{N}_2) = \sqrt{\frac{1}{3}(l_1 - l_2)^2 + (m_1 - m_2)^2 + (u_1 - u_2)^2} \tag{20}$$

Adım 8: Bir alternatifin ideal çözüme yakınlık katsayısı Eşitlik (21) ile belirlenir.

$$CC_i=\frac{d_i{}^-}{d_i{}^*+d_i{}^-} \qquad i=1,2,\ldots,m; \tag{21}$$

Yakınlık katsayısı 0 ve 1 arasında bir değer almaktadır. ($\tilde{A}^*$) değerine yakın ve ($\tilde{A}^-$)değerinden uzak bir alternatif olan i. alternatif için yakınlık katsayısı değeri bire yaklaşmaktadır. Bu durumda, en yüksek yakınlık katsayısına sahip alternatif en iyi alternatif olarak seçilir.

3. UYGULAMA

İlk olarak, metal işleme sektöründe çalışan, iş güvenliği ve sağlığı konusunda uzman üç karar verici belirlenmiş ve bu karar vericiler tarafından alternatifleri oluşturan ve birbirine benzer üretim sistemleriyle çalışan üç metal fabrikası tehlike kaynakları açısından incelenmiştir. Çalışanların da görüşleri dikkate alınarak üç fabrika için ortak olan dokuz farklı tehlike kaynağı risk kriterleri olarak belirlenmiştir. Bu kriterler; çalışma ortamındaki fiziksel risk faktörleri (K_1), Kimyasal ve biyolojik risk faktörleri (K_2), Psiko-soyal risk faktörleri (K_3), İç nakliye ve sevkiyata ilişkin risk faktörleri (K_4), Makineler ve el aletlerine ilişkin risk faktörleri (K_5), Yangın güvenliğine ilişkin risk faktörleri (K_6), İş yerinde güvenlik ve davranış kültürüne ilişkin risk faktörleri (K_7), Kas-iskelet sisteminde oluşan baskılara yönelik risk faktörleri (K_8) ve İş kazası oluşturabilecek diğer risk faktörleri (K_9) olarak sıralanmaktadır. İkinci aşamada, risk kriterleri ve bu kriterler bakımından fabrika alternatifleri karar vericiler tarafından Tablo 1'de gösterilen bulanık skala kullanılarak değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeler ışığında Bulanık VIKOR ve Bulanık TOPSIS yöntemleri kullanılarak alternatifler sıralanmış ve bu sıralama sonuçları karşılaştırılarak en uygun firma seçimi yapılmıştır.

Tablo 1. Bulanık ölçek

Dilsel Değişkenler	Bulanık Üçgensel Sayılar
Çok Yüksek (ÇY)/(Çok Fazla Riskli (ÇFR)	(8,9,10)
Yüksek (Y)/(Fazla Riskli (FR)	(6,7,8)
Orta (O)/ Orta Riskli (OR)	(4,5,6)
Düşük (D)/Az Riskli (AZ)	(2,3,4)
Çok Düşük (D)/Risk Önemsiz (RÖ)	(0,1,2)

3.1.Bulanık VIKOR Hesaplama Aşaması

Karar vericilerin değerlendirmelerinden sonra belirlenen kriter ağırlıkları Eşitlik (1) ile birleştirilerek hesaplanmış ve bulunan bulanık ağırlıklar Eşitlik (10) ile durulaştırılmıştır. Kriterlerin nihai ağırlıkları K_1

için 0.139, K_2 için 0.113, K_3 için 0.073, K_4 için 0.099, K_5 için 0.086, K_6 için 0.046, K_7 için 0.179, K_8 için 0.139, K_9 için 0.126'tir. Daha sonra, 3 alternatif fabrika için Tablo 1 kullanılarak karar vericilerin her birine ait karar matrislerinin Eşitlik (2) ile birleştirilmesiyle bulanık karar matrisi elde edilmiştir.

Tablo 2. Bulanık karar matrisi

Kriter	A_1	A_2	A_3
K_1	(2, 4.217, 6)	(6, 8.276, 10)	(0, 2.924, 6)
K_2	(0, 2.758,8)	(2, 3.556, 6)	(4, 5, 6)
K_3	(4, 5, 6)	(4, 6.082, 10)	(2, 3.556, 6)
K_4	(2, 6.240, 10)	(0, 3.556, 10)	(6, 7, 8)
K_5	(4, 5, 6)	(6, 7.611, 10)	(2, 3.979, 8)
K_6	(8, 9, 10)	(4, 5, 6)	(2, 3.556, 6)
K_7	(2, 4.326, 10)	(4, 6.257, 8)	(0, 2.466, 6)
K_8	(2, 3.556, 6)	(0, 2.080, 4)	(4, 5, 6)
K_9	(8, 9, 10)	(0, 2.924, 6)	(2, 5.738, 10)

Bulanık karar matrisi içerisinde kriterler için Eşitlik (5) kullanılarak bulanık en iyi değerler sırasıyla (0, 2.924, 6), (0, 2.758, 6), (2, 3.556, 6), (0, 3.556, 8), (2, 3.979, 6), (2, 3.556, 6), (0, 2.466, 6), (0, 2.080, 4) ve (0, 2.924, 6) bulunurken; bulanık en kötü değerler sırasıyla (6, 8.276, 10), (4, 5, 8), (4, 6.082, 10), (6, 7, 10), (6, 7.611, 10), (8, 9, 10), (4, 6,257, 10), (4, 5, 6), (8, 9, 10) hesaplanmıştır. Daha sonra, Eşitlik (6)-Eşitlik (7) kullanılarak bulanık karar matrisi normalize edilmiş ve $\tilde{S}_i$, $\tilde{R}_i$ değerleri hesaplanmıştır (Tablo 4). Bu değerler Eşitlik (8) kullanılarak $\tilde{S}^*$(0,382, 0,409, 0,307), $\tilde{S}^-$(0,548, 0,529, 0,701), $\tilde{R}^*$(0,125, 0,125, 0,139), $\tilde{R}^-$(0,178, 0,178, 0,178) değerleri hesaplanmıştır.$\tilde{S}^*$,$\tilde{S}^-$, $\tilde{R}^*$, $\tilde{R}^-$ değerleri ile v=0,5 değeri Eşitlik (9)'da kullanılarak $\tilde{Q}_i$ değerleri belirlenmiştir. $\tilde{S}_i$, $\tilde{R}_i$ ve $\tilde{Q}_i$ bulanık değerleri Eşitlik (10) ile durulaştırılmıştır ve Tablo 3'de sunulmuştur.

Tablo 3. S_i, R_i ve Q_i değerlerine göre sıralama

	S_i	Sıra	R_i	Sıra	$Q_i(v = 0,5)$	Sıra
A_1	0.5606	3	0.1390	2	0,3123	2
A_2	0.5234	2	0.1688	3	0,75	3
A_3	0.3772	1	0.1390	1	0.0937	1

Son olarak, uzlaştırıcı çözümün belirlenmesi için $\tilde{Q}_i$ indeksine göre yapılan sıralamada iki koşulun sağlanıp sağlanmadığı araştırılmıştır. v=0,5 için Eşitlik (11)'e göre 0,312-0,093<0,25 olduğundan 1.koşul sağlanmamıştır. Buna karşın $A^{(1)}$ değeri, yani A_3 alternatifinin değeri R_i ve S_i değerlerine göre sıralamada en iyi alternatif olarak ortaya çıktığından 2. Koşul sağlanmıştır. Sonuç olarak $A_3 > A_1 > A_2$ alternatif sıralaması elde edilir.

Bu bölümde son olarak, Bulanık VIKOR yönteminde maksimum grup faydasını sağlayan stratejinin ağırlığını ifade eden "v" değerine 0-1 arasında değerler verilerek duyarlılık analizi yapılmış (Tablo 4) ve tüm sıralamalarda en iyi alternatif A_3 olarak belirlenmiştir. Dolayısıyla v parametresine bağlı olarak işletilen Bulanık VIKOR yöntemi ile bu çalışmada elde edilen sonuçların güvenilir olduğu ispatlanmıştır.

Tablo 4. Duyarlılık analizi

	v=0	v=0,1	v=0,2	v=0,3	v=0,4	v=0,5	v=0,6	v=0,7	v=0,8	v=0,9	v=1
A_1	0.187	0.312	0.374	0.437	0.499	0.312	0.624	0.687	0.749	0.812	0.874
A_2	0.75	0.761	0.772	0.784	0.795	0.75	0.618	0.829	0.840	0.852	0.863
A_3	0.187	0.168	0.15	0.131	0.112	0.093	0.025	0.056	0.037	0.018	0
Sıra	3,1,2	3,1,2	3,1,2	3,1,2	3,1,2	3,1,2	3,2,1	3,1,2	3,1,2	3,1,2	3,2,1

3.2 Bulanık TOPSIS Hesaplama Aşaması

Bu aşamada, ilk olarak bulanık karar matrisi Eşitlik (14) kullanılarak normalize edilmiştir ve Eşitlik (15) kullanılarak ağırlıklandırılmıştır (Tablo 5). Daha sonra, Eşitlik (16) ve Eşitlik (17) kullanılarak kriterler bazında pozitif ideal noktalar sırasıyla (0,0,0), (0,0,0), (0.024, 0.040, 0.072), (0,0,0), (0.028, 0.043, 0.086), (0.015, 0.026, 0.046), (0,0,0), (0,0,0), (0,0,0) bulunurken; negatif ideal noktalar sırasıyla (0,0,0) (0,0,0) (0.014, 0.0239, 0.0364) (0,0,0) (0.017, 0.022, 0.028) (0.009, 0.010, 0.011) (0,0,0) (0,0,0) (0,0,0) hesaplanmıştır. Bu noktalar belirlendikten sonra, kriterler bazında pozitif ve negatif ideal çözümlere olan uzaklıklar Eşitlik (18) ve Eşitlik (19) kullanılarak, alternatifin ideal çözüme yakınlık katsayısı değerleri (CC_i) Eşitlik (21) kullanılarak hesaplanmıştır ve Tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 5. Ağırlıklandırılmış normalize bulanık karar matrisi

	A_1	A_2	A_3
K_1	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,0,0)
K_2	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,0,0)
K_3	(0.024, 0.029, 0.036)	(0.014, 0.0239, 0.036)	(0.024, 0.040, 0.072)
K_4	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,0,0)
K_5	(0.028, 0.034, 0.043)	(0.017, 0.022, 0.028)	(0.021, 0.043, 0.086)
K_6	(0.009, 0.01, 0.011)	(0.015, 0.018, 0.023)	(0.015, 0.026, 0.046)

K_7	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,0,0)
K_8	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,0,0)
K_9	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,0,0)

Tablo 6. Pozitif-negatif çözümlere uzaklıklar ve yakınlık katsayısı değerleri

Alternatifler	d_i^*	d_i^-	CC_i	**Sıra**
A_1	0,040386	0,014124	0,259114	2
A_2	0,045301	0,008952	0,165011	3
A_3	0,004142	0,048115	0,920735	1

Bulanık TOPSIS sonuçları ışığında Tablo 6'da görüldüğü gibi elde edilen öncelik sıralamasına göre en iyi alternatif A_3 seçilmiştir. Sonuç olarak hem Bulanık VIKOR hem de Bulanık TOPSIS yöntemleri ile belirlenen alternatif sıralama sonuçları $A_3 > A_1 > A_2$ olarak elde edilmiştir.

4. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Emek yoğun üretim yapılan metal işleme fabrikalarında işçilerin güvenli koşullarda çalıştırılması için tehlike kaynaklarının tespiti ve gerekli önlemlerin alınması oldukça önemlidir. Bu amaçla 3 metal işleme fabrikası için 9 tehlike kaynağı belirlenerek Bulanık VIKOR ve Bulanık TOPSIS yöntemleri ile risk düzeyleri bakımından fabrikaların sıralaması yapılmıştır. Uygulanan iki yöntem sonucunda belirlenen 9 tehlike kaynağı açısından en riskli fabrika A_3 olarak seçilmiş bunun yanı sıra diğer fabrikaların da risk sıralaması birebir aynı çıkmıştır. Bu nedenle, elde edilen sonuçların güvenilir olduğu söylenebilir. Ayrıca, bu çalışmada en önemli risk faktörü "İş yerinde güvenlik ve davranış kültürüne ilişkin risk faktörleri (K_7)" olarak belirlenmiştir. Bu faktörün etkilerinin azaltılması için; kaynak işlemleri yapılırken uygun yüz siperi ve gözlük kullanılması, kaynak yapılan bölgelerin diğer bölgelerden bir paravanla ayrılması, güçlü bir havalandırma sistemi bulundurulması, metal dumanlarına karşı koruyucu maskeler kullanılması, yüksek sıcaklıkta çalışan işçilerin ciddi bölgesel yanıklardan korunması için koruyucu elbiseler kullanılması gibi önlemler alınabilir.

Sonuç olarak, bu çalışmada kullanılan yöntemler ile diğer üretim sektörlerinde yer alan işletmelerinde risk değerlendirmesi yapabilecekleri düşünülmektedir. Ayrıca söz konusu yöntemler diğer bulanık ÇKKV yöntemleri ile birlikte kullanılarak daha kapsamlı risk değerlendirme çalışmaları gerçekleştirilebilir.

KAYNAKLAR

Akyüz, G., (2012) "Supplier Selection with Fuzzy VIKOR Method", Ataturk University Journal of Economics and Admr., Inistrative Sciences, Cilt 26, No 1, 197-215.

Alkhabit, S.F., Darlington, Yang, Z., Nguyen, T.T., (2015) "A Novel Technique for Evaluating and Selecting Logistics Service Providers Based on The Logistics Resource View", Expert Systems with Applications, Cilt 42, 6976-6989.

Balçık, M., (2014) "Metal sektöründe İş Güvenliği", Yeni Yüzyıl Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Bitirme Projesi.

Chaghooshi, A.J.,Fathi, M.R. ve Kashef, M., (2012) "Integration of Fuzzy Shannon's Entropy with Fuzzy TOPSIS for Industrial Robotic System Selection", Journal of Industrial Engineering and Management, Cilt 5, No 1, 102-114.

Chang, T-H., (2014) "Fuzzy VIKOR method: A Case Study of the Hospital Service Evaluation in Taiwan" Applied Soft Computing, Cilt 271, 196-212.

Chen, C.T., (2000) "Extensions of the TOPSIS for Group Decision-Making Under Fuzzy Environment", Fuzzy Sets Systems, Cilt 114, No 1, 1-9.

Chen, Z., Yang, W., (2011) "An MAGDM Based on Constrained FAHP and FTOPSIS and its Application to Supplier Selection",Mathematical and Computer Modelling, Cilt 54, 2802-2815.

Chen, L.Y., Wang, T.-C., (2009) "Optimizing Partners' Choice in IS/IT Outsourcing Projects: the Strategic Decision of Fuzzy VIKOR", International Journal of Production Economics, Ci1t 20, No 1, 233-242.

Çevikcan, E., Çebi, S., Kaya, I., (2009) "Fuzzy VIKOR and Fuzzy Axiomatic Design Versus to Fuzzy TOPSIS: An Application of Candidate Assessment", Journal of Multiple-Valued Logic and Soft Computing, Cilt 15, No 2-3.

Daniel, A.A., Aikhuele D.O., Souleman F.S., (2015) "A Fuzzy TOPSIS Model to Rank Automotive Suppliers" ,Procedia Manufacturing, Cilt 2 , 159-164.

Delice, E.K. (2016) "Havayolu Firmaları Seçimi için Bulanık Çok Kriterli Bir Model", Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, Cilt 31, No 2, 263-276.

Deveci, M. Demirel, N.Ç., John, R. ve Özcan, E. (2015) "Fuzzy Multi-Criteria Decision Making for Carbondioxide Geological Storage in Turkey", Journalof Natural Gas Science and Engineering, 1-14, 28.

Dinçer, H., Hacıoğlu ,Ü., Tatoğlu, E., Delen, D., (2016) "A fuzzy-hybrid Analytic Model to Assess Investors' Perceptions for Industry Selection" ,Decision Suppor tSystems, Cilt 86, 24-34.

Garg C.P., (2016), "A Robust Hybrid Decision Model for Evaluation and Selection of the Strategic Alliance Partner in the Airline Industry" Journal of Air Transport Management, Cilt 52, 55-66.

Girubha, R.J., Vinodh, S., (2012) "Application of Fuzzy VIKOR and Environmental Impact Analysis for Material Selection of an Automotive Component", Materials& Design, Cilt 37, 478- 486.

İç, Y.T., Yurdakul, M., (2009) "Development of a Decision Support System for Machining Center Selection", Expert Systems with Applications,Cilt 36, 3505-3513.

İç Y.T., (2012) "Development of a Credit Limit Allocation Model Forbanksusing an Integrated Fuzzy TOPSIS and Linear Programming" ,Expert Systems with Applications, Cilt 39 , 5309-5316.

Karadayı, M.A., Karsak, E.E., (2014) "Fuzzy MCDM Approach for Health-Care Performance Assessment in Istanbul", WMSCI 2014 - 18th World Multi-Conference on Systemics, Cybernetics and Informatics, Proceedings 2, 228-233, 2014. 31.

Kavitha, C., Vijayalakshmi, C., (2010) "Implementation of Fuzzy Multi Criteria Decision Technique to Identify the Best Location for Call Center", Proceedings of the 2nd International Conference on Trends in Information Sciences and Computing, 21-27.

Kuo, M-S, (2011) "A Novel Interval-Valued Fuzzy MCDM Method for Improving Airlines' Service Quality in Chinese Cross-Strait Airlines", Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, Cilt 47, No 6, 11771193, 27.

Lee, G., Jun, K.S., Chung, E-S., (2015) "Group Decision-Making Approach for Flood Vulnerability Identification Using the Fuzzy VIKOR Method", Natural Hazards and Earth System Sciences, Cilt 15, No 4, 863-874.

Parameshwaran, R., Kumar, S. P., Saravanakumar, K., (2015) "An Integrated Fuzzy MCDM Based Approachfor Robot Selection Considering Objective and Subjective Criteria", Applied Soft Computing, Cilt 26, 31–41.

Rostamzadeh R., Sofian S., (2011), "Prioritizing Effective 7Ms to Improve Production Systems Performance Using Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS (case study) "Expert Systems with Applications, Cilt 38 , 5166-5177.

Sanayei, A., Farid, S., Yazdankhah, M. A., (2010) "Group Decision Making Process for Supplier Selection with VIKOR under Fuzzy Environment", Expert Systems with Applications, Cilt 37, 24-30.

Sánchez-Lozano J.M.., García-Cascales M.S., Lamata M.T., (2016) "GIS-based on Shore Wind Farm Site Selection using Fuzzy Multi-Criteria Decision Making Methods. Evaluating the Case of South Eastern Spain",Applied Energy, Cilt 171, 86-102.

Opricovic, S., Tzeng G. H., (2004) "Compromise Solution by MCDM Methods: A Comparative Analysis of VIKOR and TOPSIS", European Journal of Operational Research, Cilt 156, No 2, 445-455.

Vinodh, S., Sarangan, S., Vinoth, S. C., (2014) "Application of Fuzzy Compromise Solution Method for Fit Concept Selection", Applied Mathematical Modelling, Cilt 38, 1052–1063.

Yalçın, N., Bayrakdaroğlu, A., Kahraman, C., (2012) "Application of Fuzzy Multi Criteria Decision Making Methods for Financial Performance Evaluation of Turkish Manufacturing Industries", Expert Systems with Applications, Cilt 39, 350-364.

Yücenur, G. N., Demirel, Ç.N., (2012) "Group Decision Making Process for Insurance Company Selection Problem with Extended VIKOR Method under Fuzzy Environment", Expert Systems with Applications, Cilt 39, No 3, 3702-3707.

Wu, Z., Ahmad, J., Xu, J., (2016) "A Group Decision Making Frame Work Based on Fuzzy VIKOR Approach for Machine Tool Selection with Linguistic Information" Applied Soft Computing, Cilt 42, 314-324.

ERGONOMİK PERSONEL ÇİZELGELEME KONUSU ÜZERİNDE BİR LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Aylin Adem
Gazi Üniversitesi

Metin Dağdeviren
Gazi Üniversitesi

ÖZET

Personel çizelgeleme, doğru zamanda ve yerde personelin görevlendirilmesi ile ilgilendiği için her işletme için üretim kaynaklarının verimli kullanılması açısından önemlidir. Bu konuda yapılan yayınların sıklığı ile araştırmacıların da işletmeler kadar bu konuya önem verdikleri söylenebilir. Bu alanda yapılan yayınlarda genellikle maliyet / çalışan sayısının en küçüklenmesi amaç olmuştur. Bu amaç yıllar geçtikçe, çalışanların sadece maliyet unsuru olmadıklarının anlaşılması ile birlikte değişmiştir. Bu değişim çalışanın iş arkadaşı seçimi, uzman olduğu işlere atanması, eşit sayıda nöbete atanması şeklinde olmuştur. Bu faktörlerle birlikte çalışanın iş yerindeki güvenliğinin de göz önüne alınması bir gereklilik olmuş ve personel çizelgeleme konusunda ergonomik faktörler literatüre girmiştir. Bu noktadan hareketle bu çalışmada ergonomik personel çizelgeleme konusu üzerinde literatür araştırması yapılmıştır. Araştırma kapsamında ulusal ve uluslararası çalışmalar incelenmiş, ergonomik kriterlere dikkate alan araştırmacıların yaptıkları çalışmalarda bu konuyu nasıl ele aldıkları, hangi ergonomik risk değerlendirme yöntemini kullanarak iş sistemlerinin barındırdığı / kişilerin maruz kaldıkları riskleri belirledikleri, elde ettikleri değerleri nasıl bir matematiksel temele dayandırdıkları, bu değerlere kurdukları personel çizelgeleme modellerinde nasıl yer verdikleri irdelenmiştir.

Anahtar kelimeler: personel çizelgeleme, ergonomik risk değerlendirme, literatür araştırması

LITERATURE REVİEW ON ERGONOMIC STAFF SCHEDULING

ABSTRACT

Since staff scheduling is related to assignment of staff to duty right time and right place, it is very important for every company, in terms of efficient use of production resources. In literature, the number of publication relevant topic, it can be said the researchers has also attention this subject like companies. Generally, the aims of these studies has been cost/the number of employee's minimization. This aims has changed with awareness of understanding that employees weren't only the cost factor over the years. This change happen selection of employee's coworkers, assignment to job that workers expert, assignment to seizures an equal number. Along with these factors, occupational health and safety factors are become necessary in terms of workers wellbeing in workplace consequently ergonomic factor is considered in staff scheduling studies in literature. From this point, in this study, literature review which is ergonomic staff scheduling relevant is done. The scope of this research, national and international studies were examined. In this study researcher's studies which consider ergonomic criteria, investigated how they handled this matter, which ergonomic risk assessment method that using determined risk level of business system / risk level that workers are exposed to, how a mathematical basis on obtained values, how they gave place these values in scheduling models they generated was examined.

Keywords: staff scheduling, ergonomic risk assessment, literature review

1. GİRİŞ

Personel çizelgeleme konusu yöneylem araştırması alanında sıklıkla yayın yapılan, araştırmacıların yoğun ilgi gösterdiği alanlardan biridir. Bu ilgiye sebep olarak ürün/hizmet üreten işletmelerin dinamik bir kaynak olan işgücünü planlama periyodunda hangi noktalara konumlandıracaklarının firmalar için stratejik öneme sahip olması gösterilebilir. Rekabetçi ortamda bu stratejik kararın doğru biçimde verilmesine yardımcı olmak için akademisyenlerin de ortaya attığı birbirinden farklı personel çizelgeleme modelleri olmuştur. Fakat bu alanda yapılan çalışmaların geneline bakıldığında amacın genellikle işletme taraflı maliyetlere yönelik olduğu rahatlıkla görülebilir. Ancak son yıllarda bu amaçlar, çalışanın iş yerinde sadece bir maliyet unsuru olmadığının anlaşılması ile birlikte değişmeye başlamıştır. Bu fikir değişikliği çalışanların iş arkadaşı seçimi, uzmanlaştığı işi yapması, izin istediği günlerin değerlendirilmesi şeklinde çalışanın moral ve motivasyonunu iyileştirici şekilde çalışanlar için kazanımları olan bir takım değişiklikler olmuştur. Aynı zamanda çalışanların iş yerlerindeki sağlığı ve güvenliği ile ilgilenen çalışmaların da yavaş yavaş, ilgili literatürde kendisine yer bulmasının nedeni, özellikle son yıllarda iş kazalarının artışları, bu konuda hem çalışan hem de iş yeri sahiplerinin bilinçlenmesi ve iş yerindeki koşullara dikkat edilmesinin bir gereklilik olarak ortaya çıkması olabilir. Bu gerekliliğin ortaya çıkması ile birlikte çalışanların atandıkları işlerde maruz kaldıkları ergonomik risklerin de göz önüne alınarak araştırmacıların bu konuya da eğilmeleri kaçınılmaz olmuştur. Bu noktadan hareketle bu çalışmada son yıllarda yükselişe geçen bu alan ile ilgili bir literatür araştırması yapılmıştır. Araştırma kapsamında son yıllarda yapılan ulusal ve uluslararası çalışmalar incelenmiş, personel çizelgeleme konusuna ergonomik kriterleri dahil eden araştırmacıların yaptıkları çalışmalarda bu konuyu nasıl ele aldıkları, hangi tip iş sistemlerinde hangi ergonomik risk değerlendirme yöntemini kullanarak iş sistemlerinin barındırdığı ya da kişilerin maruz kaldıkları riskleri belirledikleri, bu değerlendirmeden hareketle elde ettikleri değerleri nasıl bir matematiksel temele dayandırdıkları, bu değerleri kurdukları personel çizelgeleme modellerinde amaç olarak mı yoksa kısıtlayıcı olarak mı yer verdikleri, kullandıkları verilerin gerçek dünya problemlerine mi ait yoksa test verileri mi olduğu, hangi kodlama ve çözüm yöntemini kullandıkları irdelenmiştir. Çalışma izleyen şekilde yapılandırılmıştır: ikinci bölümde personel çizelgeleme problemleri hakkında genel bilgiler verilmiş ve ergonomi faktörüne çalışmalarında yer veren araştırmacıların çalışmalarına yer verilmiş, üçüncü bölümde yapılan literatür araştırmasından elde edilen bilgiler değerlendirilmiş ve çalışma sonlandırılmıştır.

2. PERSONEL ÇİZELGELEME PROBLEMİ

En genel anlamı ile personel çizelgeleme; firmaların ürün veya hizmetlerine olan talebi vaktinde ve düzgün bir şekilde karşılayabilmeleri için o firmadaki çalışanların işlere atanması ve iş zamanlamasının yapılması işlemidir (Ernst vd., 2004). Personel çizelgeleme problemleri literatürde genellikle üç tipte sınıflandırılır: Birinci tip çizelgeleme vardiya çizelgeleme, yapılan işlem kabaca çalışanların vardiyalara doğru sayıda atanmasıdır. İkinci tip olan izin günü çizelgelemede ise çalışanların çizelgeleme periyodunda hangi zaman aralıklarında izine çıkacakları belirlenir. Üçüncü tip çizelgeleme ise ilk iki tipin birlikte yapıldığı tur çizelgelemedir. Firma için bu tip çizelgelemeden hangisi yapılırsa yapılsın, iyi bir çizelgenin işletme veya kuruma sağlayacağı katkılar sayılamayacak kadar çoktur. Personel çizelgeleme çalışmasının ürün/hizmet üreten tüm işletmelerin kapsamına girmekte ve uygulama alanlarının da oldukça geniş olduğu görülmektedir; havayolları, taşıma sistemleri, çağrı merkezleri, sağlık-bakım sistemleri, koruma- acil sistemleri, askeri servisler, finans hizmetleri, turizm ve otelcilik hizmetleri, üretim sistemlerinin tamamı (Ernst vd., 2004). Aynı şekilde ilgili problemin modelleme ve çözüm yaklaşımları ise; Matematiksel programlama, Amaç programlama, Tam sayılı programlama, Karışık Tam sayılı programlama, Dinamik programlama, Yapısal sezgisel, Tabu arama, Genetik algoritma, Yapay zekâ yaklaşımları, Simülasyon modelleme, Kısıt programlama gibi yöntemlerdir (Van den Bergh vd., 2013). Elbette ki personel çizelgeleme probleminin tanıtımı için verilen bilgiler yeterli değildir, fakat çalışmada yer kısıtı olduğu için temel bilgiler verilerek genel bir çerçeve bu çizilmiştir.

2.1. Literatür Araştırması

Personel çizelgeleme problemine literatürde ilk yer veren araştırmacı Dantzig (1954)'dir. Fakat günümüze kadar ilgili problem ilk tanımlandığı halinden, işletme yapılarının değişmesi, yasal düzenlemeler, çalışma biçimlerindeki değişmeler vb. sebeplerden dolayı farklılaşmıştır. Çizelgelerde klasik çizelgeleme yaklaşımının yanı sıra ergonomik kriterlerin de göz önüne alınması ile hem işletme hem de çalışanları ortak bir paydada buluşturularak her iki tarafın da isteklerinin sağlandığı çizelgeler oluşturulabilir. Çalışmanın bu kısmında literatürde yer alan çalışanların moral ve motivasyonlarında pozitif etki sağlayacak kriterlere dikkat eden çalışmalar ile birlikte ergonomik faktörleri göz önünde

bulundurarak çizelgeleme yapan çalışmalar incelenmiştir. İncelenen çalışmalar kronolojik sırada verilmiştir. Aynı zamanda incelenen çalışmalar, çalışmanın amacı, kullanılan ergonomik kriter, programlama ve çözüm yöntemleri gibi faktörlere göre irdelenerek Tablo 1'de özet bir şekilde sunulmuştur. Paul vd. (1999) yaptıkları çalışmada iş değişimini iş yükünü azaltan bir faktör olarak ele almışlardır. Çalışmada fiziksel iş yükünü dengelemek için çöp toplama işinde çalışan çalışanlar üzerinde bir rotasyon uygulayarak elde ettikleri sonuçları yorumlamışlardır. Bir iş günü için kişinin algıladığı iş yükü, enerji yükü, postural yük olarak iş yüklerinin farklı olduğunu belirterek, çizelgelerde iş değişimi yapıldıktan sonra çalışanların algıladıkları iş yükünün ve enerji yükününün oldukça düştüğünü, postural yükün de diğerlerine nazaran daha az oranda olmakla birlikte azalış gösterdiğini belirtmişlerdir. Carnahan vd. (2000) çalışmalarında iş değişimi çizelgelerinde güvenlik durumlarının dikkate alınması için tam sayılı programlama modelini geliştirmiş ve genetik algoritma ile çözmüşlerdir. Çalışmada herhangi bir risk değerlendirme yöntemi kullanılmamış fakat taşınan/işlenen nesne ağırlığı, taşıma mesafesi ve tekrar sayısını temel alıp bu 3 girdiyi minimize etmeye çalışarak iş değişimi çizelgesini veren bir problem üzerinde durulmuştur. Malladi ve Min (2004) çalışmalarında ergonomik ve finansal kriterleri de göz önüne alan bir çizelge bulmaya çalışmışlardır. Çalışmalarını kendilerinin ortaya attıkları deneme verileri ile yapmışlardır. Önce finansal ve ergonomi kriterleri kullanılarak her bir çizelgenin ağırlığını AHP yardımı ile bulmuşlar, daha sonra da optimal tam çizelgelemeyi seçmek için AHP den gelen bu ağırlıklar ile tam sayılı programlama modeli kullanmışlardır.

Topaloglu ve Ozkarahan (2004) çalışmalarında kendilerinden önce personel çizelgeleme konusunda çalışan tercihlerinin önemsenmediğini belirterek bu konuya odaklanmışlardır. Çalışanların iş ve çalışma arkadaşı tercihinin karşılanmasının çalışanın motivasyonu ve verimi artıracağını ifade etmişlerdir. Amaç programlama yolu ile düşündükleri çizelgeleme problemini modellemişler, CPLEX çözücülü OPL Studio ile kodlama ve çözüm kısmını tamamlamışlardır. Seçkiner ve Kurt (2005) yaptıkları çalışmada tur ve rotasyon çizelgelerini bütünleşik bir şekilde kullanarak iş yükü en küçüklenmesini amaçlamışlardır. Ele aldıkları problemde hastanede radyografi teknisyenlerinin maruz kaldıkları radyasyon miktarına dikkat etmişlerdir. Teknisyenlerin hizmet verdikleri hasta sayısının dengeli dağılması için teknisyenin birimler arasında yer değiştirmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Tur çizelgeleme modeli için Topaloglu ve Ozkarahan (2003)'ın önerdiği modeli kullanmışlardır. Tur çizelgesinden elde ettikleri en az personel sayısını rotasyon çizelgeleme modelinin bir kısıtı olarak model eklemişlerdir. Elde ettikleri model ile personel başına düşen hasta sayısını yani iş yükünü en küçüklemeyi amaçlamışlar ve modeli bir haftalık olarak düzenleyip, CPLEX çözücülü GAMS paket programında çözdürmüşlerdir. Önerdikleri modelin geçerliliğini kendi oluşturdukları rassal veriler ile denemişlerdir. Yaoyuenyong ve Nanthavanij (2006) yaptıkları çalışmada duyma kaybının endüstriyel çalışanlar arasında çok önemli bir sorun olduğunu belirtmişler, iş değişimi ile günlük gürültü maruziyeti seviyesini 90dBA'yı geçmeyecek şekilde gerekli olan minimum çalışan sayısını belirlemeye çalışmışlardır. Rassal olarak belirlenen 300 test probleminde kendi geliştirdikleri hibrid çözüm yaklaşımını test etmişlerdir.

Topaloglu (2009) yaptığı çalışmada farklı kıdem seviyelerindeki çalışanların vardiya çizelgelemesini yapmıştır. Yazar çalışmasında çok amaçlı programlama tekniğini kullandığını belirtmiş, kısıtlarında her bir vardiyaya atanması gereken çalışan sayılarının karşılanması gibi klasik çizelgeleme yaklaşımlarındaki kısıtlar ile beraber kıdem seviyesi farkından kaynaklanan iş yükü farklılıklarına, çalışanların tercihlerine dikkat edilmesi gibi yeni yaklaşımlara da yer vermiştir. Çalışma kapsamında kurulan model bir sağlık kuruluşunda 6 aylık periyotta uygulamıştır. Kostreva vd. (2010) vardiya çizelgelerini değerlendirmek için 24 saatlik ritim modellerini kullanmışlardır. Çalışmada çalışanların vardiyalara atanırken sirkadiyen ritimlerini bozmadan önce haftalık, 2 haftalık ve 3 haftalık vardiya çizelgelerini değerlendirmişlerdir. Kişinin uyku düzenini bozmadan en uygun vardiya çizelgesini elde etmeyi amaçlamışlardır. Asensio-Cuesta vd. (2011) çalışmalarında çalışanların maruz kaldıkları ergonomik risklerin azaltılması için iş değişim çizelgelerini hazırlamak için çok kriterli bir genetik algoritma kullanmışlardır. Yapılan çizelgelerin yorgunluk birikiminden kaynaklanan kas ve iskelet hastalıklarının önlenmesini sağlayacak en iyi çalışan iş atamasını sağlamasına dikkat etmişler ve kurdukları modeli bir montaj işletmesinde uygulamışlardır. Wongwien ve Nanthavanij (2012) yaptıkları çalışmada amaçlarının rotasyona tabii tutulan çalışan sayısının en küçüklenmesi olduğunu ifade etmişler ve ergonomik tehlikeye maruz kalmanın bir kısıt olarak modele yerleştirildiği çizelgeleme problemini ele almışlardır. Problemlerini 0-1 tamsayılı programlama ile modellemişler ve çözmek için bir yaklaşım prosedürü geliştirmişlerdir. Geliştirdikleri modelin ve yaklaşım prosedürünün denemesini kendi varsaydıkları bir iş ortamında rassal veriler ile gerçekleştirmişlerdir.

Wongwien ve Nanthavanij (2013) yaptıkları çalışmada ergonomik işgücü çizelgelemesi konusunu verimlilik ve işçi memnuniyeti açısından incelemişlerdir. Günlük tehlike miktarının bir kısıt olarak modele eklemişler ve modeli karışık tam sayılı olarak modellemişlerdir. Çalışanların farklı iş yapma

yetenekleri olduğunu belirtmişler, çalışanların birlikte çalışmak istedikleri çalışanı seçmelerine fırsat vermişlerdir. Toplam sistem verimliliği ve çalışan memnuniyetinin en büyüklenmesini modele amaç olarak yerleştirmişlerdir. Uygulamada bir günlük iş değişim çizelgesini kendi oluşturdukları sayısal değerlere göre yapmışlardır. Rattanamanee ve Nanthavanij (2013) yaptıkları çalışmada işgücü çizelgeleme probleminde ergonomi kısıtını dikkate almışlardır. 6 gün için yaptıkları çizelgede iş istasyonlarına belli bir ergonomik risk değeri atayıp, çalışanların günlük olarak bu sınırı geçmeyecek şekilde makineler arasında rotasyon yapmasını sağlayacak bir model geliştirmişlerdir. Çalışmalarında iş istasyonlarının operasyon çizelgesinin bilindiğini, hangi makinenin ne zaman çalışıp, ne zaman boş kalacağının belirlendiğini varsaymışlardır. Problemlerinde ana amaç kullanılan işçi sayısının en küçüklenmesidir. Problem doğrusal tamsayılı programlama ile modellemiş ve ILOG CPLEX optimizasyon programı ile çözülmüştür. Modelin uygulaması türetilen sayısal veriler kullanılarak yapılmış ve sonuçlar yorumlanmıştır. Otto ve Sholl (2013) yaptıkları çalışmada, iş değişim çizelgeleri ile ergonomik risklerin azaltılması yönünde matematiksel bir model kurmuşlar, çalışanlara eşit ergonomik riske maruz kalmalarını sağlamak için bu modeli kurduklarını belirtmişlerdir. Kişisel ergonomik puan hesaplaması yaparak bu puanları dengelemeye çalışan iş değişim çizelgeleri bulmaya çalışmışlar, sezgisel çözüm yöntemleri ile problemlerini çözmüşlerdir.

Guimaraes vd. (2014) çalışmalarında bir ayakkabı firmasında makro seviyede ergonomik önlemler alınması ve bu önlemlerin çalışanlar tarafından değerlendirmesini konu almışlardır. 100 gönüllü üzerinde 3,5 yıl boyunca pilot bir üretim hattında incelemeler yapmışlardır. Bu incelemeler sonucunda çalışanların daha esnek olarak hareket ettikleri ve üretim olarak da daha verimli sonuçlar elde ettiklerini belirmişlerdir. Gerçek dünya problemi üzerinde çalışan bu araştırmacıların çalışmalarından elde edilen bilgilere göre ergonomik kriterlere dikkat edilerek çizelgeleme çalışması yapılırsa verimin artacağı yönünde bir bulguya gidilebilir. Wang ve Liu (2014) yaptıkları çalışmada vardiyalı çalışmanın uyku düzenini bozduğunu, uykusuzluğun yorgunluğa ve performans düşüklüğüne neden olduğunu belirtmişlerdir. Bu konuya örnek olarak çalışmayı yaptıkları uçak bakım hizmetleri birimindeki çalışanların 24 saat rotasyon ile çalıştıklarını uçuşların zamanında yapılabilmesi için stres altında çalıştıklarını belirtmişlerdir. Bu aşamada yapılacak en ufak hatanın uçuşlarda ciddi sorunlara neden olabileceğine dikkat çekmişlerdir. Yazarlar vardiya çalışanlarının yorgunluklarını azaltmak için optimal bir vardiya çizelgelemesi yapmayı amaçlamıştır. Amaçlarını gerçekleştirmek için üstel koşullu bir matematiksel model geliştirmişlerdir. Kurdukları yorgunluk modelinde çalışanların tercihlerini, yasal zorunlulukları ve iş gücü gerekleri gibi durumları da göz önüne almışlardır. Problemi karışık tamsayılı programlama ile modellemişler, Xpress IVE ile kodlayıp, çözdürmüşlerdir. Anzello vd. (2014) makine çizelgeleme konusunda ergonomik yaklaşımların literatürde ele alınmadığını belirterek; görev karmaşıklığı, tekrar sayısını dengelemek gibi yaklaşımları ATC sezgiseline ekleterek ATCE (Apparent Tardines Cost with Ergonomic Factors) sezgiseli önermişlerdir. Ayakkabı firmasında partiler halinde üretim yapılan bir noktada önerdikleri sezgiseli denemişlerdir. Aynı zamanda önerdikleri modelde öğrenme eğrileri de bulunmaktadır. Partilerin çalışan takımlarına atanması ve atandıkları takım içinde sıralaması ATCE sezgiseli ile yapılarak, 3 koşul dikkate alınarak, herhangi bir risk değerlendirme yöntemi kullanılmaksızın, işlerin tekrar sayısı kontrol edilerek, ergonomik bir iş çizelgelemesi yapılmıştır. Boenzi vd. (2015) yaptıkları çalışmada yaş arttıkça hissedilen yorgunluğun arttığı varsayımından yola çıkarak, bu ilişkiyi yorgunluk modeli ile birleştirip, iş değişim çizelgelerinde Ocra indeksini baz alarak, ergonomik kriterlere dikkat eden bir iş değişim çizelgesi elde etmeyi amaçlamışlardır. İş yükünü dengeleyip, ergonomik risklerin kabul edilebilir sınırlar içinde kalması ve tüm sistemin performansının maksimize edilmesini amaçlayan modeli tam sayılı programlama ile modellemişlerdir. Ocra indeksini çalışan bazında hesaplayıp, üst sınır koymuşladır. Mossa vd. (2016) optimal iş değişimi çizelgelemesini bulmayı amaçlayan çalışmalarında ergonomi ve üretim amaçlarını gerçekleştirmeye çalışmışlardır. Ocra indeksini kullandıkları çalışmalarında üretim miktarını maksimize etmeyi amaçlamışlardır. Her çalışan için kabul edilebilir bir maksimum değer koyarak, bu değerlerinde her çalışan için aşağı yukarı aynı seviyelerde kalmasını sağlayan bir kısıt eklemişlerdir. Geliştirdikleri modeli otomotiv sanayii sektöründe faaliyet gösteren bir firmada uygulamışlardır.

3.SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışma kapsamında literatürde yer alan ergonomi faktörünü içeren personel çizelgeleme çalışmaları incelenmiştir. Bu araştırma neticesinde; literatürde ergonomik iş gücü konusunu ele alan çalışmaların geneline bakıldığında gürültü sınırlaması, tekrarlama sayısının azaltılması, Ocra indeksi kullanılarak maruz kalınan risklere sınırlaması getirildiği, birçok çalışmada ergonomik kriterlerin kısıtlayıcı olarak alındığı, çalışanların çalıştıkları işlerden yorulmalarını modelleyen çalışmalarda ise yorgunluğun minimize edilmeye çalışıldığı, iş değişimi çizelgelerin ergonomik riskleri azaltmak için bir araç olarak kullanıldığı görülmektedir. Aynı zamanda çalışanlar arasında eşit iş yükü, eşit nöbet dağılımı ve uzman

oldukları işlere atanmalarını sağlayan personel çizelgeleme çalışmaları da bulunmakta ve bu çalışmalar ile geleneksel çizelgeleme yaklaşımının dışına çıkıldığı görülmektedir. Araştırmacıların ergonomik faktörleri dikkate aldıkları çalışmalarını genel olarak yorulmaların, tekrarlı hareketlerin çok fazla olduğu otomotiv endüstrisinde gerçek hayat uygulaması yaptıkları, çalışanların moral ve motivasyonlarında artış için ise genellikle hastane personeli üzerinde (hemşire çizelgeleme) çalışmalarını yaptıkları görülmüştür.

Yazar, Yıl	**Amaç**	**Ergonomik Faktör**	**Kullanılan Programlama**	**Çözüm Yöntemi**
Carnahan vd., 2000	Fiziksel iş yükünü dengelemek	Taşınan nesne ağırlığı, taşıma mesafesi, tekrarlama sıklığı	Tam sayılı prog.	Genetik Algoritma
Malladi ve Min, 2004	Finansal ve ergonomik açıdan optimal bir işgücü çizelgeleme metodolojisi bulmak	-	Tam sayılı prog./AHP	-
Seçkiner ve Kurt, 2005	Hastane personeli radyasyon miktarını azaltmak için tur ve rotasyon çizelgesi bulmak	Radyasyon miktarı	Tam Sayılı Prog	GAMS
Yaoyuenyong ve Nanthavani, 2006	Minimum işçi sayısı ve günlük olarak maruz kalınan gürültü seviyenin 90 desibel altında olacak şekilde optimal iş gücünü bulmak	Gürültü sınırlaması	Tam sayılı programlama	Sezgisel Yaklaşım
Kostreva vd., 2010	Sirkadiyen ritm düzenlemesi için vardiya çizelgelerini değerlendirmek	Uyku döngüsü düzeni	-	Simülasyon
Wongwien ve Nanthavanij, 2012	Günlük izin verilen sınırlarındaki ergonomik tehlikelere maruz kalma riskini, en az işçi sayısı ile en aza indirecek çizelgelemeyi bulmak	Risk değeri rassal, herhangi bir risk değerlendirme yöntemi kullanılmamış	0-1 tam sayılı programlama modeli	IBM ILOG CPLEX
Wongwien ve Nanthavanij, 2012	İşçilerin çalışma periyodu içinde izin verilen gürültü düzeyinden daha az bir seviyede etkilenmelerini sağlayacak şekilde işgücü çizelgelemesi yapmak	Gürültü sınırlaması	0-1 tam sayılı programlama modeli	IBM ILOG CPLEX ve sezgisel karşılaştırmalı
Cuesto vd., 2012	Çok kriterli bir genetik algoritma ile işçilerin atandıkları işlerdeki yorgunluklardan kaynaklanan iskelet hastalıklarını minimize ederek iş değişim çizelgesini ortay koymak.	Ocra indeks, Kas-iskelet hastalıklarının önlemesi	ECRot modelling/ Ergonomic and Component Rotation	ECRot GENETİK ALGORİTMA
Otto ve Scholl, 2013	Ergonomik iş değişim çizelgeleri elde etmek	Kişisel ergonomik puan hesaplaması	Tam sayılı programlama	Sezgisel Yaklaşım
Wongwien ve Nanthavanij, 2013	Ergonomik işgücü çizelgeleme yaparken sistem verimliliğini maksimize etmek	Risk sınırı-herhangi bir risk değerlendirme yöntemi kullanılmamış.	Çok amaçlı karışık tam sayılı programlama modeli	IBM ILOG CPLEX
Rattanamanee ve Nanthavanij ,2013	Planlama periyodu bir günden fazla olan çizelgeleme problemlerinde ergonomik tehlikelere maruz kalma riski izin verilen limiti geçmeyecek şekilde minimum işgücü ile çizelgelemeyi yapmak	Risk sınırı-herhangi bir risk değerlendirme yöntemi kullanılmamış.	Karışık tamsayılı doğrusal programlama modeli	IBM ILOG CPLEX
Boenzi,vd., 2013	Optimal mola zamanı ve iş değişim çizelgesini bulmak, iskelet kas sistemi hastalıklarının minimuma indirmek	Ocra indeks, Kas-iskelet hastalıklarının önlemesi	Doğrusal ve doğrusal olmayan tam sayılı programlama modeli	Sezgisel Yaklaşım
Wang ve Cheng ,2014	Vardiya işçilerinin yorgunluklarını minimize edecek bir optimal vardiya çizelgesi yapmak.	Yorgunluk modeli	Koşullu üstel matematiksel model / karışık tam sayılı model	Simülasyon
Anzello vd.,2014	Parti çizelgeleme problemlerine ergonomik yaklaşımla parti çizelgesini elde etmek	Görev karmaşıklığı ve tekrar sayısının azaltılması, çalışanlara dengeli dağılımı	Matematiksel Modelleme	ATCE sezgiseli
Wang ve Liu, 2014	Vardiya işçilerinin yorgunluklarını minimize edecek bir optimal vardiya çizelgesi yapmak.	Yorgunluk modeli	Üstel koşullu matematiksel modelleme	Sezgisel Yaklaşım
Boenzi vd., 2015	İş yükü dengelemek, sistem performansının maksimize etmek	Ocra indeks/ Yorgunluk modeli	Tam sayılı modelleme	-
Mossa vd, 2016	Üretim amaçlarını sağlarken, ergonomik çizelgeler elde etmek	Ocra indeks	Tam sayılı doğrusal olmayan modelleme	-

Tablo 1. Literatür araştırmasına ilişkin özet tablo

Modelleme aracı olarak tam sayılı programlama ve genel olarak gerçekleştirilmesi istenen birden fazla hedef olduğu için, hedef programlama yaklaşımlarının, çözüm yaklaşımı olarak ise büyük ve karmaşık problemlerin çözümünde araştırmacıların daha çok tercih ettikleri sezgisel çözüm yaklaşımlarının kullanıldığı görülmüştür. Elde edilen tüm bilgilerin özet bir şekilde verildiği Tablo 1'den bahsi geçen tüm değerlendirmeler net bir şekilde görülebilir.

KAYNAKLAR

Anzanello, M.J., Fogliatto, F. S. and Santos, L. (2014). Learning dependent job scheduling in mass customized scenarios considering ergonomic factors. *Int. J.ProductionEconomics,* 154,136–145.

Asensio-Cuesta, S., Diego-Mas, J. A., Canós-Darós, L. and Andrés-Romano, C. (2011). A genetic algorithm for the design of job rotation schedules considering ergonomic and competence criteria. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology,* 60(9-12), 1161-1174.

Boenzi, F., Digiesi, S., Mossa, G., Mummolo, G., Romano, V.A. (2015). Modelling Workforce Aging in Job Rotation Problems. *IFAC- PapersOnLine,* 48(3), 604–609.

Carnahan, B., Redfern, M. S. and Norman, B. (2000). Designing safe job rotation schedules using optimization and heuristic search, *Ergonomics*, 43:4, 543-560.

Dantzig, G. B. (1954). Letter to the Editor-A Comment on Edie's "Traffic Delays at Toll Booths". *Journal of the Operations Research Society of America,* 2(3), 339-341.

Ernst, A. T., Jiang, H., Krishnamoorthy, M., Owens, B. and Sier, D. (2004). An annotated bibliography of personnel scheduling and rostering. *Annals of Operations Research,* 127(1-4), 21-144.

Guimarães, L.B.M., Ribeiro, J.L.D., Renner, J.S. and Oliveira P.A.B. (2014). Worker evaluation of a macroergonomic intervention in a Brazilian footwear company. *Applied Ergonomics*, 45, 923-935.

Kostreva, M., McNeli, E. and Clemens, E. (2002).Using a circadian rhythms model to evaluate shift schedules, *Ergonomics,* 45:11, 739-763.

Malladi, S. and Min, K. J. (2004). *Workforce scheduling with costs and ergonomic considerations.* Paper presented at the IIE Annual Conference,1-6.

Mossa G., Boenzi, F., Digiesi, S., Mummolo, G., Romano, V.A.(2016). Productivity and ergonomic risk in human based production systems: A job-rotation scheduling model. *Int. J.ProductionEconomics*, 171,471–477.

Otto, A. and Scholl, A. (2013).Reducing ergonomic risks by job rotation scheduling. *OR Spectrum* 35:711–733.

Paul P. F., Kuijer M., Visser B.and Han, C. Kemper, G. (1999). Job rotation as a factor in reducing physical workload at a refuse collecting department, *Ergonomics*, 42:9, 1167-1178.

Rattanamanee, T. and Nanthavanij, S. (2013). Multi-Workday Ergonomic Workforce Scheduling With Days Off. *Proceedings of the 4th International Conference on Engineering, Project, and Production Management*, 1117-1125.

Seçkiner, S. U. ve Kurt, M. (2005). Bütünleşik Tur-Rotasyon Çizelgeleme Yaklaşimi İle İşyükü Minimizasyonu. *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi,* 20(2).

Topaloglu, S. (2009). A shift scheduling model for employees with different seniority levels and an application in healthcare. *European Journal of Operational Research,* 198(3), 943-957.

Topaloglu, S. and Ozkarahan, I. (2003). Implicit optimal tour scheduling with flexible break assignments. *Computers & Industrial Engineering,* 44(1), 75-89.

Topaloglu, S. and Ozkarahan, I. (2004). An implicit goal programming model for the tour scheduling problem considering the employee work preferences. *Annals of Operations Research,* 128(1-4), 135-158.

Van den Bergh, J., Beliën, J., De Bruecker, P., Demeulemeester, E. and De Boeck, L. (2013). Personnel scheduling: A literature review. *European Journal of Operational Research,* 226(3), 367-385.

Wang, T.C. and Liu, C.C. (2014). Optimal Work Shift Scheduling with Fatigue Minimization and Day Off Preferences. *Mathematical Problems in Engineering,* 1-8.

Wongwien, T. and Nanthavanij, S. (2012). Ergonomic workforce scheduling under complex worker limitation and task requirements: Mathematical model and approximation procedure. *Songklanakarin Journal of Science & Technology,* 34(5).

Wongwien, T. and Nanthavanij, S. (2013). Ergonomic Workforce Scheduling With Productivity And Employee Satisfaction Consideration. *Proceedings of the 4th International Conference on Engineering, Project, and Production Management*, 1108-1116.

Yaoyuenyong, S. and Nanthavanij, S. (2006). Hybrid procedure to determine optimal workforce without noise hazard exposure. *Computers & Industrial Engineering, 51*(4), 743-764.

CLOUD BASED DESIGN OPTIMIZATION FOR ERP SYSTEM SELECTION

Eyüp Ağtepe
Beykent Üniversitesi

Gül Tekin Temur
Beykent Üniversitesi

ABSTRACT

Companies have been attached much importance on Enterprise Resource Planning (ERP) system which is used for combination of information gathered from all departments within an organization. By the help of the appropriate ERP system selection, it becomes less complex to coordinate the departments because it decreases non-value added information and increases the success on decision making. In order to provide an effective ERP system selection process, there have been lots of approaches that consider many quantitative and qualitative criteria. In this study, a novel multi criteria decision making approach, Cloud Based Design Optimization (CBDO), is utilized as an alternative approach to traditional methods. CBDO can take into account certain and uncertain factors simultaneously. To test the results of the proposed methodology, a comparison is conducted by taking into account current state-of- the- art study on the ERP selection problem for the Small Medium Enterprises (SMEs).

Keywords: Cloud based design optimization; ERP system selection; multi criteria decision making

1. INTRODUCTION

Increase in competitiveness at the global scale makes managers attach great importance to effective information sharing. In 1980s, information systems such as Materials Requirement Planning (MRP) and Manufacturing Resource Planning (MRP II) became very popular which have many advantages for improving business and operational performance by integrating the departments at information level. MRP automates inventory control and production planning systems. When finance and capacity planning is added into the system, it is called as MRP II. In today's business environment, ERP system is the most effective information system that integrates activities and processes of organizations. It has integrated and modular structure and applies a common organizational-wide database with a range of various application modules (Davenport, 1998). It provides standardization of processes and keeps information which can be recalled when it is needed (Gürbüz et al. 2012). ERP automates main activities especially manufacturing, finance, human resources, supply chain management etc. and increases the sharing of trustful information, decreases non-value added data by saving time and providing low cost (Baki and Cakar, 2005; Rajagopal, 2002).

The life cycle of ERP system includes three main steps: selection, implementation and use. The success of ERP depends on many factors (Ngai, et al. 2008; Woo, 2007). The ERP selection step can be considered as the most critical for a successful adaption process (Forslund and Jonsson, 2010) and performance of the company (Cebeci, 2009). It can be time consuming and difficult to reverse. There are different ERP software packages and there is no typical software which can meet all special business needs (Wei et al. 2005). ERP systems have complicated selection processes and difficulties and it gives no chance to organizations for making mistakes. It is prone to have high degree of uncertainty because of the complex nature of information flow through all departments. To develop an efficient ERP system requires dealing with uncertainties and growing complexity. That makes organizations focus on improvement of ERP system selection process coping with various multiple criteria and various uncertainties that are originated from unsteadiness in micro and macro economical environments. Companies should improve their decision-making abilities for overcoming difficulties resulted from uncertainties.

Under the lights of these, the motivation of this study is mainly depending on following issues. First, ERP system selection is one of risky problems due to uncertainty and volatility of business environment. Secondly, it is expected that some subjective scores of ERP system selection criteria can become highly unsteady across time. The process should be safeguarded against worst situations. Recognizing this, development of robust solution techniques under uncertainty is a high priority for decision makers and researchers to provide solutions by considering the worst case performance of the system. Otherwise, the decisions cannot effectively have foresight for most unexpected situations to take necessary actions, cannot reduce the risk, and thereby cannot increase competitiveness and profitability of companies.

Within this scope, this study is structured as follows. Firstly, the research framework is stated by clarifying the assertions of the study. Then, research method is examined with description of CBDO model by giving detail information about its working principles and specifications. Thirdly, an illustrative example is conducted to clarify the implementation of proposed model and evaluate its performance by comparing other techniques. This study ends with discussion of the results and further study suggestions.

2. RESEARCH FRAMEWORK

In order to fill the gap given at previous part, CBDO model as an alternative decision making technique is utilized. In the first steps, based on opinions of decision maker committee and literature review, the evaluation criteria of ERP system selection are identified and their certainty statuses are specified. The historical data of uncertain criteria is gathered in order to define their probability distributions. Decision makers also define the list of alternative ERP systems. Secondly, uncertain criteria are processed for cloud generation which will be entered into the optimization model as a safety constraint. In parallel to this, other requirements of system model (such as fixed variables, design variables, constraints etc.) are also defined by decision makers. Thirdly, the optimization model minimizes or maximizes the defined objective subject to specified constraints. The results are again evaluated by decision makers to check whether any new uncertainty is necessary to add. After the satisfactory results are revealed out and best ERP system is found, the rest of systems are ranked by rerunning the system iteratively until preferences of alternatives are defined. Finally, sensitivity analysis is conducted in order to indicate how changes in standard deviations of scores of each criterion affect the optimum results.

In CBDO, high amount of uncertainties are transformed to a basic form by the help of concept of clouds that is proposed first by Neumaier (2004). Clouds make it possible to stand for incomplete information in an explicit and computationally effective way. They represent the incomplete stochastic information in

clearer and computationally effective way (Fuchs and Neumaier, 2009). They intervene between dimensions of fuzzy set theory and probability distributions, and provide an adaptive worst case analysis by tracking important probabilistic data. Robustness is gained by safeguarding the system against perturbations due to unconsidered and imprecise data. Clouds define the crude figures of samples which have different sizes. For large scale problems, "potential based cloud" is developed. Potential function of clouds allows a worst case analysis development on generated scenarios' confidence regions (Fuchs et al, 2008). In the study of Fuchs and Neumaier (2009) and Fuchs (2008), potential cloud formalism based robust design optimization is developed and named as CBDO. In order to develop a robust optimization, heuristic methods are improved in the solution. The details of the model can be briefly clarified into two main phases as following (Fuchs et al, 2008).

2.1. Potential Based Clouds

A continuous potential V refers to a potential based cloud. V makes assignments to each scenarioε from a set $M \subseteq R^n$ a value $V(\varepsilon) \in R^+$ determining the cloud and a lower probability $\underline{\alpha}(U)$ and an upper probability $\overline{\alpha}(U)$ expressing the cloud bound, such that for all $U \in R^+$:
$\underline{\alpha}(U) \leq \Pr(V(\varepsilon) < U) \leq \Pr(V(\varepsilon) \leq U) \leq \overline{\alpha}(U)$ where $\varepsilon \in M$ is a random variable, and $\underline{\alpha}$ and $\overline{\alpha}$ are increasing continuous functions of U mapping the range of V to $[0,1]$ (Fuchs et al, 2008).
The mapping $x \rightarrow \left[\underline{\alpha}(V(x)), \overline{\alpha}(V(x))\right]$ is named "potential based cloud". The functions $\underline{\alpha}$ and $\overline{\alpha}$ are boundings on the distribution of $V(\varepsilon)$.
For a given failure probability p_{err} and $\alpha := 1- p_{err}$, the so called α-cut describes inner region $\underline{C}_\alpha$ (lower α-cut) of α-relevant scenarios and a region $\overline{C}_\alpha$ (upper α-cut) of α reasonable scenarios. Define
$\underline{C}_\alpha := \left\{ \varepsilon \in M \middle| V(\varepsilon) \leq \underline{U}_\alpha \right\}$ if $\underline{U}_\alpha := \min \{U_\alpha \in V(M) \mid \overline{\alpha}(U_\alpha) = \alpha\}$ exists and $\underline{C}_\alpha := \emptyset$ otherwise. Similarly,
$\overline{C}_\alpha := \left\{ \varepsilon \in M \middle| V(\varepsilon) \leq \overline{U}_\alpha \right\}$ if $\overline{U}_\alpha := \max \left\{U_\alpha \in V(M) \middle| \underline{\alpha}(U_\alpha) = \alpha\right\}$ exists and $\overline{C}_\alpha := M$ otherwise. The states determining the cloud (i.e., $\underline{\alpha} \leq \overline{\alpha}$, $\underline{\alpha}$ and $\overline{\alpha}$ precisely increasing and monotone) assure that $\underline{U}_\alpha \leq \overline{U}_\alpha$, and that there is a region C_α with $\underline{C}_\alpha \subseteq C_\alpha \subseteq \overline{C}_\alpha$ involving a fraction of α of all scenarios (Fuchs et al, 2008).

2.2. Cloud Based Design Optimization

Generated clouds are entered into the optimization as safety constraints. In CBDO, the model is solved by minimizing or maximizing the objective subject to table constraints, functional constraints and cloud constraints. The main goal of CBDO is to obtain confidence regions in which can be searched for worst case scenarios via optimization techniques. It combines uncertainty analysis and design optimization into the robust design. The typical mixed integer CBDO model can be shown as following (Fuchs, 2008).

$$\min_{\theta} \max_{x,z,\varepsilon} f(x) \qquad \text{(objective function)} \qquad \text{Eq. (1)}$$

Subject to

$z = Z(\theta) + \varepsilon$ (table constraints)
$F(x,z) = 0$ (functional constraints)
$V(\varepsilon) \leq V_\alpha$ (cloud constraints)
$\theta \in T$ (selection constraints)

ε is the vector of uncertainties. θ is the vector of choice variables. z is the vector consisting of all global input variables (u) and all design variables (v). x is the vector including all output variables. The table constraints assign to each choice θ a design vector z whose value is the nominal table entry $Z(\theta)$ plus its (unknown) error ε with certainty stated by the cloud. The functional constraints specify the functional relationships in model, which is mostly obtained as a black box. One of the assumptions is the quantity of equations and output variables is the same and they are solvable for x uniquely.
There is a lack of studies in the extant literature which utilize the CBDO. Our study contributes to that literature by conducting an example about CBDO implementation in ERP selection and help for increasing the popularity of CBDO to motivate researchers utilize in different kinds of decision making problems from various sectors.

3. AN ILLUSTRATIVE EXAMPLE

In order to indicate performance and feasibility of the CBDO model for the ERP system selection, an illustrative example is provided by considering the study of Kilic et al. (2015) The study of Kilic et al (2015) is selected because it is stated by the authors that a qualified and strong methodology is conducted by combining two traditional multi criteria decision making (MCDM) techniques: Analytical Network Process (ANP) and The Preference Ranking Organization Method for Enrichment of Evaluations (PROMETHEE). The strength of the study enables to compare the results of the CBDO model proposed in this study.

3.1. The Data

In the case of Kilic et al. (2015), the selection decision is made on the basis of three main evaluation criteria: business, cost and technical. These criteria have some sub criteria as follows (Kilic et al, 2015):

- *Business criteria:* Vision, brand image, references, market position.
- *Cost criteria:* Purchasing cost, implementation cost, service and support cost.
- *Technical criteria:* Functionality, reliability, compatibility, cross-module integration.

There are five alternative ERP suppliers coming from international and local firms: SAP, Oracle, Axapta, Uyumsoft and Workcube. The names of firms are shown as A, B, C, D and E. In our case, it is thought that score of alternatives with respect to each criterion are uncertain because they tend to change across time by the effect of hard, dynamic and volatile economic conditions of Turkey. It is assumed that uncertain criteria are normally distributed with the mean of given values and two different standard deviations (as 25% of means). The renewed raw data for the case in which standard deviation equals to 25% of mean is given in Table 1.

Table 1. Renewed Data of ERP System Alternatives (standard deviation equals to 25% of mean)

	Alternatives				
Criterion	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**
Brand Image	Mean 4 St. Dev. 1	Mean 4 St. Dev. 1	Mean 3 St. Dev. 0.75	Mean 2 St. Dev. 0.5	Mean 2 St. Dev. 0.5
Market Position	Mean 5 St. Dev. 1.25	Mean 2 St. Dev. 0.5	Mean 3 St. Dev. 0.75	Mean 2 St. Dev. 0.5	Mean 2 St. Dev. 0.5
References	Mean 5 St. Dev. 1.25	Mean 3 St. Dev. 0.75	Mean 3 St. Dev. 0.75	Mean 2 St. Dev. 0.5	Mean 1 St. Dev. 0.25
Vision	Mean 4 St. Dev. 1	Mean 4 St. Dev. 1	Mean 3 St. Dev. 0.75	Mean 2 St. Dev. 0.5	Mean 3 St. Dev. 0.75
Implementation Cost	Mean 2 St. Dev. 0.5	Mean 2 St. Dev. 0.5	Mean 2 St. Dev. 0.5	Mean 3 St. Dev. 0.75	Mean 3 St. Dev. 0.75
Purchasing Cost	Mean 2 St. Dev. 0.5	Mean 2 St. Dev. 0.5	Mean 2 St. Dev. 0.5	Mean 3 St. Dev. 0.75	Mean 3 St. Dev. 0.75
Service & Support Cost	Mean 1 St. Dev. 0.25	Mean 2 St. Dev. 0.5	Mean 2 St. Dev. 0.5	Mean 4 St. Dev. 1	Mean 4 St. Dev. 1
Compatibility	Mean 3 St. Dev. 0.75	Mean 3 St. Dev. 0.75	Mean 4 St. Dev. 1	Mean 2 St. Dev. 0.5	Mean 2 St. Dev. 0.5
Cross-Module Integration	Mean 5 St. Dev. 1.25	Mean 4 St. Dev. 1	Mean 4 St. Dev. 1	Mean 3 St. Dev. 0.75	Mean 2 St. Dev. 0.5
Functionality	Mean 3 St. Dev. 0.75	Mean 3 St. Dev. 0.75	Mean 3 St. Dev. 0.75	Mean 3 St. Dev. 0.75	Mean 4 St. Dev. 1
Reliability	Mean 3 St. Dev. 0.75	Mean 3 St. Dev. 0.75	Mean 3 St. Dev. 0.75	Mean 2 St. Dev. 0.5	Mean 2 St. Dev. 0.5

3.2. CBDO Application on ERP System Selection Problem

In this case, the main aim is to select the best ERP system and ranking all alternatives by considering the design objective of maximizing total success indicator (TS). The total success of a company can be calculated as following (i denotes to the number of each criterion; w_i denotes to the weight of each criterion, S_j denotes to the score of each criterion for j th company):

$$\text{Total Success Indicator (TS)} = \sum_{i=1} \sum_{j=1} w_i \, S_j \qquad \text{Eq. (2)}$$

The values of w_i are obtained from the results of ANP performing. The values of S_j are assumed as uncertain as shown in Table 1. In CBDO literature, it is stated that CBDO is an effective support tool especially for high dimensional problems. If number of uncertainties in a problem exceeds 5, it means the problem has high uncertainty, in other words “high dimensionality” (Fuchs, 2008). There are 55 uncertain parameters in this case. It is seen that the problem of ERP system selection has high dimensionality (>5)

and application example is large enough to develop a representative case for dealing with uncertainty by utilizing CBDO.

In the model, each choice is specified by 11 main design variables (evaluation criteria), therefore $n_i = 11$. θ^i which stands for choice variables refers to the choice of best ERP system selection. It denotes the ERP system suppliers can be selected between 1 and 5. Let 1,…, N_i be the possible choices for θ^i then the discrete choice variable θ^i corresponds to a finite set of N_i points. Therefore $N_i = 5$. The set of problem is provided in a $N_i x n_i$ table.

3.3. Results of CBDO

In the proposed model, it is assumed that the uncertainties are normally distributed. The generated sample size of CBDO is 1000 for cloud generation stage. Transformation function is chosen as logarithmic. The iteration for weight computation is selected as 3000. Number of starting points is automatically defined by the CBDO GUI. The results are confirmed two times. The graphical user interface (GUI) software of CBDO which is set up by Fuchs (2008) is used in order to define the elements of the model and run for obtaining optimum results with computational time advantage. The preference ranking results of all CBDO scenarios and the case of Kilic et al (2015) are given in Table 2.

Table 2. The Preference Ranking Results

	Kilic et al (2015)	**CBDO**
Company A	2	1
Company B	5	5
Company C	4	4
Company D	3	3
Company E	1	2

Results indicate that the ranking derived by using the proposed CBDO is different compared to the results of Kilic et al. (2015). It demonstrates the effect of uncertainty on ERP system selection decision. The most important outputs of the results are:

- The comparisons between different MCDM approaches represent that different standard deviations produce different estimations of ERP system performances.
- Considering high uncertainty directly changes the results. Decision makers should not ignore the uncertain criteria in ERP system selection decision.
- Precisely, although it is found by Kilic et al. (2015) that Company E is the most satisfactory ERP supplier, in uncertain structure Company A is the most satisfactory system. Company E should not be selected if an unsteady business environment exists.

By the help of high uncertainty assessment in proposed CBDO model, it is verified that the optimal design point is sensitive to the consideration of uncertainty. The results also indicate that CBDO application contributes to the literature by revealing out necessity to take into consideration uncertainties as one of vital responsibility for decision makers in MCDM.

4. CONCLUSION

Under high uncertain structure of competitive business area, it becomes inevitable to utilize from an effective decision making tool in order to challenge with difficulties of ERP systemselection decision under high uncertainty. In the light of these, this study presents a new supportive decision tool named as CBDO which tackles high uncertainty. The results indicate that CBDO can be accepted as a useful MCDM technique for decision makers as guidelines for ERP system selection decision. The results address that selection model is very sensitive to the consideration of uncertainty and preference rankings directly change under uncertainty consideration. To our knowledge, this study is the first in which CBDO model is used for the decision of ERP system selection. In order to explore the effect of changing in weights of uncertain data, sensitivity analyses can be proposed as a further research.

REFERENCES

Baki, B. & Cakar, K. (2005). "Determining the ERP package-selecting criteria: The case of Turkish manufacturing companies", *Business Process Management Journal*, Vol.11, pp.75–86.

Cebeci, U. (2009). "Fuzzy AHP-based decision support system for selecting ERP systems in textile industry by using balanced scorecard", *Expert Systems with Applications,* Vol.36, pp. 8900–8909.

Davenport, T. H. (1998). "Putting the enterprise into the enterprise system", *Harvard Business Review*, Vol.76, pp.121–131.

Forslund, H. & Jonsson, P. (2010). "Election implementation and use of ERP systems for supply chain performance management", *Industrial Management & Data Systems*, Vol.110, pp.1159–1175.

Fuchs, M. (2008). "Uncertainty Modeling in Higher Dimensions: Towards Robust Design Optimization." Dissertation in Mathematics, Universitat Wien.

Fuchs, M. & Girimonte, D. & Izzo, D. & Neumaier, A. (2008). "Robust and automated space system design. In A. Schuster (Ed.)", *Robust ıntelligent systems*, pp. 251-271. DOI: 10.1007/978-1- 84800-261- 6, London: Springer Verlag.

Fuchs, M. & Neumaier, A. (2009). "Autonomous robust design optimization with potential clouds." *International Journal of Reliability and Safety*, Special Issue on Reliable Engineering Computing, preprint available on-line at: http://www.martin-fuchs.net/publications.php

Gürbüz, T. & Alptekin, S.E. & Alptekin, G.I. (2012). "A hybrid MCDM methodology for ERP selection problem with interacting criteria", *Decision Support Systems,* Vol.54, pp.206-214.

Kilic, H.S. & Zaim, S. & Delen, D. (2015). "Selecting 'The Best' ERP system for SMEs using a combination of ANP and PROMETHEE methods", *Expert Systems with Applications*, Vol.42, pp.2343–2352.

Neumaier, A. (2004). "Clouds, fuzzy sets and probability intervals", *Reliable Computing*, Vol.10, pp.249-272.

Ngai, W.T.E. & Law, C.H.C. & Wat, K.T.F. (2008). "Examining The Critical Success Factors in the Adoption of Enterprise Resource Planning", *Computers in Industry*, Vol.59, pp.548-564.

Rajagopal, R. (2002). "An Innovation Diffusion View of Implementation of Enterprise Resource Planning (ERP) Systems and Development of a Research Models", *Information &Management,* Vol.40, pp.87-144.

Wei, C.C. & Chien, C.F. & Wang, M.J.J. (2005). "An AHP-based approach to ERP system selection", *International Journal of Production Economics*, Vol.96, pp.47–62.

Woo, H.S. (2007). "Critical Success Factors for Implementing ERP: The Case of a Chinese Electronics Manufacturer", *Journal of Manufacturing Technology Management,* Vol.18, pp.431-442.

SEÇİLMİŞ BİR ENDÜSTRİYEL TESİSTE ÜRETİM ÇİZELGELEME PROBLEMİ VE GENETİK ALGORİTMA YÖNTEMİ İLE OPTİMİZASYON

Bilgesu Ak
Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Erdem Koç
Ondokuz Mayıs Üniversitesi

ÖZET

Esnek atölye tipi üretim sistemlerinde etkin bir çizelgeleme esnekliğin devamlılığı ve arttırılmasını sağlayan önemli unsurların başında gelmektedir. Esnek atölye tipi üretim çizelgeleme problemlerinde ortaya çıkan durum hem işlerin hangi makinelere atanacağı hem de makinelere atanan işlerin hangi sırada işlenmesi gerektiğidir. Bu tarz problemlerin çözümünde deterministik yöntemlere göre daha kısa sürede sonuca ulaşan meta-sezgisel yöntemler tercih edilmektedir. Bu çalışmada bir firmadaki çizelgeleme problemi ele alınmıştır. Firma esnek atölye tipi üretim ortamına sahiptir ve toplam üretim zamanını en küçükleyen çizelgenin bulunması hedeflenmiştir. Firmadaki çizelgeleme problemi genetik algoritma ile çözülmüş, MATLAB paket programında kodlanmıştır. Bu çalışma ile mevcut üretim zamanından daha kısa üretim zamanına sahip olan çizelge elde edilerek firmanın üretim zamanlarında iyileştirmeye gidilmiştir. Elde edilen çizelgeden, makine boş beklemeleri en aza indirilecek şekilde makine sayılarında düzenlemeye gidilmiş, bu duruma göre yeni fabrika yerleşim düzeni hazırlanmıştır. Yeni yerleşim düzenine göre makineler arası parça taşınmalarının en az olması sağlanarak, zaman kayıplarının ortadan kaldırılması sağlanmıştır.

Anahtar Sözcükler: Esnek atölye tipi üretim çizelgeleme, genetik algoritma

A PRODUCTION SCHEDULING PROBLEM IN A SELECTED INDUSTRIAL FACTORY AND OPTIMIZATION WITH GENETIC ALGORITHM METHOD

ABSTRACT

An efficient scheduling is one of the main factors in flexible job shop manufacturing systems to sustain and enchance the flexibility. In flexible job shop manufacturing systems, emerging case is in which sequence tasks will be performed at assigned machines besides which task will be assigned to which machine. Meta-heuristic techniques are preferred to solve these type problems rather than deterministic ones. In this study a scheduling problem in a factory is handled. The factory has flexible job shop manufacturing environment and it is aimed to find the schedule which minimizes total production time. The scheduling problem is solved with genetic algorithm and coded in MATLAB. With this study a schedule with shorter total production time is obtained and an improvement in the production times is provided. Machine idle waiting times minimized, machine numbers decreased and new factory layout is presented according to the obtained schedule. As to new layout, parts transfer between machines is minimized and thus time loss is also minimized.

Keywords: Flexible job shop scheduling, genetic algorithm

1. GİRİŞ

Üretim ve hizmet sistemlerinde kaynakların belirli sürelerle işlere atanmasıyla, bir veya birden fazla amacı en iyileyerek karar verme sürecine çizelgeleme denir (Pinedo, 2008). Çizelgeler ise bir zaman planlaması sunarak işlerin ne zaman gerçekleştirileceğini belirlemektedir (Özkazanç, 1999). Çizelgeleme problemleri, kısıtlı en iyileme problemleri olarak adlandırılan problem sınıfına girmektedir. Diğer bir ifade ile problemin verilen kısıtlarına bağlı olarak belli bir amaç fonksiyonunu en iyileyen bir bileşimin bulunması ile ilgilenilmektedir. Örneğin atölye tipi üretimin çizelgelemesinde *amaç*, tüm işlerin tamamlanma zamanını en küçüklemek olup, *kısıtlar* ise tesisin maksimum kapasitesi, elverişli makine sayısı, nitelikli işçi sayısı gibi faktörler olabilir (Seçme, 2006). Esnek atölye tipi üretim ortamında ise atölye tipi üretim ve paralel eş makine üretim ortamlarının birleştirilmişidir. Seri olarak *m* makine yerine, *c* tane iş istasyonu vardır ve her iş istasyonu paralel eş makinelerden oluşur. İşlerin rotaları birbirinden farklıdır ve iş istasyonlarında işlerin işlem görebileceği birden fazla birbirine paralel özdeş makine setleri bulunmaktadır. İşler bu makinelerden uygun olan herhangi bir makinede işlem görürler. Esnek atölye tipi üretim çizelgeleme problemlerinde ortaya çıkan durum hem işlerin hangi makinelere atanacağı hem de makinelere atanan işlerin hangi sırada işlenmesi gerektiğidir.

Bu çalışma Samsun Savunma Sanayi adlı firmada gerçekleştirilmiştir. Firmanın üç ana ürününe ait çizelgeleme problemi ele alınmıştır. Parçalara ait işlem rotaları saptanmış ve bu parçaların hangi makinelerde işlem gördükleri belirlenmiştir. Parçalara ait işlem rotaları birbirinden farklı ve bazı parçaların işlenebileceği birden fazla makine bulunmasından dolayı firmada esnek atölye tipi üretim ortamı bulunmaktadır. Bu çalışmada ele alınan problem bir çizelgeleme problemi olup çözüm için genetik algoritma yöntemi tercih edilmiştir.

2. PROBLEM TANIMI

Firmada mevcut durumda herhangi bir çizelgeleme işlemi uygulanmadan parçalar sırasıyla üretilmektedir. Firma sipariş miktarlarına göre her parçadan kaçar adet üreteceğine karar vermektedir. Firmada silah yapımında kullanılan namlu, kapak ve gövde parçalarının üretimi toplam üretimin büyük bir kısmını kapsamaktadır. Bu nedenle bu üç parçanın çizelgelenmesi üzerinde durulmuştur. Analizi yapılan çizelgeleme problemi toplam üretim zamanının en küçüklenmesini hedeflemektedir. Çizelgeleme problemi için parçaların hangi makinelerde işlem gördükleri, işlem sıraları ile öncelik kısıtları ve işlem süreleri belirlenmiştir. Problem, çizelgeleme problemine dönüştürülerek gösterimde kullanılan simge ve değişkenler şu şekilde verilmiştir.

Simgeler:

- J_i, işleri göstermek üzere ; J_1 , J_2, J_3 birbirinden bağımsız üç iş
- O_{ij} ; *i*'ninci işin *j*'ninci işlemi
- M_{kl}, *k*'nıncı makine setine ait *l*'ninci makine

Değişkenler:

- p_{ijk}, *i*'ninci işin *j*'ninci işleminin *k* makine setinde işlem görme zamanı
- $t_{i,j,k}$, *i*'ninci işin *j*'ninci işleminin *k*'nıncı makinede başlama zamanı

Çizelgeleme probleminde 3 parça ele alındığı için her parçanın üretimi bir iş olarak tanımlanır. J_1, namlu üretimini, J_2, gövde üretimini ve J_3, kapak üretimini göstermektedir.

Bu parçaların üretiminde kullanılan ve birbirinden farklı işler yapan 9 makine seti vardır. Makine setleri ve her makine setinde bulunan makine sayısı Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1 Makine setleri ve makine sayıları

Makine Seti	Makine Sayısı	Makine Seti	Makine Sayısı
1. set	5 adet	6. set	1 adet
2. set	1 adet	7.set	1 adet
3. set	9 adet	8.set	2 adet
4.set	2 adet	9.set	1 adet
5. set	1 adet		

3 işin makinelerdeki işlem rotaları çıkartılarak işlere ait işlemlerin öncelik sıraları Tablo 2'de ki gibi elde edilmiştir.

Tablo 2 İşlere ait öncelik sıraları

İşler	Makine setleri							
Namlu	6. mak	7. mak	8. mak	1. mak	9. mak			
Gövde	3. mak	1. mak	5. mak	3. mak	1. mak	2. mak	1. mak	3. mak
Kapak	1. mak	2. mak	3. mak	4. mak				

İşlemlerin öncelik sıraları çıkartıldıktan sonra her bir işlemin işlem süreleri belirlenmiştir. İşlemlere ait işlem süreleri Tablo 3'de verilmiştir. İşlem sürelerini makine ayar zamanı, parçanın makineye bağlanması, makinede işlem görmesi ve işlem bittikten sonra makineden çıkartılması oluşturmaktadır. Firmada parçaların üretimi paralel değil seri olarak gerçekleştirildiği için toplam üretim zamanı 159 dakika olmaktadır.

Tablo 3 İşlere ait işlem süreleri

İşler	**Makine setlerindeki işlem süreleri**								**Toplam**
Namlu	4 dk	3 dk	7 dk	23 dk	3 dk				40 dk
Gövde	4 dk	10 dk	5 dk	12 dk	7 dk	18 dk	8 dk	10 dk	74 dk
Kapak	4 dk	30 dk	8 dk	3 dk					45 dk
									159 dk

Elde edilen bu verilere göre toplam üretim zamanını en küçükleyen çizelge genetik algoritma yöntemi kullanılarak elde edilmiştir.

3. PROBLEMİN GENETİK ALGORİTMA ile ÇÖZÜMÜ

Holland'ın geliştirmiş olduğu genetik algoritma metodunda bir populasyonda bulunan kromozom, doğal seçilim mekanizması ile çaprazlama ve mutasyon gibi operatörler kullanılarak yeni bir populasyona aktarılır (Holland, 1975). Genetik algoritma başlangıç populasyonunun oluşturulmasıyla başlar. Başlangıç populasyonundaki her birey bir aday çözümdür ve her bireye kromozom adı verilir. Amaç fonksiyonuna göre uygunluk dereceleri en iyi olan kromozomlar bir sonraki populasyona (nesile) aktarılır. Uygunluk dereceleri düşük olan kromozomların ise yaşamasına izin verilmez. Düşük uygunluk dereceli kromozomların yerine iyi kromozomlardan yeni bireyler üretilir. Yeni bireylerin üretilmesinde doğadan esinlenilerek çaprazlama ve mutasyon operatörleri kullanılır. Belirlenen amaç fonksiyonuna göre en iyi çözüme ulaşıncaya kadar bu adımlar tekrar edilir. Çizelgeleme alanındaki kombinatoryal optimizasyon problemlerinde gerekli hesaplama zamanı problemin boyutuna bağlıdır. Hesaplama zamanı, problem boyutunun bir faktörü olarak artış gösterdiğinden, olası çözümlerin sayısının çok olduğu durumlarda her zaman için en iyi çözüme ulaşmak mümkün olmayabilir (Cheung, 1994). Bu yüzden genelde en iyi çözümü garanti etmese de yaklaşım çözüm yöntemleri kullanılır.

3.1. Girdi Matrisinin Oluşturulması

Çizelgeleme için gerekli olan işlem süreleri ile işlem sıralarının tek bir yerde gösterildiği bir girdi matrisi oluşturulmuştur. Matrisin sütunları makineleri, satırları ise işlere ait işlemleri göstermektedir. Matrisin içindeki değerler ise işlem sürelerini göstermektedir. Örnek olarak $M_{11,}$ 1. makine setine ait 1. makineyi, $M_{12,}$ 1. makine setine ait 2. makineyi; O_{11}, 1. işin 1. işlemini, O_{12}, 1. işin 2. işlemini göstermektedir. Örnek olması açısından girdi matrisinin 3. işe ait değerleri Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4 İşe ait girdi matrisi örneği

	M_{11}	M_{12}	M_{13}	M_{14}	M_{15}	M_{21}	M_{31}	M_{32}	M_{33}	M_{34}	M_{35}	M_{36}	M_{37}	M_{38}	M_{39}	M_{41}	M_{42}
O_{31}	4	4	4	4	4	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999
O_{32}	999	999	999	999	999	30	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999
O_{33}	999	999	999	999	999	999	8	8	8	8	8	8	8	8	8	999	999
O_{34}	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999	3	3

Program, bu matriste bulunan işlem sırasını, işlemlerin hangi makinelerde işlenebileceğini ve işlem sürelerini birleştirerek esnek atölye tipi üretim çizelgeleme için gerekli olan işlerin makine atamalarını oluşturacak, ardından makinelere atanan işleri en kısa üretim zamanını verecek şekilde sıralayacaktır.

3.2. Kromozom Yapısı

Probleme ait kromozomlar iki kısımdan oluşturulmuştur. İlk kısım işlere ait işlemlerin makinelere atanmasını, ikinci kısım elde edilen atamalara göre işlerin sıralanmasını göstermektedir. Çizelgeler oluşturulurken izlenecek sıra ilk olarak işlerin makinelere atanması, ikinci olarak yapılan atamalara göre işlerin makine önündeki sıralamalarının bulunması şeklinde olacaktır. İşlemlerin makinelere atanmasında ikili kodlama kullanılmış, makine önündeki sıralamalar için tekrarlı permutasyon kodlama şekli kullanılmıştır.

3.3. Başlangıç Populasyonu ve Seçim İşlemi

Belirlenen sayıda bireyden oluşan topluluğa başlangıç populasyonu denmektedir. Problemde işlere ait işlemler için oluşturulmuş makine atamaları ile makine önü sıralamaları başlangıç populasyonunu oluşturur. Başlangıç populasyonunun sayısını belirlemek için farklı büyüklükler denenmiştir. 100 birey, 50 birey, 30 birey ve 10 birey için program çalıştırılmış ve 10 birey için elde edilen en küçük toplam üretim zamanı ile 100 birey için elde edilen en küçük toplam üretim zamanının aynı olduğu görülmüştür. Bu nedenle başlangıç populasyonu 10 birey için oluşturulmuştur.

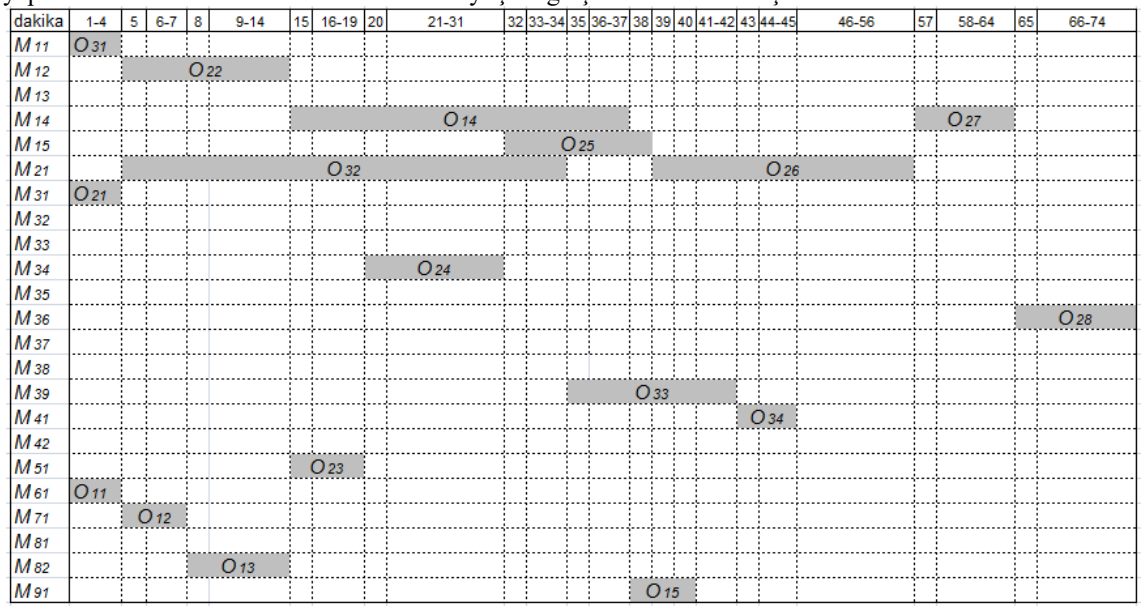
İncelenen problemde kısa üretim zamanına sahip olan çizelgelerin yaşamaya devam etmesi, uzun üretim zamanına sahip olan çizelgelerin nesiller boyunca populasyondan ayrılmaları hedeflenmiştir. Bu nedenle seçim yöntemi olarak, güçlü bireylerin seçilme olasılığının yüksek olduğu rulet tekeri seçim yöntemi uygulanmıştır.

3.4. Çaprazlama ve Mutasyon

Çaprazlama oranı, p_c=0,6, her bir bireydeki çaprazlanacak gen oranı ise p_g=0,3 alınmıştır. Çaprazlama işleminde tek noktalı çaprazlama yöntemi kullanılmıştır. Çaprazlama noktası her bir çaprazlamada rastgele olarak türetilmiştir. Çaprazlama sonucunda ebeveyn bireyler ile çocuk bireyler arasından en iyi olan 6 birey seçilmiş, çaprazlamaya girmeyen 4 bireyle birleştirilerek 10 bireylik populasyon büyüklüğü sabit tutulmuştur. 10 bireylik populasyon 0.005 mutasyon oranında (pm) mutasyona tabii tutulmuştur. Mutasyon, işlerin makinelere atanması kısmında bir işlemin atandığı bir makine dışında atanabileceği herhangi başka bir makineye atanmasıyla gerçekleştirilmiştir.

3.5. İterasyon

Bu problem için tekrar sayısı 100 olarak belirlenmiş ve 100 iterasyon sonucunda toplam üretim zamanını en küçükleyen çizelge elde edilmiştir. Ele alınan problem için iş sıralamalarında SPT, LPT ve Random atama yöntemlerine göre çözüm elde edilmiş ve çözümler birbiriyle karşılaştırılmıştır. SPT kuralına göre yapılan atamalar sonucunda elde edilen en iyi çizelge Şekil 1'de verilmiştir.



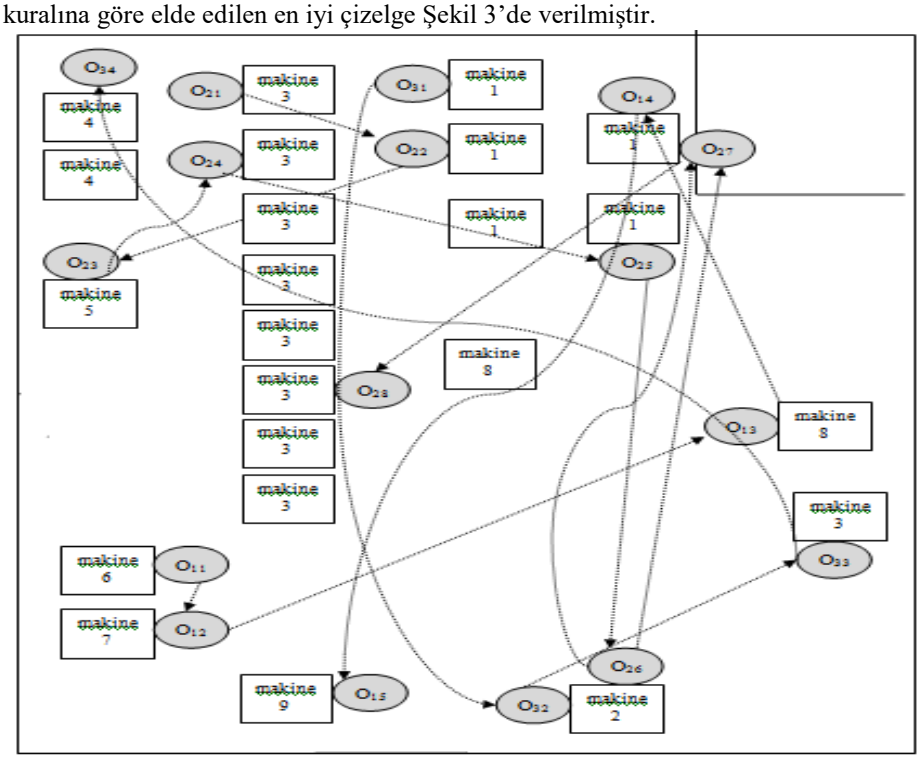
Şekil 1 SPT kuralına göre elde edilen en iyi çizelge

Çizelgeden, işlere ayrı ayrı bakıldığında ise 1. iş olan namlu üretiminin 40 dakikada, 2. iş olan gövde üretimin 74 dakikada, 3. iş olan kapak üretiminin 45 dakikada tamamlandığı görülmektedir. Fakat namlu ve kapak üretimi gövde üretimi esnasında gerçekleştirildiğinden toplam üretim zamanı 74 dakika olarak bulunur. Firmanın mevcut durumdaki üretim şekli ise şu şekildedir. İlk olarak namlu üretimine başlanıp 40 dakikada namlu üretimi tamamlanıp, gövde üretimine geçilmektedir. 74 dakika gövdenin üretimi için harcanıp kapak üretimine geçilmekte, 45 dakika da kapak üretimi için harcanmaktadır. Bu durumda üç parçanın toplam üretim zamanı 159 dakika olmaktadır. Benzer şekilde program LPT ve Random kurallarına göre çalıştırıldığında da toplam üretim zamanı en küçük 74 dakika olarak bulunmuştur.

4. İRDELEME ve DEĞERLENDİRME

Firmadaki mevcut duruma bakıldığında namlu, gövde ve kapak üretimi birbirinden ayrı olarak yapılmakta önce bir parçanın üretimine başlanıp bitirildikten sonra diğer parçalara geçilmektedir. Bu nedenle üretim zamanı üç parçanın ayrı ayrı üretim zamanlarının toplamına yani 159 dakikaya eşit olmaktadır. Elde edilen çizelgelerle ise 74 dakikalık üretim zamanında üç parçanın da üretim işlemi bitmektedir. Böylece firma 85 dakikalık bir zaman kazancı sağlayacaktır. Yapılan çalışma ile mevcut duruma göre 3 parçadan 1 tane üretebildiği sürede, 2,14 tane üretebilecektir. Bu da üretim oranının % 114 artması anlamına gelmektedir. Çizelgelerden SPT kuralına göre iş akışları firma yerleşim planı üzerinde Şekil 2'deki gibi gerçekleşmektedir. Çizelgelerde bazı makine setlerinde bulunan makinelere hiç iş atanmadığı için makineler üretim süresi boyunca boş beklemektedir. Boş bekleyen makinelerin diğer parçaların üretimlerinde kullanılabilmesi için toplam üretim zamanını uzatmadan en az makine sayısı ile aynı

işlemlerin yapılabilmesi amacıyla bir iyileştirme çalışması yapılmıştır. En az makine sayısı ile çizelge oluşturulduktan sonra parçaların üretim sahası içerisinde makineler arasındaki taşınmalarını en aza indirecek yerleşim planı hazırlanmıştır. Bu düzenleme ile 1. makine setinde birbirine paralel 2 makine bulunmakta, diğer makine setlerinde 1 makine bulunmaktadır. Makine setlerindeki yeni duruma göre SPT kuralına göre elde edilen en iyi çizelge Şekil 3'de verilmiştir.

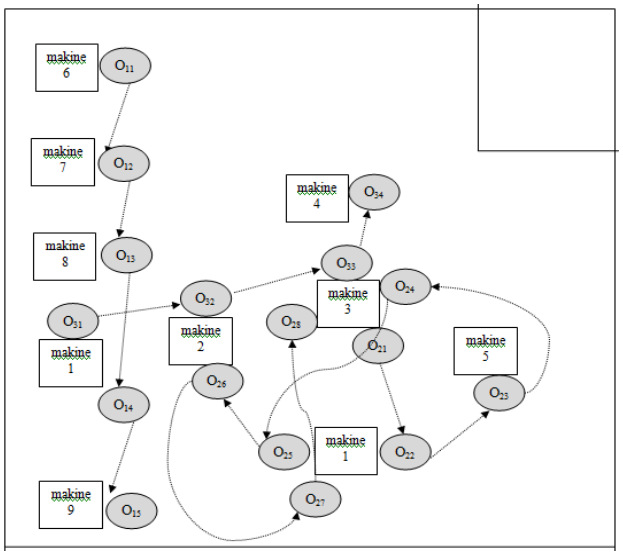


Şekil 2 Mevcut durumda SPT kuralına göre elde edilen çizelge için parçaların makine akışları

dakika	1-4	5	6-7	8	9-14	15	16-19	20	21-31	32	33-34	35	36-37	38	39	40	41-42	43	44-45	46-56	57	58-64	65	66-74
M_{11}	O_{31}		O_{22}						O_{14}													O_{27}		
M_{12}											O_{25}													
M_{21}					O_{32}												O_{26}							
M_{31}	O_{21}								O_{24}				O_{33}											O_{28}
M_{41}																			O_{34}					
M_{51}							O_{23}																	
M_{61}	O_{11}																							
M_{71}			O_{12}																					
M_{81}					O_{13}																			
M_{91}															O_{15}									

Şekil 3 Yeni durumda SPT durumuna göre en iyi çizelge

Yeni durumda 10 makine ile 74 dakikada üç parçanın üretimi tamamlanabilmektedir. Böylece geriye kalan 13 makine diğer parçaların üretimi için hazır durumda bekleyebilecektir. 74 dakika bir çevrim zamanı olarak düşünüldüğünde SPT kuralına göre elde edilen çizelgede 23 makine toplamda 25 saat 43 dakika boyunca boş beklemektedir. Makine sayısı 10'a düşürüldüğünde ise 10 makinenin boş bekleme zamanı 9 saat 40 dakika olarak bulunmuştur. SPT kuralına göre elde edilen çizelge için parçaların üretim sahası içerisindeki taşınmalarını azaltacak yerleşim planı Şekil 4'deki gibi tasarlanmıştır.



Şekil 4 Yeni yerleşim planı ve iş akışları

Bu çalışmadan elde edilen çizelgeler ile firmaya toplam üretim zamanının azaltılması bakımından katkı sağlanmıştır. Ayrıca elde edilen sonuçlar için iyileştirme çalışması yapılarak, elde edilen toplam üretim zamanı uzatılmadan kullanılan makine sayıları azaltılmış ve yeni duruma göre bir fabrika yerleşim düzeni tasarlanarak makineler arası taşıma işlemi en aza indirilmiştir. Bu çalışma kapsamında elde edilen iyileştirmeler Tablo 5'de özetlenmiştir.

Tablo 5 Mevcut durum ile önerilen durum karşılaştırması

Kriter	Mevcut Durum	Önerilen Durum
Toplam üretim zamanı	159 dk	74 dk
Üretimdeki artış %	% 100 (varsayılan)	% 114
Kullanılan makine sayısı	23	10
Makine boş bekleme süreleri	25 saat 43 dk	9 saat 40 dk

Yapılan bu çalışmanın, diğer çalışmalardan farkı birebir bir üretim ortamından alınması ve gerçek verilere dayanmasıdır. Yapılan çalışma ile hem firmanın üretim zamanlarında önemli ölçüde düşüş sağlanmış hem de diğer çizelgeleme çalışmalarından farklı olarak elde edilen çizelgelere göre yeni bir tesis yerleşimi sunulmuştur.

5. TEŞEKKÜR

Bu çalışmayı yapabilmemize olanak sağlayan Samsun Savunma Sanayi firmasına teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

Cheung, J.Y., 1994. Scheduling. Artificial Neural Networks for Intelligent Manufacturing.(Editör: C. Dagli), s:159-193, Chapter 8. Chapman & Hall, London.

Holland, J. H., 1975. *Adaptation in Natural and Artificial Systems*. MIT Press, 211 s, London.

Özkazanç, Ü. A., 1999. Atölye Tipi Üretim Ortamında İşlerin Çizelgelenmesi İçin Yapay sinirsel Ağ Yaklaşımı. Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osman Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 104 s.

Pinedo, M. L., 2008. *Scheduling Theory, Algorithms and Systems*. Springer, 671 s, New York.

Seçme, G., 2006. Akış Tipi Çizelgeleme Problemlerinin Yapay Sinir Ağları ile Modellenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kayseri, 108 s.

TÜRKİYE'DE GSM OPERATÖTÜ SEÇİMİNDE BULANIK KARAR VERME YAKLAŞIMI OLARAK AHP BÜTÜNLEŞİK TOPSIS YÖNTEMİ

Canan Hazal Akarsu
İstanbul Üniversitesi

Zülfiye Erdoğan
İstanbul Üniversitesi

Özge Hüsniye Namlı
İstanbul Üniversitesi

ÖZET

Giderek gelişen ve kullanımı yaygınlaşan teknoloji hayatımızın bir parçası olmaya ve hayatımızı kolaylaştırmaya devam etmektedir. Gelişen teknolojiye paralel olarak iletişim sektöründe de önemli atılımlar kaydedilmiştir. Mobil iletişimin gittikçe gelişmesi GSM şirketleri arasındaki rekabeti arttırmış ve bu artan rekabet sonucunda da şirketler uyguladıkları farklı fiyat politikaları ve kampanyalarıyla tercih edilebilir olmayı hedeflemişlerdir. Bunun yansıması olarak müşterilerin operatör seçimi çok kriterli karmaşık bir problem haline gelmiştir. Bu çalışmada bir gerçek hayat problemi olan GSM operatörü seçimi çok kriterli karar verme problemi olarak ele alınmaktadır. Karar vericilerin öznel değerlendirmesinden kaynaklanan bulanıklıktan dolayı bu çalışmada AHP ile bütünleşik TOPSIS yöntemi GSM operatörü seçimi problemine uygulanmaktadır. Bulanık AHP yöntemi değerlendirmede kullanılacak olan kriterlerin önem seviyelerinin belirlenmesinde, bulanık TOPSIS yöntemi ise alternatiflerin kriterlere göre sıralanmasında kullanılmaktadır. Sonuç olarak, uygulanan bütünleşik yöntem ile GSM operatörü seçim problemi kapsamında hem kullanılan faktörlerin göreceli önemleri hem de alternatiflerin bu kriterlere göre tercih edilirlik sıralaması elde edilmektedir.

Anahtar kelimeler: AHP, Bulanık Mantık, TOPSIS.

A FUZZY DECISION MAKING APPROACH IN GSM OPERATOR SELECTION IN TURKEY USING AN INTEGRATED AHP-TOPSIS METHODOLOGY

ABSTRACT

Increasingly evolving and widespread use of the technology continues to be a part of and simplify our lives. Concordantly there has been significant progress in the communication industry. The progressive development of mobile communication has increased competition among GSM companies and as a result of increasing competition companies aim to be preferable with different pricing policies and campaigns. Accordingly GSM operator selection by customers becomes a complex multi-criteria problem. In this study, GSM operator selection which is a real life problem is considered as multi-criteria decision making problem. Considering the fuzziness caused by the subjective evaluation of decision makers, in this study AHP integrated TOPSIS methodology is proposed for the selection of the best GSM operator. In this paper fuzzy AHP methodology is proposed to determine the importance weights of all criteria that will be used in evaluation and fuzzy TOPSIS methodology is used to assess the ratings of each alternative with respect to each criterion. As a result with proposed integrated methodology within the scope of GSM

operator selection problem the relative importance of the factors used is obtained as well as the ratings of each alternative with respect to each criterion.
Keywords: AHP, Fuzzy Logic, TOPSIS.

1. GİRİŞ

Açılımı mobil iletişim için küresel sistem (Global System for Mobile Communications) olan GSM 1980'li yılların başında hayatımıza girmiş bir kavramdır. GSM şirketlerinin sayısının artması ve şirketlerin teknolojik gelişmeleri yakından takip edip uygulamaya geçmesi beraberinde GSM şirketleri arasındaki rekabeti kaçınılmaz kılmıştır. Türkiye'de 40 dan fazla GSM operatörü bulunmaktadır. Ancak sektörde öne çıkmış ve yaygın olarak kullanılan 3 büyük GSM şirketi mevcuttur. Çok güçlü bir rekabetin süre geldiği günümüz GSM teknolojilerinde bu 3 büyük GSM firmasından hangisinin seçileceği sorusu önemli bir karar verme problemi haline gelmiştir. Bu çalışmada bir gerçek hayat problemi olan GSM operatörü seçimi çok kriterli karar verme problemi olarak ele alınmaktadır. Çok kriterli karar verme yöntemleri, insan hayatında karmaşık kararların verilmesinde çok sayıda alternatif arasından en uygun olanının seçilmesini amaçlamaktadır.

Bu çalışmada da 3 alternatif GSM şirketi farklı kriterler altında değerlendirilerek bir seçim yapılması amaçlanmıştır. Bu problemde karar vericilerin öznel değerlendirmesinden kaynaklanan bulanıklıktan dolayı bulanık karar verme yaklaşımı olarak AHP bütünleşik TOPSIS yöntemi tercih edilmiştir. Kriterler mobil kullanıcıların ihtiyaçları göz önüne alınarak belirlenmiş ve kriterleri ağırlıklandırmak için bulanık AHP yaklaşımı kullanılmıştır. 3 alternatif GSM şirketi belirlenen kriterler altında çok kriterli karar verme yaklaşımlarından biri olan bulanık TOPSIS yaklaşımı kullanılarak değerlendirilmiştir.

Bu çalışmada ilk olarak bulanık TOPSIS yönteminin ve bulanık TOPSIS bulanık AHP bütünleşik kullanımının literatürde farklı kullanım alanları incelenmiştir. Bulanık karar verme yaklaşımı olarak önerilen AHP bütünleşik TOPSIS yöntemi açıklanmıştır. Önerilen bütünleşik yöntemin GSM operatörü seçimi problemine uygulaması gerçekleştirilmiştir ve sonuçlarının genel değerlendirmesi yapılmıştır.

Literatürde TOPSIS ve bütünleşik TOPSIS ile ilgili incelenmiş olan çalışmalar Tablo 1'deki gibidir.

Tablo 6. Literatür İncelemesi

Yazar	Kullanılan Yöntemler	Uygulama Alanı
Jahanshahloo ve diğerleri (2006)	TOPSIS (Bulanık)	Bulanık sayılarla metodun geliştirilmesi
Opricovic ve Tzeng (2007)	TOPSIS-VIKOR	Baraj tipi seçimi problemi
Wang ve Chang (2007)	TOPSIS (Bulanık)	İlk eğitim uçağı değerlendirilmesi
Önüt ve Soner (2008)	AHP-TOPSIS (Bulanık)	Katı atık aktarma yerinin seçimi
Dağdeviren ve diğerleri (2009)	AHP-TOPSIS (Bulanık)	Savunma endüstrisinde silah seçimi
Kelemenis ve Askounis (2010)	TOPSIS (Bulanık)	CEO seçim problemi
Chamodrakas ve diğerleri (2011)	TOPSIS (Bulanık)	Hizmet sunucusu seçimi
Chen ve diğerleri (2011)	OWA-TOPSIS	İşletmelerde personel seçimi
Kaya ve Kahraman (2011)	TOPSIS (Bulanık)	Enerji planlaması
Kelemenis ve diğerleri (2011)	TOPSIS (Bulanık)	Yönetici seçimi
Liao ve Kao (2011)	TOPSIS ve MCGP	Tedarikçi seçimi
Yue (2011)	TOPSIS	Bölüm müdürü seçim problemi
Kannan ve diğerleri (2014)	TOPSIS (Bulanık)	Yeşil tedarikçi seçimi
Öztayşi (2014)	AHP-TOPSIS (Gri)	Bilgi sistemi seçim problemi
Rashid ve diğerleri (2014)	TOPSIS	Robot seçim problemi
Peng ve diğerleri (2015)	TOPSIS	Kesim parametresi seçimi
Wang ve diğerleri (2015)	Olasılık teorisi-TOPSIS	En iyi üretim senaryosunun seçimi
Aghajani Mir ve diğerleri (2016)	TOPSIS	Katı atık bertarafı için metot seçimi

2. BULANIK KARAR VERME YAKLAŞIMI OLARAK AHP BÜTÜNLEŞİK TOPSIS YÖNTEMİ

Karar vericilerin öznel değerlendirmesinden kaynaklanan bulanıklıktan dolayı bu çalışmada AHP ile bütünleşik TOPSIS yöntemi tercih edilmiştir. Bu bölümde önerilen yöntemin açıklaması ve adımları yer almaktadır. Bulanık AHP yöntemi değerlendirmede kullanılacak olan kriterlerin önem seviyelerinin belirlenmesinde, bulanık TOPSIS yöntemi ise alternatiflerin kriterlere göre sıralanmasında kullanılmaktadır.

2.1. Bulanık AHP

AHP belirsizliklerin mevzu bahis olduğu durumlarda karar verme konusunda yetersiz kaldığından dolayı, bulanık mantıkla birleştirilerek bulanık AHP ortaya konmuştur. Bu çalışmada Buckley (1985)'in bulanık AHP yaklaşımı kullanılmıştır. Buckley, Saaty'nin AHP yöntemini, *i*. alternatif *j*. kriter olmak üzere $\tilde{a}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$ bulanık karşılaştırma oranlarıyla geliştirmiştir.
Buckley (1985)'in adımları aşağıda gösterilmiştir.
1. Adım: Karar vericiler tüm *i* ve *j* değerleri için tüm elemanları $\tilde{a}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$ olan üçgensel bulanık sayılarla karşılaştırma matrisleri oluştururlar.
2. Adım: Her bir karar verici tarafından oluşturulan karşılaştırma matrislerinin her birinin aynı elemanlarının geometrik ortalamaları alınarak tek bir karşılaştırma matrisi elde edilir. *k* adet karar verici için formülasyon aşağıda verilmiştir.

$$\tilde{a}_{ij} = \left(\tilde{a}_{ij}^1 \otimes \tilde{a}_{ij}^2 \otimes \tilde{a}_{ij}^3 \dots \otimes \tilde{a}_{ij}^k\right)^{1/k} \quad (1)$$

3. Adım: Her satır için geometrik ortalamalar alınır ve her bir kriterin bulanık ağırlık vektörü (w_i) aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$\tilde{r}_i = (\tilde{a}_{i1} \otimes \tilde{a}_{i2} \otimes \dots \otimes \tilde{a}_{1n})^{1/n}, \ \forall i \text{ için} \quad (2), \qquad \tilde{w}_i = \tilde{r}_i \otimes (\tilde{r}_1 \oplus \tilde{r}_2 \oplus \dots \oplus \tilde{r}_n)^{-1}, \ \forall i \text{ için} \quad (3)$$

2.2. Bulanık Topsis

TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) 1981 yılında Hwang ve Yoon tarafından ELECTRE yöntemine alternatif olarak geliştirilmiş çok kriterli karar verme yöntemlerinden birisidir. Yöntem Hwang ve Yoon (1981) referans alınarak Chen ve Hwang (1992) tarafından geliştirilmiştir.
Bu yöntemin temel mantalitesi pozitif ideal çözüm ve negatif ideal çözüm oluşturmaktır. Yani, yöntemin temeli ideal çözüme göre alternatiflerin sıralanması esasına dayanır. İdeal çözüme görece yakın olan alternatiften başlamak üzere bir sıralama yapılarak; sırası ile diğer alternatiflerin görece yakınlığı tespit edilir (Feng ve Wang, 2001).
Bulanık TOPSIS yönteminin algoritması Chen (2000)' in makalesinden faydalanılarak aşağıda özetlenmiştir.
1. Adım: *k* adet karar vericiden oluşan karar verici grup oluşturulur ve $A_i=\{A_1, A_2, \dots, A_m\}$: *m* adet alternatif, $C_i=\{C_1, C_2, \dots, C_n\}$: *n* adet karar kriteri, $\tilde{x}_{ij}$: C_j kriterine göre A_i alternatifinin performans değeri, $\tilde{w}_j$: C_j kriterinin önem ağırlığı olmak üzere seçim kriterleri belirlenir.
2. Adım: Karar kriterlerinin önem ağırlıklarını ve bu kriterlere göre alternatifleri değerlendirmek üzere uygun dilsel değişkenler kullanılır.
3. Adım: Kriterlerin önem ağırlıkları belirlenir. Alternatiflerin kriter değerleri ve kriterlerinin önem ağırlıkları ve sırasıyla aşağıdaki formüller ile hesaplanır.

$$\tilde{x}_{ij} = \frac{1}{K}[\tilde{x}_{ij}^1(+)\tilde{x}_{ij}^2(+) \dots (+)\tilde{x}_{ij}^K] \quad (4), \qquad \tilde{w}_j = \frac{1}{K}[\tilde{w}_j^1(+)\tilde{w}_j^2(+) \dots (+)\tilde{w}_j^K] \quad (2)$$

4. Adım: Bulanık karar matrisi ($\tilde{D}$) ve normalize edilmiş bulanık karar matrisi ($\tilde{R}$) oluşturulur.

$$\tilde{D} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \dots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \dots & \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \dots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix} \quad (6), \qquad \tilde{W} = [\tilde{w}_1, \tilde{w}_2, \dots, \tilde{w}_n] \quad (3), \qquad \tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m\times n} \quad (8)$$

Karar kriterleri, fayda ve maliyet kriterleri olarak ikiye ayrılabilir. Burada *B* fayda kriterini ve *C* maliyet kriterini göstermekte olup aşağıdaki formüller ile hesaplanır.

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{c_j^*}\right), j \in B \quad (4), \qquad \tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_j^-}{c_{ij}}, \frac{a_j^-}{b_{ij}}, \frac{a_j^-}{a_{ij}}\right), j \in C \quad (10)$$

$$c_j^* = \max_i c_{ij} \ \ eğer \ j \in B \ ise \quad (11), \qquad a_j^- = \min_i a_{ij} \ \ eğer \ j \in C \ ise \quad (12)$$

5. Adım: Ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisi ($\tilde{V}$) oluşturulur.

$$\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m\times n} \quad (13), \qquad \tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij}(\cdot)\tilde{w}_j \quad (14)$$

6. Adım: Bulanık pozitif ideal (A^*) ve negatif ideal (A^-) çözümleri belirlenir.

$$A^* = (\tilde{v}_1^*, \tilde{v}_2^*, \dots, \tilde{v}_n^*) \quad (15), \qquad A^- = (\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \dots, \tilde{v}_n^-) \quad (16)$$

$$\tilde{v}_j^* = (1,1,1) \ ve \ \tilde{v}_j^- = (0,0,0), \qquad j = 1,2,\dots,n \quad (17)$$

7. Adım: Bulanık ideal çözümlerden uzaklıklar hesaplanır. Her alternatifin pozitif ideal çözüm (A^*) ve negatif ideal çözümden (A^-) uzaklıkları sırasıyla aşağıdaki formüller ile hesaplanır.

$$d_i^* = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^*), \quad i = 1,2,\dots,m \quad (18) \qquad d_i^- = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^-), \quad i = 1,2,\dots,m \quad (19)$$

Burada *d(. , .)* iki bulanık sayı arasındaki uzaklığı göstermektedir ve Tepe (Vertex) Yöntemine göre $\tilde{m} = (m_1, m_2, m_3)$ ve $\tilde{n} = (n_1, n_2, n_3)$ gibi iki üçgen bulanık sayı arasındaki uzaklık aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$d(\tilde{m}, \tilde{n}) = \sqrt{\frac{1}{3}[(m_1 - n_1)^2 + (m_2 - n_2)^2 + (m_3 - n_3)^2]} \quad (5)$$

8. Adım: Alternatiflerin sıralamasını belirleyebilmek için her alternatife ilişkin yakınlık katsayıları *(CC_i)* aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$CC_i = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^*} \ , \quad i = 1,2, \dots, m \quad (6)$$

9. Adım: Alternatifler CC_i değerine göre sıralanır. CC_i değeri (0,1) aralığında bir değer alır ve CC_i 1'e yaklaştıkça ilgili karar noktasının bulanık ideal çözüme yakınlığını gösterir.

3. UYGULAMA

Bu çalışmada Türkiye'de faaliyet gösteren 3 büyük GSM şirketi arasından en iyi olanının seçimi amaçlanmıştır. Bu amaçla GSM şirketlerini değerlendirmek üzere mobil kullanıcıların ihtiyaçları göz önüne alınarak 9 farklı kriter belirlenmiştir. Belirlenen kriterler ve kodları Tablo 2' deki gibidir.

Tablo 7. GSM operatörleri için değerlendirme kriterleri

Kodlar	Kriterler
C_1	Kapsama alanı
C_2	Hizmet kalitesi
C_3	Tarife Ücreti
C_4	Paket çeşitliliği
C_5	Promosyonlar
C_6	Müşteri hizmetleri
C_7	Cihaz kampanyaları
C_8	Katma değerli hizmetler
C_9	Online hizmetler

Tablo 8. Dilsel değişkenler ve bulanık sayı karşılıkları (Kaya ve Kahraman, 2011)

Dilsel Değişkenler	Bulanık Sayılar
Mutlak önemli (MÖ)	(2, 5/2, 3)
Çok önemli (ÇÖ)	(3/2, 2, 5/2)
Önemli (Ö)	(1, 3/2, 2)
Az önemli (AÖ)	(1, 1, 3/2)
Eşit önemli (E)	(1, 1, 1)
Az önemsiz (AZ)	(2/3, 1, 1)
Önemsiz (ÖZ)	(1/2, 2/3, 1)
Çok önemsiz (ÇZ)	(2/5, 1/2, 2/3)
Mutlak önemsiz (MZ)	(1/3, 2/5, 1/2)

Çalışmada kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesinde, Buckley'in (1985) bulanık AHP yaklaşımı uygulanmıştır. 15 karar verici tarafından değerlendirilen tüm ikili karşılaştırmalarda dilsel değişkenler kullanılmıştır. Dilsel değişkenler ve bulanık üçgensel sayı karşılıkları Tablo 3' deki gibidir.

15 karar verici tarafından ikili karşılaştırmaların $\forall i, j$ için $\tilde{a}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$ olarak ifade edildiği 15 tane karşılaştırma matrisi elde edilmiştir. Daha sonra matrislerin her birinin aynı elemanlarının geometrik ortalaması alınarak Tablo 7' deki A matrisi elde edilir. A matrisinin her satır için geometrik ortalamaları alınır ve daha sonra her bir kriterin bulanık ağırlık vektörü w_i hesaplanır.

3 alternatif GSM şirketi belirlenen kriterler ve Buckley (1985)' in bulanık AHP yaklaşımı uygulanarak elde edilen kriter ağırlıkları altında çok kriterli karar verme yaklaşımlarından biri olan bulanık TOPSIS yaklaşımı ile değerlendirilmiştir. İlk olarak 3 Karar vericiden oluşan karar verici grubu oluşturulmuş ve seçim kriterleri ve kriterlerin ağırlıkları belirlenmiştir. 3 Karar verici GSM şirketlerini karar kriterlerine göre dilsel değişkenler kullanarak değerlendirilmiştir. Kullanılan dilsel değişkenler ve üçgensel bulanık sayı karşılıkları Tablo 4' teki gibidir.

Tablo 9. Alternatifler için dilsel değişkenler ve üçgensel bulanık sayı karşılıkları (Chen, 2000; Kaya ve Kahraman, 2011)

Dilsel Değişkenler	Bulanık Sayılar
Çok zayıf (ÇZ)	(0, 0, 1)
Zayıf (Z)	(0, 1, 3)
Orta-zayıf (OZ)	(1, 3, 5)

Orta (O)	(3, 5, 7)
Orta-iyi (Oİ)	(5, 7, 9)
İyi (İ)	(7, 9, 10)
Çok iyi (Çİ)	(9, 10, 10)

15 farklı karar verici tarafından değerlendirilen, alternatiflerin kriterler altındaki değerleri tek bir değere çevrilmiştir ve kriter ağırlıkları bulanık AHP yöntemiyle elde edilmiştir. Bulanık karar matrisi ($\tilde{D}$) ve normalize edilmiş bulanık karar matrisi ($\tilde{R}$) oluşturulmuştur. Karar kriterleri arasında maliyet kriteri olan Tarife ücreti değerlendirilirken düşük olmasının daha iyi olduğu düşünülerek değerlendirilmiştir ve bu şekilde tarife ücreti kriteri de fayda kriterine çevrilmiştir. Ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisi ($\tilde{V}$) oluşturulmuştur. Bulanık pozitif ideal (A^*) ve negatif ideal (A^-) çözümler belirlenmiştir. Bulanık ideal çözümlerden olan uzaklıklar tepe (vertex) yöntemine göre hesaplanmıştır. Alternatiflerin sıralamasını belirleyebilmek için her alternatife ilişkin yakınlık katsayıları hesaplanmıştır. Alternatifler CC_i değerlerine göre sıralanmıştır ve en iyi alternarif seçilmiştir.

Tablo 10. Bulanık TOPSIS sonuçları

	d_i^-	d_i^-	CC_i
A_1	0,905	8,195	0,099
A_2	0,969	8,144	0,106
A_3	0,757	8,355	0,083

Tablo 6. A matrisi

$$A = \begin{array}{c} D_1 \\ D_2 \\ D_3 \\ D_4 \\ D_5 \\ D_6 \\ D_7 \\ D_8 \\ D_9 \end{array} \begin{bmatrix} 1 & (1.42,1.79,2.25) & (1.38,1.88,2.33) & (1.79,2.30,2.81) & (1.30,1.71,2.17) & (1.31,1.73,2.25) & (1.74,2.20,2.71) & (1.64,2.10,2.62) & (1.64,2.05,2.50) \\ (0.44,0.56,0.70) & 1 & (0.94,1.18,1.43) & (1.41,1.81,2.27) & (1.47,1.93,2.45) & (1.19,1.51,1.83) & (1.80,2.25,2.76) & (1.87,2.32,2.83) & (1.69,2.14,2.58) \\ (0.43,0.53,0.72) & (0.70,0.85,1.06) & 1 & (1.69,2.20,2.71) & (1.63,2.14,2.64) & (1.30,1.65,2.08) & (1.69,2.20,2.71) & (1.66,2.17,2.67) & (1.52,1.98,2.49) \\ (0.36,0.43,0.56) & (0.44,0.55,0.71) & (0.37,0.45,0.59) & 1 & (0.75,0.94,1.24) & (0.78,1.00,1.28) & (1.23,1.50,2.00) & (1.17,1.56,2.06) & (1.10,1.49,1.90) \\ (0.46,0.58,0.77) & (0.41,0.52,0.68) & (0.38,0.47,0.61) & (0.81,1.06,1.33) & 1 & (0.66,0.83,1.06) & (0.82,0.99,1.34) & (1.06,1.30,1.57) & (1.03,1.23,1.51) \\ (0.44,0.58,0.76) & (0.55,0.66,0.84) & (0.48,0.61,0.77) & (0.78,1.00,1.28) & (0.94,1.20,1.52) & 1 & (1.28,1.56,2.01) & (1.39,1.81,2.33) & (1.33,1.57,1.79) \\ (0.37,0.45,0.57) & (0.36,0.44,0.56) & (0.37,0.45,0.59) & (0.50,0.67,0.81) & (0.75,1.01,1.22) & (0.50,0.64,0.78) & 1 & (0.79,1.01,1.28) & (0.54,070,0.91) \\ (0.38,0.48,0.61) & (0.35,0.43,0.53) & (0.37,0.46,0.60) & (0.49,0.64,0.85) & (0.64,0.77,0.94) & (0.43,0.55,0.72) & (0.78,0.99,1.27) & 1 & (0.46,0.59,0.79) \\ (0.40,0.49,0.61) & (0.39,0.47,0.59) & (0.40,0.51,0.66) & (0.53,0.67,0.91) & (0.66,0.81,0.97) & (0.56,0.64,0.75) & (1.10,1.43,1.85) & (1.27,1.69,2.17) & 1 \end{bmatrix}$$

Tablo 7. Normalize edilmiş bulanık karar matrisi

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9
A_1	(0.72, 0.90, 1.00)	(0.70, 0.90, 1.00)	(0.00, 0.04, 0.19)	(0.63, 0.85, 1.00)	(0.66, 0.86, 1.00)	(0.57, 0.77, 0.93)	(0.72, 0.90, 1.00)	(0.63, 0.85, 1.00)	(0.83, 0.97, 1.00)
A_2	(0.72, 0.90, 1.00)	(0.50, 0.70, 0.87)	(0.48, 0.70, 0.93)	(0.56, 0.78, 0.96)	(0.72, 0.90, 1.00)	(0.70, 0.90, 1.00)	(0.38, 0.59, 0.76)	(0.48, 0.70, 0.93)	(0.70, 0.87, 0.97)
A_3	(0.31, 0.52, 0.72)	(0.13, 0.30, 0.50)	(0.63, 0.85, 1.00)	(0.48, 0.70, 0.93)	(0.38, 0.59, 0.79)	(0.17, 0.30, 0.50)	(0.31, 0.52, 0.72)	(0.33, 0.56, 0.78)	(0.70, 0.90, 1.00)

Tablo 8. Ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisi

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9
A_1	(0.09, 0.17, 0.28)	(0.07, 0.14, 0.23)	(0.00, 0.01, 0.04)	(0.04, 0.08, 0.14)	(0.04, 0.07, 0.13)	(0.04, 0.08, 0.15)	(0.03, 0.06, 0.11)	(0.03, 0.06, 0.10)	(0.04, 0.08, 0.12)
A_2	(0.09, 0.17, 0.28)	(0.05, 0.11, 0.20)	(0.05, 0.11, 0.22)	(0.03, 0.07, 0.14)	(0.04, 0.08, 0.13)	(0.05, 0.10, 0.16)	(0.02, 0.04, 0.08)	(0.02, 0.05, 0.09)	(0.04, 0.07, 0.12)
A_3	(0.04, 0.10, 0.21)	(0.01, 0.05, 0.12)	(0.06, 0.13, 0.23)	(0.03, 0.01, 0.13)	(0.02, 0.05, 0.11)	(0.01, 0.03, 0.08)	(0.01, 0.04, 0.08)	(0.01, 0.04, 0.08)	(0.04, 0.07, 0.12)

4. SONUÇ

Çalışmada çok güçlü bir rekabetin süre geldiği günümüz GSM teknolojilerinde 3 büyük GSM firmasından hangisinin seçileceği sorusu çok kriterli karar verme problemi olarak ele alınmıştır. Ele alınan problemde kriterler müşterilerin ihtiyaçları ve beklentileri doğrultusunda oluşturulmuştur. Kriterlerin seçim sürecindeki etkilerinin belirlenmesi için 15 kişilik anket yapılmış ve bu anket verilerine bulanık AHP yöntemi uygulanarak kriter ağırlıkları elde edilmiştir. Elde edilen kriter ağırlıkları ve 3 karar verici tarafından alternatiflerin kriterler altındaki değerlendirmeleri kullanılarak bulanık çok kriterli karar verme yaklaşımlarından biri olan TOPSIS uygulaması yapılmıştır. Yapılan değerlendirmeler sonucunda A_2 alternatifi seçilmiştir. A_2 alternatifinin mobil kullanıcılar için daha uygun ve avantajlı olduğu görülmüştür.

KAYNAKLAR

Aghajani Mir, M., Taherei Ghazvinei, P., Sulaiman, N.M.N., Basri, N.E.A., Saheri, S., Mahmood, N.Z., Jahan, A., Begum, R.A., Aghamohammadi, N., 2016, Application of TOPSIS and VIKOR improved versions in a multi criteria decision analysis to develop an optimized municipal solid waste management model, *journal of environmental management*, 166, 109-115.

Buckley, J.J.,1985, Fuzzy hierarchical analysis, *fuzzy sets and systems*, 17(1), 233-247.

Chamodrakas, I., Leftheriotis, I., Martakos, D., 2011, In-depth analysis and simulation study of an innovative fuzzy approach for ranking alternatives in multiple attribute decision making problems based on TOPSIS, *applied soft computing*, 11(1), 900-907.

Chen, S.J., and Hwang, C.L., 1992, *Fuzzy multiple attribute decision making-methods and applications*, Lecture notes in economics and mathematical systems, Springer, New York

Chen, C-T., 2000, Extensions of the TOPSIS for group decision making under fuzzy environment, *fuzzy sets and systems*, 114, 1-9.

Chen, Y., Li, K.W., Liu, S-F., 2011, An OWA-TOPSIS method for multiple criteria decision analysis, *expert systems with applications*, 38(5), 5205-5211.

Dağdeviren, M., Yavuz, S., Kılınç, N., 2009, Weapon selection using the AHP and TOPSIS methods under fuzzy environment, *expert systems with applications*, 36(4), 8143-8151.

Feng C-M., and Wang R-T., 2001, Considering the financial ratios on the performance evaluation of highway bus industry, *transport reviews*, 21(4), 449-467.

Hwang, C.L., and Yoon, K.P., 1981, *Multiple attribute decision making methods and applications*, Springer-Verlag, Berlin.

Jahanshahloo, G.R., Lotfi, F.H., Izadikhah, M., 2006, Extension of the TOPSIS method for decision-making problems with fuzzy data, *applied mathematics and computation*, 181(2), 1544-1551.

Kannan, D., Jabbour, A., Jabbour, C., 2014, Selecting green suppliers based on GSCM practices: Using fuzzy TOPSIS applied to a Brazilian electronics company, *european journal of operational research*, 233(2), 432-447.

Kaya, T., ve Kahraman, C., 2011, Multicriteria decision making in energy planning using a modified fuzzy TOPSIS methodology, *expert systems with applications*, 38(6), 6577-6585.

Kelemenis, A., and Askounis, D., 2010, A new TOPSIS-based multi-criteria approach to personnel selection, *expert systems with applications*, 37(7), 4999-5008.

Kelemenis, A., Ergazakis, K., Askounis, D., 2011, Support managers' selection using an extension of fuzzy TOPSIS, *expert systems with applications*, 38(3), 2774-2782.

Liao, C-N., and Kao, H-P., 2011, An integrated fuzzy TOPSIS and MCGP approach to supplier selection in supply chain management, *expert systems with applications*, 38(9), 10803-10811.Opricovic, S., and Tzeng, G-H., 2007, Extended VIKOR method in comparison with outranking methods, *european journal of operational research*, 178(2), 514-529.Önüt, S., ve Soner, S., 2008, Transshipment site selection using the AHP and TOPSIS approaches under fuzzy environment, *waste management*, 28(9), 1552-1559.

Öztayşi, B., 2014, A decision model for information technology selection using AHP integrated TOPSIS-Grey: The case of content management systems, *knowledge-based systems*, 70, 44-54.

Peng, C., Du, H., Liao T.W., 2015, A research on the cutting database system based on machining features and TOPSIS, *robotics and computer-ıntegrated manufacturing*, http://dx.doi.org/10.1016/j.rcim.2015.10.011.

Rashid, T., Beg, I., Husnine, S.M., 2014, Robot selection by using generalized interval-valued fuzzy numbers with TOPSIS, *applied soft computing*, 21, 462-468.

Wang, T-C., and Chang, T-H., 2007, Application of TOPSIS in evaluating initial training aircraft under a fuzzy environment, *expert systems with applications*, 33(4), 870-880.

Wang, X., Yang, F., Wei, H., Zhang, L., 2015, A new ranking method based on TOPSIS and possibility theory for multi-attribute decision making problem, *optik - international journal for light and electron optics*, 126(24), 4852-4860.

Yue, Z., 2011, A method for group decision-making based on determining weights of decision makers using TOPSIS, *applied mathematical modelling*, 35(4), 1926-1936.

GRİ İLİŞKİSEL ANALİZ İLE TEDARİK ZİNCİRİ PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ; OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA[1]

İbrahim Akbulut
Uşak Üniversitesi

Serdar Aydın
Uşak Üniversitesi

Ali Eleren
Kastamonu Üniversitesi

ÖZET

Otomotiv sektöründe tedarik zincirini oluşturan işletmelerin ticari ilişkilerinde önem verdikleri kriterlerin belirlenmesi ve bu kriterlere göre performanslarının değerlendirilmesi tedarik zincirinin verimini belirlemek için önemli bir adımdır. Bu amaçla otomotiv yedek parça sektöründe faaliyet gösteren yedek parça perakendecilerinin tedarikçileriyle ilişkilerinde önem verdikleri kriterlerin ortaya konması, bu kriterlerle tedarikçilerin performanslarının Gri İlişkisel Analiz ile değerlendirilmesi amaçlanmıştır.Uzman görüşü alınarak hazırlanan kriterler ile yedek parça perakendecilerine yapılan anket sonucuna göre ürün fiyatı, ürün garantisi, iade kolaylığı, yeni ürünlerin tanıtımı, ürün sevkiyatı, iskonto oranı, sipariş sisteminin kullanışlılığı, ürün çeşitliliği, sipariş edilen ürünlerin eksiksiz gelmesi kriterlerinin diğer kriterlere göre daha önemli olduğu sonucuna ulaşılmış, kriterlerin ağırlıkları belirlenmiştir. Gri İlişkisel Analiz ile yapılan değerlendirme sonucunda A4 tedarikçisinin performansının en iyi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Gri İlişkisel Analiz, Otomotiv Sektörü, Tedarik Zinciri Performansı

EVALUATION OF SUPPLY CHAIN PERFORMANCE WITH GREY RELATIONAL ANALYSIS; AN APPLICATION AT AUTOMOTİVE SECTOR[*]

ABSTRACT

It is an important step to find out the productivity of the supply chain with determining the important criteria for firms in business relations and evaluating supply chain peformance with these criteria. İn this study, it is aimed to evaluate the supliers' performance depend on that criteria with Grey Realtional Analysis. The survey prepared with expert opinion impemented. Price relevance of product, product warranty, easy return policy, promotion of new products, stock adequacy, daily product shipment, ratio of discount, practicality of the ordering system, product variety and sending orders faultless criateria found more important than other creteria. The firm A4 has best performance with evaluating Grey Relational Analysis.

Keywords: Grey Relational Analysis, Automotive Sector, Supply Chain Performance

1 Bu çalışma İbrahim AKBULUT' un yüksek lisans tezinden yararlanılarak hazırlanmıştır.

1. GİRİŞ

Tedarik zincirinin performansı işletme içi performansların yanında işletmeler arası ilişkilerin performansların da bağlıdır. İşletmeler arası performans değerlendirmesi yapılırken işletmeler için önceliklerin ortaya konması, bu kriterlere göre işletmelerin çalışma prensiplerinin düzenlemesi gerekmektedir.

Otomotiv sektörü diğer sanayi kolları ile olan ilişkisi, otomobilleri kişiler için temel ihtiyaçlardan olan ulaşımın yanı sıra çeşitli ihtiyaçlarını karşılayan bir ürün olması dolayısıyla her gün büyüyen bir sektör konumundadır. Gelişmiş ülkeleri otomotiv sektöründen büyük bir pay aldığı, gelişmekte olan ülkelerin de bu sektörden pay almak istediği bilinmektedir.

Ülkemiz de önemli bir büyüklüğe sahip olan bu sektördeki payını yükseltmek istemektedir. Bu amaçla daha önce birkaç kez yapılmaya çalışılan yerli araç projesi çalışmaları devam etmektedir. Bu yönde yapılan çalışmalarda gelecekte daha çok öne çıkacağı düşünülen elektrikli motorlu araçlar üzerine çalışmalar yapılmaktadır.

Ülkemizdeki vergi yükü veya diğer sebeplerden dolayı otomobiller pahalı ürünler grubundadır. Tüketiciler ürünün ilk alımında ödediklerin ücretten sonra belirli bir süre veya mesafe kullanımından sonra yenileme işlemleri için de ödeme yapmak durumundadırlar. Bu yenileme işlemleri için "yetkili servis" olarak adlandırılan otomobil markası tarafından yetkilendirilen işletmeleriya da daha çok küçük sanayi sitelerinde hizmet veren ve "özel servis" olarak adlandırılan işletmeler arasında tercih yapmaktadırlar.

Ülkemizde yolarda 2015 yılı başı itibariyle 14.332.000 araç bulunmaktadır. Bu araçların % 19'u 1-3 yaş aralığında iken % 15'i 4-6 yaş aralığındadır. Geriye kalan önemli bir bölüm 6 yaş üstü grubundadır (KPMG,2015). Türkiye yaş parkı ortalaması 12' dir. 3 Yaşına kadar olan araç bakımlarında yetkili servis kullanım yoğunluğu bulunurken, 3-5 yaş grubu araçlarda yetkili servis özel servis rekabeti, 5 yaş üstü araçlarda özel servis kullanım yoğunluğu bulunmaktadır (KPMG, 2014).

Özel servislerde yenileme işlemleri için değiştirilen parçalar, yine küçük sanayi sitelerinde faaliyet gösteren ve "yedek parçacı" olarak adlandırılan yedek parça perakendecisi işletmeler tarafından sağlanmaktadır.Yenileme işlemleri için gerekli malzemenin zamanında ve eksiksiz tedarik edilmesi, özel servislerde tamir bakımı yapılan araçların kısa sürede tekrar kullanılabilir hale getirilmesi ve özel servislerde çalışan personelin zaman kaybına uğramaması için önemlidir.

Otomotiv sektöründe birçok şirket farklı marklar altında araç piyasaya sürmektedir. Bu modellerin kasa tipi, yakıt tipi ve model yılı gibi kriterlere göre parçalarında değişiklik olduğu düşünülürse, bu kadar farklı yedek parçanın her yedek parçanın stoklarında bulunması mümkün olmamaktadır. Bu yedek parçacılar faaliyet gösterdiği yerleşim yerinin nüfusuna göre uzmanlaşabilmekte, tek markanın ya da ülke menşeine göre ülkelerin markalarının yedek parçalarını stoklarında bulundurmaktadır. Küçük nüfuslu yerleşim birimlerindedaha çok her markanın çok talep gören ürünlerini stoklarında bulundurmaya çalışan yedek parça perakendecileri faaliyet göstermektedir.

Çalışmada yedek parça perakendecilerinin tedarikçisi konumundaki "toptancıları" ile ticari ilişkilerinde önemli olan kriterlerin ortaya çıkarılması ve bu kriterler ile tedarikçilerin performanslarının Gri ilişkisel analiz kullanılarakdeğerlendirilmesi amaçlanmıştır.

2. TEDARİK ZİNCİRİ PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ İÇİN KULLANILAN KRİTERLER

Tedarik zinciri performansının değerlendirilmesi için literatürde yer alan ilk çalışma G. W. Dicson'a (1966) aittir. Ulusal Satın Alma Yöneticileri Birliğine üye Amerika ve Kanada'da faaliyet gösteren 273 işletmenin satın alma müdürlerine anket uygulayarak yapılan çalışmada tedarikçi seçiminde önemli olan 23 kriter belirlenmiştir. Dicson' ın bu çalışmasında sonra tedarikçi seçiminde önemli kriterlerin ortaya konması için birçok çalışma yapılmış, 1991 yılında Weber, Curent ve Benton. bu çalışmaları inceleyerek Dicson'ın belirlediği kriterlerin kaç çalışmaya konu olduğunu ve kriterlerin önem sırasının nasıl bir değişikliğe uğradığını çalışmalarında belirtmiştir.Dicson'ın en önemli kriter olarak belirlediği kalite kriteri Webervd.'nin çalışmasında üçüncü en önemli kriter olarak yer almıştır. Fiyat kriteri Dicson tarafından 6. sırada yer alırken Webervd.'nin çalışmasında en önemli kriter olarak ortaya çıkmıştır.

Tayyar ve Arslan 2013 yılında yayınladıkları çalışmalarında tedarikçi seçiminde kullanılan kriterlerin belirlendiği 5 temel çalışmayı incelemişlerdir. Çalışmada Weber vd.' nin 1966-1990 yılları arasında incelediği 74 çalışmada en çok çalışılan kriter %82 ile fiyat kriteri, Cheragi vd.' nin 1990-2001 yılları arasında 36 çalışmayı incelediği çalışmada %79 ile kalite kriteri, Thiruchelvam' ın 2000-2011 yılları arsında 46 çalışmayı inceldiği çalışmada %80 ile kalite ve fiyat kriterleri, Ho vd.' nin 200-2008 yılları arsındaki çalışmaları incelediği çalışmada %87 ile kalite kriteri en çok çalışılan kriterler olarak belirlenmiştir.

Kriterlerin ortaya konduğu diğer bir çalışmada da Pal, Gupta ve Garg'ın çalışmalarıdır. 2013 yılında yayınlanan çalışmada Dickson'ın çalışmasından 2013 yılına kadar yapılan çalışmalar incelenmiştir. Bu çalışmada da en önemli kriterlerin fiyat, kalite, teslimat, garanti ve alacak politikası kriterleri olarak belirlenmiştir.

3. UYGULAMA

Otomotiv yedek parça sektöründe yedek parça perakendecilerinin tedarikçileriyle ilişkilerinde önemli kriterlerin ortaya konması amacıyla perakendeci işletmelerle görüşmeler yapılmıştır. 5 Uzman görüşü alınarak 20 kriter ve 40 tedarikçi işletme belirlenmiştir. Oluşturulan ilk anketin birinci bölümünde 20 kriter listelenmiş ve katılımcılardan bu kriterlerin önem derecelerini 5'li Likert ölçeğine göre ifade etmeleri istenmiştir. İkinci bölümde ise en çok çalışılan 40 tedarikçi işletme listelenmiş, katılımcılardan tedarikçilerle çalışma sıklıklarını "her zaman" , "ara sıra" ve "hiçbir zaman" seçeneklerinden biri ile ifade etmeleri istenmiştir.

Birinci anket sonucu elde edilen değerlerin ortalaması alınarak en önemli 10 kriter ve en çok çalışılan 12 tedarikçi belirlenmiştir. Ayrıca elde edilen değerlerin aritmetik ortalaması alınarak 10 kriterinağırlık değerlerine ulaşılmıştır.Oluşturulan ikinci ankette katılımcılardan her bir işletmeyi belirlenen 10 kritere göre 5'li Likert ölçeğine göre değerlendirmeleri istenmiştir. İkinci anket sonucu oluşan değerlerin ortalaması alınmış ve her tedarikçi işletmenin puanına ulaşılmıştır.

Gri İlişkisel Analiz 1982 yılında Profesör JulongDeng tarafından ortaya atılmıştır. Bu analizde iki değişken arasında zamanla meydana gelen değişim gri ilişki olarak tanımlanırken, bu değişimin yönünün belirlenmesi için de gri ilişkisel analiz kullanılmaktadır (Feng ve Wang, 2000). Çok kriterli problemlerde en iyi ve en kötü değerlere uzaklıkları hesaplayarak iyi sonuçlar vermektedir (Demiray, 2007). Orijinal verilerle basit ve anlaşılabilir analiz yaparak karar vermesi gereken yöneticilere yol göstermektedir (Wu, 2002).12 Alternatifin 10 kritere göre aldığı değerler Tablo 1'de gösterilmiştir ve Gri İlişkisel Analiz adımları uygulanmıştır.

Tablo 1. Alternatiflerin kriterlere göre aldığı değerler

	K1	**K2**	**K3**	**K4**	**K5**	**K6**	**K7**	**K8**	**K9**	**K10**
	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min
A1	2,000	2,000	1,875	3,125	2,250	2,625	2,375	1,875	1,875	2,625
A2	2,143	2,429	2,429	2,429	2,429	2,000	2,143	1,857	2,000	2,429
A3	2,375	1,875	2,250	3,000	2,125	2,375	2,250	1,875	2,125	2,250
A4	1,333	1,667	1,667	2,167	1,167	1,333	1,500	1,667	1,333	1,667
A5	2,625	3,625	3,750	3,125	3,000	3,375	2,625	2,500	3,250	3,500
A6	2,000	2,286	2,571	2,429	2,000	2,429	2,000	1,571	1,714	1,857
A7	2,250	3,250	2,750	3,000	2,625	2,875	2,500	2,250	2,500	2,750
A8	2,125	1,444	1,333	1,444	1,889	1,667	1,778	1,667	1,889	2,000
A9	2,000	1,750	1,750	2,125	2,250	2,250	2,000	1,625	2,000	2,125
A10	2,333	2,167	2,000	2,667	2,167	2,667	2,000	1,833	2,667	2,500
A11	1,857	1,857	1,714	2,286	2,000	2,000	1,857	1,857	2,000	2,000
A12	1,700	3,200	3,900	2,100	2,300	2,625	1,875	2,375	2,375	2,625

Oluşturulan birinci anket sonucu kriterlerin ağırlıklarına ulaşılmıştır. Kriterlerin ağırlık değerleri Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Yedek parça perakendecileri için en önemli 10 kriter ve kriter ağırlıkları

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
	Ürünlerinin fiyatları uygundur	Ürünleri garantilidir	Kusurlu ürünlerde iade kolaylığı sağlar	Yeni çıkan ürünlerin tanıtımını yapar	Ürün stoku yeterlidir	Her gün ürün sevkiyatı yapmaktadır	İskonto oranı iyidir	Sipariş verme sistemi kullanışlıdır	Ürün çeşitliliğine sahiptir.	Siparişleri eksiksiz göndermektedir
w_i	0,105	0,099	0,105	0,097	0,097	0,095	0,101	0,105	0,099	0,095

Gri ilişkisel analizinde referans serisi ve karşılaştırma matrisi oluşturulduktan sonra karar matrisinin normalizasyon işlemi yapılmıştır. Daha sonra mutlak değer tablosuna ve gri ilişkisel katsayı matrisine ulaşılmıştır. En son adımda da gri ilişkisel dereceler oluşturularak alternatiflerin sıralaması yapılmıştır.

Tablo 3. Gri ilişkisel analiz sonucu oluşan değerler ve alternatiflerin sıralaması

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	Γ_{0i}	Sıra
A1	0,492	0,662	0,703	0,333	0,458	0,441	0,391	0,605	0,639	0,489	0,524	6
A2	0,444	0,526	0,540	0,461	0,421	0,605	0,467	0,619	0,590	0,546	0,522	7
A3	0,383	0,717	0,583	0,351	0,489	0,495	0,429	0,605	0,548	0,611	0,521	8
A4	1,000	0,831	0,794	0,538	1,000	1,000	1,000	0,830	1,000	1,000	0,899	1
A5	0,333	0,333	0,347	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,335	12
A6	0,492	0,564	0,509	0,461	0,524	0,482	0,529	1,000	0,716	0,828	0,612	5
A7	0,413	0,376	0,475	0,351	0,386	0,398	0,360	0,406	0,451	0,458	0,408	11
A8	0,449	1,000	1,000	1,000	0,559	0,754	0,669	0,830	0,633	0,733	0,763	2
A9	0,492	0,781	0,755	0,553	0,458	0,527	0,529	0,897	0,590	0,667	0,627	3
A10	0,392	0,602	0,658	0,407	0,478	0,434	0,529	0,639	0,418	0,524	0,510	9
A11	0,552	0,725	0,771	0,500	0,524	0,605	0,612	0,619	0,590	0,733	0,624	4
A12	0,638	0,383	0,333	0,562	0,447	0,441	0,600	0,366	0,479	0,489	0,474	10

Gri ilişkisel analiz sonucunda A4 tedarikçisinin performansının en iyi olduğunu sonucuna ulaşılırken A5 tedarikçisinin performansının diğerlerine göre daha kötü olduğu belirlenmiştir. A4 tedarikçisinden sonra sırasıyla A8 ve A9 tedarikçilerinin performansları diğer tedarikçilere göre daha iyi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ülke ekonomileri için önemli bir büyüklüğe sahip otomotiv sektöründe yedek parça perakendecileri ile tedarikçileri arasındaki ticari ilişkide performansa etki eden kriterlerin ortaya konması için kriterler ortaya konmuştur. Literatür incelemesi sonucunda daha önce çeşitli sektörlerde tedarik zinciri performansına etki eden kriterlerle ilgili çalışmalar yapıldığı görülmüş ama otomotiv yedek parça sektöründe bu kriterleri kullanan çalışmaya rastlanmamıştır.

Uzman görüşü sonucu oluşturulan 20 kriter katılımcıların elde edilen bilgiler ile 10 kritere indirilmiştir. Diğerlerine göre daha az önemli 10 kriter arasında yer alan ürünlerin yerli olması kriteri, sektörde ülkemizin henüz istenen seviyede olmamasının etkisiyle önemli kriterler arasında yer almamıştır. Otomotiv sektöründe yerli araç markasının olmaması, yedek parça sektöründe yer alan markalarının bilinirliklerinin az olması bu kriterin önemini etkileyen diğer faktörler olarak görülmektedir.

Diğer sektörlerde olduğu gibi Çin menşeili yedek parçalar da sektörde yoğun olarak bulunmaktadır. Ancak fiyatların uygun olmasına rağmen kalite sorunundan dolayı müşteriler tarafından çok tercih

edilmemektedir. Marka olmayı başarmış bazı firmalar Çin'de üretim yapmalarına rağmen Çin markası olarak görülmemektedirler.
Otomobillerin üretiminde kullanılan orijinal yedek parçalar, fiyatlarının yüksek olmasından dolayı yedek parça perakendecilerini kullanan müşteriler tarafından tercih edilmemektedir. Burada kaliteli olarak bilinen ikame malların fiyat faktöründen dolayı tercih edildiği görülmektedir.
Dinamik bir sektör olması, sektörde yeni işletmelerin de yoğun rekabetten dolayı pazara nüfuz etme istekleri dolayısıyla yedek parça tedarikçisi işletmelerin ticari geçmişleri önemli olarak görülmemektedir.
Lojistik sektöründeki gelişmelerle beraber tedarikçilerin depo uzaklığı kriteri önemini kaybetmiştir. Tedarikçiler siparişleri kargo şirketleri sayesinde çok kısa zamanda istenilen yere gönderebilmektedir.
Tedarikçilerin yoğun rekabetten dolayı yedek parça perakendecilerine geri ödeme yapmaları için süre tanıdığı, perakendecilerin de satışlarını genellikle nakit ve kredi kartı ile gerçekleştirdikleri için vade tedarikçilerin sunduğu vade süresi kriteri önemli olarak görülmemiştir.
Sektörde faaliyet gösteren tedarikçileri benzer yapıya sahip olduğu sonucuna ulaşılmış, dolayısıyla tedarikçilerin kurumsal bir yapıya sahip olması kriterinin öneminin az olduğu sonucuna ulaşılmıştır.Tedarikçilerin pazar payını arttırmak ve tercih sebebi olmak için sunduğu promosyonların yedek parça perakendecileri tarafından önemi az olarak görülmüştür.
Çalışmada en önemli kriterler olarak ürün fiyatlarının uygun olması kriteri, kusurlu ürünlerde iade kolaylığı sağlaması kriteri ve sipariş verme sisteminin kullanışlılığı kriteri olarak bulunmuştur. Tüketicilerin yedek parça perakendecilerini tercih etmesinin en önemli etkenlerin de biri olan fiyat kriteri dolayısıyla bu kriter en önemli kriterlerden biri olarak ortaya çıkmıştır.
Yedek parçalar için ödenen ücretler göz önüne alınınca fayda sağlaması beklenen ürünün fonksiyonunu yerine getirmediğinde değiştirilmesi ya da ödenen ücretin geri ödenmesi gerekmektedir. Burada tedarikçinin sağladığı iade kolaylığı kriterinin önemi ortaya çıkmaktadır.
Yedek parça sayısının fazlalığı, stok sayısı kısıtından dolayı sipariş sistemlerinin kullanışlı olması kriteri en önemli kriterler arasında yer almaktadır.
Tedarikçilerin sunduğu ürünlerin garantili olması kriteri önemli olarak görülmektedir.
İkame ürünlerin orijinal ürünlerden belli bir süre sonra ortaya çıktığı göz önüne alındığında tedarikçilerin yeni ürünlerin tanıtımı yapması kriterinin önemi ortaya çıkmaktadır.
Sektörde yer alan farklı marka ve modeller göz önüne alındığında yedek parça sayısının çokluğu da ortaya çıkmaktadır. Bazı tedarikçiler sadece bir markanın ürünlerini stoklarında bulundururken bazıları da birçok markanın yedek parçalarını bulundurmaktadırlar. Perakendeciler, tedarikçinin stok çeşitliliğini ve stok yeterliliğiniönemli bir kriterler olarak görmektedirler.
Tedarikçilerin, perakendecilerin iş kapasitelerine göre sunduğuiskonto oranları kriteri önemli olarak görülmektedir.
Perakendecilerin satışını yaptıkları ürünlerin tekrar stoklarında bulundurmak ya da istenen siparişleri tedarikçiden tedarik etmek istemektedirler. İstenen ürünlerin tam ve zamanında gelmesi kriteri önemli olarak görülmektedir.
Daha önce farklı sektörlerde yer alan kriterler otomotiv yedek parça sektörüne uyarlanmış, kriterlerin önem ağırlıkları belirlenmiştir. Daha sonra sonra bu kriterler ve ağırlıkları kullanılarak Gri ilişkisel analiz ile performans değerlendirmesi yapılmıştır. Kriterlerin ağırlık değerlerinin birbirine yakın değerler olduğu belirlenmiştir. Çalışmanın perakende sektöründe yapılmış olması kriter ağırlıklarının birbirine yakın çıkmasında etkili olduğu düşünülmektedir.
Daha sonraki çalışmalarda bu perakendecilerin performanslarını etkileyen kriterler incelenebilir. Bu perakendecilerin tek bir markanın ürünlerini ya da birçok markanın ürünlerini stoklarında bulundurmalarının performanslarına etkileri araştırılabilir.

KAYNAKÇA

Cheraghi, S. H., Dadashzadeh, M. ve Subramanian, M. (2004). Critical success factors for supplier selection: An update. *Journal of Applied Business Research (JABR), 20*(2), 91-108.

Demiray, A. (2007). *Makine seçim probleminin çok kriterli karar verme yöntemiyle çözümü*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Deng, J. (1982). Control problems of grey systems. *Systems and Control Letters, 1*, 288–294.

Dickson, G.W. (1966). An analysis of vendor selection systems and decisions, *Journal of Purchasing, 2*(1), 5-17.

Feng, C. M. ve Wang, R. T. (2000). Performance evaluation for airlines including the consideration of financial ratios. *Journal of Air Transport Management, 6*, 133-142.

Ho, W., Xu, X. ve Dey, P. K. (2010). Multi-criteria decision making approaches for supplier evaluation and selection: A literature review. *European Journal of Operational Research, 202*(1), 16-24.

Otomotiv Yöneticileri Araştırması (2014). Türkiye otomotiv sektöründe sürdürülebilir büyüme 2018 öngörüleri. *KPMG Türkiye.*

Otomotiv Yöneticileri Araştırması (2015). Türkiye otomotiv sektöründe yeni stratejik yatırım hedefleri *KPMG Türkiye.*

Pal, O.,Gupta, A. K. ve Garg, R. K. (2013). Supplier selection criteria and methods in supply chains: A review. *International Journal of Social, Management, Economics and Business Engineering*, *7*(10), 1403-1409.

Tayyar, N. ve Arslan, P. (2013). Hazır giyim sektöründe en iyi fason işletme seçimi için AHP ve VİKOR yöntemlerinin kullanılması. *Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, *11*(1), 340-358.

Thiuchelvam, S. ve Tookey, J. (2011). Evolving trends of supplier selection criteria and methods. *International Journal of Automotive and Mechanical Engineering*, *4*, 437-454.

Weber, C. A., Current, J. R. ve Benton, W. C. (1991). Vendor selection criteria and methods. *European Journal of Operational Research*, *50(1)*, 2-18.

Wu, H. H. (2002). A comparative study of using grey relation analysis in multiple attribute decision making problems. *Quality Engineering*, *15*(2), 209-217.

ÇOK MODLU TEHLİKELİ MADDE TAŞIMACILIĞI İÇİN MODEL ÖNERİSİ

Gizem Akçal Taşpınar
Gazi Üniversitesi

Serpil Erol
Gazi Üniversitesi

ÖZET

Yük taşımacılığı önceleri tek taşıma modu ile gerçekleştirilirken günümüz rekabet koşullarında yerini en az iki taşıma modundan oluşan çok modlu taşımacılık sistemine bırakmaktadır. Yıllar içerisinde çeşitli yük taşıma modları kombinasyonu ile belli kısıtlar altında mevcut sistemi optimize edecek modeller kullanılmakta olup, sistem ihtiyacına yönelik uygulamalar yapılmıştır. Bu çalışmada; karayolu ve demiryolu taşımacılığı birlikte ele alınarak tehlikeli madde taşımacılığı için; ürünlerin teslim süresi, aktarma merkezlerinde bekleme süresi ve bekleme maliyeti, aktarma merkezi için kurulum olup olmayacağı, aktarma merkezlerinin kapasitesi kısıtları ile; taşınan tehlikeli ürünlerin minimum maliyet ve minimum sürede son kullanıcıya ulaştırılmasını sağlayacak model geliştirilmiştir.

Anahtar Sözcükler: aktarma merkezleri, çok modlu taşımacılık, tehlikeli ürün taşımacılığı

MODEL SUGGESTION FOR MULTI-MODAL TRANSPORTATION OF HAZARDOUS MATERIALS

ABSTRACT

Material transportation used to be done by unimodal transportation. However in today's conditions of competition, it is now done by multimodal transportation systems that consist of at least two transportation modes. Throughout the years, modals that optimize the current system under the certain constraints with combinations of various material transportation modes have been used in an attempt to find applications to supply the needs of the system. In this study, both the road and the railway transport for the hazardous material were used. By the modal developed, it was aimed to transport the hazardous material to the end user with minimum cost and in minimum time along with constraints of delivery time of the products, waiting time and waiting cost in the hub, whether there will be a need for a hub or not and the capacity of the hub.

Keywords: hub, multi-modal transportation, transportation of hazardous material

1.GİRİŞ

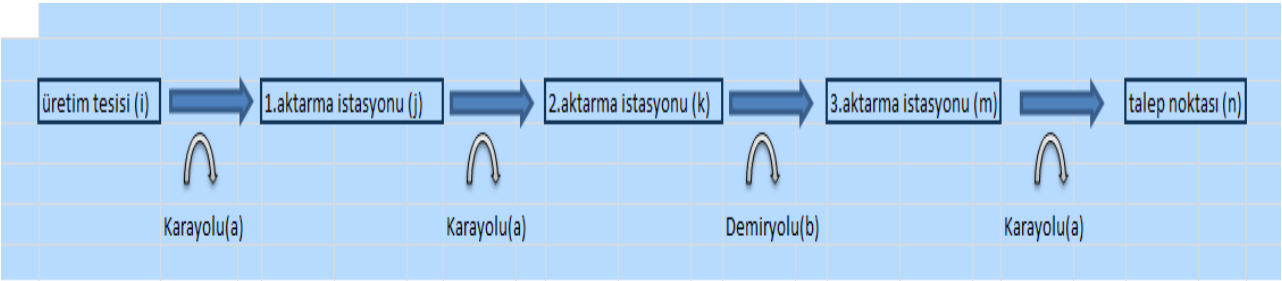
Günümüz rekabet koşullarında lojistik yaklaşımlarda zaman içerisinde iyileştirmeler yapılarak mevcut sistemler yenilenmeye çalışılmaktadır. Önceden tek bir taşıma modu ile gerçekleştirilen yük taşımacılığı günümüzde yerini en az iki taşıma modundan oluşan çok modlu taşımacılık sistemine bırakmaktadır (Yetgin, 2011). Yıllar içerisinde çeşitli yük taşıma modları kombinasyonu ile sistem ihtiyacına yönelik optimizasyon uygulamaları yapılmıştır. Toplam maliyet, ürünlerin güvenilir taşınması, teslim süreleri, aktarma istasyonlardaki işlem zamanları gibi çeşitli amaçlar optimize edilmektedir.

Verma ve Verter (2010) tehlikeli madde taşımacılığında karayolu ve demiryolunu entegre ederek ürünlerin teslim süresini dikkate alan çalışma yapmışlardır. Reniers ve Dullaert'in (2012) çalışmasında 'Güvenlik Zaafiyet Değerlendirmesi'kapsamında tehlikeli maddelerin farklı taşıma modlarındaki risk seviyeleri karşılaştırılmıştır. Modların seçilmesinin akabinde rotalama seçimi için modeller önerilmiştir. Ergin ve Çekerol'un (2008) çalışmasında Türkiye'de çoğunlukla karayolu ile lojistiğin karşılanmasının lojistikte dağılımın dengesizliğine neden olduğu belirtilerek çok modlu yük taşımacılığının Türkiye'de nasıl uygulanacağı, bir model oluşturularak araştırılmış olup, çok modlu taşıma sisteminin ve bununla birlikte rotalarının bulunması kapsamında çalışılmıştır. Bu model çalışması hızlı tüketim ürünlerinde uygulanmış olup, taşıma maliyetlerinin minimize edildiği yük taşıma modlarıyla lojistik üs için stratejik lokasyonlar belirlenmiştir. Xie, Lu, Wang ve Quadrifoglio (2012) çalışmasında tehlikeli madde taşımacılığı için lokasyon seçimi ve rotalama konuları üzerinde çalışmalar yapmıştır. Jiang, Zhang, Rong ve Zhang (2014) çalışmasında çok modlu lokasyon ve rotalama modeli tehlikeli maddelerin taşınması probleminde kullanılacak şekilde önerilmiştir. Bu model çok ürünlü problemler için kullanılmıştır. Yetgin'in (2011) çalışmasında coğrafi koşullar göz önünde bulundurularak demiryolu ve karayolu taşımacılığı olacak şekilde çok modlu bir sistem önerilmiştir. Mevcut durumlar değerlendirilmiş olup, Türkiye'de en kısa yolları bulmak amaçlanmıştır. Gezgin satıcı problemi kapsamında en kısa yolları belirlemek için karınca kolonisi algoritması önerilerek kullanılmıştır. Kazantzii, Kazantzis ve Gerogiannis 'ın (2011) çalışmasında ise tehlikeli ürünlerin taşıdığı risklere göre taşımacılık için optimizasyon modeli önerilmiştir. Talarico, Reniers, Sörensen ve Springael'in (2015) çalışmasında terörist saldırısına karşı tehlikeli madde taşımacılığında karayolu ve demiryolu taşımacılığı ele alınarak bekleme kayıplarını engelleyecek MISTRAL (Multi-Modal-Security-Transportation-Model) model kullanılmış olup oyun teorisini temel alan bir yöntem geliştirilmiştir.

Bu çalışmada; karayolu ve demiryolu taşımacılığı birlikte ele alınarak tehlikeli ürünler için; ürünlerin teslim süresi, hublarda bekleme süresi ve bekleme maliyeti, hub kurulum izninin varlığı, hubların kapasitesi kısıtları ile; taşınan tehlikeli ürünlerin minimum maliyet ve minimum sürede son kullanıcıya ulaştırılmasını sağlayacak model önerilecektir.

2.MODEL

Model; ulaştırma problemini çözmeye yönelik olarak tek ürün (tehlikeli madde-p) için geliştirilmiştir. Model dönemi için tek dönemde karar verilmesi amaçlanmıştır. Model içerisinde, tek tedarikçi (arz noktası-i), birden fazla aktarma merkezi (j,k,m) ile tek talep noktası (n) arasındaki ileri ürün akışları ele alınmıştır. Kullanılacak taşıma modları iki adet olup karayolu (a) ve demiryolu (b) dur.



Şekil1. Taşıma ağı aşamaları

Mevcut sistemde k aktarma merkezi ve m aktarma merkezi arasında yer alan taşımacılık karayolu ile yapılmaktadır.

<u>Modelin varsayımları aşağıdaki gibidir:</u>

1. Taşıma maliyetlerinin hesaplanmasında araçların tamamen dolu olarak gittiği varsayılmıştır.
2. Üretim tesisinin (i), aktarma istasyonlarının (j,k,m) ve talep noktasının (n) konumları kesin olarak bilinmektedir.
3. Taşıma modları olarak yalnızca karayolu(a) ve demiryolu(b) kullanılacaktır.

4. Tehlikeli maddelerin aktarma merkezlerinde bekleme süresinin maksimum 24 saat olacağı varsayılmıştır.
5. Her demiryolu taşıtının kapasitesi birbirine eşittir.
6. Her karayolu taşıtının kapasitesi birbirine eşittir.

İndisler:

i : arz noktası
j : 1.aktarma merkezi
k: 2.aktarma merkezi
m: 3.aktarma merkezi
n: talep noktası
p: tehlikeli ürün
a: karayolu taşıma modu
b: demiryolu taşıma modu

Parametreler:

Dpn n talep noktasının talep ettiği p ürün miktarı
$Ctrans^{1}_{pija}$ p ürününün i noktasından j aktarma merkezine a taşıma modu ile taşıma maliyeti (TL)
$Ctrans^{2}_{pjka}$ p ürününün j aktarma merkezinden k aktarma merkezine a taşıma modu ile taşıma maliyeti (TL)
$Ctrans^{3}_{pkmb}$ p ürününün k aktarma merkezinden m aktarma merkezine b taşıma modu ile taşıma maliyeti (TL)
$Ctrans^{4}_{pmna}$ p ürününün m aktarma merkezinden n talep noktasına a taşıma modu ile taşıma maliyeti (TL)
$Ttrans^{1}_{pija}$ p ürününün i noktasından j aktarma merkezine a taşıma modu ile taşıma süresi (saat)
$Ttrans^{2}_{pjka}$ p ürününün j aktarma merkezinden k aktarma merkezine a taşıma modu ile taşıma süresi (saat)
$Ttrans^{3}_{pkmb}$ p ürününün k aktarma merkezinden m aktarma merkezine b taşıma modu ile taşıma süresi (saat)
$Ttrans^{4}_{pmna}$ p ürününün m aktarma merkezinden n talep noktasına a taşıma modu ile taşıma süresi (saat)
$Crebr^{J,\ disc}_{pja}$ a taşıma modu ile j aktarma merkezine gelen p ürününün boşaltılma maliyeti (TL)
$Crebr^{J,\ load}_{pja}$ a taşıma modu ile j aktarma merkezinden çıkacak p ürününü yükletme maliyeti (TL)
$Crebr^{K,\ disc}_{pka}$ a taşıma modu ile k aktarma merkezine gelen p ürününün boşaltılma maliyeti (TL)
$Crebr^{K,\ load}_{pka}$ b taşıma modu ile k aktarma merkezinden çıkacak p ürününü yükletme maliyeti (TL)
$Crebr^{M,\ disc}_{pma}$ b taşıma modu ile m aktarma merkezine gelen p ürününün boşaltılma maliyeti (TL)
$Crebr^{M,\ load}_{pma}$ a taşıma modu ile m aktarma merkezinden çıkacak p ürününü yükletme maliyeti (TL)
$Trebr^{J,\ disc}_{pja}$ a taşıma modu ile j aktarma merkezine gelen p ürününün boşaltılma süresi (saat)
$Trebr^{J,\ load}_{pja}$ a taşıma modu ile j aktarma merkezinden çıkacak p ürününü yükletme süresi (saat)
$Trebr^{K,\ disc}_{pka}$ a taşıma modu ile k aktarma merkezine gelen p ürününün boşaltılma süresi (saat)
$Trebr^{K,\ load}_{pkb}$ b taşıma modu ile k aktarma merkezinden çıkacak p ürününü yükletme süresi (saat)
$Trebr^{M,\ disc}_{pmb}$ b taşıma modu ile m aktarma merkezine gelen p ürününün boşaltılma süresi (saat)
$Trebr^{M,\ load}_{pma}$ a taşıma modu ile m aktarma merkezinden çıkacak p ürününü yükletme süresi (saat)
$Cwait^{J}_{pja}$ a taşıma modu ile gelen p ürününün j aktarma merkezindeki alanda bekleme maliyeti (TL)
$Cwait^{K}_{pka}$ a taşıma modu ile gelen p ürününün k aktarma merkezindeki alanda bekleme maliyeti (TL)
$Cwait^{M}_{pmb}$ b taşıma modu ile gelen p ürününün m aktarma merkezindeki alanda bekleme maliyeti (TL)
$Twait^{J}_{pja}$ a taşıma modu ile gelen p ürününün j aktarma merkezindeki alanda bekleme süresi (saat)
$Twait^{K}_{pka}$ a taşıma modu ile gelen p ürününün k aktarma merkezindeki alanda bekleme süresi (saat)
$Twait^{M}_{pmb}$ b taşıma modu ile gelen p ürününün m aktarma merkezindeki alanda bekleme süresi (saat)
$Ccons^{J}_{j}$ j aktarma merkezinin açılması ile oluşacak yatırım maliyeti (TL)
$Ccons^{K}_{k}$ k aktarma merkezinin açılması ile oluşacak yatırım maliyeti (TL)
$Ccons^{M}_{m}$ m aktarma merkezinin açılması ile oluşacak yatırım maliyeti (TL)

$Cope^J_j$ j aktarma merkezinin açılması ile oluşacak işletme maliyeti (TL)
$Cope^K_k$ k aktarma merkezinin açılması ile oluşacak işletme maliyeti (TL)
$Cope^M_m$ m aktarma merkezinin açılması ile oluşacak işletme maliyeti (TL)
Sj j aktarma merkezinin kapasitesi (konteyner)
Sk k aktarma merkezinin kapasitesi (konteyner)
Sm m aktarma merkezinin kapasitesi (konteyner)

Karar değişkenleri:
X^1_{pija} i noktasından j aktama merkezine a taşıma modu ile gönderilen p ürünü miktarı
X^2_{pjka} j aktarma merkezinden k aktarma merkezine a taşıma modu ile gönderilen p ürünü miktarı
X^3_{pkmb} k aktarma merkezinden m aktarma merkezine b taşıma modu ile gönderilen p ürünü miktarı
X^4_{pmna} m aktarma merkezinden n talep noktasına a taşıma modu ile gönderilen p ürünü miktarı
Y_j^J j aktarma merkezinin açılıp açılmaması ile ilgili 0 – 1 karar değişkeni
Y_k^K k aktarma merkezinin açılıp açılmaması ile ilgili 0 – 1 karar değişkeni
Y_m^M m aktarma merkezinin açılıp açılmaması ile ilgili 0 – 1 karar değişkeni

Amaç fonksiyonu: Toplam maliyeti minimize etmek:

$$\text{Minz}= \sum_{p=1}^{p}\sum_{i=1}^{i}\sum_{j=1}^{j}\sum_{a=1}^{a} Ctrans^1_{pija}\, X^1_{pija} + \sum_{p=1}^{p}\sum_{j=1}^{j}\sum_{k=1}^{k}\sum_{a=1}^{a} Ctrans^2_{pjka}\, X^2_{pjka} + \sum_{p=1}^{p}\sum_{k=1}^{k}\sum_{m=1}^{m}\sum_{b=1}^{b} Ctrans^3_{pkmb}\, X^3_{pkmb} + \sum_{p=1}^{p}\sum_{m=1}^{m}\sum_{n=1}^{n}\sum_{a=1}^{a} Ctrans^4_{pmna}\, X^4_{pmna} + \sum_{p=1}^{p}\sum_{i=1}^{i}\sum_{j=1}^{j}\sum_{a=1}^{a} (Crebr^{J,\,disc}_{pja} + Cwait^J_{pja})\, X^1_{pija} + \sum_{p=1}^{p}\sum_{j=1}^{j}\sum_{k=1}^{k}\sum_{a=1}^{a} Crebr^{J,\,load}_{pja}\, X^2_{pjka} + \sum_{p=1}^{p}\sum_{j=1}^{j}\sum_{k=1}^{k}\sum_{a=1}^{a} (Crebr^{K,\,disc}_{pka} + Cwait^K_{pka})\, X^2_{pjka} + \sum_{p=1}^{p}\sum_{k=1}^{k}\sum_{m=1}^{m}\sum_{b=1}^{b} Crebr^{K,\,load}_{pka}\, X^3_{pkmb} + \sum_{p=1}^{p}\sum_{k=1}^{k}\sum_{m=1}^{m}\sum_{b=1}^{b} (Crebr^{M,\,disc}_{pma} + Cwait^M_{pmb})\, X^3_{pkmb} + \sum_{p=1}^{p}\sum_{m=1}^{m}\sum_{n=1}^{n}\sum_{a=1}^{a} Crebr^{M,\,load}_{pma}\, X^4_{pmna} + \sum_{j=1}^{J} Yj\, J\, (Ccons^J_j + Cope^J_j) + \sum_{k=1}^{K} Yk\, K\, (Ccons^K_k + Cope^K_k) + \sum_{m=1}^{M} Ym\, M (Ccons^M_m + Cope^M_m)$$

Kısıtlar:
Her talep noktasının ilgili toplam talebini karşılaması kısıtı:

$$\sum_{m=1}^{M}(X^4_{pmna}) = Dpn \qquad \forall p \in P \text{ ve } n \in N$$

Birinci aktarma merkezlerine gönderilen toplam ürün miktarı, birinci aktarma merkezlerinden ikinci aktarma merkezlerine gönderilen toplam ürün miktarına eşit olmalıdır.

$$\sum_{i=1}^{i}\sum_{j=1}^{j}\sum_{a}^{a}(X^1_{pija}) = \sum_{j=1}^{j}\sum_{k=1}^{K}\sum_{a}^{a}(X^2_{pjka}) \qquad \forall p \in P \text{ ve } \forall j \in J$$

İkinci aktarma merkezine gelen ürün miktarları ikinci aktarma merkezlerinden üçüncü aktarma merkezlerine gönderilen toplam ürün miktarları birbirine eşit olmalıdır.

$$\sum_{j=1}^{j}\sum_{k=1}^{k}\sum_{a}^{a}(X^2_{pjka}) = \sum_{k=1}^{k}\sum_{m=1}^{m}\sum_{b}^{b}(X^3_{pkmb}) \qquad \forall p \in P \text{ ve } \forall k \in K$$

Tedarikçiler ile talep noktaları arasındaki tüm noktaların kapasite kısıtları

$$\sum_{p=1}^{p}\sum_{i=1}^{i}\sum_{a}^{a}(X^1_{pija}) \le SjYj^J \qquad \forall j \in J$$
$$\sum_{p=1}^{p}\sum_{j=1}^{j}\sum_{a}^{a}(X^2_{pjka}) \le SkYk^K \qquad \forall k \in K$$
$$\sum_{p=1}^{p}\sum_{k=1}^{k}\sum_{b}^{b}(X3_{pkma}) \le SmYm^M \qquad \forall m \in M$$

Zaman maliyeti de göz önünde bulundurulduğunda eklenen kısıtlar (tehlikeli madde olması nedeni ile);

$$Twait^J_{pja} \le 24$$
$$Twait^K_{pka} \le 24$$
$$Twait^M_{pma} \le 24$$

İşaret kısıtları

$X^1_{pija} \geq 0$
$X^2_{pjka} \geq 0$
$X^3_{pkmb} \geq 0$
$X^4_{pmna} \geq 0$
$Y_j^J = 0$ veya 1
$Y_k^K = 0$ veya 1
$Y_m^M = 0$ veya 1
$\forall p \in P$, $\forall k \in K, \forall m \in M, \forall j \in J$

Geliştirilmiş olan bu model, petrokimya sektöründe faaliyet gösteren bir fabrikanın dağıtım ve ulaştırma probleminin çözümünde uygulanacaktır. Ürün yelpazesi geniştir. Fakat bu çalışmada fabrikanın belirlemiş olduğu tek ürün ele alınacaktır. Fabrikanın adı ve detayları ile ilgili bilgilerin paylaşımı uygun olmamaktadır. Bu modelle arz noktasından talep noktasına aktarma merkezleri aracılığı ile ne miktarda ürün gönderilmesi gerektiği gibi çeşitli kararlar verilecektir.

3. SONUÇ

Tek modlu taşımacılık yerine çok modlu taşımacılığa geçilerek günümüzde artan rekabet içerisinde firmalar ayakta durabilir ve hatta bir adım öne geçebilir. Bu çalışmada, tek ürün için karayolu ve demiryolu taşımacılığı birlikte ele alınarak taşınan tehlikeli ürünün minimum maliyet ve minimum sürede son kullanıcıya ulaştırılmasını sağlayacak model önerilmiştir. Model gerçek bir sistemde uygulanacak olduğundan veriler toplanmaya ve petro-kimya ürünleri taşınması ile ilgili yasal mevzuatlarda yapılan değişiklikler incelenmeye devam edilmektedir. Yasal mevzuatlardaki değişiklikler ve petro-kimya ürünleri taşımacılığının gerektirdiği ek kurallar dikkate alınarak model genişletilecektir. Sonuçta, toplam taşıma maliyeti minimize edilecek şekilde taşınacak ürün miktarları belirlenecektir. Mevcut sistemde fabrikanın belirttiği aylık ortalama maliyet, geliştirilen modeldeki maliyet ile kıyaslanacaktır. Demiryolu kullanımının mevcut sistem ile karşılaştırılması sonucunda elde edilen kazanımlar üst yönetime bildirilecektir.

Geliştirilecek modelin birden çok ürün için geliştirilmesi öneri olarak verilebilir. Ayrıca, zaman faktörü gibi daha farklı kısıtlar modele entegre edilerek model genişletilebilir.

KAYNAKÇA

Alkan, M., Erdal, M., “Lojistik ve Dış Ticaret Sözlüğü”, UTIKAD (Uluslar arası Taşımacılık ve Lojistik Hizmet Üretenler Derneği), İstanbul, 400, 270, 84 (2004).

Ergin, Hüseyin and Çekerol Serap Gülsen. "İntermodal Yük Taşımacılığı Ve Türkiye Hızlı Tüketim Malları." *Dumlupınar Üiversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* Aralık 2008.

Jiang, Yang, Xingchen Zhang, Yaping Rong, and Zheng Zhang. "A Multimodal Location and Routing Model for Hazardous Materials Transportation Based on Multi-commodity Flow Model." *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 138 (2014): 791-99. Web.

Kazantzi, Vasiliki, Nikolas Kazantzis, and Vassilis C. Gerogiannis. "Risk Informed Optimization of a Hazardous Material Multi-periodic Transportation Model." *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* 24.6 (2011): 767-73. Web.

Küçük, Özge. "*Tehlikeli Maddelerin Taşınmasında Çok Tipli Bir Model Önerisi ve Bir Uygulama*", Yüksek Lisans Tezi, 2015.

"Tek Modlu Taşıma (Unimodal Transport)." *Lojistik Dünyası*. N.p., 3 Aug. 2011. Web. 28 May 2015. <http://www.lojistikdunyasi.com/tek-modlu-tasima-unimodal-transport.html>.

Reis, Vasco, J. Fabian Meier, Giuseppe Pace, and Roberto Palacin. "Rail and Multi-modal Transport."*Research in Transportation Economics* 41.1 (2013): 17-30. Web.

Reniers, G.l.l., and W. Dullaert. "A Method to Assess Multi-modal Hazmat Transport Security Vulnerabilities: Hazmat Transport SVA." *Transport Policy* 28 (2013): 103-13. Web.

Verma, Manish, and Vedat Verter. "A Lead-time Based Approach for Planning Rail–truck Intermodal Transportation of Dangerous Goods." *European Journal of Operational Research* 202.3 (2010): 696-706. Web.

Vural, Danışment, Doğan Karadoğan and Cevriye Gencer. "Ulaştırma Uygulamalarına Yönelik Çok Modlu Model Önerisi." *Savunma Bilimleri Dergisi* Mayıs 2014.

Xie, Yuanchang, Wei Lu, Wen Wang, and Luca Quadrifoglio. "A Multimodal Location and Routing Model for Hazardous Materials Transportation." *Journal of Hazardous Materials* 227-228 (2012): 135 41. Web.

Yetgin, Melike. "*Türkiye'de Çok Modlu Taşımacılıkta En Kısa Yolların Belirlenmesi*" Şubat 2011.

İŞ SÜREÇLERİNİN YENİDEN TASARIMINDA SEZGİSEL KURALLAR METODOLOJİSİNİN KULLANILMASI

Hilal Akgül
Yıldız Teknik Üniversitesi

Coşkun Özkan
Yıldız Teknik Üniversitesi

ÖZET

İş Süreçleri Yönetimi (İSY) birbirinden çok farklı bakış açılarına sahip olan işletme yöneticileri, endüstri mühendisleri ve bilgi teknolojileri uzmanları arasında kesişim noktası olması sebebiyle disiplinler arası bir alandır ve birbirinden ayrı gruplar için bir uzlaşma yolu sunar. Eğer müşteri gözüyle ürün ya da servis kalitesi geliştirilmek istenirse, bunu yapmanın en iyi yolu ilişkili iş sürecini geliştirmektir. Çünkü bir iş süreci, müşterilere gerçek bir ürün verir ya da servis sağlar. Örneğin müşteriler bir hizmet satın aldıkları şirketteki teslimatın daha erken yapılmasını bekleyebilirler, bu da söz konusu sürecin gözden geçirilmesi fikrini düşündürür. Bu açıdan bakıldığında müşteri odaklı bir organizasyon aslında süreç bazlı bir organizasyondur. İş sürecinin yeniden tasarlanması iş süreçlerinin yeniden düşünülerek yeniden yapılandırılması yoluyla ürün ve servis kalitesinin geliştirilmesidir. Bu bildiride Yeniden Tasarımda Sezgisel Kurallar Metodolojisinin altı odak noktası esas alınarak A Bankası'nın kredi kartı başvuru ve değerlendirme sürecinin performansı iyileştirilmeye çalışılmıştır.

Anahtar sözcükler: İş Süreçlerinin Yeniden Tasarımı, Sezgisel Kurallar Metodolojisi, Performans Boyutları

AN APPLICATION OF HEURISTICS BUSINESS PROCESS REDESIGN

ABSTRACT

Business Process Management (BPM) is the point of intersection between experts in information technology, business executives, and industrial engineers; who have a very different perspective from each other. And also BPM has an interdisciplinary field since it offers a compromise between the separate groups. If the quality of the product or service is desired to be developed by the customer's point of view, the best way to do this is to develop the associated business processes. Because a business process provides a real product or service to the customers. For example, customers can expect the delivery time to be made earlier in the companies that they purchase a service, which suggests the idea of revising the process in the question. In this perspective, a customer-focused organization is an organization that is based on process. The redesign of a business process is the development of a product or a service quality by re-thinking through the restructuring of business processes. In this paper, the performance of credit card application and evaluation process of A Bank is tried to be improved based on the six framework elements of the Heuristics Redesign Process Methodology.

Keywords: Business Process Redesign, Heuristics Redesign Rules, Performance Dimensions

1. GİRİŞ

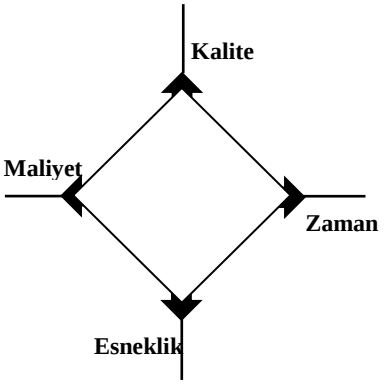
Bir süreç başlangıçta mükemmel tasarlanmış olsa bile sürecin yeniden tasarımını gerektiren en önemli neden dünyanın giderek gelişmesidir. Yeni rakipler, benzer ürün ya da servisle ama daha düşük maliyet ve müşteri ihtiyacına daha duyarlı bir şekilde pazardaki yerini alabilir. Diğer taraftan, müşterinin tercihleri de zaman içerisinde değişebilir. Yüksek kaliteli bir ürün/hizmet için yüksek fiyat ödemeye istekli olan müşteriler, ona kıyasla daha düşük kalitede ancak oldukça düşük maliyetli bir ürün/hizmeti tercih edebilirler. Böyle bir durumda söz konusu ürün ya da servis üzerinde çalışmak için stratejik bir teşvik olduğunu varsayan iş sürecinin yeniden tasarlanması yaklaşımının amacı ürün ya da servisi daha performanslı bir şekilde ortaya koymaktır. (Dumas, et al. 2013)

2. SEZGİSEL KURALLAR METODOLOJİSİNİN ÇERÇEVESİ

Bir iş sürecinin bütünsel analizi, çeşitli yeniden tasarım fikirlerini ortaya çıkarır. İş süreçlerini yeniden tasarlamak ve yeniden organize etmek sürecin performansını artırmak amacıyla yapılır. Süreçlerin sistematik olarak yeniden tasarımının yapılabilmesinin yöntemlerinden birisi de Sezgisel Kurallar Metodolojisi'dir. Bu bölümde iş süreçlerinin yeniden tasarımında sezgisel kurallar metodolojisinin odak noktalarından bahsedilecektir. (Dumas, et al. 2013)

Reijers ve Mansar çok geniş bir literatür araştırmasından elde ettikleri çeşitli en iyi uygulamaları; kendi tecrübeleriyle ve bilgi sistemlerinin geliştirilmesi, girişimci modelleme ve iş akışı yönetimi gibi alanlardaki bakış açısıyla sentezleyerek her bir uygulamanın maliyet, esneklik, zaman ve kalite boyutları üzerindeki etkisiyle ilgili kavramsal bir çerçeve ortaya koymuştur (Reijers ve Mansar 2005). Bu kapsamda, sürecin bir boyutunu geliştirmenin bir başka performans boyutu üzerinde zayıflatıcı etki göstermesini esas alan Brand ve Van der Kolk'un (1995) *"Şeytan Dörtgeni"* yaklaşımını kullanmışlardır. Böylece çalışmalarında iş süreçlerinin yeniden tasarlanmasındaki adımların detaylandırılmasını değil, uygulamaları destekleyici ve de yol gösterici bir yöntembilimi sunmayı hedeflemişlerdir.

Şeytan Dörtgeni yaklaşımı; Şekil 2.1'de olduğu gibi iş süreçlerinin yeniden tasarlanmasında tam olarak neyi elde etmek gerektiğine karar verirken yeniden tasarım ölçütlerinin etkilerini dört temel boyuta ayrıştırmıştır. Yeniden tasarım, işin tamamlanması için gerekli olan "süreyi azaltmalı", sürecin işletilmesi için gerekli olan "maliyeti düşürmeli", verilen "hizmetin kalitesini artırmalı" ve sürecin "değişkenliklerinin üstesinden gelebilme yeteneğini artırmalıdır" (Brand ve Kolk 1995). Tablo 2.1'de ise Sezgisel Kurallar Çerçevesindeki Elemanlara yönelik belirlenen kuralların, bu dört performans boyutu üzerindeki etkileri gösterilmektedir. (+) olumlu etkiyi, (-) olumsuz etkiyi, (.) nötr etkiyi göstermektedir. (Dumas, et al. 2013)



Şekil 2.1: Şeytan Dörtgeni

No	Sezgisel Kurallar Çerçevesindeki Elemanlar	Kural Adı	Zaman	Maliyet	Kalite	Esneklik
1	Müşteri	Kontrolün yer değiştirmesi	.	-	+	.
		Temasın azaltılması	+	-	+	.
		Birleştirme	+	+	.	-
2	İş Süreci Operasyonu	Durum tipleri	+	+	-	-
		Aktivite eleme	+	+	-	.
		Durum bazlı çalışma	+	-	.	.
		Özelliklerine göre ayrıma	.	-	+	-
		Aktivite derleme	+	+	.	-
	İş Süreci Davranışı	Yeniden sıralama	+	+	.	.
		Paralellik	+	-	.	-
		Nakavt	-	+	.	.
		İstisna	+	-	+	-
3	Organizasyon Yapısı	Talep ataması	.	.	+	-
		Esnek atama	+	-	.	+
		Merkezileştirme	+	-	.	+
		Sorumlulukların ayrıştırılması	.	.	+	-
		Müşteri takımları	.	.	+	-

		Sayısal İçerik	+	-	.	-
		Vaka yöneticisi	.	-	+	.
	İnsan Kaynağı	Ekstra Kaynaklar	+	-	.	+
		Uzman-Genel kültürlü	+	.	+	-
		Yetki vermek	+	.	-	+
4	**Bilgi**	Kontrol eklenmesi	-	-	+	.
		Ara belleğe alma	+	-	.	.
5	**Teknoloji**	Aktivite otomasyonu	+	-	+	-
		Tamamlayıcı teknoloji	+	-	.	.
6	**Dış Çevre**	Güvenilir taraflar	+	+	.	-
		Arayüz oluşturma	+	+	.	-
		Dış kaynak kullanımı	+	.	+	-

Tablo 2.1: Sezgisel Kurallar ile Performans Boyutları Arasındaki İlişki

3. PROBLEMİN TANIMLANMASI VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Bu çalışmada; İstanbul'da faaliyet gösteren bir A bankasının kredi kartı başvuru ve değerlendirme sürecindeki bazı problemlerin giderilmesi amacıyla mevcut başvuru süreci yeniden tasarlanmıştır. Bu süreçteki aktivitelerin çoğu sistem tarafından otomatik olarak tamamlanmaktadır. Sistem kaynağı iç sistemler ve dış sistemler olmak üzere iki türlüdür. İç sistem kaynakları tarafından sürdürülen işlerin maliyeti 0'dır. Ancak dış sistem kaynaklarıyla tamamlanabilen aktivitelerin işlem başına sabit maliyetleri söz konusudur. Sistem kaynaklarına ek olarak insan kaynağı gerektiren durumlar; şube personelinin hafta içinde mesai saatlerinde başvuru formunu banka sisteminde doldurması ve Tahsis ve Kontrol biriminin bazı başvuruları manuel olarak kontrol edip sonuçlandırması şeklinde iki türlüdür. İnsan kaynaklarının maliyeti Tablo 4.1'de çalışılan saatlik ücret olarak belirtilmiştir. Süreçte yaşanan problemler ve problemin çözüm önerilerinden maddeler halinde aşağıda bahsedilmiştir.

- Bazı başvuruların sonuçlanmasının uzun sürmesi müşteri memnuniyetsizliğine sebep olmaktadır. Bu başvuruların, sistemin otomatik olarak onay/ret kararı üretemediği ve ancak Kredi Tahsis ve Kontrol biriminin manuel olarak değerlendirilmesiyle sonuçlandırdığı başvurular olduğu tespit edilmiştir. Bu problemin çözülmesi için sezgisel kurallar metodolojisinin İnsan Kaynağı elemanını esas olan ekstra kaynaklar kuralı uygulanmıştır. Kredi Tahsis ve Kontrol Birimi'ne yeni bir çalışan eklenmiştir.
- Başvuru sonuçları reddedilen müşteriler için bu müşterilerin isteği üzerine şubeler bazen tekrar başvuru girişi yapmaktadır. Ancak müşterilerin kredi geçmişi Kredi Kayıt Bürosu tarafından ayda bir güncellenmektedir ve ret başvurusu olan müşteriler için aynı ay içinde tekrar başvuru yapıldığında sonuç yine ret olmaktadır. Bu problemin çözülebilmesi için sezgisel kurallar metodolojisinin Bilgi elemanını esas alan sürece kontrol eklenmesi kuralı uygulanmıştır. Son 1 ayda reddedilen başvurular banka sisteminin veritabanından kontrol edilmesiyle bu problem tanımına uyan başvurular, başvuru akışının başında kontrol edilip hızlı bir şekilde reddedilmeye başlanmıştır. Bu sayede başvurunun akışta ilerlemesi engellenerek sistemin gereksiz yere meşgul edilmesinin önüne geçilmiştir.
- Henüz akışta sonuçlandırılmamış başvurusu olan müşteriler için şube personeli mükerrer başvuru girişi yapabilmektedir. Bu durum yukarıdaki probleme benzer şekilde sistemin gereksiz meşgul edilmesine sebep olmaktadır. Bu problemin çözülebilmesi için sezgisel kurallar metodolojisinin Bilgi elemanını esas alan sürece kontrol eklenmesi kuralı uygulanmıştır. Aynı kişiye ait henüz sonuçlanmamış bir başvuru olması halinde yine bankanın veritabanından kontrol edilerek mükerrer girilen başvuru hızlı bir şekilde reddedilmiştir.

4. SİSTEMİN BENZETİM MODELİNİN TASARIMI

Sürecin yeniden tasarımının performans boyutları üzerindeki etkisinin görülebilmesi için kredi kartı başvuru ve değerlendirme sürecinin mevcut durumu süreç simülasyonu yöntemiyle ortaya konmuştur. Veri güvenilirliği banka yöneticileri ile doğrulanmıştır. Gerçek sistemin süreleri Oracle CrystalBall Excel eklentisiyle analiz edilmiştir. Analiz sonucunda, CrystalBall'un girdi verileri için p-değeri 0.01 ile 0.05 arasında elde ettiği istatistiksel dağılım parametreleri Tablo 4.1'de yer almaktadır[1]. Bu tabloya ek olarak, başvuruların gelişler arası süresinin Exp(5) dakika olduğu tespit edilmiştir.

[1] Exp(λ), λ ortalaması ile üstel olasılık dağılıma uyan verilerin; U(a,b) ise a ve b aralığındaki düzgün olasılık dağılımına uyan verilerin gösterim şeklidir.

Sistemdeki Aktiviteler	Kaynak Sayısı	Süre	Maliyet	Karar Noktası Oranları
Sistemsel başvuru formunun doldurulması	300	Exp(4.12) dk	17 TL/ saat	
Kimlik Paylaşım Sistemi (KPS) sorgusu	1	U(3,5) sn	2 kr/sorgulama	Ret: % 0.6
Mükerrer başvuru sorgusu	1	U(2,3) sn	0	Ret: % 0.1
Son 1 ayda reddedilmiş başvuru sorgusu	1	U(2,3) sn	0	Ret: % 0.2
Adres Paylaşım Sistemi (APS) sorgusu	1	U(3,5) sn	2 kr/sorgulama	Ret: % 0.2
Customer Due Diligence (CDD) sorgusu	1	U(2,3) sn	0	Ret: % 0.1
Fraud sorgusu	1	U(2,3) sn	0	Ret: % 0.3
Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası (TCMB) sorgusu	1	U(3,5) sn	2 kr/sorgulama	Ret: % 2
Kredi Kayıt Bürosu (KKB) sorgusu	1	U(3,5) sn	25 kr/sorgulama	Onay: % 35, Ret:% 40, Tahsis1:% 25
Tahsis 1 Değerlendirmesi	5	Exp(11.4) dk	33 TL/ saat	Onay: % 45, Ret: % 35, Tahsis2:% 20
Tahsis 2 Değerlendirmesi	1	Exp(9.2) dk	40 TL/ saat	Onay: % 70, Ret: % 30
Limit Kontrol Sistemi (LKS) bildirimi	1	U(3,5) sn	0	

Tablo 4.1: Sistemdeki Elemanların Girdi Değerleri

Gerçek sistemin benzetim modeli ARENA programında oluşturulmuştur. Modelin bir kredi kartı başvuru ve değerlendirme sürecinde oluşabilecek tüm mantıksal durumları içerdiği bankadaki süreç yöneticileri tarafından doğrulanmıştır. t=0 anında sistemde bulunan başvuru adeti 0'dır ve kaynakların hepsi boştur. Başvurularda oluşan kuyruklarda müşteri önceliklerine göre değil FIFO kuyruk disiplinine göre servis verilir. Ayrıca Tahsis ve Operasyon biriminde çoklu kuyruk söz konusudur. Bir gün 8 saat, koşum uzunluğu 30 gün ve koşum sayısı 1 olacak şekilde ARENA programı çalıştırılmıştır. Girdi parametreleri değiştirilerek model çıktılarının uygunluğu incelendiğinde, mevcut içeriğin simülasyon süresi arttıkça doğrusal yapıdan uzaklaşmadığı görülmüştür. Eğer müşteri geliş hızı artarsa servisçi kullanımı, kuyruk uzunluğu ve müşteri beklemeleri artmaktadır. Model gerçek sistemin gelecekteki davranışlarını tahmin etme kabiliyeti açısından değerlendirildiğinde ARENA'nın %95 güven aralığı dışında elde ettiği sonuçlar için girdiler tekrar gözden geçirilerek revize edilmiştir.
Sistemin otomatik karar üretemediği, Tahsis ve Kontrol'ün değerlendirmesiyle sonuçlanan başvurular için ARENA'nın %95 güven aralığında elde ettiği sonuçlar Tablo 4.2'de gösterilmektedir.

Tahsis ve Kontrolün Değerlendirdiği Başvurulara Ait Veriler	Kaynak Sayısı	Kaynak Kullanım Oranı	Başvuru Başına Bekleme Süresi (dk)	Başvuru Sonuçlanma Süresi (dk)	Toplam Maliyeti (TL)
Mevcut Durum	5	0.97	45	61	38,497
Yeniden Tasarım1: Kaynak artırılması	6	0.86	39.7	55.2	46,196
Yeniden Tasarım2: Son1 ay red kontrolü	6	0.81	37.2	52.25	46,190
Yeniden Tasarım3: Mükerrer başvuru kontrolü	6	0.79	36.8	51.45	45,947

Tablo 4.2: %95 Güven Aralığında Elde Edilen Sonuçlar

5. YENİDEN TASARIMIN SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Bu bölümde sürecin yeniden tasarımının hangi sezgisel elemanlar çerçevesinde yapılabileceği ve yeniden tasarımın zaman, maliyet, kalite ve esneklik performans ölçütlerine etkisi incelenmiştir. Yeniden tasarıma sebep olan problemlerin çözümü sezgisel kurallar çerçevesinde yer alan aşağıdaki iki maddeye göre değerlendirilmiştir.

Yeniden Tasarım Versiyonları	**Sezgisel Kurallar Çerçevesi**	**Kural Adı**	**Zaman**	**Maliyet (30 işgünü için)**	**Kalite**	**Esneklik**
1: Kaynak artırılması	İnsan Kaynağı	Ekstra Kaynaklar	(+) Başvuru başına bekleme süresi 45'ten 39.7 dk.ya düşmüştür.	(-) Toplam maliyet 38,497TL'den 46,196 TL'ye artmıştır.	(.) Süreç kalitesine direk bir etkisi yoktur.	(+) Kaynak kullanım oranlarındaki düşüş esnekliği artırmıştır.
2: Son 1 ay ret kontrolü	Bilgi	Kontrol Eklenmesi	(-) Her başvuru için ekstra kontroller yapılması toplam çevrim süresini 6sn artırır. Ancak Tahsis ve Kontrol birimindeki bekleme süresi 38.7'den 36.8 dk.ya düşmüştür.	(-) IT kaynaklarının kullanılması sebebiyle ekstra maliyet söz konusudur. Ancak Tahsis ve Kontrol biriminin kaynak kullanımı azaldığı için toplam maliyeti 46,196 TL'den 45,947'ye düşmüştür. Bu fark uzun vadede maliyet artışını kapatabilir.	(+) Sistemin gereksiz yere meşgul edilmesi engellenmiştir.	(.) Sürecin esnekliği üzerine bir etkisi yoktur.
3: Mükerrer başvuru kontrolü	Bilgi	Kontrol Eklenmesi				

Tablo 5.1: Yeniden Tasarım Sonuçlarının Yorumlanması

- Yeniden Tasarım 1 için İnsan Kaynağı/ Ekstra Kaynaklar kuralının sonuçları: Kredi Tahsis ve Kontrol'deki insan kaynağının artırılmasına bağlı olarak elde edilen bu çözüm neticesinde personel sayısı 5'ten 6'ya çıkarılarak kaynak kullanım oranlarında ve başvuru çevrim sürelerinde bir azalma elde edilirken, toplam maliyette artış gözlenmiştir. Kaynak sayısındaki artış kaynak kullanım oranlarındaki düşüş sebebiyle esneklik üzerinde de olumlu etki yapmıştır. Eğer Tahsis ve Kontrol biriminin kararıyla değerlendirilen başvuruların sonuçlanma süresinin azaltılması isteniyorsa maliyetteki artışı göze almak gerekir. Bu iki performans boyutu arasında bir uzlaşma sağlamak için yöneticilerin ne kadar maliyeti göze alabilecekleriyle ilgili bir karar almaları gerekmektedir.
- Yeniden Tasarım 2-3 için Bilgi/ Kontrol Eklenmesi sezgisel kuralının sonuçları: Sistemde kayıtlanan bilgi kullanılarak iş sürecinde kontroller yapılması sistemi gereksiz bir şekilde meşgul eden işlerin sayısının daha aza indirilmesini sağlar ve bu sayede kalitede artış gözlenir. Mükerrer başvuruların ve son 1 ayda reddedilmiş olan başvuruların sistemsel olarak kontrol edilebilmesiyle ilgili sistemsel geliştirmelerin tamamlanabilmesi için IT kaynakları kullanılmıştır. IT kaynak kullanım maliyeti ve sisteme eklenen kontrollerin başvuru sonuçlanma süresini kontrol başına 2-3 sn. kadar uzattığı düşünüldüğünde maliyet ve zaman performans boyutları üzerindeki olumsuz etki karşımıza çıkar. Ancak Tahsis ve Kontrol birimini anlamsız bir şekilde meşgul eden başvuruların önüne geçildiği için ortalama çevrim süresi aslında kısalmaktadır. Maliyet ilk etapta artmış olsa da uzun dönemde kalitedeki artış maliyet artışından fazla olabilir. Ancak ARENA deneme versiyonunun kısıtlamaları sebebiyle daha uzun koşum yapılamadığı için bu durum net bir şekilde ortaya konamamıştır.

Sonuç olarak bir iş sürecinin yeniden tasarımı değerlendirilirken; Reijers ve Mansar'ın (2005) sektördeki en iyi uygulamaları kendi tecrübeleriyle sentezleyerek ortaya koyduğu çerçevedeki sezgisel kurallar uygulayıcılar için oldukça kapsamlı bir yol göstericidir. Bu çerçevedeki altı tane eleman; müşteri, iş sürecinin operasyonu ve davranışı, organizasyon yapısı ve insan kaynağı, bilgi, teknoloji, dış çevre bir iş sürecinin yeniden tasarımına esas olabilecek tüm faktörleri içermektedir. Bu altı elemana bağlı olarak elde edilen kuralların kalite, zaman, maliyet ve esneklik performans boyutları üzerindeki etkisi bütünsel olarak düşünüldüğünde yöneticilerin hangi boyutun öncelikli olduğuna karar vermeleri gerekir. A bankasının kredi kartı başvuru ve değerlendirme sürecinde dar boğaz olarak tespit edilen ve sistemin onay/red kararı üretemediği durumlarda Kredi Tahsis ve Kontrol biriminin değerlendirdiği başvuruların sonuçlanma sürelerini kısaltmak için kaynak sayısının artırılması çözümü düşünülmüştür. Ek olarak sistemde gereksiz meşguliyete sebep olan son 1 ayda reddedilmiş olan başvuru sahiplerinin tekrar kredi kartı başvurusu yapmaları ya da şubenin kontrol etmeden aynı kişiye mükerrer başvuru girişi yapması problemleri için de sistemsel olarak kontrol eklenmesi çözümü düşünülmüştür. Her iki çözümde de Reijers ve Mansar (2005) sayesinde literatüre geçmiş olan Tablo2.1'deki sezgisel kurallar ile performans

boyutları arasındaki uzlaşma, kredi kartı başvuru ve değerlendirme sürecindeki yeniden tasarımın sonuçları ile örtüşmektedir. Sürecin hızını artırmak için kaynak artışına bağlı olarak maliyetteki artışı; sürecin kalitesini artırmak için kontroller eklediğinizde de zaman ve maliyetteki artışı göze almak gerekir.

KAYNAKÇA

Alter, S. *Information systems: a management perspective.* Amsterdam: Addison Wesley, 1999.

Berg, A., ve P. Pottjewijd. *Workflow:continuous improvement by integral process management.* Schoonhoven: Academic Service, 1997.

Berio, G, ve F Vernadat. «Enterprise modeling with CIMOSA: functional and organizational aspects. .» (Production Planning & Control) 2, no. 12 (2001).

Brand, N., ve H. Van Der Kolk. *Workflow analysis and design.* Deutch: Deventer:Kluwer Bedrijfswetenschappen, 1995.

Castano, S., V. de Antonellis, ve M. Melchiori. «A methodology and tool environment for process analysis and reengineering.» (Data and Knowledge Engineering) 31:253–78. (1999).

Conger, S. «Six sigma and business process management: in Handbook of Business Process.» (Springer), no. 1 (2010).

Davenport, Thomas H., ve James E. Short. «The New Industrial Engineering: Information Technology and Business Process Redesign.» *Sloan Management Review*, 1990, Summer b.

Dumas, Marlon, Jan Mendling, Marcello La Rosa, ve Hajo A. Reijers. *Fundamentals of Business Process Management.* Verlag Berlin Heidelberg: Springer, 2013.

Elzinga, D. J., T Horak, C.Y. Lee, ve C. Bruner. «Business process management: survey and metodology.» (IEEE Trans. Eng. Manag.) 2, no. 42 (1995).

Hammer, M. «Reengineering Work: Don't automate, elaborate.» *Harvard Business Review*, no. July-August (1990): 104-112.

Harmon, P. *Business Process Change: A Guide for Business Managers and BPM and Six Sigma Professionals.* San Mateo: Morgan Kaufmann, 2007.

McCormack, K. *The development of a measure of business process orientation and its relationship to organizational performance.* Online tutorial available at: http://www.prosci.com/mccormack.htm, April 1999.

Reijers, H.A., ve S.Liman Mansar. «Best practices in business process redesign: an overview and qualitative evoluation of successful redesign heuristics.» *OMEGA The International Journal of Management Science* 1, no. 33 (2005): 283-306.

ÜNİVERSİTE RİNG SİSTEMİ KALİTESİNİN OPTİMİZASYONU

Muhammet Enes Akpınar
Manisa Celal Bayar Üniversitesi

ÖZET

Endüstri mühendisliğinin en temel konularından biri de hiç şüphesiz karar verme yöntemleri içerisinde yer alan ve seçim süreçlerinde sıklıkla kullanılan Analitik Hiyerarşi Süreci(AHP) yöntemidir. AHP kararların analizi ve hesaplanması için oluşturulan sezgisel bir yöntemdir. Bu model sayısallaştırılabilen somut veya soyut kriterleri karşılaştırarak ölçen ve kriterlerin birbirlerine göre önceliklerini hesaplayarak önem sıralarını belirleyen bir yaklaşımdır. Bu yaklaşımda da uzmanların veya karar vericilerin deneyim ve bilgileri önemlidir. Böylece öznel verilerle değerlendirmeler yapılarak daha kalifikasyonu yüksek sonuçlar elde edilebilir. Bu yöntemden hareketle İzmir'de bulunan bir üniversitenin öğrencilerini üniversiteye taşımak için kullandığı ring sistemleriyle alakalı bir araç seçim çalışması yapılacaktır. Bunun için üniversite yönetiminin araç sistemleri için ayırdığı bütçe, sisteme verilen önem ve farklı kriterler de dikkate alınarak AHP yöntemiyle bir gerçek hayat uygulaması yapılacaktır.

Anahtar Kelimeler: AHP, Araç Seçimi, Ring Sistemi

QUALITY OPTIMIZATION OF UNIVERSITY RING SYSTEM

ABSTRACT

Analytic hierarchy process(AHP) is one of the main topic for Industrial Enginneering which is especially use for decisin making and for selection process. AHP is a heuristic methodology developed for analyse and estimate decisions. This methodology is also compare tangible and intangable digitizing criterias with respect to compare their priorities between eachother and also it defines order of criterias importance. In this methodology experience and knowladge of decision maker is essential. In this way, it is easy to make subjective decision which has higher qualification. With this methodology, there will be vehicle selection and application for a University which use this vehicles to carry thier students from bus station to university. To be able to solve this selection, budget, importance of system and other criterias will take into consideration.

Keywords: AHP, Vehicle Selection, Ring System

1.GİRİŞ

Çok kriterli karar verme(ÇKKV), anlam olarak bir alternatif kümesinden birden fazla ve aynı anda uygulanan kriterlere bağlı olarak en iyi tercihin seçilmesine imkân sağlayan bir araçtır (Ertuğrul vd., 2010). Pratik uygulamaları olduğu kadar teorik gelişimi açısından Karar Analizi alanında çok hızlı bir gelişme sahip ve güçlü mantık yapısı ile karar tespitlerindeki başarısıyla kendini kabul ettirmiş olan ÇKKV geniş uygulama alanı olan bir yapı sunmaktadır (Güneş, 2003). Çok kriterli karar verme, seçme, sıralama ve sınıflandırma problemlerinde uygulanabilir. Sıralanan problem çeşitlerinde karar vericinin amaçları farklıdır. Seçme probleminde amaç en iyi alternatifi bulmak, sıralama probleminde en iyiden en kötüye sıralamak ve sınıflandırmada amaç doğrultusunda alternatifleri ayırmaktır.

Çok kriterleri karar verme teknikleri, karar verme problemlerinde kriter (değişken) sayısının çok olduğu durumlarda kullanılır. Çok kriterli karar verme tekniklerinin sayısı gün geçtikçe artmaktadır. Bu tekniklerden bazıları; WPM, WSM, ELECTRE, TOPSIS, PROMETHEE, ANP, SAW, VIKOR, DEMATEL, AHP, Gri İlişkisel Analiz v.b.'dir. Bunlardan AHP'nin amacı, uzmanların bilgisini elde ederek karar verme olmasına karşın, insan düşünme stilini yansıtamadığından Analitik Hiyerarşi Prosesi gerçek hayat problemlerinde karar verme problemlerini çözmek için daha uygundur. Çalışmada; üniversite öğrencilerinin ring araçlarıyla taşıması yapılan bir sisteme yeni araç alımı seçimine yönelik uygulama yapılcaktır. Çalışmada ring araçları için alternatifler MERCEDES, MAN ve BMC markalarının ikame modelleri olarak seçilmiştir. Bu alternatiflerin değerlendirilmesi aşamasındaki kriterleri için ise önem düzeylerini dikkate alarak üniversite yönetiminin fiyat politikası, öğrencilerin maksimum taşımasına kolaylık sağlaması açısından kapasite ve yakıt açısından da teknik özellikleri dikkate alınacaktır. Çalışmanın ikinci bölümünde problemin tanımı aktarılacak ve üçüncü bölümde ise uygulama adımlarından bahsedilecektir. Dördüncü bölümde ise çalışmadan çıkan sonuçlar aktarılacaktır.

2.PROBLEMİN TANIMI

Problem genel hatlarıyla İzmir'de bulunan bir üniversitenin öğrencilerini üniversiteye taşımak için kullandığı ring sistemleriyle alakalıdır. Üniversite ile öğrencilerin ringlere binmek için kullandığı konumlar arası yaklaşık 10 km dir. Öğrenciler Ulukent ring alanına İzmir'de bulunan İZBAN banliyö araçlarıyla ulaşmaktadır. Burada hazır bekleyen araçlar, öğrencileri kampus alanına yaklaşık 12 ile 15 dk arasında ulaştırmaktadırlar.

RESİM 1: ULUKENT RİNG ALANI **RESİM 2: ÜNİVERSİTE KAMPUS RİNG ALANI**

Buradaki problemde Üniversite mevcut ring kapasitesiyle öğrencilerin bekleme sürelerinin fazla olduğunu ve yeni ring aracı alarak bu problemi çözmeyi planlamaktadır.Üniversite mevcut kullandığı ring markaları ile aynı olmak koşuluyla ikinci el bir ring aracı alacaktır.

2.1. Problemin Elemanları

Karar probleminde amaç yeni bir ring aracı satın almak olarak tanımlanabilir. Burada üniversite yönetimi yeni araç için üç farklı kriter belirlemiştir.

- Kapasite
- Teknik Özellikler
- Fiyat

Bu özellikler arasındaki en önemli kriter hiç kuşkusuz kapasitedir. Çünkü minimum zamanda maksimum öğrenci taşıma kapasitesi ancak bu şekilde olabilir. Aynı şekilde teknik özellikler ve fiyat unsuru da diğer yüksek öneme sahip kriterlerdir.

Buna ek olarak araç fiyatları ve alternatifler;

- BMC 150,000 TL
- MERCEDES 180,000 TL
- MAN 140,000 TL olacak şekilde hesaplamalar yapılmıştır.

Çizelge 1. Değerlendirme ve seçim yapılacak otobüsler

Alternatif 1

Mercedes Conecto

Alternatif 2

Man Lion's City

Alternatif 3

BMC Procity

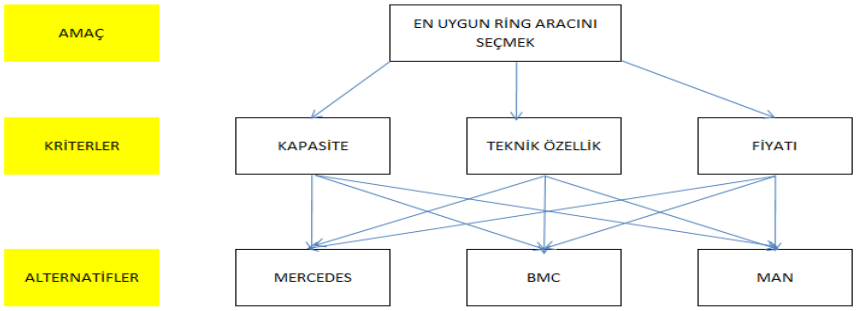
3.UYGULAMA ADIMLARI

Problemin çözümü için öncelikle şu adımlar izlenecektir.

- Hiyerarşik Yapının Oluşturulması
- İkili Karşılaştırma Matrisleri ve Üstünlüklerin Belirlenmesi
- Özvektörün Hesaplanması
- Özvektörün Tutarlılığının Hesaplanması
- Hiyerarşik Yapının Genel Sonucunun Elde Edilmesi

3.1. Hiyerarşik Yapının Oluşturulması

Hiyerarşik yapı için daha önce de bahsedildiği gibi amaçlar, kriterler ve alternatifler belirlenmiştir.



Şekil 1. Hiyerarşik Yapının Gösterimi

Kriter olarak karar verici ring aracı için kapasite, teknik özellik ve fiyatı belirlemiştir. Alternatifleri için belirlenen kriterlere göre Mercedes, BMC ve Man marka araçların mevcut kullanımda da oldukları için, bu markalardan birinin uygun olacağı düşünülmektedir.

3.2. Kriterlerin Önem Derecelerinin Belirlenmesi

Karar verici için önem derecelerini belirlerken kapasite diğer kriterlere nazaran daha ön planda olmuştur. Çünkü yöneticiler en kısa zamanda öğrencileri bekletmeden okula ulaştırmayı planlamaktadır. Bu veriler doğrultusunda önem dereceleri belirlenmiştir.

Tablo 1. Önem Dereceleri Tablosu

	Kapasite	Teknik Özellik	Fiyat
Kapasite	1	5	3
Teknik Özellik	1/5	1	1/5
Fiyat	1/3	5	1

Tablo 2. Alt Kriterlerin Kapasite ile Karşılaştırılması

KAPASİTE			
	BMC	MERCEDES	MAN
BMC	1	1/5	1/3
MERCEDES	5	1	3
MAN	3	1/3	1

Tablo 3. Alt Kriterlerin Teknik Özellik İle Karşılaştırılması

TEKNİK ÖZELLİKLER			
	BMC	MERCEDES	MAN
BMC	1	3	1
MERCEDES	1/3	1	1/3
MAN	1	3	1

Tablo 4. Alt Kriterlerin Fiyat İle Karşılaştırılması

FİYAT			
	BMC	MERCEDES	MAN
BMC	1	5	1/3
MERCEDES	1/5	1	1/7
MAN	3	7	1

3.3. Özvektörün Hesaplanması

Özvektör aşağıdaki formulasyon kullanılarak hesaplanır.

Tablo 5. Özvektörün Hesaplanması Aşaması

Özvektörün Hesaplanması			Ağırlık
0,652	0,455	0,714	0,607
0,130	0,091	0,048	0,090
0,217	0,455	0,238	0,303

Alt kriterlere ait özvektör değerleri aşağıdaki gibidir.

Tablo 6. Kapasite Özvektörü

KAPASİTE				ORTALAMA
	BMC	MERCEDES	MAN	
BMC	0,11	0,13	0,08	0,11
MERCEDES	0,56	0,65	0,69	0,63
MAN	0,33	0,22	0,23	0,26

Tüm bu hesaplamalar Fiyat ve Teknik Özellik özvektörü için de ayrı ayrı hesaplanır.

3.4. Özvektörün Tutarlılığının Hesaplanması(CR)

Özvektör tutarlılığının hesaplanması AHP formulasyonunda yer alan adım uygulanır. Burada her bir alt kritere ait önem dereceleri ve ortalamaları ile matris çarpımları yapılır.Sonrasında her bir kriter için bu hesaplamalar yapılır ve bunlara ait tutarlılık oranları hesaplanır.Tutarlılık Oranı;

CI = (3,11 – 3) / ((3 – 1) * 0,58) = 0,095

CI = (3,09 – 3) / ((3 – 1) * 0,58) = 0,077

CI = (3,06 – 3) / ((3 – 1) * 0,58) = 0,051

3.5. Hiyerarşi Genel Sonucunun Elde Edilmesi

Son adımda daha önce bulunan önem derecelerinin ortalamaları ve alt kriterlere ait ortalamaların çarpımını yaparak bu değerlerin genel etki üzerindeki ortalaması hesaplanır. Çarpılan bu değerlerden en yüksek değeri veren çarpım hangi markanın seçilmesi gerektiğini gösterir.

Tablo 7.Hiyerarşinin Genel Sonucu

	KAPASİTE	TEKNİK ÖZELLİKLER	FİYAT	GENEL ETKİ
ORTALAMA	0,61	0,09	0,3	
BMC	0,11	0,43	0,28	0,1898
MERCEDES	0,63	0,14	0,07	0,4179
MAN	0,26	0,43	0,64	0,3893

4.SONUÇ

Günlük yaşantımızda sıkça karşılaştığımız çok kriterli karar verme problemlerinden Analitik Hiyerarşi Süreci yöntemini kullanarak bir problem çözülmüştür. Bu problem İzmir'de bulunan bir üniversitenin ring seçimi ile ilgili olarak belirli kriterleri belirlemesi ve bu kriterler doğrultusunda belirlenen alternatifler içerisinde en uygun olanını seçmesine dayanmaktadır.

Kullanılan yöntem ile fiyat, teknik özellikler ve kapasite gibi kriterler dikkate alınmış ve alt kriterlerin önem derecelerinden elde edilen veriler ve yöneticilerin istekleri doğrultusunda hesaplamalar yapılmıştır. Bu hesaplamalardan yola çıkarak yöneticinin istediği kapasite, teknik özellik ve fiyat ile ilgili AHP adımları sırasıyla kriterler ve alternatiflere uygulanarak sonuca gidilmiştir.

AHP yöntemini kullanılarak beş adımda çözülen bu problemde karar verici için BMC, Mercedes ve MAN marka ring araçlarından en uygun olanı Mercedes marka araç olarak belirlenmiştir.

Gelecek çalışmalarda alternatif sayılarını arttırarak ve bununla birlikte, çevreye duyarlı yeşil kriterler de eklenerek yeni çalışmalar yapılabilir.

KAYNAKÇA

Ertuğrul, İ. , Karakaşoğlu, N. (2010),"ELECTRE ve bulanık AHP yöntemleri ile bir işletme için bilgisayar seçimi", Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 23-41.

Güneş, M. (20003), "Bir Karar Destek Aracı Bulanık Hedef Programlama ve Yerel Yönetimlerde Vergi Optimizasyonu Uygulaması", Review of Social, Economic & Business Studies, 242-255.

Güngör, İ., Didar İ.(2005),"Analitik Hiyerarşi yaklaşımı ile otomobil seçimi". ZKÜ Sosyal Bilimler Dergisi Cilt 1, Sayı 2, s. 21 – 33.

Opricovic, S., Tzeng, G. (2005), "Multi-Criteria Analysis of Alternative-Fuel Buses for Public Transportation", Energy Policy 33, 1373-1383.

Şengül, Ü., Eren, M., Shiraz S. (2012), "Bulanık AHP ile Belediyelerin Toplu Taşıma Araç Seçimi". Erciyes Üniversitesi İİBF Dergisi, Sayı:40, s. 143 -145.

Terzi, Ü., Hacaloğlu, S., Aladağ, Z. (2006), "Otomobil satın alma problemi için bir karar dertsek modeli". İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Yıl: 5 Sayı:10, s. 43 – 49.

Zeleny, Milan (1982), "Multiple Criteria Decision Making, McGraw-Hill, Company", London.

ÜNİVERSİTEDEKİ ÖĞRENCİLERİN GİRİŞİMCİLİĞE OLAN İLGİLERİNİ ANALİZ ETMEYE YÖNELİK BİR ÇALIŞMA: CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ ÖRNEĞİ

Muhammet Enes Akpınar
Manisa Celal Bayar Üniversitesi

ÖZET

Yaptığımız bu çalışmada, Celal Bayar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi öğrencilerinin girişimcilik alanına karşı ilgilerinin olup olmadığını belirlemeye yönelik bir araştırma yapılmıştır. Çalışma yapılırken veri toplama yöntemlerinden olan anket yöntemi kullanılarak, ankete katılanlara kişilik eğilimlerinden, demografik özelliklerine, aile faktörlerinden yaşadığı yerleşim birimine kadar farklı alanlarda sorular yöneltilerek, çalışmanın gerçek sonuçlara ulaşması için kritik noktalar tespit edilmeye çalışılmıştır. Yapılan bu çalışma sonucunda istatistiki verilerden yola çıkarak, kişilerin girişimcilikle ilgili özelliklerinin sonuçları analiz edilmiş olup, çıkan sonuçlar neticesinde girişimcilik eğilimlerini arttırmaya yönelik daha somut çalışmaların yapılabileceği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Girişimcilik, Anket Analizi, Üniversite Öğrencileri

ABSTRACT

In this study, survey methedology applied to Enginnering Faculty students of Celal Bayar University to be able to measure whether the students have spirit of entrepreneurship or not. During the study questionnaire method has been used and some kinds of questiones asked to the participants such as, personel curiosity against entrepreneurhip, demographic feature, family situation and and living place. All these questions are appropriate in order to measure the entrepreneurship of engineering students. According to statistic analyze of this study, results of the students entrepreneurship has been defined and some tangible works should be done in order to increase their interest against entrepreneurship.

Keywords: Entrepreneurship, Questionnaire Analyze, University Students

1.GİRİŞ

Girişimcilik kavramı, literatürde pek çok yazar tarafından farklı boyutları vurgulanarak tanımlanmaya çalışılmıştır. Kavramla ilgili yapılan bütün tanımlamalarda ortak nokta girişimciliğin çeşitli fırsatların değerlendirildiği bir süreç olarak ele alındığıdır (Dündar ve Ağca, 2007:124). Girişimcilik son yıllarda araştırmacı ve uygulamacıların üzerinde durdukları önemli bir yönetim alanı olarak dikkat çekmektedir. Bu alanda genel kabul görmüş bir kuramdan bahsetmek zordur. Ekonomi, finans, antropoloji ve eğitim gibi değişik disiplinlerde yapılan çalışmalar girişimcilik literatürüne katkı sağlamaktadır. Girişimcilik yazınında; girişimci kavramının tanımı, girişimciliğin ortaya çıkışında kişilik ve çevre faktörlerinden hangisinin daha belirleyici olduğunu ifade eden özellikler yaklaşımı, başarı stratejileri, yeni iş kurma ve çevresel faktörlerin girişimciliğe etkisi en çok çalışılan beş ana konu olmuştur (Bull ve Willard, 1995: 1 15). Girişimciliğin ortaya çıkmasına neden olan temel güdülerin neler olabileceği önemli tartışma konularından birisidir. Klasik iktisat anlayışına göre bireysel çıkarların en üst seviyeye çıkarılması girişimciliği ateşleyen en önemli güdüdür. Yani ekonomik fayda ve kar elde etme isteği girişimciliğin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Klasik iktisat kuramının bu yaklaşımına karşılık, McClelland (McClelland, 1971: 109 122) girişimciliğin gelişmesinin, ekonomik güdülerden ziyade, psikolojik bir değişken olan başarma ihtiyacına bağlı olduğunu belirtmektedir.

Bir kişinin girişimci olabilmesi için birçok faktörün üzerinde etkili olduğunu görebilmekteyiz. Kişinin almış olduğu eğitimler, bu eğitimleri nasıl kullandığı ve kendisini nasıl şekillendirdiği, ailesinin ve çevresinin kişiyi destekleyip desteklememesi, kişinin hayat içerisindeki iş yükleri ve bunları kaldırabilme becerisi. Sözünü etmiş olduğumuz tüm bu durumlar kişinin girişimci olup olmaması durumunu etkilemektedir. Bir kişi girişimcilik konusunda istekli ise bu isteğine yön verebilmesi için öncelikle girişimcilik eğitimi alması önemli bir noktadır. Çünkü kişi bu eğitimlerle kendisinde bulunan potansiyel girişimci isteğini doğry bir şekilde geliştirebilir, hayal ve istekleri konusunda daha emin adımlar atabilir. girişimci olma isteği olan kişilerde bulunan bazı özellikler vardır. Bunlar; risk almayı severler, yeteneklidirler, fırsat ve tehditleri analiz edebilme yetisine sahiptirler, yenilikler yapmayı severler. Bu özelliklere sahip kişilere hayallarini gerçekleştirebilecek girişmciler olarak bakılmaktadır.

Klasik anlamda girişimci, daha çok kendi işini kuran, çeşitli üretim faktörlerini bir araya getirerek ve risk üstlenerek üretim sürecinde bulunan ve bunun sonucunda da kâr elde etmeyi amaçlayan kişi olarak tanımlanmaktaydı (Emsen, 2001: 153 176). Günümüzde ise girişimcilik, yüksek düzeyde yaratıcılık kullanılarak ortaya çıkarılabilecek daha üstün durumlara varmak için bir yöntem olarak algılanmaktadır (Titiz, 1999: 11).

Schumpeter girişimciliği iş dünyasına ilişkin kararlar alma düzeyinde beliren bir zihniyet biçimi olarak görmüştür. Bu zihniyetin en önemli özelliği, yenilik peşinde koşma ve yenilikler getirebilmedir. Girişimci var olan kaynakları harmanlayarak yeni bileşimlere gidebilen, yeni bileşimler oluşturabilen kişidir. Ortaya atılan yenilikler ilgili sanayi dallarında var olan dengeleri ve durgunluğu kırarak kıpırdanmalar ve sıçramalar oluştururlar. Ekonomik gelişmelerin kaynağında da bu sıçramalar yatar. Bu sıçramalar, ancak girişimcilerin hareketleri sonucu devreye sokulabilir (Schumpeter, 1934: 27-28)

Bu çalışmada Celal Bayar Üniversitesi mühendislik fakültesi öğrencilerinin girişimcilik eğilimleri araştırılmaktadır. Burada temel amaç, öğrencilerin hayata yeni başlayacak olmaları ve geleceğe nasıl baktıklarını bir anlamda dinamik yapılarını ortaya çıkarmaktır. Bunun için de üniversite öğrencilerinin girişimcilik eğilimlerinin cinsiyet açısından, yaşadığı çevre ve aile faktörü açısından çeşitli soruları yönelterek ölçülmeye çalışılmıştır.Çalışmanın ana kütlesini 2015-2016 öğretim yılında Muradiye Mühendislik Fakültesinde eğitim gören öğrencileri oluşturmaktadır.Yapılan bu çalışma IBM SPSS STATISTIC 24 paket programı kullanarak analiz edilmiştir.

2.MATARYEL YÖNTEM

Bu çalışmanın amacı, Celal Bayar Üniversitesi Müehndislik Fakültesi öğrencilerinin girişimcilik eğilimlerini belirlemektir. Araştırmada kullanılacak verilerin toplanması için anket yöntemi kullanılmıştır. Anket öğrencilere gerekli açıklamalar yapılarak dağıtılmıştır. Anket uygulaması, üniversitede okuyan sınıf ayrımı gözetmeksizin mühendislik öğrencilerine uygulanmıştır. Uygulamaya katılan öğrencilere genellikle endüstri, makina, gıda, inşaat, elektrik-elektronik, malzeme mühendisliği bölümlerinden oluşmaktadır. Öğrencilerinin eğilimleri için yalnıca bireysel özellikleri dikkate alınmamış, aynı zamanda yaşadığı çevreden aile içerisinde girişmci olup olmadığına, baba mesleğinden ileride iş kurma isteğine, KOSGEB girişimcilik eğitimi almadan, kendisinde girişimcilik özelliklerinin olup olmadığına dair sorular sorulmuştur. Ankette 5'li Likert ölçeği kullanılmış ve elde edilen veriler için IBM SPSS STATISTIC 24 programıyla gerekli analizler yapılarak sonular yorumlanmıştır.

3.ARAŞTIRMA BULGULARI VE YÖNTEM

Tablo 1: Yaşınız * Sınıfınız * KOSGEB Girişimcilik Eğitimi Aldınız Mı?

KOSGEB Girişimcilik Eğitimi Aldınız Mı?			Sınıfınız				Total
			1	2	3	4	
Evet	Yaşınız	16-20	1	1	0	0	2
		21-25	0	1	5	4	10
		26 ve üzeri	1	0	1	0	2
	Total		2	2	6	4	14
Hayır	Yaşınız	16-20	12	5	0	0	17
		21-25	12	14	25	14	65
		26 ve üzeri	0	1	3	0	4
	Total		24	20	28	14	86
Total	Yaşınız	16-20	13	6	0	0	19
		21-25	12	15	30	18	75
		26 ve üzeri	1	1	4	0	6
	Total		26	22	34	18	100

Bu tabloda katılımcıların yaşı, sınıfı ve KOSGEB eğitimi alıp almadıkları ile ilgili bir analiz yapılmıştır. Katılımcılardan KOSGEB eğitimi alan toplamda 14 kişi bulunurken, eğitim almayan ise 86 kişi vardır. Bu veriden de anlaşılacağı gibi KOSGEB eğitimlerinin yeterli düzeyde yayağınlaştırılmadığı gözlenmektedir. KOSGEB eğitimi almış olan bireylerin yaş aralıklarına bakıldığında 21-25 yaş arası 10kişinin bulunduğu analiz edilmiştir.Eğitimi almış olup, 21-25 yaş aralığında bulunan ve üniversite 3.sınıfta eğitim gören kişi sayısı ise 5 tir. Tüm bu verilerden de anlaşılacağı gibi Kosgeb eğitimleri bireylerin mezun olduktan sonra hangi işi yapacaklarını daha fazla planlamaya başladıkları dönemlerde alınmaya başlanmıştır.

Tablo 2.Babanızın Mesleği Nedir? * Girişimci Olmanızı Aileniz Destekler Mi?

		Girişimci Olmanızı Aileniz Destekler Mi?		Total
		Evet	Hayır	
Babanızın Mesleği Nedir?	Memur	9	2	11
	Emekli	35	9	44
	İşçi	10	4	14
	Serbest Meslek	28	3	31
Total		82	18	100

Genel olarak girişimcilik ile ilgili bilinen durum baba mesleği ile doğru orantılıdır. Yaptığımız bu çalışmada buna ek olarak sermayenin de etkisinin olup olmadığı analiz edilmiştir. Baba mesleklerinden 44 kişi emekli iken bunu ikinci sırada 31 kişi ile serbest meslek takip etmektedir. Kendi işini kurarken ailesinin desteğini alanlardan öncelikli olanın babası emekli olarak tespit edilmiştir. Buna ek olarak babası serbest meslek ile uğraşanlar ile çocuklarının girişimciliğini destekleyenler arasında ikinci sırada yer almaktadır. Çocuklarının girişimci olmalarını en az destekleyenler ise memur aileleri olarak kaşımıza çıkmaktadır.

Tablo 3.İş Kurma Olasılığınız Var Mı? * KOSGEB Girişimcilik Eğitimi Aldınız Mı?

		KOSGEB Girişimcilik Eğitimi Aldınız Mı?		
		Evet	Hayır	Total
İş Kurma Olasılığınız Var Mı?	Hiç yok	0	17	17
	%30	6	29	35
	%50	6	18	24
	%60 ve üzeri	2	22	24
Total		14	86	100

KOSGEB eğitimi almış olup, iş kurmak isteyen kişilere bakıldığında; katılımcılardan 14 kişi KOSGEB eğitimi almıştır. %60 ve üzeri kendi işini kurmak isteyen ise 24 kişi bulunmaktadır. Fakat bu kişilerin yalnızca 2 tanesi eğitim almıştır. Yani bu kişilerin iş kurmak istekleri fazla olmasına karşın bu isteklerini desteklemek adına eğitimlere katılan oranları oldukça düşüktür. Hem iş kurma isteği yüksek olup hem de bu isteklerini gerçekleştirmek için eğitimlere katılan 2 kişi bulunmaktadır.
KOSGEB eğitimi almamış olup, iş kurmak isteyen kişilere bakıldığında; katılımcılardan 86 kişi KOSGEB eğitimi almamıştır. Ancak bu kişilerden 22 tanesinin %60 ve üzeri kendi işlerini kurma istekleri bulunmaktadır. Yani kişiler eğitim almamış olmalarına rağmen iş kurma isteklerine sahiptirler.

Tablo 4.Babanızın Mesleği Nedir? * İş Kurma Olasılığınız Var Mı? * Yeterli Sermaye

			İş Kurma Olasılığınız Var Mı?				
Yeterli Sermaye			Hiç yok	%30	%50	%60 ve üzeri	Total
0	Babanızın Mesleği Nedir?	Memur	1	3	1	1	6
		Emekli	3	12	8	3	26
		İşçi	4	1	3	0	8
		Serbest Meslek	4	7	3	3	17
	Total		12	23	15	7	57
Evet	Babanızın Mesleği Nedir?	Memur	0	0	3	2	5
		Emekli	3	5	3	7	18
		İşçi	0	2	1	3	6
		Serbest Meslek	2	5	2	5	14
	Total		5	12	9	17	43

Bu tabloda girişimcilerin yeterli sermayeye sahip olup olmadıkları, baba meslekleri ve iş kurma olasılıkları analiz edilmiştir. Yapılan analiz sonucunda katılımcıların %57'si sermaye sahibi değilken, %43'lük bölümü iş kurma için yeterli sermayeye sahiptir. Katılımcılardan iş kurma olasılığı hiç olmayan 17 kişi iken, kendi işini kurmak isteyen ve bu istekleri %60 ve üzeri olan 24 kişi bulunmaktadır. Kişilerin is kurma istekleri ile babalarının meslekleri arasında doğrudan bir ilişki bulunmaktadır. Bu ilişkiye yapmış olduğumuz çalışmada da bakacak olursak; iş kurma istekleri %60 ve üzeri olan kişilerin babaları emekli ya da serbest meslekle uğraşmaktadırlar. Bu kişi sayısı ise çalışmamızda 3 kişi olarak tespit edilmiştir.bu sayı önemlidir. Çünkü babası işçi olupta iş kurma isteği olan kişi hiç bulunmamaktadır. Genel olarak kendi işimizi kurabilmemiz için kaçınılmaz olarak elimizde bulunması gereken bir başka

veri ise tabi ki yeterli semayenin olup olmadığıdır. % 60 ve üzeri kendi işini kurmak isteyipte yeterli sermayeye sahip olan 17 kişi bulunmaktadır. Sermayesi bulunmayıp %60 ve üzeri işini kurmak isteyen ise 7 kişi bulunmaktadır. Bu veriler sonucunda da anlaşılacağı gibi kişilerin iş kurma istekleri % 60 ve üzeri dahi olsa ellerinde yeterli sermayenin bulunmamasından dolayı istekli olan kişi sayısında düşüş görülmüştür. Kişilerin yeterli sermayeyi elde edebilmeleri için en büyük desteğin ailelerinden geldiği görülmüştür. Çalışmamızda iş kurma isteği %60 ve üzeri olup yeterli sermayesi de bulunan 17 kişiden 7'sinin babasının mesleğinin emekli olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 5.İş Kurma Olasılığınız Var Mı? * Yeterli Sermaye * KOSGEB Girişimcilik Eğitimi Aldınız Mı?

KOSGEB Girişimcilik Eğitimi Aldınız Mı?			Yeterli Sermaye 0	Yeterli Sermaye Evet	Total
Evet	İş Kurma Olasılığınız Var Mı?	%30	3	3	6
		%50	2	4	6
		%60 ve üzeri	0	2	2
	Total		5	9	14
Hayır	İş Kurma Olasılığınız Var Mı?	Hiç yok	12	5	17
		%30	20	9	29
		%50	13	5	18
		%60 ve üzeri	7	15	22
	Total		52	34	86
Total	İş Kurma Olasılığınız Var Mı?	Hiç yok	12	5	17
		%30	23	12	35
		%50	15	9	24
		%60 ve üzeri	7	17	24
	Total		57	43	100

KOSGEB eğitimini almış, yeterli sermayeye sahip ve kendi işini %60 ve üzeri istekle kurmak isteyen kişi sayısı 2 olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte yeterli sermayeye sahip olup ancak iş kurma konusunda kararsız olanlar da 4 kişidir. Yeterli sermayesi olmayıp ancak eğitim alan ve iş kurma olsalığı kesin olmayan da iki kişi bulunmaktadır. KOSGEB eğitimini almadığı halde sermayesi olan ve iş kurma isteği %60 ve üzeri olan kişi sayısı 15tir. Buna karşın yeterli sermayeye sahip olmadığı ve eğitim almadığı halde iş kurmayı isteyenlerin sayısı da 7 olarak tespit edilmiştir. Buradan hareketle alınan bu eğitimlerin ileride kurulacak olan iş ile herhangi bir şekilde doğrudan bağlantısının olmadığı açıkça söylenebilir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Celal Bayar Üniversitesi mühendislik fakültesi öğrencilerinin girşimcilik eğilimleri analiz edilmiştir. Analiz için anket yöntemi kullanarak veriler SPSS paket programı ile yorumlanmıştır. Genel olarak öğrencilerin girişimcilik ile ilgili üniversitesi sırasında veya sonrasında alabilecekleri KOSGEB girşimcilik eğitimi ile ilgili durumları da dikkate alınmıştır ancak ankete katılanlardan sadece %14'ü girişimcilik eğitimini almıştır. Aynı şekilde bu eğitimi alıp üniversite mezuniyeti sonrası kendi işini kurmak isteyen girişimciler de eğitimi alanların %60'lık kısmını oluşturmaktadır. Buradan hareketle öğrencilerin veya asıl girişimcilik eğilimine erken yaşta hazırlananların sayısı yarıdan az şeklinde yorumlanabilir.

Buna ek olarak kişilerin girişmcilik ruhu ile aile bireylerinin arasında bir bağ kurulmaya çalışılmıştır. Şöyle ki, kişinin ailesinin mesleğinin kendisinde bırakacağı girişimcilik ruhu arasında bir bağlantı olduğu düşünülmektedir. Bundan dolayı kişilerin girişimciliklerinin destekleyen aileler daha çok emekli olan aileler olarak analiz edilmiştir.

Bunun dışında, KOSGEB eğitimi almış ve yeterli sermaye konusunda problem yaşayıp yaşamayanlar ile ilgili bir analiz gerçekleştirildi. Genel olarak insanların kendi işlerinin kurmadaki en büyük problemlerden birtanesi de sermayedir ancak KOSGEB eğitimini alıp bir işe atılmayak isteyenlerin de bunu göz önünde bulundurdukları düşünülmektedir. Genel olarak eğitim alıp işlerinin kurma üzerine %60 ve üzerin istekli

olanlar sadece 2 kişidir. Buna karşın yeterli sermayeye sahip olmadığı ve eğitim almadığı halde iş kurmayı isteyenlerin sayısı da 7 olarak tespit edilmiştir.

Son olarak, kişilerin yeterli sermayeyi elde edebilmeleri için en büyük desteğin ailelerinden geldiği görülmüştür. Çalışmamızda iş kurma isteği %60 ve üzeri olup yeterli sermayesi de bulunan 17 kişiden 7'sinin babasının mesleğinin emekli olduğu tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

Bull, I. ve Willard, G., (1995), "Towards a Theory of Entrepreneurship, İçinde Entrepreneurship: Perspectives on Theory Building", Ed. Ivan Bull, Howard Thomas & Gary Willard, Elsevier Science, Oxford, p.1-15.

Dündar, S. ve Ağca, V.(2007), "Afyon Kocatepe Üniversitesi Lisans Öğrencilerinin Girişimcilik Özelliklerinin İncelenmesine İlişkin Ampirik Bir Çalışma", H.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Cilt 5, Sayı 1, ss.121-142.

Ebner, A., (2006), "Institutions, entrepreneurship, and the rationale of government: An outline of the Schumpeterian theory of the state" Journal of Economic Behavior & Organization Vol. 59, 497–515.

Franke N. ve Christian L., (2004), "Entrepreneurial Intentions of Business Students: A Benchmarking Study", International Journal of Innovation and Technology Management, 1/3: 269-288.

McClelland, D.C., (1971), "The Achievement Motive in Economic Growth, İçinde Entrepreneurship and Economic Development", Ed. Peter Kilby, The Free Prees Pub., New York, p.109-122.

Schumpeter, J.A., (1934), "The Theory of Economic Devolopment, Cambridge": Mass, Harvard University Press. P. 27-28

Titiz, T., (1999), "Genç Girişimcilere Öneriler", İnkılap Kitapevi, İstanbul, s. 11

Tajeddini, K. (2010),"Effect Of Customer Orientation And Entrepreneurial Orientation On Innovativeness: Evidence From The Hotel Industry In Switzerland", Tourism Management, 31, ss. 221-231.

AHP TABANLI AĞIRLIKLANDIRILMIŞ BULANIK HEDEF PROGRAMLAMA TEKNİĞİ VE BİR ÜRETİM İŞLETMESİ UYGULAMASI

Mehmet Aksaraylı
Dokuz Eylül Üniversitesi

Mehmet Akif Aksoy
Dokuz Eylül Üniversitesi

ÖZET

Günümüzde firmalar, hem teknolojik gelişmelerden kaynaklanan ihtiyaçları karşılayabilmek hem de bu gelişimlere ayak uydurabilmek için sürekli arayış içindedir. Birçok sektör için, piyasadaki ihtiyaçlara cevap vermek ve ihtiyaç duyduğu malzemeyi ya da ürünü elde etmesi, çözmesi gereken sorunlardandır. Firmalar bu sorunun üstesinden gelebilmek için birçok yönteme başvurmaktadır. Sıkça kullanılan bu tekniklerden biri de karar vericilere birden fazla hedefi gerçekleştirme imkanı veren Bulanık Hedef Programlamadır. Bu çalışmada İzmir ilinde ofis ve kırtasiye malzemeleri üretimi yapan bir firmanın bir aylık üretiminin planlaması amaçlanmıştır. Planlaması yapılan sekiz ürün toplam yirmi dokuz farklı süreçten geçmektedir. Üretim planlaması için Tiwari, Dharmar ve Rao'nun toplamsal model yaklaşımından faydalanılmış, hedefler hem klasik Analytic Hierarchy Process hem de Bulanık Analytic Hierarchy Process ile ağırlıklandırılmıştır. Oluşturulan modeller hem Doğrusal hem de Tamsayılı olarak çözülmüş ve sonuçlar karşılaştırılmalı olarak tablo halinde verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: AHP, Bulanık Hedef Programlama, Toplamsal Model Yaklaşımı

WEIGHTED FUZZY GOAL PROGRAMMING TECHIQUE BASED ON AHP AND AN APPLICATION IN A FIRM

ABSTRACT

Nowadays, the firms are in search of both keeping up with technological developments and meeting their needs stem from these developments. For many sectors, both meeting the needs and obtaining materials or products, which are needed, are several of the problems to be solved. The firms try several methods to overcome these problems. Nowadays, there are numerous techniques used for the solutions of these problems. One of these techniques is Fuzzy Goal Programming which enables decision makers to achieve more than one goal. The aim of this study is to plan monthly production of a firm which produces office equipment in İzmir. Eight products, whose plans were done, pass through 29 different processes in total. Additive model approach by Tiwari, Dharmar and Rao was used for the production planning, and the goals were weighted with both Analytic Hierarchy Process (AHP) and Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP). The generated models were solved as linear and integer. All of the solutions were compared through tables.

Keywords: AHP, Fuzzy Goal Programming, Additive Model Approach

1.GİRİŞ

Günümüzde yaşanan hızlı değişimler sayesinde birçok şey gittikçe karmaşık bir hal almaktadır. Oluşan bu karmaşıklıklar çoğu zaman bilgi eksikliği ya da belirsizliklerden meydana gelmektedir. Belirsizlik ya da bilgi eksikliği içeren problemler yöneticileri oldukça zorlamakta ve sübjektif bir bakış açısı ile karar vermelerinin güçleşmesine neden olmaktadır. Yöneticilerin hızlı ve doğru karar vermelerinin bir yolu da belirsizlikleri azaltmaya yarayan bilimsel yöntemlerin geliştirilmesi ve karar problemlerinde kullanılmasıdır. Söz konusu bilimsel yöntemlerden biri olan yöneylem araştırması, içeriğindeki çeşitli programlama yöntemlerini kullanarak mevcut problemi optimal hale getirmeyi amaçlamaktadır.

Yapılan çalışmada çok amaçlı karar verme modelleri arasında yer alan hedef programlama yöntemine bulanık küme teorisinin uygulanması ile oluşan bulanık hedef programlama modeli kullanılarak bir üretim planlamasının modellenmesi gösterilmiştir. Model oluşturulurken, Tiwari, Dharmar ve Rao'nun toplamsal model yaklaşımından faydalanılmıştır. Uygulama kısmında oluşturulan model, öncelikle DP problemi olarak ele alınmış ve DS For Windws paket programıyla çözülmüştür. Elde edilen sonuçlar firma yönetimi ile paylaşıldıktan sonra hedefler güncellenip modelimiz Eşit Ağırlıklandırılmış Bulanık Hedef Programlama problemi (Tiwari, Dharmar ve Rao'nun Toplamsal Modeli) halinde ele alınmıştır. Problem bu şekliyle DS For Windws paket programıyla çözüldükten sonra hedeflere ilişkin ağırlıkların belirlenmesi için firma yönetimine, önceden hazırlanmış ve ikili karşılaştırmaların olduğu bir soru formu uygulanmış ve bu soru formu ışığında AHP tekniğinden yararlanılarak hedeflere ait ağırlıklar belirlenmiştir. Problemimiz DS For Windws programı yardımıyla çözülmüştür. Sonuçların ve ağırlıklandırmaların gerçeğe daha yakın olması amacıyla ağırlıklandırma işlemi Bulanık AHP ile tespit edilmiş ve DS For Windws yardımıyla çözülmüştür. Oluşturulan dört modelin her biri DS For Windws paket programının dışında Tamsayılı olarak MATLAB paket programıyla çözülmüş ve sonuçlar karşılaştırılmıştır.

2.AHP VE BULANIK AHP

Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) 1980'li yıllarda Saaty tarafından geliştirilen bir karar verme yöntemi (Vaidya ve Kumar, 2006) olup grup veya bireyin önceliklerinin dikkate alındığı, nitel ve nicel değişkenlerin beraber değerlendirilebildiği matematiksel bir yöntemdir (Dağdeviren ve diğerleri, 2004). AHP'nin kullanım amacı, karar kriterlerinin aynı anda dikkate alınması yardımıyla tercih edilen alternatifleri belirlemek ve bu alternatiflerin sıralanmasını sağlamaktır (Mateo, 2012).

AHP'nin temeli ikili karşılaştırmalar değerlendirmesine dayanır. Bu ikili karşılaştırmaları yapabilmek için Saaty tarafından geliştirilen aşağıdaki ölçek kullanılmaktadır. Bu ölçeğe göre, kriterler arasında 1 ile 9 arasında bir değerlendirme yapılmaktadır (Saaty,1994). Saaty'nin ikili karşılaştırmada kullandığı önem dereceleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo1: Saaty'nin İkili Karşılaştırma Önem Derecesi Tablosu

Önem Derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit Önem	İki faktör eşit düzeyde öneme sahiptir
3	Orta Düzeyde Önem	Bir faktör diğerine göre biraz daha önemlidir
5	Ortadan Daha Fazla Düzeyde Önem	Bir faktör diğerine göre oldukça önemlidir
7	Kuvvetli Düzeyde Önem	Bir faktör diğerine göre kuvvetli düzeyde önemlidir
9	Çok Kuvvetli Düzeyde Önem	Bir faktör diğerine göre kesinlikle daha önemlidir
2,4,6,8	Ortalama Değerleri	Ara değerler, yargıda uzlaşma gerektiğinde kullanılır

AHP yöntemini kullanan karar vericiler, ikili karşılaştırma yaparken kriterlerin ve alternatiflerin görece ağırlıklarını belirli ölçekte yer alan sabit değerlerden seçmek durumundadır. Sayısal değeri tam belli olmayan ve çoğunlukla öznel yargıların olduğu durumlarda, karar vericiler sabit bir değer kullanmaktan ziyade aralıklı değerleri kullanmayı tercih etmektedirler (Salo ve Hamalainen, 1995).

Bulanık AHP' nin ortaya çıkışı 1983 yılında Van Laarhoven ve Pedrycez' in bir çalışmasıyla olmuştur. Yazarlar üçgensel üyelik fonksiyonları ile tanımlanmış olan bulanık oranların karşılaştırması sonucu ilk kez BAHP' den söz etmiştir. Yamuksal üyelik fonksiyonları ile karşılaştırma oranlarının bulanık öncelikleri tanımlaması fikrini ilk defa Buckley (1985) ortaya atmıştır. Chang (1996) ise ikili karşılaştırma ölçeğinde bulanık üçgensel sayılar kullanmış ve ikili karşılaştırmalara ilişkin sentetik derece değerleri için mertebe analiz yöntemini kullanmıştır. Aynı yıl bu yöntemi yeni bir yaklaşım olarak ortaya atmıştır (Kahraman, 2008).

3.BULANIK HEDEF PROGRAMLAMA

Neigota ve Ralesco tarafından 1977 yılında yapılan çalışmada, uygun teknikler kullanılarak bulanık kısıtlara sahip bir optimizasyon probleminin sıradan bir optimizasyon problemine dönüşebileceği üzerinde durulmuştur. Bulanıklık içeren sağ taraf değerlerinin kesin ifadeler haline dönüştürülmesi için uygun teknikler bulunması amaçlanmıştır. Erişim düzeylerinin bulanık olduğu kabul edilen, genelleştirilmiş bulanık hedef programlama modeli aşağıda gösterilmektedir (Özkan, 2003).

$$\left.\begin{array}{ll} (Ax)_i \cong b_i \;; & i=1,2,\ldots\ldots,m_1 \\ (Ax)_i \lesssim b_i \;; & i=m_1+1,\ldots,m_2 \\ (Ax)_i \gtrsim b_i \;; & i=m_2+1,\ldots,m_3 \end{array}\right\} \text{Bulanık hedefler} \qquad 3.1$$

$$(Ax)_i \{=, \leq, \geq\}\ b_i \;;\ i=1,2,\ldots,p \qquad \text{Bulanık olmayan kısıtlayıcılar}$$

$$X_j \geq 0 \;;\ j=1,2,\ldots,n$$

3.1.Tiwari, Dharmar ve Rao'nun Toplamsal Model Yaklaşımı

Aynı önceliğe sahip hedefleri içeren bulanık hedef programlama yaklaşımlarının birçoğunda, bulanık hedeflere ait ortak doyum derecesine ulaşılmaya çalışılmaktadır. Bu durum, elde edilen çözüm kümesindeki bütün hedeflerin aynı üyelik derecesini alması ile sonuçlanmaktadır. Karar vericinin bulanık hedefler arasında tercih önceliklerini belirlemesi, bulanık hedeflerin farklı düzeylerde doyurulmasına imkan sağlamaktadır. Tiwari, Dharmar ve Rao (1987) yaptıkları çalışmada, bulanık hedeflere ait ortak doyum derecesine ulaşmak yerine, hedeflerin ayrı ayrı doyum derecelerinin toplamını en çoklamaya çalışmışlardır (Tiwari ve Diğerleri, 1987). Zimmermann tipi üyelik fonksiyonlarından oluşan ve aynı tercih önceliğine sahip hedefler içeren bulanık hedef programlama modeli aşağıdaki gibi olsun (Özkan, 2003).

$$(Ax)_i \lesssim b_i \quad (i=m_1+1,\ldots,m_2) \Rightarrow \mu_i = \begin{cases} 0 & ;eğer\ (Ax)_i \geq b_i + d_i \quad ise \\ 1-\frac{(Ax)_i - b_i}{d_i} & ;eğer\ b_i \leq (Ax)_i \leq b_i + d_i \quad ise \\ 1 & ;eğer\ (Ax)_i \leq b_i \quad ise \end{cases}$$

$$(Ax)_i \gtrsim b_i \quad (i=m_2+1,\ldots,m_3) \Rightarrow \mu_i = \begin{cases} 0 & ;eğer\ (Ax)_i \leq b_i - d_i \quad ise \\ 1-\frac{b_i - (Ax)_i}{d_i} & ;eğer\ b_i - d_i \leq (Ax)_i \leq b_i \quad ise \\ 1 & ;eğer\ (Ax)_i \gtrsim b_i \quad ise \end{cases} \qquad 3.2$$

$$x \geq 0$$
$$x, \mu_i \geq 0$$

Yukarıdaki eşitlikte verilmiş olan bulanık hedef programlamaya ilişkin Twari, Dharmar ve Rao'nun geliştirdiği toplamsal model, bulanık hedeflere ait üyelik değerlerinin toplamı şeklinde aşağıda gösterilmiştir (Twari ve Diğerleri, 1987).

$$Maksimum\ V(\mu)\ \sum_{i=m_1+1}^{m_3} \mu_i$$

$$Kısıtlayıcılar;$$

$$\mu_i = 1-\frac{(Ax)_i - b_i}{d_i} \qquad (i=m_1+1,\ldots,m_2)$$
$$\mu_i = 1-\frac{b_i - (Ax)_i}{d_i} \qquad (i=m_2+1,\ldots,m_3) \qquad 3.3$$
$$\mu_i \leq 1 \qquad (i=m_1+1,\ldots,m_3)$$
$$x, \mu_i \geq 0$$

Yukarıdaki eşitliklerde geçen d_i ifadesi, her bir hedef için belirlenen tolerans miktarından oluşan sapmayı göstermektedir. Hedeflere ait belirlenen tolerans miktarı r_i olsun. Bu durumda $d_i = |r_i - b_i|$ olmuş olur (Tiwari ve Diğerleri, 1987).

4.UYGULAMA VE SONUÇ

Üretim planlaması, üretilecek madde ya da sunulacak hizmetlerin, istenilen zamanda, istenilen kalite ve nicelikte olması ve gerekli işlemlerin uygulanabilmesi için gerekli olan kuramsal yanının, yazılı ve matematiksel olarak hazırlanması şeklinde tanımlanabilir. Başka bir ifade ile gelecekteki imalat faaliyetlerinin miktarını belirleyen bir fonksiyon olarak tanımlanabilmektedir. İşletmelerdeki üretim planlamasının temel amacı, talep edilen ürünlerin istenen zamanda ve yeterli miktarda hazır bulundurmaktır.

Çalışmada, İzmir ilinde kırtasiye ve büro malzemeleri ürünleri üreten bir firmada bir aylık üretim planlaması yapılmıştır. üretime giren bazı ürünler ve geçirdikleri süreç sayısı, yazboz dokuz farklı üretim süreçten, personel özlük dosyası on yedi, 3h adisyon dokuz, otokopili adisyon dokuz, baro dosyası yedi, kapsüllü dosya altı, karton arşiv dosyası yedi ve makbuz on iki farklı süreç şeklindedir. Ürünlere ilişkin, birim kar, hammadde, birim zaman, iş gücü kapasitesi ve süreç başına düşen kişi sayısı gibi bilgiler sunumda gösterilmiştir. Doğrusal programlama modelimiz aşağıdaki gibidir.

Karar değişkenlerimiz; $\mathbf{x_1}$ **:** Yazboz Numaralı, $\mathbf{x_2}$: Personel Özlük Dosyası, $\mathbf{x_3}$ **:** Adisyon 3h Numaralı, $\mathbf{x_4}$ **:** Adisyon Otokopili, $\mathbf{x_5}$ **:** Baro Dosyası, $\mathbf{x_6}$ **:** Kapsüllü Dosya, $\mathbf{x_7}$: Arşiv Karton Klasör, $\mathbf{x_8}$ **:** Makbuz

$$\text{Maks } Z = 0{,}585x_1 + 1{,}472x_2 + 2{,}08x_3 + 1{,}275x_4 + 0{,}25x_5 + 0{,}135x_6 + 0{,}41x_7 + 2{,}002x_8$$
$$1.723X_1+0{,}288X_2+0.716X_3+0.716X_4+4{,}109X_8 \leq 345600$$
$$1{,}396X_1+0{,}288X_2+1{,}396X_3+1{,}396X_4+0{,}563X_8 \leq 288000$$
$$1.111X_1+1{,}8X_2+1.11X_3+1.11X_4+11{,}252X_8 \leq 288000$$
$$1.111X_1+1{,}8X_2+1.11X_3+1.11X_4+0{,}225X_8 \leq 288000$$
$$2X_2 \leq 57600$$
$$0.117X_1 + 0.117X_2 + 0.117X_3 + 0.117X_4 + 3X_8 \leq 288000$$
$$6X_1 + 0.00321X_2 + 6X_3 + 6X_4 + 5{,}136X_8 \leq 230400$$
$$12X_1 + 12X_3 + 12X_4 + 3{,}75X_8 \leq 576000$$
$$4{,}077X_1 + 0{,}75X_2 + 4{,}077X_3 + 4{,}077X_4 + 0{,}7936X_5 + 1{,}6923X_6 + 0{,}6X_8 \leq 691200$$
$$12{,}3625X_1 + 0{,}8399X_2+12{,}3625X_3 +12{,}3625X_4+0{,}8395X_5+15{,}5366X_6+2{,}9836X_7+7{,}5X_8 \leq 921600$$
$$1.124X_2 \leq 57600$$
$$5{,}791X_2 \leq 57600$$
$$5{,}0398X_2 \leq 57600$$
$$0.2023X_2 \leq 115200$$
$$0.9295X_2 \leq 57600$$
$$0.4616X_2 + 0.625X_6 \leq 230400$$
$$1{,}369X_2 \leq 57600$$
$$2{,}006X_2 + 1{,}875X_6 \leq 115200$$
$$1{,}8X_5 + 1.5579X_6 \leq 115200$$
$$2{,}1818X_5 \leq 57600$$
$$0.1754X_5 \leq 57600$$
$$1.2869X_5 + 1{,}5569X_6 \leq 115200$$
$$2{,}027X_7 \leq 57600$$
$$8{,}5714X_7 + 0{,}5X_8 \leq 115200$$
$$6{,}1037X_7 \leq 57600$$
$$7{,}2028X_7 \leq 115200$$
$$4{,}0677X_7 \leq 115200$$
$$0{,}3385X_8 \leq 57600$$
$$0{,}625X_8 \leq 57600$$
$$39{,}8975x_1 + 24{,}6923x_2 + 38{,}8885x_3 + 38{,}8885x_4 + 6{,}3576x_5 + 28{,}4687x_6 + 30{,}5985x_7 + 37{,}5985x_8 \leq 1324800$$
$$0.04X_1 + 0.04X_2 + 0.04X_5 + 0.095X_6 + 0{,}12X_8 \leq 30000$$
$$0.016X_1+0.005X_2+0.016X_3+0.016X_4+0.005X_5+0.00006X_8 \leq 30000$$
$$0.008X_1 + 0.0075X_2 + 0.008X_3 + 0.008X_4 \leq 15000$$
$$0.0056X_1 + 0.0022X_3 + 0.056X_4 \leq 25000$$
$$5.85X_1 \leq 100000$$
$$13X_1 \leq 100000$$
$$0.4368X_1 + 0.4368X_3 \leq 150000$$
$$0.7X_2 \leq 100000$$
$$27.5X_2 + 275X_6 \leq 500000$$
$$55X_2 + 550X_6 \leq 1000000$$
$$27.5X_2 + 275X_6 \leq 500000$$
$$1.18125X_2 \leq 25000$$
$$0.87975X_2 \leq 10000$$
$$0.04X_3 + 0.04X_4 + 0.65X_7 \leq 80000$$
$$0.4672X_3 + 0.4672X_4 \leq 100000$$
$$5.568X_3 \leq 100000$$
$$60.72X_4 \leq 200000$$
$$60.72X_4 \leq 200000$$
$$0.30792X_4 \leq 10000$$
$$55X_5 \leq 100000$$
$$55X_5 \leq 100000$$
$$3.257X_5 \leq 50000$$
$$250X_6 \leq 500000$$
$$8.34X_6 \leq 100000$$
$$0.0025X_6 \leq 10000$$
$$0.05X_7 \leq 10000$$
$$5X_7 \leq 100000$$
$$5.1X_7 + 6{,}1X_8 \leq 1000000$$
$$5X_7 \leq 100000$$
$$22X_7 \leq 300000$$

$2.5X_7 \leq 50000$
$0.00675X_7 + 0{,}0972X_8 \leq 10000$
$0{,}036X_8 \leq 10000$
$3X_8 \leq 400000$
$X_i \geq 0$, i=1,2,…,8

Firma yönetimiyle yapılan görüşmeler sonunda AHP ve Bulanık AHP kullanılarak oluşturulan amaç fonksiyonları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 2: Amaç Fonksiyonları

Eşit ağ. Bul. hedef pr. için	Max Z = $\mu_1 + \mu_2 + \mu_3 + \mu_4 + \mu_5 + \mu_6 + \mu_7 + \mu_8 + \mu_9$
Ahp ile ağ. Bul. Hedef pr. için	Max Z = $0{,}091\mu_1 + 0{,}281\mu_2 + 0{,}266\mu_3 + 0{,}162\mu_4 + 0{,}022\mu_5 + 0{,}018\mu_6 + 0{,}014\mu_7 + 0{,}07\mu_8 + 0{,}076\mu_9$
Bul. ahp ile ağ.Bul.Hedef pr. için	Max Z = 0μ1 + 0,391μ2 +0,296μ3 + 0,311μ4 + 0μ5 + 0μ6 + 0μ7 + 0μ8 + 0μ9

AHP ile Ağırlıklandırılmış Bulanık Hedef Programlama Modeli için firma yönetimine soru formu oluşturulmuş ve sonuçlar Expert Choice programına aktarılmış ve hedeflere ilişkin ağırlıklar tespit edilmiştir. Ağırlıklandırma işleminin gerçek hayata daha uygun olması düşüncesi ile bir başka ağırlıklandırma işlemi de Chang'in mertebe analiz yöntemini kullanarak elde edilmiştir.

Firma yönetimiyle belirlenen hedefler de aşağıda gösterilmiştir.

$X_1 - 3000\mu_1 = 1000$
$X_2 - 5000\mu_2 = 2000$
$X_3 - 500\mu_3 = 500$
$X_4 - 4000\mu_4 = 1000$
$X_5 - 5000\mu_5 = 5000$
$X_6 - 10000\mu_6 = 10000$
$X_7 - 2000\mu_7 = 3000$
$X_8 - 6000\mu_8 = 2000$
$0{,}585X_1 + 1{,}472X_2 + 2{,}08X_3 + 1{,}275X_4 + 0{,}25X_5 + 0{,}135X_6 + 0{,}41X_7 + 2{,}002X_8 - 10000\,\mu_9 = 30000$

Belirlenen hedefler yukarıdaki Doğrusal Programlama modeline eklenerek Eşit Ağırlıklı Bulanık Hedef Programlama, AHP ile Ağırlıklandırılmış Bulanık Hedef Programlama, Bulanık AHP ile Ağırlıklandırılmış Bulanık Hedef Programlama modelleri oluşturulmuş, bu modellere ilişkin hem doğrusal hem de tamsayılı olmak üzere toplam sekiz farklı çözüm elde edilmiştir. Elde edilen çözüm değerleri aşağıdaki tabloda karşılaştırılmalı olarak verilmiştir.

Tablo 3: Karşılaştırılmalı Sonuç Tablosu

		X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	μ_1	μ_2	μ_3	μ_4	μ_5	μ_6	μ_7	μ_8	μ_9	Max Z
Doğrusal çözüm	Doğrusal	0	9,946.469	27,751.1	0	0	0	0	0										72363,49
	Tamsayılı	0	9,945	27,752	0	0	0	0	0										72363
Eşit ağırlıklı çözüm	Doğrusal	4000	7000	1000	5000	10000	10455,94	5000	6463,26	1	1	1	1	1	0,05	1	0,74	1	7,79
	Tamsayılı	4000	7000	1000	5000	10000	10456	5000	6463	1	1	1	1	1	0,0456	1	0,7438	0,999	7,7884
AHP ile Ağırlıklandırılmış çözüm	Doğrusal	4000	7000	1000	5000	10000	10455,94	5000	6463,26	1	1	1	1	1	0,05	1	0,74	1	7,79
	Tamsayılı	4000	7000	1000	5000	10000	10456	5000	6463	1	1	1	1	1	0,0456	1	0,7438	0,999	7,7884
Bulanık AHP ile Ağırlıklandırılmış Çözüm	Doğrusal	4000	7000	1000	5000	10000	10455,94	5000	6463,26	0	1	1	1	0	0	0	0,23	0	3,23
	Tamsayılı	1000	7000	1000	5000	5004	10002	3000	3409	0	1	1	1	0,0008	0,0002	0	0,2348	0	3,2358

5. SONUÇ

Elde edilen veriler ışığında önce doğrusal model kurulmuş ve bu modelin Doğrusal Programlama çözümü DS For Windows paket programıyla yapılmıştır. Çözüme sekiz üründen sadece iki tanesinin girdiği ve toplam karın 72363,49TL olduğu görülmüştür. Buna göre sadece Personel Özlük Dosyası ve 3H Numaralı Adisyonun girdiği görülmektedir. Personel Özlük Dosyasından 9,946.469 ve 3H Numaralı Adisyonundan 27,751.1 adet üretilmesi durumunda haftalık maksimum karın 72363,49TL olacağı görülmektedir. Dual değerler incelendiğinde ise sadece İç Harman kısıtı ve Toplam İşgücü kısıtında pozitif değer çıktığı, diğer kısıtların değerlerinin "0" çıktığı görülmektedir. İç Harman kısıtını dual değeri 0,0262 ve Toplam İşgücü kısıtının dual değerinin ise 0,0535 olduğu Dual sonuçlardan anlaşılmaktadır. Bu

değerlerden; iç harman kısıtına fazladan ayrılacak bir saniyenin amaç fonksiyonundaki etkisinin 0,0262 TL ve toplam işgücü kısıtına fazladan bir saniye ayırmanın amaç fonksiyonuna 0,0535 TL olacağı görülmektedir. Ağırlıklandırma işlemi, ağırlıklandırmanın daha gerçekçi olması ve her bir hedefin birbiriyle kıyaslanabilme olanağı sağlaması nedeniyle AHP tekniği kullanılarak yapılmıştır. İkili karşılaştırmalar yapılırken hazırlanan soru formu uygulanmış ve elde edilen veriler Expert Choice paket programı yardımıyla çözümlenerek ağırlıklar elde edilmiştir. Bu ağırlıklar Tablo 2'deki gibi amaç fonksiyonunda yerine yazıldıktan sonra DS For Windows paket programıyla çözüm elde edilmiştir. Ağırlıklandırma işlemi yapılmasına ve ağırlıklar birbirinden farklı olmasına rağmen Eşit Ağırlıklı Bulanık Hedef Programlam ile AHP ile Ağırlıklandırılmış Bulanık Hedef Programlamanın çözüm sonuçları aynı çıkmıştır. Bu durum AHP ile ağırlıklandırma sonucu oluşan ağırlıkların birbirine yakın olmasından kaynaklanmış olabilir.

Ağırlıklandırma işleminin sonucunun gerçek hayata daha uygun olması düşüncesi ile Bulanık AHP ile yapılması sonucu oluşan ağırlık değerleri amaç fonksiyonunda Tablo 2'deki gibi yazılmıştır.. Ağırlıklandırma işlemi yapılırken Chang'in Mertebe Analiz Yönteminden faydalanılmıştır. Bulanık AHP sonucu üç ürünüe ilişkin ağırlık değerleri sıfırdan büyük iken altı hedefe ilişkin ağırlık değerleri sıfır çıkmıştır. Chang'in yönteminde uygulanan ikili karşılaştırmalar neticesinde çoğu hedefin ağırlığının sıfır bulunması, bu yöntemin ağırlıklandırma işlemi için uygun olmayacağı gerçeğini ortaya çıkarmıştır. Elde edilen bu ağırlıkların modele yazılması ile oluşan modelin DS For Windows ile yapılan Doğrusal Programlama çözüm değeri Tablo 3'de gösterilmiştir. Burada dikkat edilmesi gereken nokta, sekizinci hedefin ağırlığının sıfır olmasına rağmen başarı düzeyi μ=0,23 olarak gerçekleşmiştir. Bu durumun nedenlerinden birinin; dokuzuncu hedefin alt sınırının modeli zorlaması ve bunun gerçekleşebilmesi için bazı hedeflerin bir kısmının başarılmasının gerekliliği olarak düşünülmüştür. Toplam başarılma düzeyi 0,3588 olarak hesaplanmıştır.

Yukarıdaki tablodan; Eşit Ağırlıklı Bulanık Hedef Programlam ile AHP ile ağırlıklandırılmış Bulanık Hedef Programlama çözüm değerlerin aynı olduğu, X_6 ve X_8' in üretim miktarlarının DS For Windows'tan farklı olduğu görülmektedir. Hem AHP ile ağırlıklandırılmış Bulanık Hedef Programlama DS For Windows çözümündeki toplam başarı oranı hem de Eşit Ağırlıklı Bulanık Hedef Programlam DSFW çözümündeki toplam başarı oranı eşit ve %86,55 iken MATLAB çözümündeki toplam başarı oranının %86,53 olduğu görülmektedir. Bulanık AHP ile ağırlıklandırılmış Bulanıık Hedef Programlama çözümünde ise X_1, X_5, X_6, X_7 ve X_8 üretim miktarlarının azaldığı ve diğer ürünlerin üretim miktarında bir değişiklik olmadığı görülmektedir. Aynı şekilde hedeflerin toplam başarı oranı %35,95 olduğu anlaşılmaktadır.

KAYNAKÇA

Tiwari, R.N., Dharmar, S. ve Rao, J.R. (1987). Fuzzy Goal Programming- An Additive Model, *Fuzzy Sets and Systems, 24*:27-34.

Özkan, M.M. (2003). *Bulanık Hedef Programlama,* Bursa: Ekin Kitapevi.

Kahraman, C. (2008). Fuzzy Multi Criteria Decision Making. New York: Springer.

Salo, A.A. ve Hamalainen, R.P. (1995). Preference Programming Through Approximate Ratio Comparisons, *European Journal of Operational Research. 82* (1995): 458-475.

Saaty, T.L. (1994). *How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process*, Interfaces. 24: 19-43.

Mateo, J.R.S.C. (2012). *Multi-Criteria Analysis in the Renewable Energy Industry,* Verlag London Limited: Springer.

Vaidya, O.S. ve Kumar, S. (2006). Analytic hierarchy process: An overview of applications, *European Journal of Operational Research.* 169: 1–29.

TAI (TUSAŞ) UÇAK ÜRETİM FABRİKASINDA CEC FIRINI ÇİZELGELEME PROBLEMİNİN LEKIN ALGORİTMALARI İLE ÇÖZÜMÜ VE UYGULAMASI

Adnan Aktepe	Süleyman Ersöz	Egenur Özalp	Çağla Çiçek	Burak Kalkan
Kırıkkale Üniversitesi	Kırıkkale Üniversitesi	Kırıkkale Üniversitesi	Kırıkkale Üniversitesi	Kırıkkale Üniversitesi

ÖZET

Bu çalışmada sezgisel yöntemler kullanılarak maksimum gecikme, toplam akış zamanı ve toplam gecikmeyi minimize etmeye yönelik üretim çizelgeleri oluşturulmuştur. Uygulama TAI Uzay ve Havacılık A.Ş.'de bulunan ve imalat bölümündeki en büyük fırın olan CEC fırını ve buna bağlı olan 3 adet germe-bükme makinesinde gerçekleştirilmiştir. Çizelgeleme uygulamasında LEKIN programında yer alan sezgisel algoritmalar kullanılmıştır. Program 6 temel çalışma ortamına sahiptir. Bunlar; tek makine, paralel makine, akış tipi, esnek akış tipi, atölye tipi üretim, esnek atölye tipi üretimdir. Farklı çizelgeleme kuralları ve sezgiseller iş sıralamasında farklı önceliklere göre fizibil sonuçlar üretmektedir. LEKIN programı ile uygulama sonucunda 3 makinenin de üretim çizelgelerinde değişiklik yapılmış olup, uygulama sonucunda elde edilen iyileştirme sonuçları tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Çizelgeleme, LEKIN, TAI.*

SOLUTION OF CEC FURNACE SCHEDULING PROBLEM AT TAI (TUSAS) AIRCRAFT MANUFACTURING FACTORY WITH LEKIN ALGORITHMS AND APPLICATION

ABSTRACT

In this study, production schedules are cretaed by using heuristics for minimizing maxmimum tardiness, total completion time and total tardiness in manufacturing. Specific application area is CEC furnace and the consequent 3 stretching-bending machines at Turkish Aerospaces Industries, Inc (TAI). These are largest furnace in manufacturing factory at TAI. For scheduling. rules and heurictics in LEKIN software are used. There are 6 different modules in the program. These are single machine, paralel machine, flowshop, flexible-flowshop, job-shop and flexible job-shop. With scheduling rules and heuristics, it can produce feasible results. With LEKIN software algorithms, schedules of 3 machines are enhanced and improvement results are discussed.

Keywords: *Scheduling, LEKIN, TAI.*

1.GİRİŞ

Üretim sektörü halen, 20. Yüzyılın en gelişmiş pazarları için bile ekonomik refahın sağlanması açısından önem taşımaktadır. Yetenekli işgücüne erişim bir ülkenin rekabetçiliğini belirleyen en önemli faktör olarak ortaya çıkmaktadır. Bunu ülkenin ticari, finansal ve vergi sistemleri takip etmekte, ardından ise işgücü ve malzeme maliyetleri gelmektedir (Kaya ve Saraç, 2016). TAI Havacılık ve Uzay Sanayii A.Ş. Türkiye'nin önde gelen üretim sektörlerinden uçak ve uçak parçası üreten, personel ve donanım bakımından oldukça geniş bir kitleye sahiptir. Türk Uçak Sanayii Anonim Ortaklığı (TUSAŞ), 28 Haziran 1973 tarihinde Türkiye'nin savunma sanayinde dışa bağımlılığını azaltmak amacıyla Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı bünyesinde kurulmuştur. Bu çalışmada ele alınacak olan problem TAI Havacılık ve Uzay Sanayii A.Ş. de yapılacak olan fırın çizelgelemesi problemidir.

Çizelgeleme, üretim ve hizmet sistemlerinde oldukça önemli rol oynayan bir karar verme yaklaşımıdır. Çizelgeleme de amaç istenilen işin, istenilen zamanda ve istenilen kalitede, işlerin makinelerde işlenmesinin sıralamasını yapmaktır.

Üretim firmalarının içinde bulunduğu pazarda birbirleri ile olan yarışlarda çizelgeleme kavramının önemini artırmıştır. Literatürde çizelgeleme kavramı için yapılan tanımları incelediğimizde şu tanımlar ve bazı çalışmalar ortaya çıkmaktadır: Çizelgeleme, problemin verilen kısıtlarına bağlı olarak belli bir amaç fonksiyonunu optimum yapan birleşimin bulunması ile ilgilenmektedir. Örneğin, atölye tipi ve akış tipi üretimin çizelgelenmesinde amaç, süreç içi stok zamanını veya tüm işlerin birlikte tamamlanma zamanını (makespan) kısıtları (tesisin maksimum kapasitesi, elverişli makine sayısı vb.) sağlayacak şekilde enküçüklemektir. Rotalama, akış planlama vb. içeren kısıtlı optimum problemleri olarak ele alınabilecek bir çok üretim problemleri bulunmaktadır. Ayrıca fabrika yerleşimi ve yükleme problemleri de kısıtlı optimum problemleri olup, diğer problemlerle yakın ilgileri bulunmaktadır (Özkazanç,1999).

Bizim ele almış olduğumuz çalışma ortamında atölye tipi üretim (job shop) hâkimdir. Yine literatürde yer alan çalışmalara baktığımızda atölye tipi çizelgelemeyle ilgili şu bilgiler gözümüze çarpmaktadır: Atölye tipi problemlerde kısıt sayımız ne kadar artarsa çözüm o kadar zorlaşır. Bu sebeple bu problemi çözmek için matematiksel algoritmalardan daha çok sezgisel yöntemler kullanılmaktadır (Hopfield ve Tank,1985). Hopfield ve Tank sezgisel yöntemlerden biri olarak yapay sinir ağlarını tercih ederken kril sürüsünün hareketini inceleyen bir başka kaynakta ise atölye tipi çizelgelemede kullanılacak olan çözüm yöntemi olarak matematiksel yöntemlerin daha iyi olacağı ifade edilmektedir (Gandomi ve Alavi, 2012).

Aslan vd. (2011) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi öğrencilerinin incelediği ve Denizli'de bulunan bir tekstil firmasında sıra bağımlı paralel makinelerde LEKIN programıyla çizelgeleme hazırlanmıştır. Bu çalışmada ise savunma sanayinin lider isimlerinden olan TAI'nin İmalat Bölümünde yer alan CEC Fırın İstasyonunda ve buna bağlı 3 adet paralel makinede LEKIN programıyla işlerin sıralanması problemi dikkate alınmıştır. Bu çalışma sayesinde; makinelerin toplam işlem zamanlarını, maksimum gecikmeleri, toplam akış sürelerini, toplam ağırlıklı geç bitirme işlemlerini en aza indirecek çizelgeler oluşturulması hedeflenmiştir. Çalışma sonucunda LEKIN çizelgeleme programı ile farklı kural ve sezgisellerle yapılan çizelgeler incelenmiştir ve LEKIN çıktıları kullanılarak sonuçlar karşılaştırılmıştır.

2.AMAÇ VE PROBLEM

Bu çalışmanın amacı TAI'de bulunan 1 adet CEC fırını ve 3 adet paralel makinadan oluşan sistemimizin minimum maliyetle maksimum kapasitesini ortaya çıkartacak yeni bir çizelgeleme oluşturmaktır. Çalışmada kullanılacak olan model çok sayıda anlamlı girdiden oluşmaktadır.

Modelin çözümü yapılırken SFG, ABS, A400M uçak tipine ait 69 çeşit parça içinden uygulama için örneklem olarak 12 adet veri LEKIN programının sistemine girilecektir ve diğer yöntemlerle yapılan çizelgelemelere göre karşılaştırmalı şekilde en iyi sonucu verecek çizelgeleme çözümünün yapılması, zaman açısından verimliliğinin artırılması hedeflenmiştir.

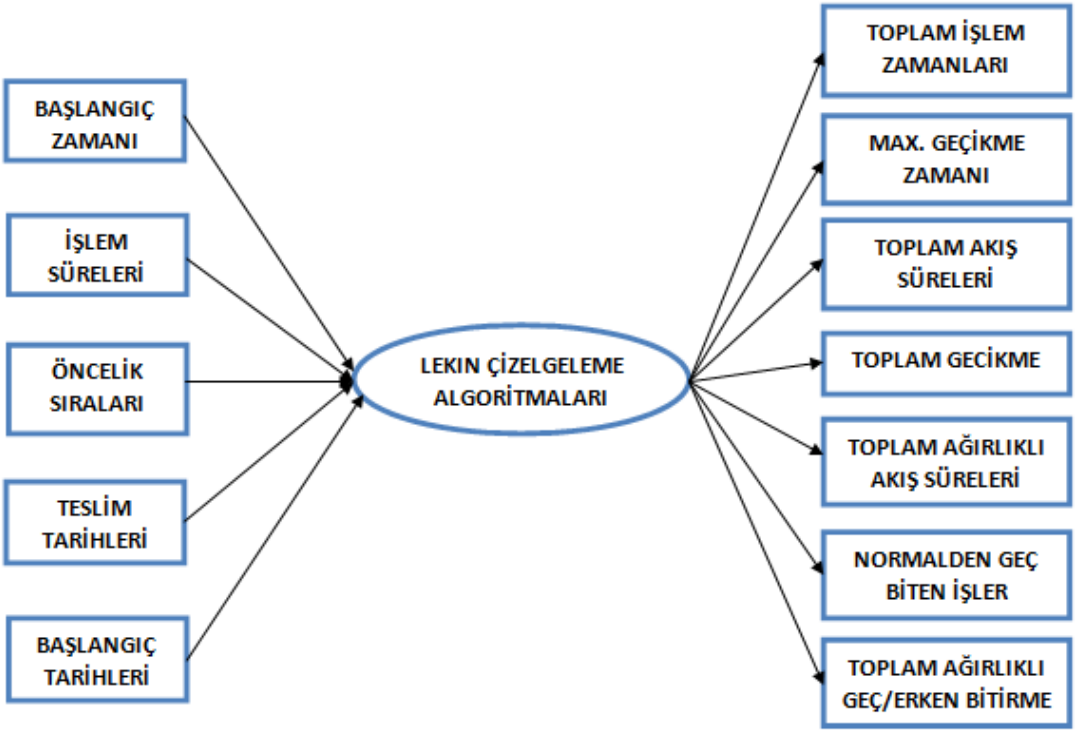
Çalışmanın amaçları ve elde edeceğimiz çıktılar;

- Toplam işlem zamanının bulunması,
- Maximum gecikme/erken bitirme zamanlarının bulunması,
- Toplam akış süresinin bulunması,
- Toplam gecikmenin bulunması,
- Toplam ağırlıklı akış süresinin bulunması,
- Toplam ağırlıklı geç/erken bitirme süresinin bulunması,
- Normalden geç biten işlerin tespit edilmesidir.

3.YÖNTEM

Çalışmada LEKIN yazılımında yer alan kural ve sezgisel algoritmalar kullanılmıştır. Daha hızlı ve daha sağlıklı uygulama için LEKIN programı kurallar veya sezgisel yöntem sonuçları karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. LEKIN, 6 temel çalışma ortamına sahiptir. Bunlar; tek makine, paralel makine, akış tipi, esnek akış tipi, atölye tipi üretim, esnek atölye tipi üretimdir. LEKIN programının tercih sebebi ise gecikmeleri en küçükleyecek şekilde parçaların işlem noktalarına atanması sağlaması ve bize karşılaştırmalı olarak en iyi sonucu verecek olmasıdır. Kural ve sezgisel yöntemlere göre üretilecek olan bu çözüm algoritmaları karşılaştırmalı olacağı için diğer yöntemlere göre farklılık katmaktadır.. Sezgisellik problemin durum uzayı çok büyük olduğunda çözümün aranmasını kesin biçimde sınırlayan herhangi bir kural, strateji, hile ve sadeleştirmedir.

C_{max} sistemi terk eden son işe ait tamamlama zamanını, L_{max} en büyük gecikme, ağırlıklandırılmış toplam tamamlama süresi ise (Σw_j, C_j) ile ifade edilir (Pinedo, 2008). Çalışma ortamımızda bulunan m= 3 adet özdeş olmayan makinede 69 adet iş prosese girmektedir. i makinesindeki j işinin proses zamanı t(i,j) ile ifade edilmektedir. Bu gösterime göre bu çalışmada ele alınacak problem P3 | s_{jk} | T_j şeklinde ifade edilir. TAI'de bulunan CEC fırını için kurulacak olan LEKIN programı çizelgeleme modelinde kullanılacak olan girdi ve çıktılar Şekil-1 'de gösterilmiştir.



Şekil-1 Modelin Girdi ve Çıktıları

4.UYGULAMA

Firmalar artan rekabet şartları ve tüketicinin her geçen gün bilinçlenmesi ile değişikliğe her daim açık olmalıdır. Bu rekabetin farkında olan üretici firmalar kaliteli ürün elde edebilmek için yeni üretim sistemlerini ve teknolojik gelişmeleri yakından takip etmektedir. Uygulamada da TAI'nin İmalat Bölümündeki en büyük fırın olan CEC fırınında yapılmıştır. Bu istasyona bağlı olan 3 adet makine bulunmaktadır. Bu 3 adet makinenin kapasiteleri eşit olmakla beraber hazırlık süreleri ABS, SFG ve A-400M projelerine göre farklılık göstermekte olan paralel makinelerdir. Bu makinelerde 3 farklı projeden gelen parçaların germe-bükme işlemleri yapılmaktadır. Bu makinelere girecek olan 47 çeşit SFG, 11çeşit ABS ve 11 çeşit A400M uçak parçalarının işlem süreleri ve makinaların hazırlık zamanları yapılacak zaman etüdü çalışmalarıyla ve TAI'nin ERP sisteminden elde edilmiştir

Ele almış olduğumuz problem SFG, ABS, A400M uçak projelerinden CEC fırını tezgâhındaki 3 makinesinde tamamlanma zamanı ve gecikmeleri minimize etmektir.

Makinelerdeki işlerin teslim tarihleri ve işlem süreleri Tablo 1'de verilmiştir. Tablodaki ağırlıklar her işin önem derecesini göstermekte olup, fabrikada çalışan endüstri mühendisleri tarafından belirlenmiştir.

Tablo-1 İşlerin Teslim Tarihi ve İşlem Süresi

İş	Grup	Teslim Zamanı (dk)	İşlem Süresi (dk)	Ağırlık
J01	SFG	800	233	1
J02	SFG	800	233	1
J03	SFG	800	373	2
J04	SFG	800	373	1
J05	A4M	1200	603	3
J06	A4M	1200	621	2
J07	A4M	1200	524	1
J08	A4M	1200	641	1
J09	ABS	400	183	2
J10	ABS	400	192	1
J11	ABS	400	172	2
J12	ABS	400	192	1

Farklı makine ortamlarına göre çizelgeleme yapabilen bu programda ilk olarak paralel makine ortamı seçilerek 3 paralel makine ve çizelgelenecek süre için gelen 12 iş tanımlanmıştır. Çalışmada kullanılan sıralama kuralları ise şunlardır: SPT en kısa işlem süresine sahip işleri çizelgede ilk olarak sıraya koyulmasıdır. LPT en uzun işlem süresine sahip işleri çizelgede ilk olarak sıraya koyulmasıdır. EDD teslim tarihi en erken olan işlerin çizelgede ilk sıraya koyulması, FCFS sisteme ilk giren işin ilk çıkmasıdır. Belirtilen tüm bu kurallar herhangi bir performans kriteri gözetmeksizin bir sıralama yaparlar. LEKIN programının diğer bir yöntemi olan sezgizel çözüm yöntemleri ise çalışmada kullanılacak yöntemdir. General SB, pek çok farklı makine ortamı ve amaç fonksiyonu için tasarlanmış genel bir yöntemdir. Çalışmamızda ise makinelerimiz paralel olduğu için bu makinelerin çizelgelenmesinde program General SB sezgiselini önermektedir. Bu sezgisel yöntem belli bir performans kriterini dikkate alarak arama yapar. General SB /$\sum Cmax$ yöntemi, bütün işlerin bittiği zamanı minimize etmeyi amaçlar. General SB / $\sum Ti$ yöntemi, işlerin maksimum gecikmesini minimize etmeyi amaçlar. General SB /$\sum C$ yöntemi ise toplam akış zamanını vermektedir (Pinedo, 2008; Lekin, 2016).

5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Sonuçlar Tablo-2'de gösterilmekte olup, performans kriterleri şöyledir: Tamamlanma zamanı (C_{max}) bütün işlerin bittiği en son zamanı belirtir. Maksimum gecikme (Tmax) işlerdeki maksimum gecikmeyi gösterir. Bir işin gecikmesi, işin gecikmesiyle (Tj) o işin tamamlanma zamanı ile teslim tarihi arasındaki pozitif farktır. (Uj) toplam geç iş sayısıdır. Toplam akış zamanı ($\sum Cj$) bütün işlerin tamamlanma zamanının toplamıdır. Geciken işlerin gecikme süreleri toplamı ise ($\sum Tj$) dir. ($\sum wjcj$) ağırlıklı tamamlanma zamanını ($\sum wjtj$) de toplam ağırlıklı gecikme zamanını bize vermektedir.

Tablo-2 LEKIN Uygulama Sonuçları

Çizelge	C_{max}	T_{max}	$\sum U_j$	$\sum C_j$	$\sum T_j$	$\sum w_jC_j$	$\sum w_jT_j$
1) SPT	1591	391	3	8579	743	14557	1236
2) EDD	1670	470	3	8658	743	13960	902
3) FCFS	1515	1115	5	11256	4044	17734	5772
4) LPT	1492	1092	8	13145	5349	19908	7882
5) General SB Routine/sum(T)	1790	590	3	8798	743	14028	814
6) General SB Routine/sum(C)	1510	310	5	8670	786	15163	1517
7) General SB Routine/(C_{max})	1478	278	7	9606	1271	15998	2316

Tamamlanma zamanı C_{max} ve gecikme zamanı T_{max} için en düşük sonuçları sezgisel bir yöntem olan General SB Routine/$\sum Cmax$ yöntemi vermiştir. $\sum W_jt_j$ için en iyi sonucu General SB Routine/ sum(T) vermiştir. $\sum W_jC_j$ için en iyi sonucu EDD kuralı vermiştir. $\sum U_j$ ve $\sum T_j$ için en iyi sonuçları SPT kuralı ve General SB Routine/ sum(T) vermiştir. $\sum C_j$ için en iyi sonucu SPT kuralı vermiştir. Her bir kural ve sezgisele göre sıralamalar **EK**'te sunulmuştur.

KAYNAKLAR

Aslan E. Karkaciğer O, Yiğit M. A. (2011). Sıra Bağımlı Hazırlık Zamanlı Paralel Makinelerde Çizelgeleme: Bir Tekstil İşletmesi Uygulaması, Tokat.

Gandomi A. H., Alavi A. H. (2012): "Krill Herd: A New Bio-Inspired Optimization Algorithm", Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation, Cilt 17, No. 12, s.4831-4845.

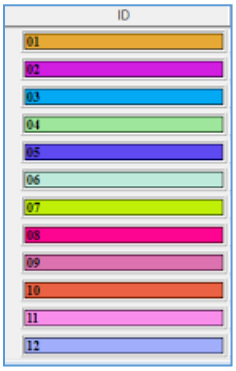
Kaya S, Saraç T. (2016). Plastik Enjeksiyon Makinelerinin Vardiya Bazında Çizelgelenmesi Problemi İçin Bir Hedef Programlama Modeli, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Dergisi Cilt: 24 Sayı: 1 Sayfa: (12-26).

LEKIN, (2016). http://web-static.stern.nyu.edu/om/software/lekin/, (Son Erişim Tarihi: 02.07.2016).

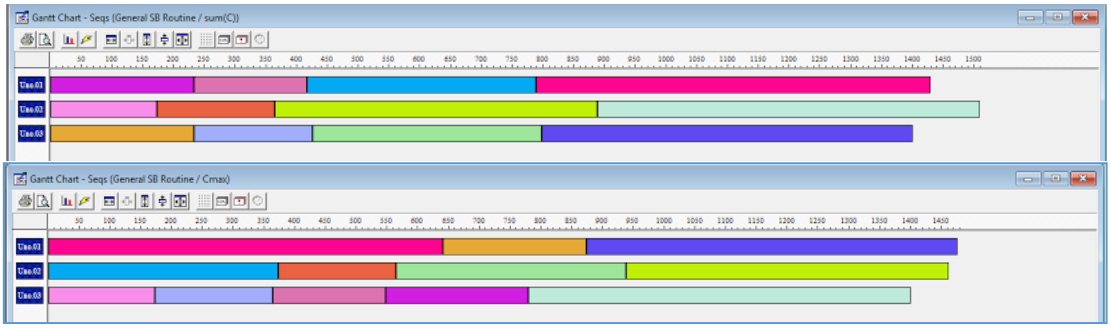
Pinedo, M. L. (2008). Scheduling: Theory, Algorithms and Systems, 3rd. Ed., Springer, New York.

Özkazanç, A. Ü., Atölye Tipi Üretim Ortamında İşlerin Çizelgelenmesi İçin Yapay Sinirsel Ağ Yaklaşımı, Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, 1999.

EK. LEKIN'de YER ALAN KURAL VE SEZGİSEL YÖNTEMLER İLE ELDE EDİLEN SONUÇLAR



Şekil E1. İşler ve Renk Gösterimleri



Şekil E2. Çizelgeler (Sırasıyla SPT, EDD, FCFS, LPT, General SB Routine/Sum(T), General SB Routine/Sum(C), General SB Routine (C_{max})

VERİTABANI OLUŞTURARAK KISITLAR TEORİSİ YAKLAŞIMI İLE VERİ ANALİZİ

Alper Alçin
İstanbul Kültür Üniversitesi

Nükhet Tunçbilek
İstanbul Kültür Üniversitesi

ÖZET

İşletmeler pazarlarını korumak ve rekabet üstünlüğü için ürün ve hizmetlerini müşteri taleplerine uygun, yüksek kalitede ve zamanında sunmalı, üretimdeki kısıtları kaldırarak, iyileştirme yapmalıdır. 1980'lerde Dr. Goldratt'ın geliştirdiği "Kısıtlar Teorisi", sistemlerin en az bir kısıtı olduğunu savunur. Sadece üretime değil, yönetim muhasebesine de farklı bakış getiren teori, kapsamlı maliyet analizleri ve geliştirme önerileriyle işletmelerin yönetiminde önem arz etmektedir. Bu çalışmada amaç, mobil telefonlara uygulama ve içerik servisleri hazırlayan bir firmanın kısıtlarını belirlemek ve kısıtları etkin şekilde yöneterek, firmaya gelen servis talepleriyle ilgili en uygun senaryoyu seçmektir. Önce, kavramlara yer verilmiştir. Ardından, servis yapım aşamaları anlatılmış, firmanın hizmet üretimindeki kısıtı belirlenmiştir. İstenen işlerin veritabanı hazırlanmış, her işin gerekli aktivite süreleri ve maliyetler girilmiştir. Farklı senaryolarda firmanın kazancı hesaplanmıştır. Son bölümde mali sonuçlar karşılaştırılarak en kârlı senaryo belirlenmiştir. Geleneksel maliyet muhasebesiyle katkı muhasebesi bakışını karşılaştıran veritabanı sorguları geliştirilmiştir. Kısıtlar teorisine dayanan katkı muhasebesi ile elde edilen sonuçlarda, firmanın daha kârlı tercihler yapabildiği görülmüştür.

Anahtar Sözcükler: Kısıtlar teorisi, Katkı muhasebesi, İlişkisel veritabanı.

DATA ANALYSIS WITH THEORY OF CONSTRAINTS BY CONSTRUCTING A DATABASE

ABSTRACT

In order to protect market share and competitive advantage, companies should provide products and services in accordance with customer demand, on time and with high quality, should remove constraints at production. "Theory of Constraints" developed by Dr. Goldratt mid 1980's, claims that every system has at least one constraint. The theory that brought a different perspective to management accounting in addition to production, plays an important role in management by detailed cost analysis and improvement suggestions. This study involves with determining constraints at an application and content provider company for mobile phones and managing them effectively, so that best scenario for service requests is followed. After describing concepts, service productions steps are described and constraint is determined. A database for requested services is prepared, for each service activity durations and costs are entered. Throughput at each scenario is calculated. Most profitable scenario is determined based on financial results. Traditional cost accounting and throughput accounting perspectives are compared by database queries and it is observed that throughput accounting that is based on the theory of constraints generates results that the company can choose more profitable scenarios.

Keywords: Theory of constraints, Throughtput accounting, Relational database.

1. GİRİŞ

Her sistemin en az bir kısıta sahip olduğunu ve firmaların kârlılıklarını arttırabilmeleri için bu kısıtların yönetimine odaklanmaları gerektiğini savunan kısıtlar teorisinin konusu, sistemin bütününde ortaya çıkan, performans ve verimliliğini sınırlayan kısıtların tespit edilip ortadan kaldırılmasına yönelik düzenlemeler yaparak verimliliğini arttırmaktır. Teori, ilk zamanlarında sadece üretim performansını arttırmak için kullanılsa da sonradan yönetim ve maliyet muhasebesi ile birlikte konuşulmaya başlanmıştır ve zamanla geleneksel maliyetleme yönteminin yetersiz kalmaya başlaması ve bazı eksikliklerinin giderilmesi amacıyla, kısıtlar teorisini baz alan katkı muhasebesi ortaya çıkmıştır. Muhasebe alanına farklı bir bakış açısı getiren katkı muhasebesi, işletmedeki darboğazların ortadan kaldırılması ya da iyileştirilmesi yoluyla kar elde etmeyi sağlayan ve yönetime yol gösteren bir yaklaşımdır. Tunçbilek ve diğ. (2010) çalışmasında Kısıtlar Teorisi yaklaşımı ile oluşturulan bilgi sistemi sayesinde mobilya aksesuarı üreten bir işletmenin temel üretim kısıtları, ürünlerin iş merkezlerinde üretim süreleri, işletmenin toplam giderleri, ürünlerin direkt üretim maliyetleri, satış fiyatları ve sipariş miktarları sisteme girdi olarak verilmiş ve bir işletmenin yeni makine yatırımı, yeni personel işe alma, fazla mesai yaptırma, yeni ürün ekleme, ürün fiyatında değişiklik, bazı müşteri siparişlerinin reddedilmesi gibi farklı operasyonel kararları, karlılık ve yatırımın geri dönüşü açısından değerlendirilmiştir.

Bu çalışmanın amacı, bilgi-eğlence sektöründe mobil platformlara servisler hazırlayan bir firmaya gelen iş isteklerini, firma kısıtlarını belirleyerek ve bu kısıtları etkin bir şekilde yöneterek servis talepleri için kısıtlara göre en uygun senaryoyu seçmektir.

Çalışmada ilk olarak, konuya ait kavramlara yer verilmiş, ardından, Y operatörünün Bilgi-Eğlence servislerini işleten X firmasının servis yapım aşamaları hakkında bilgiler verilmiştir ve firmanın kısıtı belirlenmiştir. İki farklı senaryo ile firmanın akış miktarları hesaplanmıştır. Son kısımda da iki senaryonun sonuçları karşılaştırılarak işletme için en karlı olan senaryo belirlenmiştir.

2. KISITLAR TEORİSİ

Kısıtlar teorisi, organizasyonlara ve insanlara problemler hakkında düşünmeyi, çözümler üretmeyi ve bu çözümleri hayata geçirmeyi teşvik eden, kademeli olarak geliştirilmiş bir yönetim felsefesi olup arzulanan hedeflere ulaşılması için işletme performansını etkileyen kısıtların belirlenmesini ve ortadan kaldırılması için gereken değişikliklerin uygulanmasını amaçlayan, kısıtların yönetilmesi yoluyla sürekli gelişmeye ve sistemin bütününde verimliliği arttırmaya odaklanan bir yönetim yaklaşımıdır.

Kısıtlar, bir ürünün toplam üretim zamanını yavaşlatan, bir sistemin para kazanma hedefine ulaşmasını engelleyen unsurlardır (Bloucher ve diğ., 2002). 1980'li yılların basında Dr. Goldratt tarafından geliştirilen kısıtlar teorisinde, Dr. Goldratt kısıt kavramını basitçe; firmaların amaçlarına ulaşmalarının karsısındaki her türlü engel olarak ifade etmiştir. Dr. Goldratt, işletmelerin temel amacının kâr elde etmek veya mevcut kârlarını yükseltmek olduğundan yola çıkarak işletmelerin kâr elde etmelerinin veya mevcut kârlarını artırmalarının önündeki her türlü engeli kısıt olarak tanımlamaktadır. (Goldratt ve Cox, 2004). Teori, kısıtların bir işletmenin performansını belirlediğini ve her sistemin en az birkaç tane kısıta sahip olduğunu savunur (Umble ve Srikanth, 1995).

Kısıtlar teorisinin amacı, bir kısıt ya da darboğaz tarafından sınırlanan organizasyonun hedeflerini maksimize etmektir. Sistemdeki sınırlamanın azaltılması için kaynakların kapasitesi arttırılırken, sistem, kısıtlar ve darboğazlar ile ilgili olarak kontrol altına alınmaktadır. Kısıtların belirlenip ortadan kaldırılması (yönetilmesi), üretim sürecinin daha akıcı ve verimli hale gelmesini sağlayarak müşteri taleplerinin zamanında karşılanması yoluyla firmaya rekabet üstünlüğü kazandıracaktır. Ayrıca üretim sürecinde oluşan gereksiz yarı mamul stokları ortadan kaldırılarak firmanın katlanacağı maliyetler azalacak, bu sayede kârlılık artacaktır. Kısıtlar teorisine göre kısıt yönetim süreci ile işletmeler asıl hedefi olan para kazanma hedeflerini gerçekleştirmiş olacaktır. Kısıtlar ortadan kalkınca yeni darboğazlar ortaya çıkacak ve yeni kısıtlarla ilgili olarak sistemin yönetim döngüsü tekrarlanacaktır (Kee, 1995).

Beş adımlı kısıt yönetim sürecinin aşamaları aşağıdaki gibidir:

- Birinci Aşama: Kısıtların Tespit Edilmesi
- İkinci Aşama: Kısıtların Nasıl Düzeltileceğine Karar Verilmesi
- Üçüncü Aşama: İlgili Her Şeyin İkinci Aşamadaki Amaca Göre Düzenlenmesi
- Dördüncü Aşama: Kısıtların Ortadan Kaldırılması
- Beşinci Aşama: Kısıtlar Kaldırıldığında İlk Aşamaya Geri Dönülmesi

Birinci, ikinci ve üçüncü aşama, kısıtların kaldırılması için hazırlık sürecini oluşturur. Dördüncü aşamada uygulamaya geçilir ve fiziksel kısıtların mevcut olduğu işletmelerde beş aşamalı kısıt yönetim süreci ile kar artışları elde edilmektedir.

3. KATKI MUHASEBESİ

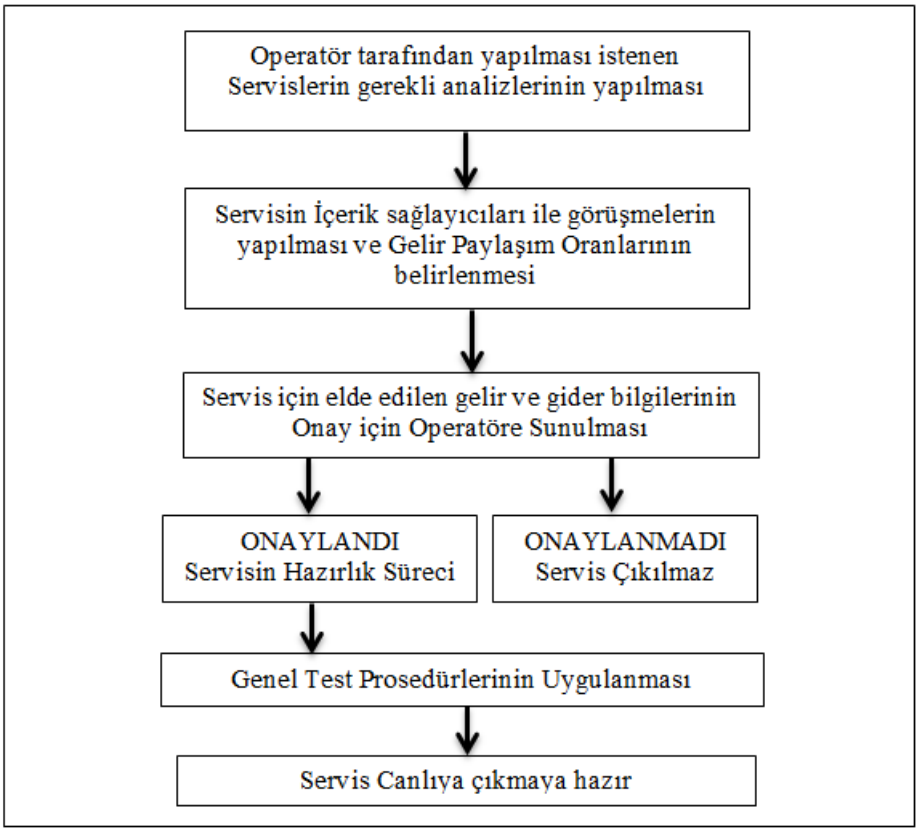
Katkı muhasebesi, felsefe olarak Kısıtlar Teorisi'ne (KT) dayanmaktadır. Katkı muhasebesi kullanılarak, darboğazların belirlenmesi ve yönetilmesine odaklı olarak KT ile elde edilen bilgiler, finansal bilgilerle birlikte ele alınarak işletmenin fiyatlama ve ürün karması kararlarında kullanılabilmektedir (Ferdiş, 2010, s.44).

Katkı muhasebesinin bir işletmede başarıyla yürütülebilmesi için genel olarak beş bileşenin dikkate alınması gerekmektedir. Karlılığın arttırılmasında işletmelerin önünde engel oluşturabilecek bu beş bileşen aşağıda listelenmiştir (Utku, 2007, s.75-76; Ferdiş, 2010, s.45):

- **Kısıtlar:** İşletmede içsel ve/veya dışsal faktörler kaynaklı olarak ortaya çıkan darboğazlardır. İşletmede öncelikle bu kısıtlar tam olarak tespit edilmeli ve engellenebilmeleri için gerekli önlemler alınmalıdır.
- **Kapasite:** Katkı muhasebesinde darboğazlara sebep olabilen kapasite sorunları, işletme sınırlarını belirleyen öncelikli unsurlardandır.
- **Zaman:** Üretim sürecindeki herhangi bir birimin kapasitesinin aşılması ile darboğazların meydana gelmesi ve düşük kapasite kullanılması ile atıl kapasite oluşması sonucunda işletmelerde potansiyel kardan uzaklaşılmaktadır. Zaman unsuru, bu iki durum arasındaki dengenin sağlanabilmesi için oldukça önemlidir.
- **Nakit Akışı:** İşletmelerde sağlanan nakit akışı ile sistemin sabit yüklerinin ne oranda karşılandığı, katkı muhasebesi ile işletme yönetiminin alacağı kararlar için dikkate alınması gereken bir unsurdur.
- **Süreç Katkısı:** Üretilen mal veya hizmetin satışının yüksek tutulması, katkı muhasebesinin yukarıda bahsedilen diğer dört unsuruna bağlı olarak süreç katkısının arttırılmasını sağlayacaktır.

4. MALZEME VE YÖNTEM

Bu çalışma, 2005 yılından bu yana Y Operatörü servislerini, abonelerinin ihtiyaçlarına uygun olacak şekilde geliştiren, uygun içerik yönetim stratejileri belirleyen ve bilgi-eğlence servislerini işleten X Firmasında gerçekleştirilmiştir. Bu firmada bir servisin yapım aşamaları Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1:Servis Yapım Aşamaları

X firmasından alınan verilerde özellikle parasal değerler, firmanın ticari bilgilerini korumak amacıyla, asıl oranlara sadık kalarak değiştirilmiştir. Öncelikle X firmasının veri tabanına, Y operatöründen istek

olarak gelen 7 adet servis için `servis_talepleri` adında bir tablo Create edilerek bu tabloya çıkılması istenen servislerin bilgileri içeriye aktarılarak hesaplar için gerekli bilgi alanları tabloya Alter komutu ile eklenmiştir. Ardından Update komutu ile boş olan alan değerlerinin hesap sonuçları, hesaplanarak girilmiştir. Bu yapılan işlemler sırasıyla Şekil 2 ve Şekil 3'te mevcuttur.

proje_uygulama.sql

```
CREATE TABLE alper.`servis_talepleri` (
  `servis` VARCHAR(20) DEFAULT NULL,
  `icerikci` VARCHAR(20) DEFAULT NULL,
  `gpo` FLOAT DEFAULT NULL,
  `fiyat` INT(10) DEFAULT NULL,
  `mecra` VARCHAR(10) DEFAULT NULL,
  `hazirlik_suresi` INT(10) DEFAULT NULL,
  `satis_adeti` INT(10) DEFAULT NULL
) ENGINE=MYISAM DEFAULT CHARSET=utf8 COLLATE=utf8_turkish_ci
```

1 Messages | 2 Table Data | 3 Info

servis	icerikci	gpo	fiyat	mecra	hazirlik_suresi	satis_adeti
Arzu Film	Arzu Film	0.5	6	STK	4	196000
Belgesel	National Geographic	0.4	10	Wap-STK	5	280000
Bilgi Yarışması	-	0	4	Wap-STK	0	288000
Haber Paket	Fatih Portakal	0.6	14	Wap-STK	10	220000
Moda	Hakan Akkaya	0.5	8	Wap-STK	8	160000
Saglik	Haydar Dumen	0.4	6	STK	6	360000
TV Programları	-	0	4	STK	0	380000

Şekil 6: Create İşlemi

proje_uygulama.sql

```
-- Hesaplamalar için Gerekli Alanların Tabloya Eklenmesi

ALTER TABLE alper.`servis_talepleri`
ADD (gelir INT(10), maliyet INT(10), akış INT(10), kkbza INT(10))

-- Boş Alanların Güncellenmesi

UPDATE alper.`servis_talepleri` SET gelir = `fiyat`*`satis_adeti`    WHERE gelir   IS NULL
UPDATE alper.`servis_talepleri` SET maliyet = `gelir`*`gpo`          WHERE maliyet IS NULL
UPDATE alper.`servis_talepleri` SET akış = `gelir`-`maliyet`         WHERE akış    IS NULL
UPDATE alper.`servis_talepleri` SET kkbza = `akış`/`hazirlik_suresi` WHERE kkbza   IS NULL
```

1 Messages | 2 Table Data | 3 Info

Limit rows First row 0

servis	icerikci	gpo	fiyat	mecra	hazirlik_suresi	satis_adeti	gelir	maliyet	akış	kkbza
Arzu Film	Arzu Film	0.5	6	STK	4	196000	1176000	588000	588000	147000
Belegesel	National Geographic	0.4	10	Wap-STK	5	280000	2800000	1120000	1680000	336000
Bilgi Yarışması	-	0	4	Wap-STK	0	288000	1152000	0	1152000	∞
Haber Paket	Fatih Portakal	0.6	14	Wap-STK	10	220000	3080000	1848000	1232000	123200
Moda	Hakan Akkaya	0.5	8	Wap-STK	8	160000	1280000	640000	640000	80000
Saglik	Haydar Dumen	0.4	6	STK	6	360000	2160000	864000	1296000	216000
TV Programları	-	0	4	STK	0	380000	1520000	0	1520000	∞

Şekil 5: Alter ve Update İşlemi

Veri tabanındaki servis_talepleri tablosunda Gelir, Maliyet, Akış ve Kısıtlı Kaynağın Birim Zamandaki Akış alanları, her servis için hesaplanarak değerleri girilmiştir. Servislerle ilgili değişken maliyet, tabloda gösterilen 'gelir paylaşım oranı' (GPO) ile hesaplanmaktadır ve bu tutar içerik hazırlayan firmaya yayın sonrasında ödenmektedir. Bu tabloda Bilgi Yarışması ve TV Programları servislerinin 'İçerik Hazırlık Süreleri' olmadığı için 'Kısıtlı Kaynağın Birim Zamandaki Akışı' (KKBZA) değerleri sonsuz '∞' olarak belirtilmiştir.

Satış adetleri ise servis kullanım alışkanlıklarının analizi sonucunda tahmini olarak belirlenmiştir. Bu analizde mevcutta bulunan 400 bin abonenin; %70'i Belgesel, %40'ı Moda, %90'ı Sağlık, %55'i Haber, %49'ı Türk Filmleri, %95'i TV Programları ve %72'si Bilgi Yarışmalarına ilgi duymaktadır.

```
SELECT SUM(`hazirlik_suresi`) AS Hazırlık_Süresi FROM alper.`servis_talepleri`
```

1 Result | 2 Profiler | 3 Messages | 4 Table Data | 5 Info

(Read Only)

Hazırlık_Süresi
33

Şekil 7: Servislerin Toplam Hazırlık Süreleri

5. BULGULAR

X Firması, iş alımını haftalık olarak belirlemektedir ve bünyesinde içerikçilerle görüşebilecek 3 elemanı bulunmaktadır. Bunlar göz önüne alındığında haftalık 15 günlük bir çalışma kapasitesi bulunuyor. Ancak firmaya gelen servis taleplerinin hazırlık süreleri bu sınırı geçmektedir. Şekil 4'te talep edilen servislerin toplam hazırlık süresinin 33 gün olduğunu görmekteyiz. Bu bilgiler doğrultusunda 2 farklı senaryo gerçekleştireceğiz.

Kısıtın Tespiti

X firmasına gelen 7 adet servis isteği bulunmaktadır. Servislerin toplam hazırlık süreleri 33 gündür ve firma çalışanlarının ise haftada 15 gün görüşme yapabilecek süreleri vardır. Bundan dolayı Firmanın 15 günü baz alarak iş taleplerini onaylaması gerekiyor. Dolayısıyla firmanın kısıtı, maksimum 15 gün çalışabilecek 3 elamanının olmasıdır. Bu kısıta göre yapılabilecek servisler seçilecektir.

Senaryoların Gerçekleştirilmesi

1. Gelire göre Sıralama

Yapılması istenen servislerin, gelir ve giderleri hesaplandıktan sonra veri tabanındaki verileri 'gelir' alanına göre büyükten küçüğe sıraladık. Bu işlemi Şekil 5'te görmekteyiz. Sorgumuzun sonuç tablosunda, yukarıdan aşağıya doğru servislerin hazırlık sürelerini toplayarak 15 günlük kısıtımızla kaç servis alabileceğimize bakalım. Haber Paket ile Belgesel servislerinin toplam hazırlık süreleriyle 15 güne ulaşmış oluyoruz ve sadece Haber Paket ile Belgesel servislerinin yapımına başlayabileceğimizi görüyoruz. Bu iş sonucunda da toplam akışımız: 2.912.000 TL olarak hesaplanmaktadır.

```
45
46
47    SELECT `servis`,`hazirlik_suresi`,`gelir`,`akış`
48    FROM alper.`servis_talepleri`
49    ORDER BY gelir DESC
50
51
```

1 Result | 2 Profiler | 3 Messages | 4 Table Data | 5 In

(Read Only)

servis	hazirlik_suresi	gelir	akış
Haber Paket	10	3080000	1232000
Belegesel	5	2800000	1680000
Saglik	6	2160000	1296000
TV Programları	0	1520000	1520000
Moda	8	1280000	640000
Arzu Film	4	1176000	588000
Bilgi Yarışması	0	1152000	1152000

Şekil 8: 1. Senaryo Sorgusu

2. KKBZA'ya göre Sıralama

Yapılması istenen servisler için birim zamandaki akışı göz önüne alarak hesaplamalarımızı yapalım. Öncelikle Bilgi yarışması ve TV Programları servisleri için hazırlık aşaması gerekmiyordu ve bu iki servisi kısıtımız göz önüne alındığında kesinlikle yapmamız gerekiyor. Kısıtlı kaynağın birim zamandaki akışını, toplam akışı içerik hazırlık süresine bölerek elde etmekteyiz. Bu iki servisin içerik hazırlık süreleri sıfır olduğundan kkbza değerleri de sonsuz '∞' olmaktadır. Bu işlem için kullandığımız sorguyu Şekil 6'da görmekteyiz. Tablomuzda servisleri, 'kkbza' alanına göre büyükten küçüğe sıralayıp kısıtımıza göre hareket ettiğimizde Bilgi Yarışması, TV Programları, Belgesel, Sağlık ve Arzu Film servislerinin toplam hazırlık sürelerinin 15 güne ulaştığı hesaplanmıştır ve bu servislerin yapılabileceği görülmüştür. Bu iş sonucunda da toplam akışın: 6.236.000 TL olacağı hesaplanmaktadır.

proje_uygulama.sql

```
53
54
55    SELECT `servis`,`hazirlik_suresi`,`kkbza`,`akış`
56    FROM alper.`servis_talepleri`
57    ORDER BY `kkbza` DESC
58
59
60
```

1 Result | 2 Profiler | 3 Messages | 4 Table Data | 5 Info

(Read Only)

servis	hazirlik_suresi	kkbza	akış
Bilgi Yarışması	0	∞	1152000
TV Programları	0	∞	1520000
Belegesel	5	336000	1680000
Saglik	6	216000	1296000
Arzu Film	4	147000	588000
Haber Paket	10	123200	1232000
Moda	8	80000	640000

Şekil 9: 2. Senaryo sorgusu

6. SONUÇ

Dr. Goldratt tarafından geliştirilen kısıtlar teorisi işletmeler için çok önemli bir performans ölçüm sistemidir. İşletmedeki kısıtların etkin bir şekilde yönetilmesiyle sistemin daha verimli hale gelmesi,

işverenin taleplerinin zamanında karşılanması sonucunda karlılığın artacağını savunan kısıtlar teorisiyle üretim, yönetim ve maliyet muhasebesi alanına da farklı bir bakış açısı getirmiştir.
Bu bakış açısı ışığında, mobil servislerin yapıldığı firmanın veri tabanındaki siparişlere göre darboğaz olarak firmada, içerikçilerle görüşen eleman sayısı belirlenmiştir. Bu firmada içerikçilerle görüşülebilecek gün sayısı dolduktan sonra diğer servisler için görüşme yapılamayacağından, o servislerin kabul edilmemesi gerekmektedir. Bu da diğer servislerden kazanılacak akışın elde edilemeyeceğini gösterir.
Tablo 1'de iki senaryonun sonucunda yapabileceğimiz servisler gözükmektedir. İki senaryonun Akış Toplamlarına bakıldığında 1. Senaryoda 2.912.000 TL lik bir akış, 2. Senaryoda 6.236.000 TL lik bir akış söz konusu, aradaki fark 3.324.000 TL dir. Bu şartlarda akışı daha iyi olan 2. Senaryonun uygun olduğu gözükmektedir.

1. Senaryo						
Yapılacak Servisler	**Hazırlık Süresi**	**Satış Adeti**	**Gelir**	**Maliyet**	**Akış**	**Kısıtlı Kaynağın Birim Zamandaki Akışı**
Haber Paket	10	220.000	3.080.000	1.848.000	1.232.000	123.200
Belgesel	5	280.000	2.800.000	1.120.000	1.680.000	336.000
2. Senaryo						
Yapılacak Servisler	**Hazırlık Süresi**	**Satış Adeti**	**Gelir**	**Maliyet**	**Akış**	**Kısıtlı Kaynağın Birim Zamandaki Akışı**
TV Programları	0	380.000	1.520.000	0	1.520.000	∞
Bilgi Yarışması	0	288.000	1.152.000	0	1.152.000	∞
Belgesel	5	280.000	2.800.000	1.120.000	1.680.000	336.000
Sağlık	6	360.000	2.160.000	864.000	1.296.000	216.000
Arzu Film	4	196.000	1.176.000	588.000	588.000	147.000

Tablo 1: Sonuç Tablosu

Bu durumda yapılamayan servislerden dolayı kaybedilen satış geliri ve elde edilemeyen kar için personel takviyesi yapılabilir. Yeni elaman alımı düşüncesi değerlendirildikten sonra firma ya bu şekilde kısıtlı olarak belli servislerin yapımını gerçekleştirecek ya da eleman takviyesi ile tüm istek servisleri kabul edecektir. Mevcut durumda ek bir yatırım ya da harcama yapmadan önemli bir kazanç elde eden bu şirket, daha fazla iş alabilmek ve akışı artırmak için hangi alana yatırım yapması gerektiğine burada bahsedilen aynı yöntemden yararlanarak karar verebilmektedir.

KAYNAKLAR

BLOUCHER, E.J., CHEN, K.H., 2002, "Cost Management: A Strategic Emphasis", McGraw-Hill/Irwin, New York, 0072404302.

FERDİŞ, H., 2010, "Süreç Katkı Muhasebesi ve Bir Üretim İşletmesinde Uygulama." Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.

GOLDRATT, E.M., COX, J., 2004, "The Goal - A Process of Ongoing Improvement", 20th Anniversary Edition (3rd Revised Edition), North River Press, USA, 9780884271789.

KEE, R., 1995, "Integrating Activity-Based Costing with The Theory Constraints to Enhance Production Related Decision", Accounting Horizons, 9 (4), 48-61.

TUNÇBİLEK, N., ESNAF, S., BÜYÜKSAATÇI, S., 2010, "Üretim Senaryolarının Analizi İçin Kısıtlar Teorisi Tabanlı Bir Karar Destek Sistemi", X. Üretim Araştırmaları Sempozyumu, Girne, Kıbrıs.

UMBLE, M., SRIKANTH, M.L., 1995, "Synchronous Manufacturing: Principles For World-Class Excellence", 1st Edition, The Spectrum Publishing Company, Inc,
USA., 9780943953052.

UTKU, B., 2007, "Kısıtlar Teorisine Dayalı Süreç Katkı Muhasebesinin Muhasebe Yöntemleriyle Karşılaştırılarak Değerlendirilmesi: Bir Örnek Olay Çalışması", Akdeniz Üniversitesi, Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.

ÜRETİM PARTİ BÜYÜKLÜKLERİNİN BELİRLENMESİ SÜRECİNİN BULANIK PROMETHEE YÖNTEMİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Atakan Alkan
Kocaeli Üniversitesi

Özgür Ertaş
Kocaeli Üniversitesi

ÖZET

Günümüz şartlarında işletmelerde ürün parti büyüklükleri, üretim verimliliğini etkileyen önemli faktörlerden birisidir. Parti büyüklüklerinin belirlenmesi; maliyet, kalite, tedarik kısıtları, esnek üretim gibi birbiri ile çelişen ölçütler içermesi sebebiyle zor bir karar verme problemidir. Bu yapısıyla optimum parti büyüklüklerinin belirlenmesi, karar sürecinde bilimsel yöntemlerin kullanılmasıyla mümkün olabilir. Bu çalışmada otomotiv yan sanayinde faaliyet gösteren bir firmada, prosesteki optimum parti büyüklüklerinin belirlenmesi, etkin bir sıralama yöntemi olan Bulanık PROMETHEE ile ele alınmış ve alternatif parti büyüklerinin öncelik sıraları hesaplanmıştır. Amaç firmanın üretim prosesinde kullanılan en uygun parti büyüklüğünün çeşitli ölçütler göz önünde bulunularak belirlenmesidir. Çalışmanın sonucunda alternatif parti büyüklükleri için hem kısmi öncelikler hem de tam öncelikler belirlenmiş, böylelikle karar verme süreci ayrıntılı bir şekilde analiz edilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Üretim Parti Büyükleri, Bulanık Promethee, Duyarlılık Analizi

EVALUATION OF DETERMINATION PROCESS OF PRODUCTION LOT SIZES BY USING FUZZY PROMETHEE

ABSTRACT

Today, product lot size is one of the most important factor influencing the productivity. Because it includes conflicting criteria as cost, quality, supply constraints, flexible production, defining lot sizes is a difficult decision making problem. Therefore, finding optimum lot sizes can only be possible by using scientific methods. In this paper, an automative industry company's process is considered by using fuzzy PROMETHEE to find out alternative lot sizes' priorities. The goal is to find out the most optimal lot size for the production process while considering various criterias. Finally, both partial and full priorities for alternative lot sizes are defined, therefore the decision making process is analyzed.

Key Words: Production Lot Sizes, Fuzyy Promethee, Sensitivity Analysis

1. GİRİŞ

Günümüz rekabet ortamında işletmelerin rekabete uyum sağlaması amacı ile ürün çeşitliliğini arttırmaları bir zorunluluk haline gelmiştir. Artan bu çeşitlilik aynı proseslerde farklı ürünlerin üretilmesi gerekliliğine sebep olmuştur. Bu kapsamda üretim planlama sürecinde; verimlilik, kalite, esneklik gibi faktörlerin göz önünde bulundurularak, farklı taleplerin zamanında karşılanması amacıyla üretim parti büyüklüklerinin belirlenmesi çok ölçütlü karar verme problemi haline gelmiştir. Bu tipteki problemlerin çözümünde, çok ölçütlü karar verme teknikleri, birbirinden bağımsız çok sayıdaki faktörün etkisini dikkate alarak, karar vericiye optimum seçeneğin seçilmesinde yardımcı olan yaklaşımlardır (Perçin ve Ayan,2010).

Promethee (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaulation) metodu çok ölçütlü karar verme metotlarından birisidir. Promethee metodu, çok sayıda ölçüt içeren sıralama problemlerinde sıklıkla kullanılan basit bir metottur. (Ballı vd., 2007). Ancak, Promethee metodunda kullanılan girdiler, karar vericilerin bilgi ve tecrübelerine dayanarak değerlendirildiğinden, kullanılan dilsel terimlerden dolayı belirsizlik ve bulanıklık ortaya çıkmaktadır. Bu belirsizlik ve bulanıklık uygulamalarda yanlış kararlar verilmesine sebep olacağından, bulanık sayılar ve Promethee yönteminin birleşimi olan Bulanık Promethee yöntemi geliştirilmiştir (Yılmaz ve Dağdeviren, 2010).Bulanık Promethee metodu, birbirleri ile çelişen ölçütler altında, sonlu sayıda alternatif seçeneklerin sıralanması problemlerine kolaylıkla uygulanabilmektedir. Bulanık Promethee metodunda belirsiz ve kesin olmayan bilgilerin değerlendirilmesinde dilsel ifadelerle derecelendirmeler kullanılmaktadır. Kullanılan dilsel ifadelerin yanlış sonuçlara yol açmasını engellemek amacı ile bulanık mantık ilkelerinden faydalanılmaktadır. Literatürde Promethee yöntemi; Tedarikçi Seçimi (Dağdeviren ve Eraslan, 2007), Tesis Yeri Seçimi Problemi (Athawale ve Chakraborty, 2010), Ticari Araç Seçimi (Ömürbek vd, 2014) gibi birçok uygulamada kullanılmıştır. Bulanık Promethee Yöntemi; İnternet sitesi Perfromans Ölçümü (Bilsel vd, 2006), Ekipman Seçim Problemi (Yılmaz ve Dağdeviren, 2010),Destinasyon Seçimi (Ustasüleyman ve Çelik, 2015), Tedarikçi Seçimi (Senvar vd, 2014) gibi farklı alanlarda uygulanmıştır. Bu çalışmada; otomotiv yan sanayiinde faaliyet gösteren bir işletmede, maliyet, kalite, hammadde esnekliği, çalışma esnekliği ve planlama esnekliği ölçütlerine göre, üretim parti büyüklüklerinin belirlenmesinde Bulanık Promethee Yöntemi kullanılacaktır.

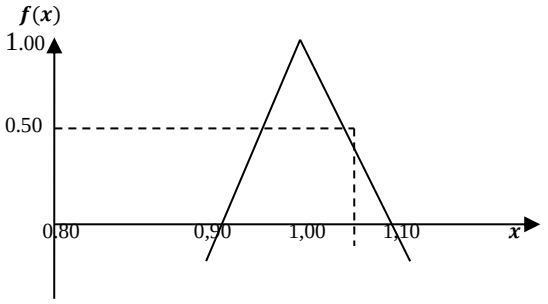
2. BULANIK PROMETHEE METODU

1. Adım: Veri matrisinin oluşturulması: Bulanık Promethee uygulamasında öncelikli olarak değerlendirilecek olan ölçütlerin göreceli ağırlıkları belirlenmelidir. Uygulamalarda ölçüt ağırlıklarının belirlenmesinde Analitik Hiyerarşi Sürecinden sıklıkla faydalanılmaktadır (Saaty, 1990). Sonraki aşamada ölçütlere göre alternatifler değerlendirilerek, değerlendirme matrisi oluşturulacaktır. Alternatiflerin değerlendirilmesinde dilsel ifadeler kullanılacaktır. Tablo 1'de görülen, kullanılan dilsel ifadelere ait bulanık sayılar kullanılarak, sayısallaştırılmış değerlendirme matrisi elde edilecektir.

Tablo 1. Alternatiflerin Değerlendirilmesinde Kullanılan Dilsel İfadeler ve Bulanık Sayılar

DİLSEL İFADELER	BULANIK SAYILAR
KESİNLİKLE KATILMIYORUM	(0.00, 0.00, 0.15)
KATILMIYORUM	(0.00, 0.15, 0.30)
KISMEN KATILMIYORUM	(0.15, 0.30, 0.50)
FİKRİM YOK	(0.30, 0.50, 0.65)
KISMEN KATILIYORUM	(0.50, 0.65, 0.80)
KATILIYORUM	(0.65, 0.80, 1.00)
KESİNLİKLE KATILIYORUM	(0.80, 1.00, 1.00)

Bir bulanık küme, her bir elemanı (0 - 1) aralığında üyelik derecesine sahip fonksiyonlarla ifade edilir (Akman ve Alkan, 2006). Bu çalışmada $x = (m, a, b)_{LR}$ üçgensel bulanık sayısı kullanılacaktır. Kullanılan bulanık sayıda a ve b değerleri bulanık sayının üyelik fonksiyonlarıdır. (m-a)'dan küçük ve (m+b)'den büyük olan değerler bu küme içerisinde yer almayacaktır. Şekil 1'de x=(1.00, 0.10, 0.10) üçgensel bulanık sayının gösterimi görülmektedir.



Şekil 1. X = (1.00, 0.10, 0.10) Üçgensel Bulanık Sayısı (Perçin ve Ayan, 2010)

İkinci olarak alternatifleri karşılaştırılırken kullanılacak olan tercih fonksiyonları belirlenmelidir. Bulanık Promethee metodunda 6 tip Tercih fonksiyonu kullanılmaktadır (Ek-1). Bunlar; birinci tip tercih fonksiyonu (Olağan), ikinci tip tercih fonksiyonu(U Tipi), üçüncü tip tercih fonksiyonu (V Tipi), dördüncü tip tercih fonksiyonu (Seviyeli), beşinci tip tercih fonksiyonu (Lineer) ve altıncı tip tercih fonksiyonu (Gaussian)'dır. Alternatiflerin ikili karşılaştırmalarında kullanılan tercih fonksiyonuna göre, karşılaştırma sonucunda değeri fazla olan alternatif değeri az olan alternatife göre tercih edilir ve ortak tercih fonksiyonu değeri hesaplanır.

$$p(\alpha,\beta) = \begin{cases} 0, & Eğer\ f(\alpha) \le f(\beta) \\ p\{f(\alpha) - f(\beta)\}, & Eğer\ f(\alpha) > f(\beta) \end{cases} \quad (1)$$

Bulanık sayılarla yapılan karşılaştırmalarda bulanık aritmetik işlemler yapılmaktadır. Bulanık Promethee metodunda karşılaştırmalar yapılırken çıkarma işleminden faydalanılmaktadır. Üçgensel bulanık sayılarda (m,a,b) ve (n,c,d) bulanık sayılarının çıkarma işlemi Eşitlik-2'deki gibi yapılmaktadır.

$$(m,a,b) - (n,c,d) = (m-n, a+d, b+c) \quad (2)$$

Bu çalışmada Lineer ve Seviyeli tercih fonksiyonları kullanılmıştır. Lineer fonksiyonda kullanılan tercih fonksiyonundaki eşitlik (Eşitlik-3), bulanık sayılarla yapılan işlem sonucunda elde edilen (n, c, d) sayısı ile yapıldığında Eşitlik-4 halini alacaktır.

$$p(\alpha,\beta) = \begin{cases} 0, & Eğer\quad d \le q \\ \frac{d-q}{p-q}, & Eğer\ \ d < q\ ve\ d > p \\ 1, & Eğer\quad d > p \end{cases} \quad (3)$$

$$p(\alpha,\beta) = \begin{cases} 0, & Eğer\quad n-c < q \\ \frac{(n,c,d)-q}{p-q}, & Eğer\quad n-c \le q\ ve\ n+d \ge p \\ 1, & Eğer\quad n+d > p \end{cases} \quad (4)$$

Hesaplamaların sonunda elde edilecek olan bulanık sayıların karşılaştırılabilmesi için, bulunan bulanık sayıların durulaştırılması gerekmektedir. Bu durulaştırma işleminde Yager indeksinden faydalanılacaktır. Yager indeksine göre bulanık bir sayının durulaştırılmış değeri $F(m,a,b) = (3m + a - b)/3$ olarak hesaplanmaktadır.

2. Adım: Tercih indekslerinin hesaplanması: Ortak tercih fonksiyonlarına göre her alternatif çifti için tercih indeksleri belirlenir ve w_i ölçüt ağırlıklarına sahip k ölçüt tarafından değerlendirilmiş olan $\pi_{(\alpha,\beta)}$ tercih indeksleri Eşitlik-5'e göre hesaplanır.

$$\pi_{(\alpha,\beta)} = \frac{\sum_{i=1}^{k} w_i \times p_i(\alpha,\beta)}{\sum_{i=1}^{k} w_i} \quad (5)$$

3. Adım: Pozitif ve negatif üstünlüklerin hesaplanması: Pozitif üstünlük $\varphi^+(\alpha)$, α ve diğer alternatif çiftleri kıyaslandığında α alternatifinin diğer alternatiflere oranla ne derecede iyi olduğunu; negatif üstünlük $\varphi^-(\alpha)$, α alternatifinin diğer alternatiflere oranla ne derece kötü olduğunu gösterir. Pozitif üstünlük ve negatif üstünlüklerin hesaplanmasında Eşitlik-6 ve Eşitlik-7'den yararlanılır.

$$\varphi^+(\alpha) = \sum \pi(\alpha, x) \qquad x = (\beta, \gamma, \theta, \dots) \quad (6)$$

$$\varphi^-(\alpha) = \sum \pi(\alpha, x) \qquad x = (\beta, \gamma, \theta, \dots) \quad (7)$$

4. Adım: PROMETHEE I ile kısmi önceliklerin belirlenmesi: Kısmi öncelikler alternatiflerin birbirine göre tercih edilme durumlarının değerlendirilmesidir. Burada iki alternatif değerlendirilirken üç durum söz konusudur. Birinci durum α alternatifinin β alternatifine göre tercih edilmesi, ikinci durum α alternatifinin β alternatifinden farkının olmaması ve üçüncü durum olarak α alternatifinin β alternatifi ile karşılaştırılamamasıdır. Bu değerlendirmeler yapılırken aşağıdaki eşitliklerden faydalanılır.

1.Durum: α alternatifinin β alternatifine göre tercih edilmesi

$$\varphi^+(\alpha) > \varphi^+(\beta) \qquad ve \qquad \varphi^-(\alpha) < \varphi^-(\beta) \quad (8)$$

$\varphi^{+}(\alpha) > \varphi^{+}(\beta) \quad ve \quad \varphi^{-}(\alpha) = \varphi^{-}(\beta)$ (9)
$\varphi^{+}(\alpha) = \varphi^{+}(\beta) \quad ve \quad \varphi^{-}(\alpha) < \varphi^{-}(\beta)$ (10)
2.Durum: α alternatifinin β alternatifinden farkının olmaması
$\varphi^{+}(\alpha) = \varphi^{+}(\beta) \quad ve \quad \varphi^{-}(\alpha) = \varphi^{-}(\beta)$ (11)
3.Durum: α alternatifinin β alternatifi ile karşılaştırılamaması
$\varphi^{+}(\alpha) > \varphi^{+}(\beta) \quad ve \quad \varphi^{-}(\alpha) > \varphi^{-}(\beta)$ (12)
$\varphi^{+}(\alpha) < \varphi^{+}(\beta) \quad ve \quad \varphi^{-}(\alpha) < \varphi^{-}(\beta)$ (13)
5. Adım: PROMETHEE II ile tam sıralamanın elde edilmesi: Tam sıralamanın elde edilmesi için bütün alternatiflerin net üstünlük değeri hesaplanır. Tam üstünlük değeri büyük olan alternatif üstün olarak kabul edilir.
$\varphi^{net}(\alpha) = \varphi^{+}(\alpha) - \varphi^{-}(\alpha)$ (14)
α ve β alternatifleri için yapılan hesaplamalar sonucunda;
$\varphi^{net}(\alpha) > \varphi^{net}(\beta)$ ise; α alternatifi β alternatifinden daha üstündür ve kabul edilir.
$\varphi^{net}(\alpha) = \varphi^{net}(\beta)$ ise; α alternatifi ve β alternatifleri birbirinden farksız alternatiflerdir.

3. UYGULAMA

Üretim işletmelerinde üretim parti büyüklüklerinin belirlenmesi, verimlilik, kalite, stok yönetimi gibi birçok ölçütü içerisinde bulunduran önemli problemlerden biridir. Bu uygulamada otomotiv yan sanayiinde faaliyet gösteren bir işletmede, bobin bazında üretim yapan bir proseste, parti büyüklüklerinin belirlenmesinde Bulanık Promethee metodu kullanılmıştır. Söz konusu proseste, 500 m ile 2000 m aralığında tedarik edilebilen ham bobinler, işletme içerisinde farklı bir proseste üretilen yarı mamul ile birleştirilerek, sonraki proseslerde kullanılmak üzere 500 m'lik nihai bobinler üretilmektedir. Üretim prosesi gereği üretimine başlanan ham bobinin tamamı tek seferde kullanılmak zorundadır. Nihai bobinler 500 metre uzunluğunda olduğundan değerlendirilecek alternatif ham bobinler 500 m ve katları olan, 500m-1000m-1500m-2000m olarak belirlenmiştir. Alternatiflerin değerlendirilmesinde dikkate alınan ölçütlere ilişkin bilgi aşağıdaki gibidir.

Maliyet (Taşıma ve Ambalajlama): Tedarik edilen ham bobinler ithal olarak gelmekte ve kullanıldıktan sonra geri iade edilen bobin makaralarına sarılmaktadır. Ham bobin sevkiyatlarında bu bobin makaralarının kapladığı alan daha az miktarda net ürün sevki yapılmasına sebep olmakta ve bu da ek bir maliyet yaratmaktadır. Tedarik edilen ham bobinlerde kullanılan ambalajlama maliyetleri ve tedarikçi tarafında üretimi yapılan her bir ham bobin için gerçekleşen hazırlık maliyetleri, ham bobin fiyatlarında ek bir artışa sebep olmaktadır. Bu sebeple ham bobin tedariklerinde uzun metrajlı bobinler, birim ürün maliyetlerini azaltmaktadır.

Kalite: İncelenen proseste üretimi biten bir ham bobinin sonu, bir sonraki ham bobinin başı ile birleştirilmektedir. Bu süreç esnasında bir önceki üretilen üründe kullanılan yarı mamul ile mevcut ürünün yarı mamulü kısmı olarak karışmaktadır. Bu durum kısmi olarak kalite kaybına sebep olmaktadır. Aynı zamanda üretimine yeni başlanan ürün sıcaklık, kalınlık gibi proses şartları sağlanana kadar hem üretim hızı düşürülmekte, hem de proses stabilize olana kadar kısmi olarak düşük kalitede ürün üretilmesine sebep olmaktadır. Bu sebeple büyük partiler halinde üretim yapılması durumunda yukarıdaki hazırlık süreci sayısı azaltılarak daha kaliteli ürün üretimi sağlanmaktadır.

Yarı mamul Esnekliği: Proseste kullanılan yarı mamul birden fazla nihai üründe kullanılmaktadır. Parti büyüklüklerinin artması durumunda bir ürün çeşidinde daha fazla kullanılacak olan yarı mamul, aynı yarı mamulü kullanacak olan diğer ürün çeşitlerinin üretilememesine sebebiyet verebilecek, sonraki proseslerde hat duruşlarına sebep olabilecektir. Ekipman, kapasite, stok alanı gibi sebeplerle yarı mamul stokları belirli bir seviyede tutulmak durumunda olduğundan bu ölçüte göre kısa metrajlı olan ham bobinler ile üretim daha çok esneklik sağlamaktadır.

Çalışma Esnekliği: Proseste ham bobin değişikliği esnasında proses koşulları gereği ek bir personelin görevlendirilmesi gerekmektedir. Proses koşulları gereği üretimin durdurulmadan devam etmesi gerekmektedir. Ancak çay ve yemek molalarında ek personel görevlendirilmesi mümkün olmamaktadır. Bu sebeple çay ve yemek molalarında uzun metrajlı (1500m ve 2000m) ham bobinler üretilmek zorunluluğu bulunmaktadır. Düşük metrajlı bobinler ise bu çalışma esnekliğini sağlayamadığından istenildiği an üretilememektedir.

Tablo 2. Dilsel İfadelerle Oluşturulmuş Veri Matrisi

W_i	0,10	0,25	0,25	0,25	0,15
ÖLÇÜT	**MALİYET**	**KALİTE**	**HAMMADDE ESNEKLİĞİ**	**ÇALIŞMA ESNEKLİĞİ**	**PLANLAMA ESNEKLİĞİ**
FONKS	Lineer	Lineer	Seviyeli	Lineer	Lineer
Q	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
P	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
500M	KESİNLİKLE KATILMIYORUM	KESİNLİKLE KATILMIYORUM	KESİNLİKLE KATILIYORUM	KESİNLİKLE KATILMIYORUM	KATILIYORUM
1000M	FİKRİM YOK	FİKRİM YOK	KATILIYORUM	FİKRİM YOK	KATILIYORUM
1500M	KISMEN KATILIYORUM	KATILIYORUM	FİKRİM YOK	KATILIYORUM	KISMEN KATILIYORUM
2000M	KATILIYORUM	KESİNLİKLE KATILIYORUM	KESİNLİKLE KATILMIYORUM	KESİNLİKLE KATILIYORUM	KATILMIYORUM

Planlama Esnekliği: Proseste üretilen ürün çeşitliliği fazla olduğundan kısa metrajlı bobin üretimleri ile daha fazla çeşitlilikte ürün alınabilmektedir. Aynı zamanda uzun metrajlı ham bobinler ile daha fazla nihai ürün üretildiğinden bu da yüksek stoklara, taşıma maliyetlerinin artmasına, üretimde FIFO uygulamasının zorlaşmasına sebep olmaktadır. Bu ölçüt altında düşük metrajlı üretimler ile plan yapılması daha esnek bir süreç sağlamaktadır.

Yukarıdaki ölçütler doğrultusunda uygulanan Bulanık Promethee yönteminde ilk aşamada alternatiflere göre dilsel ifadeler kullanılarak veri matrisi oluşturulmuştur.

Sonraki aşamada kullanılan bu dilsel ifadeler Tablo 1'deki ölçeğe göre bulanık sayılara dönüştürülerek, bulanık veri matrisi elde edilmiştir. Elde edilen bulanık veri matrisinde tercih fonksiyonuna göre ikili alternatiflerin birbirine göre ikili kıyaslamaları yapılmıştır. İkili karşılaştırma matrislerinde hesaplamalar yapılırken, tercih fonksiyonlarına göre eşik değerleri $p = 0{,}6$ ve $q = 0{,}2$ kabul edilerek değerlendirmeler yapılmıştır. Tablo 3'te örnek olarak 500M ve 1500M uzunluğundaki kumaşların ikili karşılaştırılma matrisi gösterilmiştir.

Tablo 3. Dilsel İfadelerle Oluşturulmuş Veri Matrisi ve İkili Karşılaştırma Matrisi

ÖLÇÜT	**MALİYET**			**KALİTE**			**HAMMADDE ESNEKLİĞİ**			**ÇALIŞMA ESNEKLİĞİ**			**PLANLAMA ESNEKLİĞİ**		
500M	0	0	0,2	0	0	0,2	0,8	1	1	0	0	0,2	0,7	0,8	1
1000M	0,3	0,5	0,7	0,3	0,5	0,7	0,7	0,8	1	0,3	0,5	0,7	0,7	0,8	1
1500M	0,5	0,7	0,8	0,7	0,8	1	0,3	0,5	0,7	0,7	0,8	1	0,5	0,7	0,8
2000M	0,7	0,8	1	0,8	1	1	0	0	0,2	0,8	1	1	0	0,2	0,3
500M	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,2	0,8	1,0	1,0	0,0	0,0	0,2	0,7	0,8	1,0
1500M	0,5	0,7	0,8	0,7	0,8	1,0	0,3	0,5	0,7	0,7	0,8	1,0	0,5	0,7	0,8
(500-1500)	-0,8	-0,7	-0,4	-1,0	-0,8	-0,5	0,2	0,5	0,7	-1,0	-0,8	-0,5	-0,2	0,2	0,5
(1500-500)	0,4	0,7	0,8	0,5	0,8	1,0	-0,7	-0,5	-0,2	0,5	0,8	1,0	-0,5	-0,2	0,2
Pi(500-1500)	0,00			0,00			0,00			0,00			0,00		
Pi(1500-500)	1,00			1,00			0,00			1,00			0,00		

Tüm alternatifler için Tablo 3'te gösterilen ikili karşılaştırma matrisi oluşturulur. Elde edilen kıyaslama sonuçları ölçüt ağırlıkları ile çarpılarak alternatiflere ait karşılaştırma matrisi oluşturulur (Tablo 4).

Tablo 4. Karşılaştırma Matrisi

α−β	**500M**	**1000M**	**1500M**	**2000M**
500M	0,00	0,00	0,00	0,40
1000M	0,00	0,00	0,00	0,40
1500M	0,60	0,00	0,00	0,15
2000M	0,60	0,00	0,00	0,00

Elde edilen karşılaştırma matrisi ile alternatiflerin birbirine göre pozitif, negatif ve tam sıralama öncelik değerleri Tablo 5'teki gibidir. Buna göre optimum sıralama 1500M-1000M-2000M-500M olmaktadır.

Tablo 5. Değerlendirme Sonuçları

ALTERNATİF	φ^{NET}	φ^{+}	φ^{-}	**SIRA**
500M	**-0,2667**	**0,1333**	**0,4000**	**4**
1000M	**0,1333**	**0,1333**	**0,0000**	**2**
1500M	**0,2500**	**0,2500**	**0,0000**	**1**
2000M	**-0,1167**	**0,2000**	**0,3167**	**3**

4. SONUÇ

Bu çalışmada ürün parti büyüklüklerinin belirlenmesinde alternatif bir yöntem olarak Bulanık Promethee yöntemi kullanılmıştır. Parti büyüklüklerinin belirlenmesinde, matematiksel olarak hesaplanamayan, dilsel ifadelerle ifade edilebilen ölçütlerin değerlendirilmesi sağlanmıştır. Yapılan analizlerde AHP ile ölçüt ağırlıkları belirlenmiş ve problemde direkt olarak kullanılmıştır. Ölçüt ağırlıklarını eşit tutarak yapılan analizlerde de farklı öncelik değerlerinde aynı sıralama elde edilmiştir. Yöntemin uygulama kolaylığı sebebi ile aynı işletme içerisinde farklı proseslerde denenmiş ve olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Çalışmanın devamında Promethee aşamasında kullanılan eşik değerlerinde değişiklikler yapılarak duyarlılık analizleri yapılabilir. Probleme tipine en uygun eşik değerlerinin belirlenmesi sağlanabilir.

KAYNAKLAR

Akman G. ve Alkan A.,2006, "Tedarik Zinciri Yönetiminde Bulanık AHP Yöntemi Kullanarak Tedarikçilerin Performansının Ölçülmesi: Otomotiv Yan Sanayiinde Bir Uygulama",İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 5(9), 23-46.

Ayan T. Y. ve Perçin S., 2010, "AHS ve Bulanık Promethee Yaklaşımlarıyla Esnek Üretim Sistemleri Seçimi", Marmara Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi, 20(2): 555-575.

Brans,J.P., Vincke P., 1985, A Preference Ranking Organization Method: THE PROMETHEE Method for MCDM, Management Science, 31(6): 647-656

Ballı S., Karasulu, B., Korukoğlu, S., 2007, "En Uygun Otomobil Seçimi Problemi İçin Bir Bulanık Promethee Yöntemi Uygulaması", DEÜ İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 22(1): 139-147.

Bilsel R.U., Büyüközkan, G., Ruan, D., 2006, "A fuzzy preference ranking model for a quality evaluation of hospital web sites." , International Journal of Intelligent System, 21(11): 1181–1197

Chatterjee P., Athawale V. M. and Chakraborty S., (2010), "Selection of industrial robots using compromise ranking and outranking methods.", Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 26(5), 483-489

Dağdeviren M. ve Yılmaz B., 2010, "Ekipman Seçimi Probleminde Promethee Ve Bulanik Promethee Yöntemlerinin Karşılaştırmalı Analizi", Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 25(4) : 811-826.

Dağdeviren M. ve Eraslan E., 2008, "Promethee Sıralama Yöntemi İle Tedarikçi Seçimi" Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 23(1) :69-75.

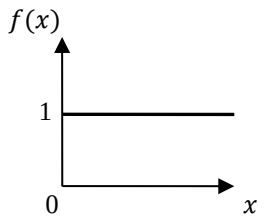
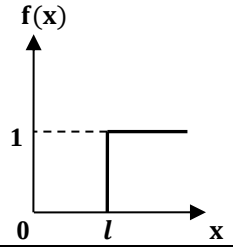
Ömürbek, N., Karaatlı M., Eren H., Şanlı, B. (2014), "AHP Temelli Promethee Sıralama Yöntemi İle Hafif Ticari Araç Seçimi", Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 19 (4): 47-64

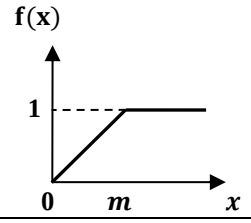
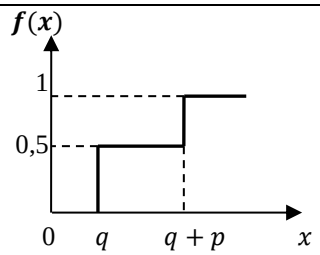
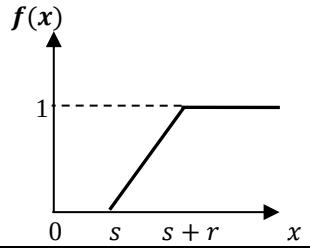
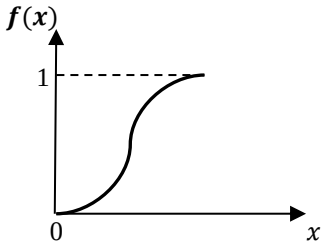
Saaty, T.L., 1990, "How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process", European Journal of Operational Research, 48, 9-26

Senvar O., Tuzkaya G., Kahraman C., "Multi Critieria Supplier Selection Using Fuzzy Promethee Method, "Supply Chain Managenent Under Fuzziness, Springer 2014, s.21-34

Ustasüleyman T., Çelik P. (2015), "AHS VE Bulanık PROMETHEE Yöntemleriyle Destinasyon Seçimini Etkileyen Faktörlerin Önem Derecesinin Belirlenmesi ve En Uygun Destinasyon Seçimi", Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi, (1):85-102

Ek 1. Promethee Metodunda Kullanılan Tercih Fonksiyonu Tipleri (Brans vd, 1985)

Birinci tip (Olağan)	$p(x) = \begin{cases} 0, & Eğer\ x \leq 0 \\ 1 & Eğer\ x > 0 \end{cases}$	
İkinci tip (U-tipi)	$p(x) = \begin{cases} 0, & Eğer\ x \leq 1 \\ 1, & Eğer\ x > 1 \end{cases}$	

Üçüncü tip (V-tipi)	$p(x) = \begin{cases} \frac{x}{m}, & Eğer\ x \leq m \\ 1, & Eğer\ x \geq m \end{cases}$	
Dördüncü tip (Seviyeli)	$p(x) = \begin{cases} 0, & Eğer\ x \leq q \\ \frac{1}{2}, & Eğer\ q < x \leq q + p \\ 1, & Eğer\ x > q + p \end{cases}$	
Beşinci tip (Lineer)	$p(x) = \begin{cases} 0, & Eğer\ \ x \leq s \\ \frac{x - s}{r}, & Eğer\ \ x \leq s + r \\ 1, & Eğer\ \ x \geq s + r \end{cases}$	
Altıncı tip (Gaussian)	$p(x) = \begin{cases} 0, & Eğer\ x \leq 0 \\ 1 - e^{-x^2/2\sigma^2}, & Eğer\ x \geq 0 \end{cases}$	

İLİŞKİSEL PAZARLAMA BAĞLAMINDA İLİŞKİ SERMAYESİNİN SATIN ALMA NİYETİNE ETKİSİ

Alkan Alkaya
Uşak Üniversitesi

ÖZET

İşletmeler anahtar tekliflerinin yanı sıra işlemelerinde kalmaları için ödül verme gibi rasyonel yararlar da sunma ihtiyacı hissedebilirler. Güçlü bir ilişkinin varlığı karşılıklı yararın sağlanmasına bağlıdır. Bu anlamda ilişki sermayesi kavramı önemli hale gelmektedir. Bir işletme için en değerli şeylerden biri olarak müşteri, çalışan tedarikçi, perakendeci ve bayileri ile olan ilişkileri görülmektedir. İlişki sermayesi, müşteriler tedarik kaynakları, lobiler ve kamu kuruluşları gibi işletme dışında yer alan ve işletme ile menfaat birliği içerisinde olan çıkar grupları ile kurulan ilişkilerden kaynaklanan sermaye olarak tanımlanmaktadır. Araştırma müşteri temelli ilişki sermayesi yaratmanın satın alma niyeti üzerinde etkisini koymayı amaçlamaktadır. Araştırma potansiyel müşteri olması bakımından üniversite öğrencileri üzerinde regresyon analizi kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Araştırma sonucu elde edilecek bulgular doğrultusunda işletmelerin ilişki sermayesi yaratma konusunda eğiliminin aratacağı düşünülmektedir.
Anahtar Sözcükler: İlişki Sermayesi, Satın Alma Niyeti

ABSTRACT

Businesses, as well as their key proposals, such as giving awards to their customers may feel the need to stay in business in a rational offer benefits A strong presence of the relationship depends on the provision of mutual benefit. In this sense, the relationship equity becomes important concept. As one of the most valuable thing for a business customer, supplier employees are seen relations with retailers and dealers. Relationship equity, customers, supply sources, such as the lobby and public institutions and enterprises located outside the equity is defined as resulting from established relations with the interest groups who in collaboration with business stakeholders. Research aims to influence customer relations based on the intention of creating a relationship equity. Research potential customers in terms of being carried out using regression analysis on college students. Relationship equity of the company in line with the findings of the survey results will be achieved are being considered for creation called the trend.
Keywords: Relationship Equity, Purchase Intention

1.GİRİŞ

Çevremize baktığımızda hemen her yerde hayatımızı şekillendiren itici unsurlar vardır. Bunlar tüketicilerin üzerinde etkisi olduğu gibi işletmeleri ve dolayısıyla pazarlamayı da etkilemektedir. Çünkü tüketici neredeyse işletmenin de orada olması gerektiği varsayımından hareketle artık tüketiciler zamanlarının önemli bir çoğunluğunu sosyal medya adı verilen internet tabanlı bir paylaşım ortamlarında geçirmektedir. İşletmeler de bu ortamları da dikkate alması gerekmektedir. İşletmeler var olan müşterileri elde tutma ve yani müşteriler elde etme konusunda pek çok çalışmalar gerçekleştirmektedir. Bu çalışmalar artık sosyal medya ortamlarından da sürdürülmektedir. Kimi işletmeler için çok yeni, anlaşılması zor olarak görünse de sahip olduğu avantajları yadsınamayacak derecede çok olan bu mecralar müşterilerle etkin ve uzun dönemli bir ilişkinin tesisinde yeni yollar sunmaktadır.

2.LİTERATÜR ANALİZİ

İşletmelerin ve müşterilerin ihtiyaçlarında meydana gelen değişikliklerin etkisiyle pazarlama bilimi, çağın gerekliliklerine uygun olarak sürekli bir gelişim göstermiştir. Pazarlama biliminde yaşanan bu gelişmelerle birlikte 1970'li yıllardan itibaren batılı bilim adamlarının pazarlarda ilişkiler inşa etme ve yönetme gibi konularla ilgilendikleri görülmüştür (Nakıboğlu, 2008:16). Güçlü bir ilişkinin varlığı ise karşılıklı yararın sağlanmasına bağlıdır (Czepiel, 1990: 14). Kotler (2004:151) bir işletme için en değerli şeylerden biri olarak müşteri, çalışan tedarikçi, perakendeci ve bayileri ile olan ilişkilerini işaret etmektedir. İlişki sermayesi, müşteriler tedarik kaynakları, lobiler ve kamu kuruluşları gibi işletme dışında yer alan ve işletme ile menfaat birliği içerisinde olan çıkar grupları ile kurulan ilişkilerden kaynaklanan sermaye olarak tanımlanmaktadır (Ercan vd., 2003: 112). İlişki sermayesi kavramı, müşterilerin ürünlerini satın aldıkları işletme ile ilişkilerini sürdürme ve ürünlerini satın almaya devam etme eğilimi anlamına gelmektedir (Rust vd., 2000: 95). Zeithaml ve Bitner'e (1996: 58) göre müşterilerin satın alma davranışlarının artması, maliyetlerin belirli bir oranda azalması ve böylece müşterilerin yaşam boyu değerlerinin artması bir işletmenin ilişki pazarlamasını benimsediğini göstermektedir. Bagozzi'ye (1974: 77) göre, bir satın alma işleminin gerçekleşebilmesi için, alıcı ve satıcının arasında bir ilişkinin kurulması ve değişime konu olan her iki tarafın da bu işlemden kazanç sağladığını düşünmesi gerekmektedir. Odabaşı (2000: 48), müşteri ilişkileri kapsamında ilişki sermayesi kavramını, işletme ile müşterileri arasında kurulan satış öncesi ve satış sonrası süreci kapsayan, karşılıklı fayda kazanımı ve tatmini içeren bir süreç olarak tanımlamaktadır.

Güçlü bir marka ile büyük bir değer sağlama, müşterileri şirkete bağlamada ve müşterilerin diğer markalarla direkt etkileşime girme yeteneklerini kazandıklarından bu yana onların rakiplere kaymasını önlemede yetersiz kalabilmektedir. İşletmeler anahtar tekliflerinin yanı sıra işlemelerinde kalmaları için ödül verme gibi rasyonel yararlar da sunma ihtiyacı hissedebilirler (Rust vd., 2000: 96).

İşletmeler ilişki sermayesini artırmada çeşitli bileşenlere sahiptir. Bunlar, bağlılık programları, özel tanıma ve muamele, yakınlık/ilgi programları, topluluk ve bilgi oluşturma programları olarak sayılabilmektedir (Lemon vd., 2001: 22).

Bağlılık programları sıklıkla satın alım gerçekleştirme gibi özellikli davranışı bulunan müşterileri ödüllendirme yöntemidir. Bu yöntem havayolu işletmeleri, bankalar ve süpermarket zincirleri gibi pek çok işletme için anahtar öneme sahiptir. Bağlılık programlarının amacına ulaşabilmesi için ilk olarak ödüller için yeterli puanlar kazanmaları gerektiği ortaya konmalı, ikincisi ödüller müşteriler tarafından anlamlı ve değer olarak görülmeli ve son olarak da işletmelerin ürün ve hizmetlerinin satış fiyatı ile maliyeti arasındaki fark bir bağlılık programını doğrulayacak ölçüde yüksek olması gerekmektedir. (Kumar ve Shah, 2015: 27).

Özel tanıma ve muamele müşterilere parasal ödülden ziyade özellikli davranışları için maddi olmayan yararlar sunmaktadır. Örneğin pek çok havayolu işletmesi platinyum üyelerine uçağa erken binme ayrıcalığı sunmaktadır. Yakınlık/ilgi programları işletme ve müşteri arasında güçlü bir duygusal iletişim tarafından yaratılan parasal olmayan yararlar anlamına gelmektedir. Müşterilerin ilgi alanları aracılığıyla onlara ulaşmayı hedef alan bir pazarlama yöntemidir. Örneğin Visa kart golf sporu ile ilgilenenlere topladıkları puan aracılığıyla golf ile ilgili ekipmanlar hediye etmesi örnek olarak verilebilir. Topluluk oluşturma programları aynı görüşle birbirine bağlı bir müşteri topluluğu yaratarak ilişkiyi pekiştirme amacıyla oluşturulmaktadır. Bilgi oluşturma programları ise müşteri ve işletme arasında öğrenen bir ilişki ya da yapısal bir bağ yaratmaktadır. Amazon.com müşterilerin satın alma tercihlerini kaydederek onlara uygun öneriler sunması buna örnek olarak vermek mümkündür. (Kumar ve Shah, 2015: 28).

Satın alma niyeti, satın alma karar sürecinde önemli bir belirleyicidir ve alış veriş durumunda bir kişinin bir ürünü satın alma ihtimalini ifade eden varsayımsal yapı olarak tanımlanmaktadır. Satın alma eğilimi, çevrimiçi satın alma bölümleme değişkeni olarak yararlı bir psikografik karakteristiktir (Isaksson ve Xavier, 2009: 24).

Satın alma niyeti müşterilerin algı, tutum ve tatminlerinden dolayı etkilendikleri belirli bir ürün ya da hizmeti satın almaya yönelik eğilimleridir (Morrison, 1979: 66; Spreng vd., 1996: 16; Taylor ve Baker, 1994: 166). Bunun yanında bu kavram satın alma isteği ve ürün ya da hizmeti diğerlerine önerme ihtimalini de içermektedir (Dodds vd., 1991: 308; Prendergast vd,, 2010: 688). Yapılan araştırmalar ürün ya da markaya yönelik tutum ve tercihlerin birbiriyle çok sıkı ilişkiye sahip olduğunu göstermektedir. Bu yüzden satın alma niyetinin ölçümü tüketicilerin tutumlarına dayanan gelecekteki davranışlarını ortaya koymayı amaçlamaktadır. Satın alma niyeti müşterilerin markaya gelecekteki katkısını ölçmedeki tutumsal bir değişkendir (Kim ve Ko, 2012: 1481).
Geçmişteki çalışmalar satın alma niyetini çevrimiçi reklamların temel performans göstergelerinden biri olarak değerlendirmektedir. Çevrimiçi reklamlar her ne kadar etkili ve geniş bir kitleye ulaşan bir reklamcılık aracı olsa da, reklamcılar için belli bazı özellikler kullanılarak verimin artırılması önemlidir (Hwang vd., 2011: 899).

3.TASARIM VE YÖNTEM

Bu çalışmanın amacı işletmelerin sosyal medya üzerinden yaptıkları ilişkisel pazarlamanın satın alma niyeti üzerine etkisini incelemektir. Bu doğrultuda öncelikle çalışma alanı belirlenmiş ardından veri toplama yöntemi olarak anket uygulanmıştır. Anket iki bölümden oluşmaktadır. İlk bölüm likert ölçeğine göre hazırlanmış sorulardan oluşmaktadır. Diğer bölüm ise demografik verilere ulaşmayı amaçlamaktadır. Anket soruları hazırlanırken literatür çalışmaları yapılmış; sorular uluslararası yayımlanmış makalelerde kullanılan ölçeklerden yararlanılmıştır. Sosyal medya ile ilgili sorular Kim ve Ko (2012); ilişki sermayesi ile ilgili sorular Rust vd. (2000), Hennig-Thurau vd. (2002), Bruhn vd., 2012 ve Chow (2013); satın alma niyeti ile ilgili sorular ise Dodds (1991), Vögel vd. (2008) ve Bruhn vd. (2012)' nin yapmış oldukları çalışmalardaki kullandıkları ölçeklerden uyarlanarak yararlanılmıştır.
Araştırma örneklemi Uşak Üniversitesi öğrencilerinden oluşmaktadır. Ön test yapılarak son hali verilen anket hatalı olanlar çıkarılarak 374 kişiye yapılmıştır. Anket ile toplanan veriler SPSS 20.0 kullanılarak analiz edilmiştir.

4.BULGULAR

Araştırmada elde edilen demografik sonuçlar Tablo 1'de belirtilmiştir.

Tablo 1: Demografik Özellikler

Demografik Faktörler		**Frekans**	**Yüzde**
Cinsiyet	Kadın	242	64,7
	Erkek	132	35,3
Eğitim Düzeyi	Ön Lisans	27	7,2
	Lisans	336	89,8
	Lisansüstü	11	2,9
Çalışma Durumu	Çalışıyorum	31	8,3
	Çalışmıyorum	343	91,7
Gelir Düzeyi	500 TL ve altı	240	64,2
	551-1000 TL	93	24,9
	1001-1500 TL	24	6,4
	1501 TL ve üstü	17	4,5
Operatör	Türk Telekom	187	50,0
	Turkcell	74	19,8
	Vodafone	113	30,2
Sosyal medya katılma geçmişi	1 yıldan az	33	8,8
	1-2 yıl	60	16,0
	3-4 yıl	69	18,4
	4 yıldan fazla	212	56,7
Sosyal medya kullanımı	1 saat ve altı	120	32,1
	2-4 saat	176	47,1
	4-6 saat	42	11,2
	6 saat ve üstü	36	9,6
En çok takip edilen sosyal medya	Facebook	284	75,9
	Twitter	38	10,2

	Whatsapp	2	0,5
	Youtube	3	0,8
	Instagram	40	10,7
	Tumblr	2	0,5
	Onedio	1	0,3
	Line	2	0,5
En çok takip edilen sosyal medya (devam)	Vine	1	0,3
	Mynet	1	0,3
Sosyal medyaya girilen yer	Bilgisayar, tablet vb.	70	18,7
	Cep telefonu	304	81,3
TOPLAM		**663**	**100**

Faktör analizi yapılarak son halini alan anketin model ölçeklerinin güvenilirlik ve geçerliliği yapılmıştır. Her bir faktörün güvenilirlik değeri ise aşağıdaki Tablo 2'de belirtilmiştir.

Tablo 2: Güvenilirlik Analizi Sonuçları

Faktörler	**Cronbach's Alpha***	**Madde**
Sosyal Medya	,83	11
İlişki Sermayesi	,87	8
Satın Alma Niyeti	,84	4
TOPLAM	89,6	23

Araştırma kapsamında hipotezleri test etmek için regresyon analizi kullanılmış olup sonuçlar Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3: Regresyon Analizi Sonuçları

Değişkenler	**B**	**R**	**R^2**	**t Değeri**	**P**
Sosyal Medya (1) İlişki sermayesi (2)	0,604	0,523	0,273	11,832	0,000
İlişki sermayesi (1) Satın Alma Niyeti (2)	0,708	0,600	0,360	14,471	0,000
Sosyal Medya (1) Satın Alma Niyeti (2)	0,582	0,427	0,183	9,114	0,000

$p<0,01$
1: bağımsız değişken
2: bağımlı değişken

Tablo 3'teki değerlere göre sosyal medya ile ilişki sermayesi arasında pozitif yönlü ilişki (0,60) ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu (t: 11,832 ve p=0,000) ortaya çıkmış ve H1 hipotezi desteklenmiştir. İlişki sermayesi ve satın alma niyeti arasında pozitif yönlü ilişki (0,71) ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu (t: 14,471 ve p=0,000) ortaya çıkmış ve H2 hipotezi desteklenmiştir. Son olarak sosyal medya ile satına alma niyeti üzerinde pozitif yönlü ilişki (0,59) ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu (t: 9,114 ve p=0,000) ortaya çıkmış ve H3 hipotezi desteklenmiştir.

5.SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırma sonucunda Operatör şirketler bağlamında sosyal medya uygulamalarının ilişki sermayesini arttırdığı ortaya çıkmıştır. Dolayısıyla ilişki sermayesini arttırmak isteyen işletmeler sosyal medya faaliyetlerine yönelmesi uygun görülebilir. Bu sayede işletmelerin başarısı artacağı düşünülmektedir. Araştırmadan çıkan bir diğer sonuç ise ilişki sermayesi satın alma niyetini pozitif ve anlamlı olarak arttırdığıdır. İşletmelerin ilişki sermayesinin güven, bağlılık, çatışma ve tatmin bileşenlerini iyi algılaması ve yönetmesi sayesinde müşterilerin satın alma eğilimi, satın almayı düşünme veya satın almayı önerme ihtimalini artıracaktır. Son olarak işletmelerin sosyal medyada etkin olarak varlığı da satın alma niyeti üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkiye sahip olduğu sonucu ortaya konmuştur. Bu bağlamda işletmeler sosyal medyayı müşterilere ulaşmada etkin bir araç olarak kullanmaya başlaması müşterilerin tekrar satın alma isteklerinde etkin bir role sahiptir.

Anket formu üzerinden yapılan bu araştırmada bazı kısıtlar da söz konusudur. Öncelikle araştırma kısıtlı bir zaman diliminde yapılmıştır. Araştırmada evrenin tümüne ulaşmak maddi ve teknik açıdan mümkün olmadığından örneklem seçilerek uygulama gerçekleştirilmiştir. Araştırma ankete katılanların verdiği cevaplarla sınırlıdır ve verilerin doğru olduğu kabul edilmiştir. Ayrıca cevaplayıcıların sadece o anki sosyal medya faaliyetleri, ilişki sermayesi ve satın alma niyetine yönelik algılarını yansıtmaktadır.
Alanında özgün bir çalışma olması bakımından sonraki çalışmalar için konunun farklı sektörlerde de incelenmesinin yararlı olabileceği düşünülmektedir. Potansiyel müşteri görülmesi açısından seçilen öğrencilerin yerine çalışan kesimin bu konuda ne düşündüğünün belirlenmesi de yararlı olabilir. Son olarak da farklı analiz yöntemleriyle araştırmaların yapılması bu alandaki bakış açısını zenginleştirecektir.

KAYNAKÇA

BAGOZZI, R. P., ve T. F. HEATHERTON, (1994), A General Approach to Representing Multifaceted Personality Constructs: Application to Self-Esteem, Structural Equation Modelling, Vol.1, pp.35–67.

BRUHN, Manfred, Verena SCHOENMUELLER ve Daniela B. SCHÄFER, (2012),"Are Social Media Replacing Traditional Media in Terms of Brand Equity Creation?", Management Research Review, Vol. 35 Iss 9 pp. 770 – 790.

CHOW, Brian, (2013) "The Comparison Of Social And Traditional Media Marketing Impacts on Customer Equity and Purchase Intention in Luxury Fashion Business", Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Institute of Textiles & Clothing The Hong Kong Polytechnic University.

CZEPIEL, John A., (1990), "Services Encounters ve Service Relationships: Implications for Research.", Journal of Business Research, Vol.20, pp.13-21.

DODDS, W. B., K. B. MONROE ve D. GREWAL, (1991), Effects of Price, Brand, ve Store Information on Buyers Product Evaluations", Journal of Marketing Research, Vol.28, Issue 3, pp.307-319.

ERCAN, Metin Kamil, Ö., BAŞARAN ve D., KARTAL, (2003) , Değere Dayalı Yönetim ve Entelekütel Sermaye, Gazi Kitabevi.

HENNIG-THURAU, Thorsten, Kevin P. GWINNER ve Dwayne D. GREMLER, (2002), "Understanding Relationship Marketing Outcomes: An Integration of Relational Benefits and Relationship Quality", Journal of Service Research, Vol.4, Issue 3, pp.230-247.

HWANG, Johye, Y. YOO-SHIK ve No-Hyeun PARK, (2011), "Structural Effects of Cognitive and Affective Reponses to Web Advertisements, Website and Brand Attitudes, and Purchase Intentions: The Case of Casual-Dining Restaurants", International Journal of Hospitality Management, Vol.30, Issue 4, pp.897-907.

ISAKSSON, Jonna ve S. XAVIER, (2009), Online Communıties – Segments and Buying Behaviour Profiles, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, University of Högskolan I Boras.

KIM, Angella J. ve Eunju KO, (2012), "Do Social Media Marketing Activities Enhance Customer Equity? An Empirical Study of Luxury Fashion Brand", Journal of Business Research, Vol.65, pp.1480-1486.

KOTLER, Philip, (2004), Marketing Insights From A to Z: 80 Concepts That Managers Need to Know,: Jossey-Bass, San Francisco.

KUMAR, V. ve D. SHAH, (2015), Handbook of Research on Customer Equity in Marketing, Edward Elgar Pub.

LEMON, K.N., R.T RUST ve V.A. ZEITHAML, (2001), "What Drives Customer Equity?", Marketing Management 10 (1), 20–25.

NAKIBOĞLU, M.A.B. (2008). Hizmet İşletmelerindeki İlişkisel Pazarlama Uygulamalarının Müşteri Bağlılığı Üzerindeki Etkileri. Doktora Tezi. Adana: T.C. Çukurova Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü. Erişim Tarihi: 20.06.2016, http://sosyalbilimler.cukurova.edu.tr/tezler/1272.pdf

MORRISON, Donald G., (1979), "Purchase Intentions and Purchase Behavior", Journal of Marketing, Vol.43, Issue 2, pp.65-74.

ODABAŞI, Yavuz, (2000), Satışta ve Pazarlamada Müşteri İlişkileri Yönetimi, Sistem Yayıncılık, İstanbul.

PRENDERGAST, G., D. KO ve S. V. YUEN, (2010), "Online Word of Mouth and Consumer Purchase Intentions", International Journal of Advertising, Vol.29, Issue 5, pp.687-708.

RUST, Roland T., Valarie A ZEITHAML ve Katherine N. LEMON, (2000), Driving Customer Equity; How Customer Lifetime Value Is Reshaping Corporote Strategy, The FreePress, New York.

SPRENG, R. A., S. B. MACKENZIE ve R. W. OLSHAVSKY, (1996), "A Reexamination of the Determinants of Consumer Satisfaction", Journal of Marketing, Vol.60, Issue 3, pp.15-32.

TAYLOR, S. A. ve T. L. BAKER, (1994), ”An Assessment of the Relationship between Service Quality and Customer Satisfaction in the Formation of Consumers’ Purchase Intentions”, Journal of Retailing, Vol.70, Issue2, pp.163-178.

VÖGEL, V., Evanshitzky, H., ve Ramaseshan, B., (2008), Customer Equity drivers and future sales. Journal of Marketing, Vol. 72, pp. 98-108.

ZEITHAML, Valerie A. ve Mary Jo BITNER, (1996), Services Marketing, McGrawHill, Singapore.

AVRUPA BİRLİĞİ ÜLKELERİ VE TÜRKİYE'DEKİ LİMANLARIN ETKİNLİKLERİNİN VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Fatma Gül Altın — MAKÜ
Yusuf Şahin — MAKÜ
Meltem Karaatlı — SDÜ
Ömer Yıldız

ÖZET

Küreselleşme ve e-ticaretin etkisiyle dünya ticaret hacminin giderek arttığı günümüzde denizyolu ticaretinin dünya ticaretindeki payı da giderek artmaktadır. Bu durum denizyolu taşımacılığının en önemli parçası olan limanları daha etkin ve verimli bir şekilde hizmet vermeye zorlamaktadır. Liman yönetimi konusunda ülke yönetimlerinin uyguladığı stratejiler farklı olmasına karşın, amaç etkinlik ve verimliliğin artırılmasıdır.

Bu çalışmada ESPO (Europian Seaport Organisation) ve Eurostat verilerine dayanılarak Avrupa Birliği ülkeleri arasında en çok yük işlenen 44 ticari limanın ve Türkiye'de bulunan 12 ticari limanın performansı Veri Zarflama Analizi (VZA) ile değerlendirilmiştir. VZA, birden fazla girdi ve çıktı değişkeni ile işletmelerin göreli etkinliklerini değerlendirmede kullanılan parametrik olmayan bir yöntemdir. Çalışmada öncelikle limanların etkinlik hesaplamasında kullanılan girdi-çıktı değişkenleri belirlenerek 2008-2012 yılları arasındaki 5 yıllık veriler kullanılmıştır. Gemi sayısı, rıhtım uzunluğu, rıhtım derinliği, rıhtım vinçleri ve limanın kurulduğu alan girdi değişkeni olarak; elleçlenen yük, konteynır sayısı ve yolcu sayısı ise çıktı değişkeni olarak belirlenmiştir. Limanların etkinlik analizleri Measurement System Version 1.3 (EMS 1.3) paket progrmı ile yapılmış ve analiz sonuçlarında toplam etkinliğe göre Türkiye'den Aliağa, Ambarlı, Botaş ve İzmir limanlarının etkin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Etkinlik, Liman, Veri Zarflama Analizi

EVALUATING THE EFFICIENCY OF PORTS IN TURKEY AND EUROPEAN UNION COUNTRIES WITH DATA ENVELOPMENT ANALYSIS

ABSTRACT

Maritime trade has an important and growing share on the volume of world trade which is increasing nowadays due to globalization and e-commerce. This situation requires ports, the most important elements of maritime trade, to give more efficient and productive service. Although countries have different strategies on port management, they all aim to improve the efficiency and productivity of ports.

In this study, 44 ports from the European Union countries were selected by the gross weight of goods handled based on the data of ESPO (European Seaport Organization) and Eurostat. 12 selected ports located in Turkey were also included. The performances of selected ports were investigated by Data Envelopment Analysis (DEA). DEA is a nonparametric method that enables to evaluate the comparative

efficiencies of businesses with multiple input and output variables. First, input and output variables were defined for the selected ports, then 5-year data from 2008-2012 were used. Number of ships, length and depth of docks, dock cranes and port area were used as input variables where goods handled, number of containers and passengers were used as output variables. Efficiency analysis of ports were performed with Measurement System Version 1.3 (EMS 1.3) software package and results indicated that Aliağa, Ambarlı, Botaş, and İzmir ports are efficient.
Keywords: Data Envelopment Analysis, Efficiency, Seaport

1. GİRİŞ

Deniz yolu taşımacılığı çok eski çağlardan beri insanların kullandığı taşıma yöntemlerinden biridir. Günümüzde dünya ticaretinin ve ülkemiz ticaretinin tonxmil bazında %90'dan fazlası deniz yolu ile taşınmaktadır. Dünya deniz ticaret filo gelişimi incelendiğinde Ocak 2015 itibariyle dünya deniz ticaret filosunun bir önceki yıla göre %3,5'lik bir artışla 1,66 milyar DWT (deadweight lon ton veya metric ton)'a, dünya deniz ticaret hacmi de bir önceki yıla göre 3,4'lük bir artışla 10,25 milyar ton'a ulaşmıştır (Deniz Ticareti İstatistikleri, 2014).

Uluslararası ticaret hacminin artışına parallel olarak denizyoluyla taşımanın önemi her geçen gün artmaktadır. Deniz yolu; güvenilir olması, mal zaiyatının en az düzeyde olması, çevreyi en az kirletmesi, yolcu-km ve ton-km başına tükettiği enerjinin minimum olması ve diğer ulaşım türlerine göre daha ekonomik olması (hava:14, karayolu:7, demiryolu:3,5 kat daha ekonomik) nedeniyle dünyada en çok tercih edilen ulaşım şeklidir (Çalışkan, 2015).

Deniz yolu taşımacılığı coğrafi konumu itibari ile Avrupa kıtasının varlığı ve ekonomik refahı açısından önemli bir yere sahiptir. Öyle ki kıta, iki okyanus (Atlantik Okyanusu ve Kuzey Buz Denizi), çeşitli denizler (Akdeniz, Kuzey Denizi) ve içinden geçen pek çok nehir (Tuna, Ren) ile çevrilidir. Antik çağlardan beri Avrupalılar ticaret ve ulaşım için Pire (Yunanistan), Rotterdam (Hollanda) ve Hamburg (Almanya) gibi önemli limanları kullanmışlardır. Avrupa ticaretinin %75'I (ağırlık olarak) denizlerden taşınır (Servantie, 2015). Avrupa Birliği'ne aday ülkeler arasında yer alan Türkiye'de sahip olduğu jeopolitik konumu ile Avrupa kıtasının deniz yolu taşımacılığında önemli bir rol oynamaktadır.

Lojistik ve ticaret yollarından biri olan limanlar bulundukları şehir ve ülkelerin ekonomik gelişimleri için önemli fırsatlar sunmaktadır. Bu nedenle liman yönetimi Avrupa Birliği ülkeleri arasında rekabet unsuru haline gelmiştir. Liman yönetimi konusunda ülke yönetimlerinin uyguladığı stratejiler farklı olmasına karşın, amaç etkinlik ve verimliliğin artırılmasıdır. Yapılan çalışmada ESPO (Europian Seaport Organisation) ve Eurostat verilerine dayanılarak Avrupa Birliği ülkeleri arasında en çok yük işlenen 44 ticari limanın ve Türkiye'de bulunan 12 ticari limanın performansı Veri Zarflama Analizi (VZA) ile değerlendirilmiştir. Avrupa Birliği'ne aday ülke konumunda bulunun Türk limanları ile Avrupa Birliği limanlarının karşılaştırılması yapılan çalışmanın özgünlüğünü oluşturmaktadır. Öyle ki literatürde daha önce böyle bir çalışma yapılmamıştır.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Literatürde limanların etkinliklerini VZA ile değerlendiren ilk çalışma Roll ve Hayuth'a (1993) aittir. Ancak bu çalışma teoriktir (Panayides ve diğerleri, 2009). Daha sonra limanların performanslarını VZA ile inceleyen birçok çalışmaya rastlamak mümkündür: Barros ve Athanassiou (2004) Yunanistan ve Poztekiz'deki, Min ve Park (2005) Kore'deki, Haralambides ve diğerleri (2010) Orta Doğu ve Doğu Afrikada'ki, Hung ve diğerleri (2010) Asya'daki, Lozano ve diğerleri (2011), Barros ve diğerleri (2012) Brezilya'daki, Schoyen ve Odeck (2013) Norveç ve İngiltere'deki, Zghidi (2014) Tunus'adki, Güner ve diğerleri (2015) Türkiye'deki, Pongpanich ve Peng (2016) Tayland'daki, Rajasekar ve diğerleri (2014) Hindistan'daki limanların etkinlikleri değerlendirmişlerdir.

Cullinane ve Wang (2006), 24 Avrupa ülkesinde bulunan 69 konteyner terminalinin etkinliklerini 2002 yılı verilerini kullanarak VZA yöntemi ile değerlendirmiştir. Çalışmada terminal uzunluğu (m), terminal alanı (ha) ve ekipman (adet) girdi değişkeni; elleçlenen konteyner miktarı (TEU) ise çıktı değişkeni olarak kullanılmıştır. VZA sonuçlarına göre CCR modeline göre 4 terminal etkinken BCC modeline göre 9 terminal etkindir.

Simoes ve Marques (2010), Avrupa kıtasında bulunan 41 limanın etkinlikleri 2005 verilerine göre incelemiştir. Bu çalışmada faaliyet giderleri ve sermaye giderleri girdi değişkeni olarak; genel kargo, konteyner kargo, RORO kargo ve kuru dökme yük çıktı değişkeni olarak belirlenmiş ve VZA girdiye yönelik modelle yapılmıştır. Çalışmada kullanılan veriler limanların yıllık raporlarından ve EUROSTAT'ın internet sayfasından elde edilmiştir. VZA sonuçlarına göre CCR modeline göre 12 liman etkin çıkarken BCC modeline göre 14 liman etkin çıkmıştır.

Niavis ve Tsekeris (2012), Güney-Doğu Avrupa bölgesi'ndeki konteyner limanlarının teknik etkinliklerini analiz ederek kıyaslamıştır. Çalışmada 30 limanın etkinlikleri VZA ve Süper-Etkinlik VZA yöntemleri ile değerlendirilmiştir. 3 girdi (rıhtım sayısı, rıhtım uzunluğu ve vinç sayısı) ve 1 çıktı (elleçlenen konteyner miktarı) değişkeni belirlenerek 2008 yılına ilişkin veriler kullanılmıştır. Ölçeğe göre sabit getiri (CRS) varsayımına dayalı olan CCR modeline göre 2 liman (Gioia ve İzmir) ve ölçeğe göre değişken getiri (VRS) varsayımına dayalı olan BCC modeline göre 6 liman (Gioia, İzmir, Venice, Bar, Ploce ve Durres) etkin çıkmıştır.

Ateş ve diğerleri (2013), tarafından yapılan çalışmada Karadeniz çevresinde konteyner taşımacılığına hizmet veren ve TRACECA programı çerçevesinde Karadeniz'de faaliyet gösteren 5 ülke (Türkiye, Gürcistan, Ukrayna, Bulgaristan ve Romanya) ve program dışında bulunan Rusya'ya ait toplam 9 konteyner terminalinin (Novorossisk, Odesa, Varna, Burgaz, Batum, Poti, Ilyichevsk, Köstence ve Trabzon) 2011 yılı göreceli etkinlikleri parametrik olmayan VZA yöntemi ile incelenmiştir. Çalışmada konteyner gemilerine ayrılan rıhtım uzunluğu (m), konteyner terminalindeki vinç sayısı (adet), draft (m) ve konteyner stok alanı (m^2) girdi değişkeni; elleçlenen konteyner miktarı ise çıktı değişkeni olarak tespit edilmiş ve girdiye yönelik CCR modeli kullanılmıştır. VZA sonuçlarına göre Poti ve Novorossisk konteyner terminalleri göreceli etkin durumdadır. Burgaz terminai en düşük etkinliğer sahip konteyner terminalidir.

Baran ve Gorecka (2015), dünyanın konteyner liman liderlerinin (Asya, Avrupa ve Amerika Birleşik Devletleri'nde yer alan 18 liman) etkinlikleri VZA ve Malmquist Verimlilik İndeks yöntemleri ile karşılaştırılmış ve büyük konteyner limanlarının verimliliklerindeki değişim ölçülmüştür. Çalışmada konteyner gemilerine ayrılan rıhtım sayısı, terminal alanı (m^2), depolama kapasitesi (TEU:34m^3'lük hacim) ve rıhtım uzunluğu (m) girdi değişkenleri; elleçlenen konteyner miktarı (TEU) çıktı değişkeni olarak belirlenmiştir. VZA yapılırken 2012 yılı verileri esas alınarak çıktıya yönelik model kullanılmış olup, CCR modeline göre 18 limandan 6 tanesi (Shanghai, Shenzhen, Ningbo, Rotterdam, Antwerp ve Tianijn) toplam etkin ve BCC modeline göre 18 limandan 12 tanesi teknik olarak etkin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Button ve Kramberger (2015), yaptıkları araştırmada Kuzey Adriyatik'te bulunan limanların göreli ekonomik etkinliklerini ve Avrupa Birliği'nin gelişimine etkisini değerlendirmiştir. Kuzey Adriyatik'te bulunan 6 limanın 2004-2012 yılları arasındaki etkinlikleri VZA yöntemi ile analiz edilmiştir. Çalışmada vinç sayısı, draft, terminal alanı ve rıhtım uzunluğu girdi değişkeni; elleçlenen konteyner miktarı (TEU) ve gemi çağrıları ise çıktı değişkeni olarak belirlenerek çıktıya yönelik VZA modeli ile analiz edilmiştir. Analiz sonucuna göre Koper (Slovenya) limanı 2004-2012 periyodunda CCR ve BCC modelleri için etkin olan tek limandır.

3. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ

VZA, farklı birimlere sahip çok sayıda girdi ve çıktının söz konusu olduğu ve bunların ortak bir ölçüt temeline indirgenemediği durumlarda, işletmelerin etkinliklerini ölçmede kullanılan parametrik olmayan bir yöntemdir (Güran ve Cingi, 2002). İşletmelerde performans ölçümü için kullanılan VZA; günümüzde kamu hizmetleri, bankacılık, hastane yönetimi, tarım, eğitim, sanayi, üretim, çevre ekonomisi ve üretim gibi çok çeşitli alanlarda kullanılmaktadır (Luptacik, 2010).

Birden fazla girdili işletmelerle ilgili olarak ilk etkinlik ölçümü çalışmaları Farrell (1957) tarafından yapılmıştır. Takip eden yirmi yılda ise Boles (1966), Shephard (1970) ve Afriat (1972) gibi isimler Farrell'i takip etmiş ve birden fazla girdili işletmelerin etkinlik ölçümü için matematiksel programlama yöntemleri geliştirmişlerdir (Coelli ve diğerleri, 2005).

Daha sonra 1978 yılında, Charnes, Cooper ve Rhodes (CCR) tarafından geliştirilen ölçeğe göre sabit getiri (CRS) varsayımına dayanan VZA modeli, European Journal of Operational Research Dergisinde yayınlanan makalede gösterilmiştir (Charnes ve diğerleri, 1978). 1984 yılında Banker, Charnes ve Cooper, ölçeğe göre değişken getiri varsayımına dayanan BCC modeli ile de ölçek ve teknik etkinlikleri hesaplamıştır (Banker ve diğerleri, 1984).

VZA modellerini genel olarak girdi ve çıktıya yönelik olmak üzere iki ana gruba ayırmak mümkündür. Eğer çıktılar üzerinde kontrol azsa (ya da yoksa) girdiye yönelik modeller kullanılmalıdır. Girdiye yönelik modellerde; mevcut çıktının üretilmesi için en az girdinin kullanılmasına çalışılmaktadır. Çıktıya yönelik modeller, belirli bir girdi bileşimi ile en fazla çıktı bileşimini belirmeye çalışan modellerdir (Dinç ve Haynes, 1999).

CRS varsayımına dayalı olan CCR modeli ile toplamda etkin olan bir işletme VRS varsayımına dayalı olan BCC modeli ile hesaplanan teknik ve ölçek olarak da etkindir. Ancak bu durumun tersi doğru olmayabilir.

4. UYGULAMA

Çalışma ESPO (Europian Seaport Organisation) ve Eurostat verileri dikkate alınarak Avrupa Birliği ülkelerinin elleçlenen yük miktarına ve limana gelen/giden konteynır sayısına göre önemli limanlarını ve elleçlenen yük miktarına göre bu listeye girebilecek Türkiye'nin büyük limanlarını kapsamaktadır. ESPO tarafından yıllık olarak yayınlanan raporda elleçlenen yük miktarına göre ortalama 45-50 liman yer almaktadır. Bu çalışmada 2008-2012 yıllarında elleçlenen yük miktarının ortalaması alındığı için, bu 5 yıl içerisinde her yıl raporda yer alan 44 liman seçilmiştir. Türkiye'deki limanları çalışmaya eklerken de ESPO raporunun ortalamasında en alt sırada yer alan limandan daha fazla yük işleyen 12 liman çalışmaya dahil edilmiştir. Bu bağlamda Avrupa'da bulunan 56 limanın etkinlikleri belirlenen kriterler doğrultusunda değerlendirilmiştir.

Çalışmada alanında uzman kişilerin görüşleri ve daha önce yapılan çalışmalarda kullanılan değişkenler göz önüna alınmıştır. Lozano ve diğerleri (2011) çalışmalarında rıhtım alanı (m^2), rıhtım uzunluğu (m), vinç sayısı ve şilep sayısını girdi değişkeni; liman trafiği (ton), elleçlenen konteyner miktarı (TEU) ve gemi çağrılarını çıktı değişkeni olarak kullanmıştır. Jiang ve diğerleri (2012) rıhtım alanı, rıhtım uzunluğu ve depolama kapasitesi girdi değişkeni olarak gemi çağrısı ve liman yükleme-boşaltma kapasitesini çıktı değişkeni olarak belirlemiştir. Yuen ve diğerleri (2013) rıhtım sayısı, rıhtım uzunluğu (m), rıhtım alanı (m^2), vinç sayısı ve liman köprüsü girdi değişkeni ve elleçlenen konteyner miktarını (TEU) çıktı değişkeni olarak tespit etmiştir. Akgül ve diğerleri (2015) konteyner vinç sayısı, rıhtım alanı (m^2), rıhtım uzunluğu (m) ve draft (m) girdi değişkeni; elleçlenen konteyner miktarını (TEU) çıktı değişkeni olarak belirlenmiştir. Jang ve diğerleri (2016) çalışmalarında rıhtım uzunluğu, rıhtım alanı ve liman vinç sayısını girdi değişkeni olarak; konteyner kargo kapasitesini çıktı değişkeni olarak kullanmıştır.

Bu çalışmada ise gemi sayısı, rıhtım uzunluğu (m), rıhtım derinliği, rıhtımda kullanılan vinç sayısı ve limanın kurulduğu alan (m^2) girdi değişkeni olarak; elleçlenen yük, konteynır sayısı ve yolcu sayısı ise çıktı değişkeni olarak belirlenmiştir. VZA uygulamalarında karar verme birimlerinin etkinliklerinin sağlıklı bir şekilde yapılabilmesi süreci en iyi temsil eden girdi-çıktı değişkenlerinin belirlenmesine bağlıdır. Bunun için konuyla ilgili alınan uzman görüşleri ve geçmişte yapılmış benzer çalışmalarda kullanılan değişkenler önemli veri niteliği taşımaktadır. Limanların etkinlik analizleri Measurement System Version 1.3 (EMS 1.3) paket progrmı ile yapılmıştır. Çalışmada etkinlik skoru 100 olan limanlar en iyi gözlem kümesini oluştururken 100'den büyük olan değerler ise göreceli olarak etkinsiz durumdadır.

Tablo 1. Limanların Etkinlik Değerleri

Sıra No	Limanlar	Toplam Etkinlik (CCR)	Teknik Etkinlik (BCC)	Ölçek Etkinliği (CCR/BCC)
1	Aarhus (DK)	177.99	143.48	124.05
2	Algeciras (ES)	100.00	100.00	100.00
3	Amsterdam (NL)	100.00	100.00	100.00
4	Antwerp (BE)	100.00	100.00	100.00
5	Barcelona (ES)	123.09	122.89	100.16
6	Bilbao (ES)	100.00	100.00	100.00
7	Bordeux (FR)	150.04	100.00	150.04
8	Bremen (DE)	100.00	100.00	100.00
9	Calais (FR)	100.00	100.00	100.00
10	Cartagena (ES)	141.18	100.00	141.18
11	Dublin (IE)	150.49	121.34	124.02
12	Dunqerque (FR)	100.00	100.00	100.00
13	Gdansk (PL)	119.39	100.00	119.39
14	Genova (IT)	100.00	100.00	100.00
15	Gent (BE)	100.00	100.00	100.00
16	Gijon (ES)	111.61	100.00	111.61
17	Göteborg (SE)	115.16	105.77	108.88
18	Hamburg (DE)	100.00	100.00	100.00
19	Helsinki (FI)	100.00	100.00	100.00
20	La Coruna (ES)	134.54	100.00	134.54
21	La Rochelle (FR)	129.70	100.00	129.70
22	Las Palmas (ES)	159.73	156.36	102.16

23	La Spezia (IT)	100.00	100.00	100.00
24	Le Havre (FR)	130.29	125.44	103.87
25	Leixoes (PT)	218.35	172.00	126.95
26	Lemesos (CY)	213.40	139.98	152.45
27	Lisbon (PT)	152.65	128.81	118.51
28	Livorno (IT)	130.16	122.21	106.51
29	London (UK)	170.16	156.78	108.53
30	Marsilya (FR)	111.42	105.81	105.30
31	Nantes (FR)	130.49	118.02	110.57
32	Oslo (NO)	180.95	169.17	106.96
33	Piraeus (GR)	100.00	100.00	100.00
34	Ravenna (IT)	126.65	100.00	126.65
35	Riga (LV)	187.44	172.64	108.57
36	Rostock (DE)	262.90	252.49	104.12
37	Rotterdam (NL)	100.00	100.00	100.00
38	Rouen (FR)	190.47	151.25	125.93
39	Santa-Cruz (ES)	100.00	100.00	100.00
40	Tarragona (ES)	127.66	105.77	120.70
41	Thessaloniki (GR)	242.02	155.35	155.79
42	Valencia (ES)	100.00	100.00	100.00
43	Venezia (IT)	100.00	100.00	100.00
44	Zeebruge (BE)	102.44	102.06	100.37
45	Aliağa (TR)	100.00	100.00	100.00
46	Ambarlı (TR)	100.00	100.00	100.00
47	Antalya (TR)	153.30	100.00	153.30
48	Botaş (TR)	100.00	100.00	100.00
49	Gemlik (TR)	123.16	100.00	123.16
50	İskenderun (TR)	151.35	100.00	151.35
51	İstanbul (TR)	315.46	258.41	122.08
52	İzmir (TR)	100.00	100.00	100.00
53	İzmit (TR)	100.34	100.28	100.06
54	Mersin (TR)	139.92	129.62	107.95
55	Samsun (TR)	558.05	431.56	129.31
56	Tekirdağ (TR)	139.76	100.00	139.76

Tablo 1 incelendiğinde CCR modeline göre 21 (Algeciras (ES), Amsterdam (NL), Antwerp (BE), Bilbao (ES), Bremen (DE), Calais (FR), Genova (IT), Gent (BE), Hamburg (DE), Helsinki (FI), La Spezia (IT), Piraeus (GR), Rotterdam (NL), Santa-Cruz (ES), Valencia (ES), Venezia (IT), Aliağa (TR), Ambarlı (TR), Botaş (TR) ve İzmir (TR) liman etkin, 32 liman teknik olarak etkin ve 21 liman da ölçek etkinliğine sahiptir. Toplamda etkin olan limanlardan 4 tanesi İspanya'da, 4 tanesi Türkiye'de ve 3 tanesi İtalya'da bulunmaktadır. Jeopolitik konumu açısından Avrupa'nın en önemli ülkelerinden biri olan Türkiye'den dört limanın etkin olduğu sonucu şaşırtıcı değildir. Etkinliği en düşük limanlar ise; Samsun (TR), İstanbul (TR), Thessaloniki (GR), Rostock (DE), Lemesos (CY) ve Leixoes (PT) limanlarıdır.

5. SONUÇ

Teknolojinin hızla ilerlediği, mesafelerin giderek kısaldığı ve e-ticaretin dünyayı küresel bir pazar haline getirdiği günümüzde taşımacılık, geçmişte hiç olmadığı boyutta önem kazanmıştır. Dünya ticaretinin yaklaşık %90'ının deniz yolu ile gerçekleştiği düşünüldüğünde ülke ekonomileri için limanların önemi de giderek artmaktadır.

AB ülke limanları ile Türk limanlarının etkinliğinin değerlerndirildiği bu çalışmada İspanya, Türkiye ve İtalya'da bulunan limanların daha etkin olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. VZA sonuçlarında Türkiye'de bulunan limanların etkinlik skorları Türkiye'nin sahip olduğu özellikler (8333 km'yi bulan sahil şeridi, Aysa ile Avrupa arasında köprü rolu oynaması, enerji üreten ülkelere yakınlığı ve jeopolitik konumuyla) sebebiyle şaşırtıcı değildir. Öyle ki Türkiye'nin AB'ne dahil olması ile deniz yolu taşımacılığının gün geçtikçe hızla geliştiğini görmek mümkündür.

VZA veri tabanlı, sayısal bir yöntemdir. Bu anlamda analize yeni karar verme birimi (liman) eklenmesi/çıkarılması veya farklı girdi-çıktıların seçilmesinin farklı sonuçların elde edilmesine sebep olacağı açıktır.

KAYNAKÇA

Akgül, E.F., Solak Fışkın, C., Düzalan, B., Erdoğan, T. ve Karataş Çetin, Ç. (2015). "Port Competitiveness And Efficiency: An Analysis Of Turkish Container Ports", ECONSHIP 2015, Chios, Greece.

Ateş, A., Esmer, S., Çakır, E. ve Balcı, K. (2013). "Karadeniz Konteyner Terminallerinin Göreceli Etkinlik Analizi", Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi, 5(1):1-22.

Banker, R.D., Charnes, A., Cooper, W.W. (1984). "Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis", Management Science, 30(9):1078-1092.

Baran, J. ve Gorecka, A. (2015). "Seaport Efficiency and Productivity Based on Data Envelopment Analysis and Malmquist Productivity Index", Logistics&Sustainable Transport, 6(1), 25-33.

Barros, C.P. ve Athanassiou, M. (2004). "Efficiency in European Seaports with DEA: Evidence from Greece and Portugal", Maritime Economics&Logistics, 6(2):122-140.

Barros, C.P., Felicio, J.A. ve Fernandes, R.L. (2012). "Productivity Analysis of Brazilian Seaport", Maritime Policy&Management, 39(5):503-523.

Button, K. ve Kramberger, T. (2015). "European Union Expansion and Seaport Efficiency in The Adriatic", Applied Economics Letters, 22(9):700-703.

Charnes, A., Cooper, W.W., Rhodes, E. (1978). "Measuring the Efficiency of Decision Making Units", European Journal of Operational Research, 2(6):429-444.

Coelli, T., Rao, D.S.P., O'Donnell, C.J. George, Battese, E. (2005). An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis, Second Edition, Springer Science Business Media Inc., New York.

Cullinane, K.P.B. ve Wang, T.F. (2006). "The Efficiency of European Container Ports: A Cross-Sectional Data Envelopment Analysis", International Journal of Logistics: Research and Applicaations, 9(1):19-31.

Çalışkan, M. (2015). "Limanlarımızın Genel Değerlendirilmesi", Deniz Ticareti Dergisi Liman Eki, 277(6):20-21.

Dinç, M., Haynes K. E. (1999). "Sources of Regional Inefficiency: An Integrated Shift-Share, Data Envelopment Analysis and Input-Output Approach", The Analysis of Regional Science, 33(4):469-489.

Deniz Taşıtları, Denizyolu Taşıma ve Teşvik İstatistikleri (2014), T.C. Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı Deniz Teicareti Genel Müdürlüğü Yayınları.

Güner, S., Coşkun, E. ve Taşkın, K. (2015). "Liman Etkinliği Ölçümünde İki Aşamalı Bir Model Önerisi ve Türk Limanları Üzerinde Bir Uygulama", Alphanumeric Journal, 3(2):99-106.

Güran, M.C., Cingi, S. (2002). "Devletin Ekonomik Müdahalelerinin Etkinliği", Akdeniz Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 2(3):56-89.

Haralambides, H., Hussain, M., Barros, C.P. ve Peypoch, N. (2010). "A New Approach in Benchmarking Seaport Efficiency and Technological Change", International Journal of Transport Economics, 37(1):77-96.

Hung, S.W., Lu, W.M. ve Wang, T.P. (2010). "Benchmarking The Operating Efficiency of Asia Container Ports", European Journal of Operational Research, 203(3):706-713.

Jang, H.M., Park, H. ve Kim, S.Y. (2016). "Efficiency Analysis of Major Container Ports in Asia: Using DEA and Shannon's Entropy", International Journal of Supply Chain Management, 5(2):1-6.

Jiang, J.L., Chew, E.P., Lee, L.H. ve Sun, Z. (2012). "DEA Based on Strongly Efficient and Inefficient Frontiers and Its Application on Port Efficiency Measurement", OR Spectrum, 34(4):943-969.

Lozano, S., Villa, G. ve Canca, D. (2011). "Application of Centralised DEA Approach to Capital Budgeting in Spanish Ports", Computer&Industrial Engineering, 60(3):455-465.

Luptacik, M. (2010). "Mathematical Optimization and Economic Analysis", Springer Optimization and Its Applications, 36, 135-186.

Min, H. ve Park B.I. (2005). "Evaluating The Inter-Temporal Efficiency Trends of International Container Terminals Using Data Envelopment Analysis", International Journal of Integrated Supply Management, 1(3):258-277.

Niavis, S. ve Tsekeris, T. (2012). "Ranking and Causes of Inefficiency of Container Seaports in South-Eastern Europe", European Transport Research Review, 4(4):235-244.

Panayides, P.M., Maxoulis, C.N., Wang, T.F. ve Adolf Ng, K.Y. (2009). "A Critical Analysis of DEA Applications to Seaport Economic Efficiency Measurement",Transport Reviews, 29(2):183-206.

Pongpanich, R. ve Peng, K.C. (2016). "The Efficiency Measurement of Container Ports in Thailand by Using DEA Windows Analysis Approach", International Journal of Innovative Research&Development, 5(5):247-253.

Rajasekar, T., Ashraf, P.S. ve Dea, P.M. (2014). "Measurement of Efficiency of Major Ports in India-A Data Envelopment Analysis Approach", International Journal of Environmental Sciences, 4(5):926-936.

Servantie, D. (2015). "AB ve Türkiye'nin Deniz Taşımacılığı Politikasının Karşılaştırmalı Analizi", İktisadi Kalkınma Vakfı Değerlendirme Notu, http://www.ikv.org.tr/images/files/deniztasimaciligi(1).pdf/ (Erişim Tarihi: 20.07.2016).

Schoyen, H. ve Odeck, J. (2013). "The Technical Efficiency of Norwegian Container Ports: A Comparison to Some Nordic and UK Container Ports Using Data Envelopment Analysis (DEA)", Maritime Economics&Logistics, 15(2):197-221.

Simoes, P. ve Marques, R.C. (2010). "Influence of Congestion Efficiency on The European Seaports Performance:Does It Matter? ", Transport Reviews, 30(4): 517-539.

Yuen, A.C., Zhang, A. ve Cheung, W. (2013). "Foreign Participation and Competition: A Way to Improve The Container Port Efficiency In China?", Transportation Research Part A: Policy and Practice, 49:220-231.

Zghidi, N. (2014). "Sea Port Efficiency: The Case of Tunisian Maritime Ports", International Journal of Advanced Information Science and Technology, 23(23):355-362.

MULTI-MODE RESOURCE CONSTRAINED PROJECT SCHEDULING PROBLEM WITH A SINGLE NONRENEWABLE RESOURCE

Cansu Altıntaş
Middle East Technical University
Industrial Engineering Department

Meral Azizoğlu
Middle East Technical University
Industrial Engineering Department

ABSTRACT

In this study, we consider a project scheduling problem with a single nonrenewable resource. We assume that the resource is released in scheduled times at specified quantities and the resource is consumed at activity completions. The activities can be processed at different modes where a mode is defined by a processing time and a resource requirement amount. Our problem is to select the modes and timings of the activities so as to minimize the project completion time. We give an efficient mathematical formulation and discuss some approaches for its solution.

Keywords: Project scheduling; multi-modes; nonrenewable resource

1. INTRODUCTION

Project can be defined as a set of interrelated activities to be executed over a fixed period to create a unique product or service. Project management aims to find effective and efficient ways for planning, organizing, directing, scheduling and controlling the resources. Wide application areas of project management attract the operational researchers for modelling and solving various problems. Dating back to 1950s, problem natures, methodologies and solution approaches have been changing for new practical problems.

As an important step of project management project scheduling defines the start and finish times of the project activities. Depending on the resource needs, resource types, various project scheduling problems can be defined and studied. The earliest method in this area is the critical path method (CPM, Kelley and Walker, 1959) that finds the critical path through the earliest and latest start and finish times for each activity without making the project longer for unlimited resource availability case.

The CPM's assumption of unlimited availability of resources hardly holds in real life. When resource constraints are present, the resource constrained project scheduling problems (RCPSP) are presented. Even though new resource types have been introduced recently, basic categories are renewable and nonrenewable resources. *Renewable* resources are temporarily available on some time periods. They can be dedicated to some activities when they are available and they can be used again after completion of these activities. Labor, machine, equipment can be examples for renewable resources. *Nonrenewable* resources are consumed with usage. The availability of a nonrenewable resource is limited with its capacity for the entire project. It is common to assume that nonrenewable resources are released as a lump sum at the beginning of the project but they can be also released in a progressive way throughout the project. Budget of the project can be an example for nonrenewable resources. Recently, other resource types such as doubly constrained, partially renewable which have some features of renewable and nonrenewable resources are introduced. For a comprehensive review of the RCPS problems with their variants and extensions the reader is referred to Herroelen et al. (1998), Kolisch and Padman (2001), Hartmann and Briskorn (2010).

A generalization of RCPSP is the multi-mode RCPSP (MRCPSP). In the MRCPS problems each activity can be executed in one of the several modes where a mode is defined by a processing time and a resource requirement amount. For detailed information about multi-mode resource constrained project scheduling models and solution approaches one may refer to Hartmann and Drexl (1998). An extensive review of MRCPS is presented by Weglarz et al. (2011).

In this study, we assume that there is a single nonrenewable resource that is released in specified times at specified quantities in a progressive way. Resource units are consumed when the activities are completed. There are several modes, i.e., time/resource pairs for each non-dummy activity. Our decision is to select a mode for each activity to minimize the project completion time without violating resource availability constraints.

A practical situation that is in accordance with our problem can be exemplified from the construction industry. A client orders a building from the building contractor. The contractor has subcontractors to execute the project activities and pays them when any activity is completed.

Mode selection represents the trade-off nature of our problem. Depending on the selected mode, an activity is performed with a shorter duration and higher resource consumption or vice versa. In the literature, discrete time/cost trade-off problems (DTCTP) have discrete activity duration which is non-increasing function of the single nonrenewable resource. In discrete time/cost trade-off budget problems, limited resource is assumed to be released at the beginning of the project as a lump sum. Survey on DTCTP can be found in the study of De et al. (1995).

Carlier and Rinnooy Kan (1982) present an algorithm that finds optimal solution for the single mode, single nonrenewable resource with progressive resource arrival, project completion time problem. They prove that this problem is polynomially solvable so is the single mode case of our problem.

Our problem is studied by Azizoğlu et al. (2015). They formulate the problem as a pure integer programming model and develop linear programming relaxation-based solution algorithms. Our aim to reformulate the problem in a more efficient way and present optimization algorithms.

The rest of the paper is organized as follows. In Section 2, the problem definition together with the mathematical formulation is given. In Section 3, the initial solution approaches are discussed. In Section 4, the conclusions and planned future studies are given.

2. PROBLEM DEFINITION

Mathematical Model

We study a multi-mode resource constrained project scheduling problem with a single nonrenewable resource. There are n non-preemptive non-dummy activities. Two dummy activities 0 and n+1 represent the project start and completion respectively. There exist precedence relations between activities. IP_i denotes the set of immediate predecessors of activity i. Activity i cannot start until all activities in IP_i are completed.

Activity i has m_i modes. Mode j of activity i is defined by two parameters as follows. p_{ij}, a processing time of activity i at mode j and c_{ij}, a resource requirement amount of activity i at mode j. It is assumed that the longer activity duration consumes the lower resource consumption, i.e., the modes are non-dominated. B_t denotes the amount of resource released at time t. If resource released is not entirely used by the activities at some time unit, all remaining amount is transferred to the next time unit.

The model presented by Azizoğlu et.al. (2015) has one type of decision variable x_{ijt} which is binary and takes value of 1 if activity i is completed on mode j at time t. As an alternative, hopefully more efficient, way of modelling, we propose two binary decision variables with two indexes and one continuous decision variable with three indexes as follows.

$$x_{it} = \begin{cases} 1 & \text{if activity } i \text{ is completed at time t} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$i = 1, 2,\ldots, n + 1;\ t = 0, 1, 2,\ldots, T$

$$y_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{if activity } i \text{ is completed on mode } j \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$i = 1, 2,\ldots, n + 1;\ j = 1, 2,\ldots, m_i$

$$z_{ijt} = \begin{cases} 1 & \text{if activity } i \text{ is completed on mode } j \text{ at time } t \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$i = 1, 2,\ldots, n + 1;\ j = 1, 2,\ldots, m_i;\ t = 0, 1, 2,\ldots,T$

The mathematical model of our problem is as the following:

Minimize $\sum_{t=1}^{T} t\, x_{n+1,t}$ (1)

subject to

$\sum_{t=0}^{T} x_{it} = 1$ for $i = 1, 2,\ldots, n+1$ (2)

$\sum_{j=1}^{m_i} y_{ij} = 1$ for $i = 1, 2,\ldots, n+1$ (3)

$\sum_{t=0}^{T} t x_{kt} + \sum_{j=1}^{m_i} p_{ij} y_{ij} \leq \sum_{t=0}^{T} t x_{it}$ for $i = 1, 2,\ldots, n+1$ $k \in IP_i$ (4)

$\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{mi} c_{ij} \sum_{r=1}^{t} z_{ijr} \leq \sum_{r=1}^{t} B_r$ for $t = 0, 1,\ldots, T$ (5)

$x_{it} + y_{ij} - 1 \leq z_{ijt}$ for $i = 1, 2,\ldots, n+1;\ j = 1, 2,\ldots, m_i;\ t = 0, 1,\ldots, T$ (6)

$0 \leq z_{ijt} \leq 1$ for $i = 1, 2,\ldots, n+1;\ j = 1, 2,\ldots, m_i;\ t = 0, 1,\ldots, T$ (7)

$z_{000} = 0$ (8)

$x_{it} \in \{0, 1\}$ for $i = 1, 2,\ldots,n+1;\ t = 0, 1,\ldots, T$ (9)

$y_{ij} \in \{0, 1\}$ for $i = 1, 2,\ldots, n+1;\ j = 1, 2,\ldots, m_i$ (10)

The objective function (1) is to minimize the project completion time which is also the completion time of the dummy activity n+1. Equation set (2) guarantees that each activity is completed exactly at one time unit. Equation set (3) ensures that each activity is assigned to exactly one mode. Constraint set (4) satisfies the precedence relationships between activities and states that activity i cannot start until its predecessor activity k in IP_i is completed. Constraint set (5) ensures for every time unit t, resource consumption of the completed activities cannot be greater than amount of resource arrived. Constraint set (6) constructs the relationship between binary decision variables x_{it}, y_{ij} and continuous decision variable z_{ijt} so that it ensures for continuous variables to take value *0* or *1* accordingly. Constraint set (7) sets the bounds on the continuous variables. Equation (8) ensures that the project start at time *0*. Constraint sets (9) and (10) are for the assignment of variables x_{it} and y_{ij}, respectively.

Lower Bounds

In this section we present lower bounds on the completion times of the activities en route to reducing the size of the model.

Recall that the *Critical Path Method* (CPM) finds the earliest and latest start and finish times for each activity without making the project longer with the assumption of unlimited resource availability. Since our decision variables are defined for the completion times, the *earliest finish time (EFi)* from the CPM

can be used by setting the processing times to their minimum possible values. The CPM parameters are then calculated.

EF_i: Earliest finish time of an activity i delivered by the CPM when the activity durations are at their minimum levels.

The CPM assumes unlimited resource availabilities. The earliest finish times are modified so as to include the resource availability and the *modified earliest finish time* (MEF_i) are as stated below:

It is assumed that minimum resource consumption is at the 1st mode of the activities so that c_{i1} denotes the minimum resource that can be consumed by activity i. The earliest time that $\sum_{k \in p_i} c_{k1}+c_{i1}$ units of resource becomes available gives another lower bound on the activity completion times. We let this time be ET_i.

Hence an overall lower bound on the completion time of activity i is LB_i where

$LB_i = \text{Max}\{EF_i , ET_i\}$

Modified earliest finish times, LB_i values are used as to define the lower limits of the indices in constraint sets (1) and (4). To see the effect of the lower bounds in reducing the complexity of the solutions, the mathematical models with and without lower bounds are solved for some example instances. 3 different networks with 10, 20 and 30 activities are used. The number of modes for each activity is generated from discrete uniform distribution between 1 and 4. The processing times of the activities are generated from discrete uniform distribution between 1 and 10. The resource consumptions are assigned according to the processing times between 1 and 16 such that all modes are non-dominated. Ten problem instances are generated for each network. Hence a total of 30 instances are solved for models with and without lower bounds. The IBM ILOG CPLEX Optimization Studio 12.6.0.0 is used to solve the models. The runs are performed on the Intel® Core™ i7-4720HQ CPU 2.60GHz and 16.00 GB computer.

Table 1 The CPU times (in seconds) for the models with and without lower bounds

Instances		# of activities	maximum *t*	*CPU Times*										
				1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*Average*
Network 1	Without Lower Bounds	10	200	2.33	2.31	1.97	2.28	3.00	1.45	2.05	2.55	3.31	2.36	*2.36*
	With Lower Bounds	10	200	2.41	2.08	1.64	1.89	3.14	1.56	2.03	2.14	2.89	1.84	*2.16*
Network 2	Without Lower Bounds	20	400	25.25	82.31	37.89	20.91	20.69	18.20	29.95	36.53	32.98	21.31	*32.60*
	With Lower Bounds	20	400	16.23	11.61	20.34	6.56	8.70	9.55	14.50	10.75	13.52	15.75	*12.75*
Network 3	Without Lower Bounds	30	600	4966.44	3081.28	14167.92<	22628,05<	14270.16	5093.85<	22998.63<	1302.58	19963.25<	1000.30	*4924.15*
	With Lower Bounds	30	600	4737.95	113.94	18747.00<	11513.92<	13412.44	12607.95<	9871.64<	62.81	15326.17<	267.25	*3718.88*

As can be observed from Table 1, the average CPU times increase as the network sizes increase. For the instances 3, 4, 6, 7 and 9 of Network 3, the optimal solutions cannot be obtained in our time limit, thus the average CPU time of Network 3 is calculated based on the solved instances 1, 2, 5, 8 and 10. When the lower bounds are used in the model, the average CPU times for each network decrease. As the network size increases, the difference between solution times of the models with and without lower bounds increase.

If the activity durations were longer and number of modes were higher, the solution times would be even higher. As the network size increases the problem becomes more difficult to solve by the mathematical model for some of the instances of Network 3 even for the cases with lower bounds. These findings point that enumeration algorithms are needed for more moderate and large sized problem instances.

3. SOLUTION APPROACHES

The discrete time/cost trade-off budget problem is strongly *NP*-hard (De et al., 1997) so is our problem with scheduled resource releases.

Our problem is the multi-mode version of the problem studied by Carlier and Rinnooy Kan (1982). They introduce a solution algorithm for the single mode project scheduling problem with progressive single non-renewable resource releases and show that it is polynomially solvable. An illustration of the

algorithm is presented on the example instance taken from Klastorin (2004) and presented in Figure 1 and Table 2.

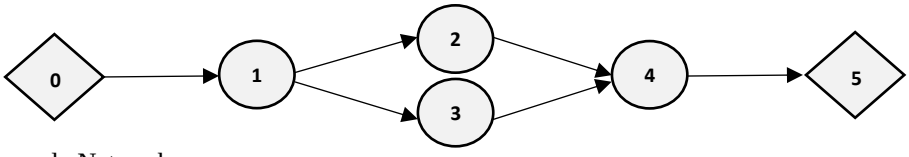


Figure 1 Example Network

Table 2 Data and regarding CPM results for the example network

Activity	*Process Times*	*Resource Consumption*	*Early Start*	*Late Completion*
1	6	6	0	6
2	5	12	6	11
3	3	10	6	11
4	2	8	11	13

The early start times are the earliest start times of the activities while late completion times are the latest possible activity completion time without delaying the minimum project completion time. The resource arrivals are assumed to be at times 1, 7, 12, 20 with respective amounts of 5, 3, 10, and 18. The cumulative resource profiles are constructed as required (the dotted line, R_t) based on the late completion times of activities and as supplied (the solid line, S_t) as resource releases as in Figure 2. According to the algorithm, cumulative resource requirement line must be shifted to the right until it is on or below the cumulative resource supplied line. When minimum shift necessary is applied, project completion time of the problem is minimized.

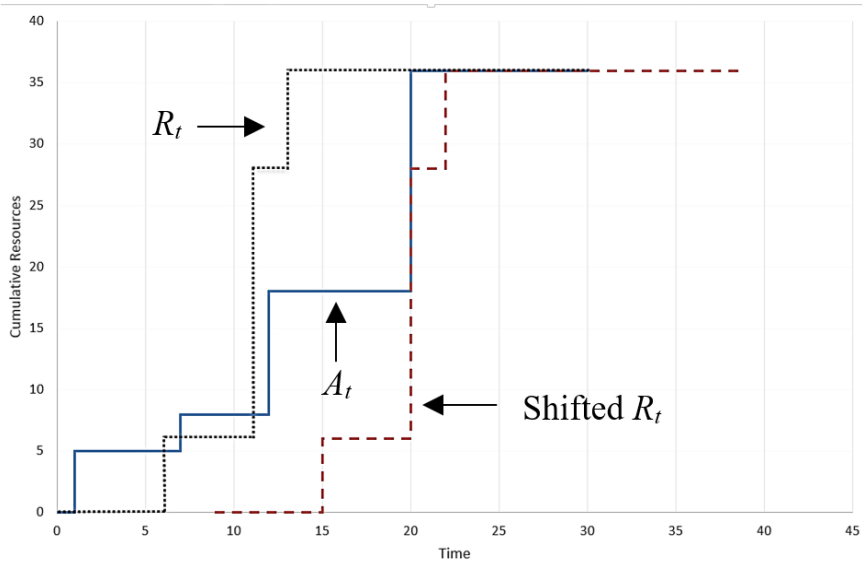


Figure 2 Graphical illustration of the algorithm for the example problem

The optimal solution for single non-renewable resource with single mode is obtained by the polynomial algorithm. Since this problem is the special case of our problem, a solution approach that benefits from the Carlier and Rinnooy Kan (C&K) Algorithm will be developed. A branch and bound (B&B) algorithm will be developed where the mode combinations are enumerated and the algorithm C&K is used to find the optimal completion times for each combination. We hope to improve the efficiency of the B&B algorithm by defining efficient mode elimination procedures and developing powerful lower and upper bounds.

4. CONCLUSIONS

In this study, a MRCPSP with a single non-renewable resource is considered. An efficient mathematical model is introduced and lower bounds on the values of the decision variables are incorporated. Our initial experiments point that it becomes more difficult to obtain the optimal solutions when the problem sizes

increase. We plan to introduce B&B to obtain exact solutions and heuristic procedures to obtain high quality solutions in reasonable times.

REFERENCES

Azizoglu, M., Çetinkaya, F.C. and Pamir, S.K. (2015) 'LP relaxation-based solution algorithms for the multi- mode project scheduling with a non-renewable resource', *European J. Industrial Engineering*, Vol. 9, No. 4, pp.450–469

Brucker, P., Drexl, A., Mohring, R., Neumann, K., Pesch, E., (1999) 'Resource constrained project scheduling: notation, classification, models and methods', *European Journal of Operational Research*, 112 (1), 3–41.

Carlier, J. and Rinnooy Kan, A.H.G. (1982) 'Scheduling subject to nonrenewable-resource constraints', *Operations Research Letters*, Vol. 1, No. 2, pp.52–55.

De, P., Dunne, E.J., Gosh, J.B., Wells, C.E., (1995) 'The discrete time-cost trade-off problem revisited', *European Journal of Operational Research*, 81 (2), 225–238.

De, P., Dunne, E.J., Gosh, J.B., Wells, C.E., (1997) 'Complexity of the discrete time-cost tradeoff problem for project networks', *Operations Research*, 45, 302-306.

Hartmann, S. and Briskorn, D. (2010) 'A survey of the variants and extensions of the resource constrained scheduling problem', *European Journal of Operational Research*, Vol. 207, No. 1, pp.1–14.

Hartmann, S., Drexl, A., (1998) 'Project scheduling with multiple modes: a comparison of exact algorithms', *Networks*, 32 (4), 283–297.

Herroelen, W.S., De Reyck, B., Demeulemeester, E.L. (1998) 'Resource-constrained project scheduling: a survey of recent developments', *Computers and Operations Research*, 25 (4), 279–302.

Kelley, J.E., Jr., Walker, M.R., (1959) 'Critical path planning and scheduling', *In: Proceedings of the Eastern Joint Computer Conference*, Boston, MA, pp.160–173.

Klastorin, T. (2004) *Project Management: Tools and Trade-Offs*, Wiley, NJ.

Kolisch, R. and Padman, R. (2001) 'An integrated survey of deterministic project scheduling', *Omega: The International Journal of Management Science*, Vol. 29, No. 3, pp.249–272.

Weglarz, J., Jozefowska, J., Mika, M. and Waligora, G. (2011) 'Project scheduling with finite or infinite number of activity processing modes – a survey', *European Journal of Operational Research*, Vol. 208, No. 3, pp.117–205.

ÜRETİM HATLARI İÇİN YENİ BİR HIZLI TÜM VÜCUT DEĞERLENDİRME ÖNERİSİ VE MATEMATİKSEL MODELLEME TABANLI ERGONOMİK MONTAJ HATTI VE İŞ ROTASYONU TASARIMI

Ozan Altıntaş	Simten Özcan	Kamile Doğan	Mehmet Çakmakçı
Dokuz Eylül Üniversitesi	Dokuz Eylül Üniversitesi	Dokuz Eylül Üniversitesi	Dokuz Eylül Üniversitesi

ÖZET

Montaj hattı dengeleme, seri hat üretimini tercih eden işletmeler için önemli bir karar verme problemini içermektedir. Çalışmamızda, bir beyaz eşya fabrikasında üretime yeni alınacak ürünler nedeniyle, bir montaj hattındaki ürünlerin başka bir montaj hattına taşınması öncesinde, I-tipi bu montaj hatlarının en etkin biçimde yeniden tasarlanması amaçlanmıştır. Hatlarda gözlenen ergonomik sorunların yeniden tasarlama sürecinde dikkate alınmasının zorunlu olduğuna karar verilmiştir. Montaj hatlarının ergonomik riskleri minimum seviyeye indirecek şekilde tamsayılı doğrusal programlama yaklaşımı kullanılarak yeniden dengelenmiş, bu doğrultuda literatürdeki üretim hatlarındaki istasyonların kümülatif risk değerlendirmesine uygun olmayan ancak tüm vücudu değerlendirmeye alan ve kolay bir yöntem olan REBA geliştirilerek yeni bir ergonomik risk değerlendirme yöntemi ve montaj hatlarının yapısı gereği monotonluk ve motivasyon azlığını engelleyecek bir optimum iş rotasyonu programı önerisi sunulmuştur. Bu çalışmanın sonucunda hali hazırda ki montaj hatlarında daha dengeli, daha sağlıklı, daha az üretim hatası ve maliyet oluşturacak biçimde tasarlanmıştır.

Anahtar Kelimler: Ergonomik Montaj Hattı Dengeleme, İş Rotasyonu, Hızlı Tüm Vücut Değerlendirmesi

A NEW RAPID ENTIRE BODY ASSESSMENT(REBA) PROPOSAL FOR PRODUCTION LINE AND MATHEMATICAL MODELLING BASED ERGONOMIC ASSEMBLY LINE AND JOB ROTATION DESIGN

ABSTRACT

Assembly line balancing includes major decision-making problems for businesses who prefer to serial line production. In our study, the problem of effective designing the assembly line is discussed due to the new products to be produced in white goods I-type assembly lines. We decided to take into account the ergonomic problems during redesign process. Assembly line re-balanced with integer linear programming approach so as to minimize ergonomic risks. Despite of Rapid Entire Body Assessment(REBA) unfit for cumulative risk assessment of the stations on the production line, Rapid Entire Body Assessment (REBA) evaluates entire body which is an easy to apply assessment tool. REBA is developed a new ergonomic risk assessment method for production line station, then proposal to avoid monotony and lack of motivation program an optimum job rotation program. As a result, this study suggests that the more balanced, healthier, less production errors and cost than the existing assembly lines.

Keywords: ***Ergonomic Assembly Line Balancing, Job Rotation, Rapid Entire Body Assessment(REBA)***

1.GİRİŞ

Montaj hattı dengeleme problemi kendi içinde birçok karar problemini barındırır. Bu karar problemlerinden bir tanesi ergonomik değerlendirmedir. Günümüzde artan iş sağlığı ve güvenliği, kalite ve çalışan memnuniyeti bilinci montaj hatlarının, ergonomik riskleri göz önüne alarak yeniden tasarlanmasını hem endüstri hem akademinin önemli konularından biri hâline getirmiştir. Montaj hattı, standart ürünlerin yüksek miktarlarda üretilmesi amacıyla kullanılan, akış tipi üretim şeklidir(Scholl ve Klein, 1999). Bu üretim şeklinde son ürünün ortaya çıkması için tamamlanması gereken görevlerin iş istasyonları arasına dengeli dağıtımı istasyon sayısı veya çevrim süresi gibi faktörlere bağlı olarak hedeflenmektedir. Geleneksel montaj hattı dengeleme Tip I ve Tip II olmak üzere iki çeşit en iyileme problemini içermektedir. Tip I probleminde, sabit bir çevrim zamanında, gerekli istasyon sayısının en küçüklenmesi amaçlanır. Tip II probleminde ise, sabit istasyon sayısı için çevrim zamanının en küçüklenmesi istenir (Ajenblit ve Wainwright, 1998). Tamsayılı doğrusal programlama ile dengelenen montaj hatlarında temel montaj hattı kısıtlarıyla birlikte, sistemlerinde kompleks hale gelmesinden kaynaklanan birçok yeni kısıt ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Örneğin Tuncel ve Topaloğlu(2012) montaj hatlarında üretilen ürünlerin pozisyon farklılıklarını, görevlerin birlikte ve ya ayrı atanması kısıtlarını ve istenen çevrim süresini aşan işler bulunması nedeniyle paralel istasyon kısıtlarını dikkate alan bir model geliştirmiş ve uygulamıştır, bu çalışmada da montaj hatlarının benzerliği dolayısıyla bu modelden faydalanılacaktır. Koltai ve Tatay(2013) ise işlerin zorlukları ve operatörlerin bu işleri yapabilme yetenekleri kapsamında bir model sunmuşlardır. Tüm bunlarla birlikte ergonomik sorunları dikkate alan kısıtlı çalışmalar yapılmıştır. Vieira ve Kumar (2004) tarafından yapılan literatür incelemesinde ergonomik çalışma duruşu tanımlanarak, literatürde bu konuda az sayıda çalışma olduğuna dikkat çekilmiştir. Longo ve Mirabelli(2009) tarafından yapılan çalışmada bir montaj hattının önce tasarımı yapılmış, daha sonra probleme ergonomik faktörlerde eklenerek çeşitli analizler gerçekleştirilmiştir. Baykasoğlu ve Akyol(2014) tarafından yayımlanan makalede bir ergonomik risk değerlendirme aracı olan OCRA(Mesleki Tekrarlamalı Hareketler İndeksi) ve montaj hattı dengelemede basit fakat önemli bir sezgisel olan COMSOAL algoritması kullanılarak montaj hattı yeniden dengelenmiş ve işler üzerinde herhangi bir fiziksel iyileştirme çalışması yürütülmemesine karşılık montaj hattı istasyonları üzerinde ciddi iyileştirmeler sağlanmıştır. Bununla birlikte montaj hatlarının yalnızca ergonomik olarak dengelemek kas-iskelet sistemi hastalıkları, monotonluk ve montaj hatlarının genel sorunu motivasyon eksikliğine çözüm olamamıştır. Dolayısıyla bu doğrultuda Yoon vd.(2016) tarafından REBA(Hızlı tüm vücut değerlendirme yöntemi) kullanılarak bir otomotiv montaj hattında ergonomik iş rotasyonu matematiksel modeli önerisi sunulmuştur.

Biz bu çalışmada bir buzdolabı üreticisi beyaz eşya fabrikasında yeni ürünlerin üretime alınması kapsamında ön-montaj hatlarının yeniden tasarlama sürecinde çeşitli çalışmalar yürüttük. Klasik montaj hattı dengeleme problemine ek olarak var olan pozisyon, paralel istasyon, konum, görev, özel eğitimli işçi kısıtlarına ek olarak hatta var olan ergonomik sorunlarında göz önüne alınması gerektiği görüldü. Bu kapsamda yapılan ergonomik risk değerlendirme araçları taramasında bazı dezavantajlarına karşılık diğer araçlar içinde ortaya çıkan avantajları nedeniyle hızlı tüm vücut değerlendirme aracı(REBA)'nın kullanılması uygun görüldü. Üretim hatlarında istasyonların kümülatif risk değerlerini hesaplayamadığı için REBA geliştirilerek literatürde olmayan yeni bir formülasyon sunularak uygulaması yapıldı. Çalışmanın sonunda montaj hatlarının genel problemi monotonluk ve motivasyon eksikliği problemi bir ergonomik iş rotasyonu modeli oluşturularak yok edilmeye çalışıldı.

2. HIZLI TÜM VÜCUT DEĞERLENDİRME YÖNTEMİ(REBA)

Hignett ve McAtamney(2000) tarafından geliştirilen REBA vücudun her bölümünün analiz edilmesine olanak tanıyan bir yöntemdir. Analiz edilmek istenilen çalışma duruşu veya hareketin neden olduğu riski sayısal olarak skor cinsinden ifade eder. REBA, çalışma duruşu sırasında gövdede, boyunda, bacaklarda, üst kollarda, alt kollarda ve bileklerde ortaya çıkan fleksiyon ve ekstansiyonlara ve bu duruşlar esnasında operatörün etkilendiği yük ve tekrarlamalara bağlı olarak 1 ile 15 arasında değişen bir skor belirlemektedir. REBA ile birlikte Ergonomik riskleri belirlemede birçok yöntem kullanılabilmektedir. Bu yöntemlerden en önemlileri: Hızlı Maruziyet Değerlendirme (HMD), Ulusal İş Güvenliği ve Sağlığı Enstitüsü Yöntemi (NIOSH), Hızlı Üst Vücut Değerlendirmesi (RULA), Avrupa Montaj Analizi (EAWS), Mesleki Tekrarlamalı Hareketler İndeksi (OCRA) vb. dir. (Baykasoğlu ve Akyol,2014) Bu çalışmada özellikle değerlendirmeye aldığımız REBA'yı kullanmak isteyişimizin en temel sebebi tüm vücudun duruşunu dikkate alması(Gövde, Boyun, Bacaklar, Üst Kollar,

Alt Kollar, Bilekler) bunu yaparken yük, kavrama, hızlı değişiklik gibi kavramları göz önünde bulundurması ve çalışmamızı yürüttüğümüz işletmede bu yöntemin işlerin ergonomik risklerini belirlemede hali hazırda kullanılıyor olması etkili oldu. Fakat REBA her işin risk değerlerini ayrı ayrı belirliyor olması nedeniyle istasyonların kümülatif risk değerlendirmelerine uygun olmayan bir yöntemdir. Bu nedenle literatürde daha önce var olmayan bir şekilde bu yöntemi istasyonların kümülatif bazlı riskleri hesaplamaya, yani her iş için ayrı ayrı REBA skorlarını hesaplamak yerine istasyon bazlı bir risk değeri hesaplayacak şekilde geliştirme yoluna gidilmiştir. Bunu yaparken öncelikle istasyon bazlı bir ergonomik risk değerinin hangi parametrelerden ne şekilde etkileniyor olması gerektiği üzerinde analiz ve araştırmalar yapılmıştır. Bu analizlerin sonucunda varılan ortak kanıya göre istasyonlarda yapılan işlerin sürelerinin istasyonun çevrim süresinin ne kadarını kapladığı, yüksek riskli bir işin kısa sürmesi ile uzun süre sürmesinin risk değerine farklı etkide bulunuyor olması gerektiği, istasyonun çevrim süresi ile hattın çevrim süresi arasında ne kadarlık bir boşluk olduğu, tüm istasyonların bulunduğu ortamın genel ergonomik koşullarının(ısı, ışık, ses, yemek ve çay mola süreleri) ne olduğu ve istasyondaki operatörün bir çevrim boyunca ne kadar sıklıkla iş değiştirdiği gibi olguların adını istasyonREBA olarak kullanacağımız kümülatif risk skoruna etki etmesi gerektiği belirlenmiştir. Bunun sonucu olarak aşağıdaki yeni formülasyon sunulmuştur.

REBA Ergonomik risk değeri hesaplanmak istenen istasyondaki iş sayısı n, montaj hattında toplam iş sayısı N ve montaj hattındaki tüm işlerin REBA skorlarının ortalaması AREBA olmak üzere, α;

$$\alpha = \frac{n}{N} \text{ x } AREBA \qquad (1)$$

Standart şartlar 480 dakikadan oluşan bir vardiyada en az 30 dakikalık 1 yemek molası, 2x10 dakikadan oluşan dinlenme molaları, sağlıklı ışık, ısı ve ses seviyeleri olmak üzere β;

$$\beta = \begin{cases} 1 & Standart\ şartlar\ sağlanıyorsa \\ 1.1 & Diğer\ durumlarda \end{cases} \qquad (2)$$

n adet işten oluşan bir istasyonda $REBA_i$ i.işin REBA değeri, t_i i. işin işlem süresi, TC hattın en uzun işlem süreli istasyonun işlem süresi olmak üzere, önerilen yeni REBA değeri(istasyonREBA);

$$\text{İstasyonREBA} = \frac{REBA_1\ x\ t_1 + REBA_2\ x\ t_2 + \cdots + REBA_n\ x\ t_n}{TC} \text{ x } \beta + \alpha \qquad (3)$$

Örneğin mevcut montaj hattının 2.istasyonunda sırasıyla REBA skorları 1,4,7,6,4 işlem süreleri 2.6,12.5,18.2,13.1,13 olan 5 adet iş yapılmakta ve istasyonun toplam işlem süresi ile hattın çevrim süresi neredeyse birbirine eşit olarak görülmektedir. Önerilen formülasyon ile istasyonREBA değeri hesaplanırsa bu skorun 5.6 olduğu görülür. Bu skor yukarıda sayılan birçok parametreye bağlı bir ergonomik risk değeri olarak ortaya çıkmıştır. Montaj hattındaki tüm istasyonlarda yapılan doğrulama çalışmalarında bu parametrelere verilen tepki gözlenerek doğrulanmış ayrıca montaj hattı bazı kümülatif risk değerlerini hesaplayan yöntemlerle tekrar incelenerek önerilen formülasyon ile sistem davranışları açısından benzerlikleri karşılaştırılmış ve anlamlı bir farklılık gözlenememiştir.

3.ERGONOMİK MONTAJ HATTI DENGELEME

Üzerinde çalışılan bu yeni yaklaşımla birlikte, ergonomi kısıtı oluşturularak montaj hattı dengeleme problemi formülasyonumuza entegre edilmiştir. Ergonomi kısıtıyla birlikte 20 kısıtlı, paralel istasyon sayısını en küçükleyen tam sayılı doğrusal programlama modeli oluşturulmuş ve daha önceden yapılmış gözlem çalışmalarıyla belirlenen bir modelin ön montaj hattı için deterministik işlem süreleri, 41 işlik öncelik ilişkileri, REBA değerleri, pozisyon tipleri gibi verilerle model çalıştırılmıştır. Montaj hattı için önemli hususlar şu şekilde listelenebilir;

- Montaj hattında ürün üzerinde sağ, sol ve her iki tarafta da yapılacak işler mevcuttur.
- Aynı istasyona sağ ve sol tarafta yapılacak işler birlikte atanamaz fakat sağ ve her iki tarafta da yapılabilecek işler ile sol ve her iki tarafta yapılabilecek işler birlikte atanabilir.
- Hattın çevrim süresi 61 saniye olarak karar verici tarafından belirlenmiştir.
- Bazı işler yapısı gereği tek başına tek bir istasyonda yapılmak zorundadır.
- Bazı işler yapıları gereği aynı istasyonda birlikte yapılmak zorundadır.
- Bazı görevler yalnızca özel eğitim almış işçiler tarafından yapılabilmektedir.(Sistemde yalnızca 1 işçiye eğitim verilmek istenmektedir.)
- Çevrim süresini aşan işler bulunması nedeniyle hatta paralel özdeş istasyonlara izin verilmektedir.
- Hatta istasyona sayısı ve işçiler üzerindeki toplam ergonomik iş yükü minimum kılınmak istenmekte ve bu doğrultuda istasyonların REBA ergonomik risk değerlendirme skorlarının karar verici tarafından 6'yı geçmemesi istenerek, sağlıklı bir çalışma ortamı yaratılmak istenmektedir.
- Montaj hattı tek modelli bir montaj hattıdır.

❖ Öncelik ilişkileri ve işlem süreleri deterministiktir.

$$\text{Min} \sum_{j=1}^{J} \sum_{k=1}^{K} \sum_{l=1}^{L} z_{jkl} \quad (4)$$

$$\sum_{j=E_i}^{L_i} x_{ij} = 1 \quad \forall i \quad (5)$$

$$\sum_{j=E_r}^{L_r} j.x_{rj} \geq \sum_{j=E_i}^{L_i} j.x_{ij} \quad \forall i,r \in P \quad (6)$$

$$\sum_{i \in R_j} t_i.x_{ij} \leq C.\left(\sum_{k=1}^{K} \sum_{l=1}^{L} z_{jkl}\,.k\right) \quad \forall j \quad (7)$$

$$\sum_{i \in KI \cap i \in R_j} t_i.x_{ij} \leq C.\sum_{l=1}^{L} z_{j1l} \quad \forall j \quad (8)$$

$$\sum_{i \in BI \cap i \in R_j} t_i.x_{ij} \leq C.\left(\sum_{k=1}^{K} \sum_{l=1}^{L} k.z_{jkl}\right) \quad \forall j \quad (9)$$

$$\sum_{k=1}^{K} \sum_{l=1}^{L} z_{jkl} \leq 1 \quad \forall j \quad (10)$$

$$\sum_{i \in R_j \cap i \in IP_l} x_{ij} \leq |IP_l|\,.\left(1 - \sum_{k=1}^{K} \sum_{l=1, t \neq 1}^{L} z_{jkt}\right) \quad \forall j,l \quad (11)$$

$$\sum_{i \notin BA_r} x_{ij} \leq N.\left(|BA_r| - \sum_{i \in BA_r} x_{ij}\right) \quad \forall j,r \quad (12)$$

$$x_{ij} = x_{mj} = .. = x_{sj} \quad \forall j,r, \forall (i,m,\ldots,s) \in BA_r \quad (13)$$

$$x_{ij} = 0 \quad \forall i,j \notin AAi \quad (14)$$

$$x_{ij} = 0 \quad \forall i,j \notin R_l \quad (15)$$

$$\sum_{i \in S}^{S} x_{ij} \leq B.y_j \quad \forall j \quad (16)$$

$$\sum_{i=1}^{N} x_{ij} \leq y_j \quad \forall j \quad (17)$$

$$\sum_{j=1}^{J} y_j \leq Q \quad (18)$$

$$\text{istasyonREBA}_j < RB \quad \forall j \quad (19)$$

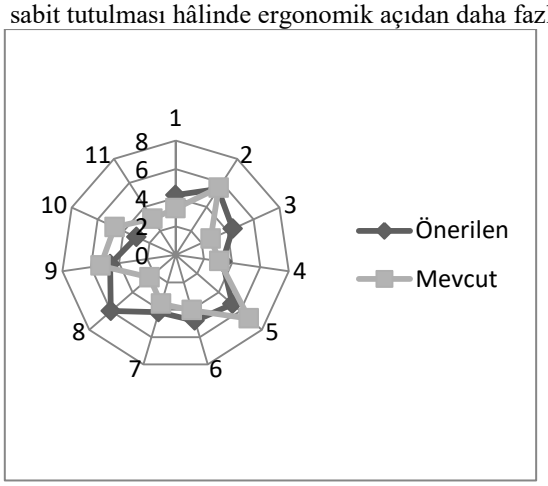
$$E_i = \left\lceil \frac{t_i + \sum_{j \in PR_i} t_j}{C} \right\rceil^{+} \quad \forall i \quad (20)$$

$$L_i = J + 1 - \left\lceil \frac{t_i + \sum_{j \in S_i} t_j}{C} \right\rceil^{+} \quad \forall i \quad (21)$$

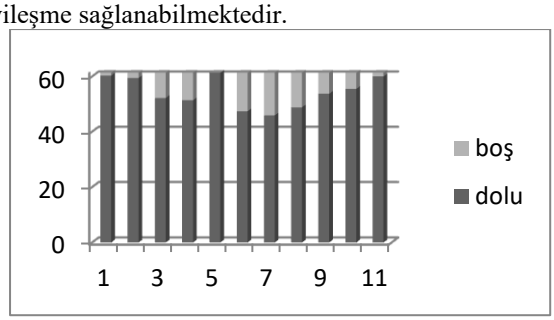
$$J = \left\lceil \frac{\sum_{i=1}^{N} t_i}{C.K} \right\rceil^{+} \quad (22)$$

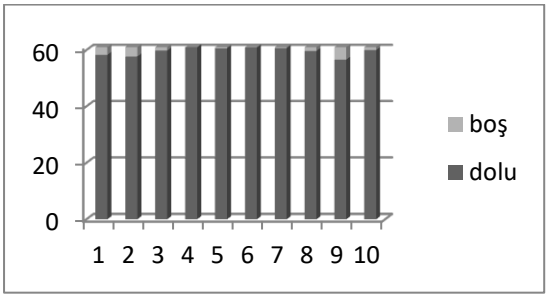
$$x_{ij}, z_{jkl}, y_j \in 0,1 \quad \forall i,j,k,l \quad (23)$$

(4) İstasyon sayısını en küçüklemektedir. (5) işlerin yalnızca 1 istasyona atanması koşulunu sağlamakta, (6) görevlerin öncelik gerekliliklerini yerine getirmektedir. (7) ise istasyonlara atanan işlerin toplam iş süresinin çevrim süresinden daha az olmasını, paralel istasyon açılması durumunda toplam iş süresinin, istenen çevrim süresiyle istasyon sayısının çarpımından küçük olmasını sağlamaktadır. (8) işlem süresi çevrim süresinden küçük olanlar, (9) ise büyük olanlar için çevrim süresini sağlayan kısıtlardır. (10) ise her aşamaya yalnızca tek pozisyon şekli atanmasını garantileyen kısıttır. (11) l pozisyonunda j aşamasına atanan işlerin toplamı, o pozisyondaki elemanların sayısını geçmesini engelleyen kısıttır. (12) Tek başına yapılması gereken işin, bir istasyona atanmasını sağlar ve bu istasyona diğer işlerin atanmasını engeller. (13) ise birlikte yapılması gereken işlerin aynı istasyona atanmasını garantiler. (14) ve (15) optimizasyon yazılımın işlem süresini efektif olarak düşüren kısıtlardır, bu iki kısıt j.aşamaya atanamayacak işlerin bu aşamaya atanmamasını ve i.işini atanamayacağı aşamaları sıfır yapmaktadır. (16).kısıt yüksek yetenekli işleri, yüksek yetenekli işçinin atandığı istasyona atanmasını sağlamaktadır. (17) Yüksek yetenekli işçi atanmadığı zaman o istasyona yüksek yetenek gerektiren işin atanmasını engelleyen kısıttır. (18) En fazla yüksek yetenekli işçi sayısı kadar aşama açılmasını sağlayan kısıttır. (19) nolu kısıt karar verici tarafından istasyonlarda izin verilen, istasyonREBA açısından ergonomik risk değerlendirmesini içerir. (20),(21) ve (22) nolu kısıtlar en erken, en geç istasyonları belirleyerek işlem süresinde verimlilik sağlar. (23) nolu kısıt ise değişkenlerin türünü belirtir. Önerilen matematiksel modelin LINGO optimizasyon yazılımda çalıştırılmasının ardından işler üzerinde herhangi bir fiziksel iyileştirilme çalışması yürütülmemesine karşılık en riskli iş istasyonunda istenen iyileşme sağlanmış ve bu iyileşme ile birlikte istasyon sayısı 1 azaltılmıştır. İstasyon sayısı sabit tutularak da görüldüğü üzere ergonomik açıdan ciddi iyileşmeler sağlanabilir. Şekil 1'de görülebileceği gibi en riskli iş istasyonun ergonomik açıdan iyileşmesi sağlanmış, bunun yanında mevcut durumda operatörler üzerinde ergonomik iş yükleri büyük varyans gösterirken yeni durumda daha dengeli bir dağıtım sağlanmıştır. Bu ergonomik iyileştirme Şekil 2'de görülebileceği gibi istasyon sayısı azalttırılarak, operatörlerin kullanım oranları artırılarak yapılmıştır. İstasyon sayısının sabit tutulması hâlinde ergonomik açıdan daha fazla iyileşme sağlanabilmektedir.



Şekil 1: Önerilen ve Mevcut durum istasyonREBA değerleri radar grafiği





Şekil 2: Mevcut ve Önerilen durum istasyonların boşluk-doluluk grafiği

4.ERGONOMİK İŞ ROTASYONU

Montaj hatlarının ortaya çıktığı yıllardan bugüne, bu hatlar devamlı ve tekrarlı biçimde aynı işlerin yapılmasından kaynaklı olarak çalışanlar üzerinde motivasyon eksikliğine neden olmakta, ayrıca işçilerin tek bir işe yoğunlaşmasını beraberinde getirmesi, yeteneklerin daralmasına neden olması, takım çalışmasını azaltması, kas-iskelet hastalıklarını artırması, motivasyon ve kalite düşüklüğüne neden olması işverene karşı huzursuzluğun ana sebeplerinden olmaktadır. Tüm bu sorunları giderebilmek adına son çalışmalarda literatürde montaj hatlarında rotasyon uygulamasıyla karşılaşmaktayız. Bir otomobil montaj hattındaki rotasyon uygulaması örneğinde (Yoon vd. 2016) bu rotasyon fikrini REBA yani ergonomik riskleri göz önüne alarak gerçekleştirmişlerdir. Biz önerilen bu yöntemi daha önceki bölümde nasıl uygulandığı gösterilen istasyonREBA ile entegre ederek kullanacağız. Adı geçen bu makalede temel felsefe tüm istasyonları riskli ve risksiz olmak üzere ikiye ayırarak arka arkaya iki rotasyonda aynı işçinin vücudunun REBA yöntemi tarafından ikiye ayrılan bölümlerinin riskli istasyonlarda görev yapmasını engellemeye dayalıdır. Biz bu yaklaşımdan esinlenerek kendi yorumumuzu getirerek, bu modeli uygulamaktayız.

Min WL_i (24)

$$WL_i = \sum_{p=1}^{P} \sum_{s=1}^{S} \left(REBA_s \times T_{i,p,s}\right)$$

$$\sum_{s=1}^{S} T_{ips} = 1 \qquad \forall i, \forall p \qquad (25)$$

$$\sum_{i=1}^{I} T_{ips} = 1 \qquad \forall p, \forall s \qquad (26)$$

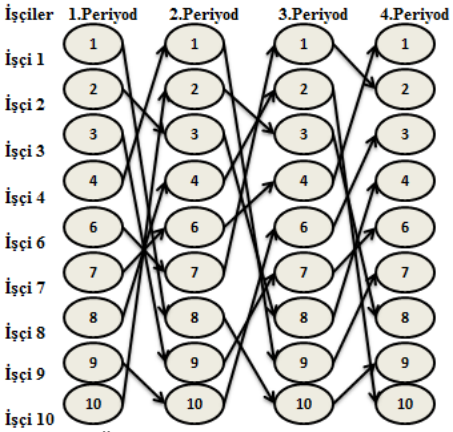
$$\sum_{p=1}^{P} T_{ips} \leq 1 \qquad \forall i, \forall s \qquad (27)$$

$$\sum_{s=1}^{S} \left((T_{ips} \times REBARD_s) + (T_{i,p+1,s} \times REBARD_s)\right) \leq 1$$

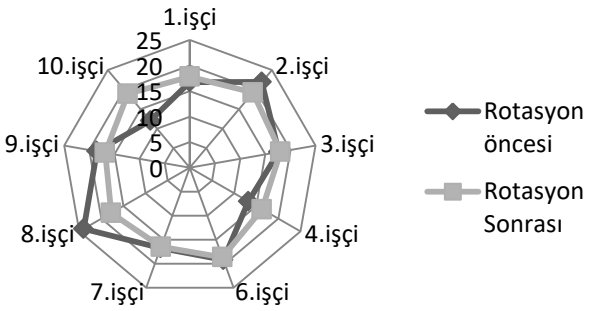
$$\forall\ p=1,\ldots,p-1,\ \forall i \qquad (28)$$

$$T_{i,p,s} \in 0,1 \qquad \forall i,p,s \qquad (29)$$

(24) Amaç fonksiyonu işçiler üzerinde toplam iş yükünü en küçüklemektedir. (25) numaralı kısıt her işçinin, her periyotta en fazla bir istasyona atanmasını sağlamaktadır. (26) Her periyotta her istasyona yalnızca 1 işçinin atanmasını sağlamakta ve (27) ise her işçinin bir istasyona atanmışsa bir daha atanmamasını sağlamaktadır. (28) numaralı kısıt arka arkaya REBARD değeri 1 olan istasyona atanmasını engelleyen kısıttır. (30) karar değişkeninin türünü belirtir. Önceki bölümde matematiksel modelin çözümünden elde edilen çıktılar bu modelin girdilerini oluşturmaktadır ve 5.istasyon özel eğitimli işçi gerektirmesi bakımından rotasyon dışı bırakılarak matematiksel model LINGO optimizasyon yazılımında çözdürülmüştür. Şekil 3 ve Şekil 4'te görülebileceği gibi rotasyon ile montaj hatlarının klasik sorunlarına bir çözüm sunulurken bununla birlikte ergonomik açıdan bakılarak işçiler üzerinde adil dağılmayan iş yükü günlük periyotta dengeli ve adil olarak dağıtılmıştır.



Şekil 3: Önerilen iş rotasyonu çizelgesi



Şekil 4: Rotasyon öncesi ve sonrası toplam işyükü radar grafiği

5.SONUÇ

Artan iş sağlığı bilinci ve işçilerin maruz kaldığı ergonomik koşulların son ürün kalitesiyle direkt olarak ilişkili olduğunun ortaya çıkışı ergonomik koşulların dikkate alarak üretim alanlarının geliştirilmesini son zamanlarda popüler hâle getirmiştir. Bu çalışmadan bir beyaz eşya fabrikasında montaj hattının ergonomik koşullar dikkate alınarak yeniden tasarlanması sağlanmıştır. Bunu yaparken literatürde ergonomik risk değerlendirmede sıkça kullanılan hızlı tüm vücut değerlendirme(REBA) yöntemi istasyon bazlı kümülatif risk değerlendirmeye uygun hale getirilmiş ve literatüre ilk kez bu doğrultuda bir formülasyon sokulmuştur. Buna ek olarak geliştirilen istasyonREBA kavramıyla iş rotasyonu kavramı entegre edilerek yeni bir bakış açısı getirilmiştir. Bunu yaparken işler üzerinde bir fiziksel iyileştirme çalışması yürütülmemesine karşılık hem istasyon sayısı azaltılırken hem işlerin yeniden dağıtılmasından kaynaklı ergonomik koşullarda iyileşmeler sağlanmıştır. Gelecek çalışmalarda fiziksel iyileşmeler üzerinde çalışılabilir veya işçilerin maruz kalabileceği ergonomik risk değerlerinin her işçi için farklı olabileceğinden yola çıkılarak montaj hattı dengeleme modeli daha ayrıntılı, işçi-odaklı hâle getirebilir.

KAYNAKÇA

Ajenblit, D. A., & Wainwright, R. L. Applying genetic algorithms to the U-shaped assembly line balancing problem. In Evolutionary Computation Proceedings, 1998. IEEE World Congress on Computational Intelligence. The 1998 IEEE International Conference on. IEEE, 1998

BAYKASOĞLU, A., & AKYOL, Ş. D. (2014). ERGONOMİK MONTAJ HATTI DENGELEME. Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 29(4).

Hignett, S., & McAtamney, L. (2000). Rapid entire body assessment (REBA). Applied ergonomics, 31(2), 201-205.

Koltai, T., & Tatay, V. (2011). Formulation of simple workforce skill constraints in assembly line balancing models. Periodica Polytechnica. Social and Management Sciences, 19(1), 43.

Longo, F., & Mirabelli, G. (2009). Effective design of an assembly line using modelling and simulation. Journal of Simulation, 3(1), 50-60.

Scholl, A., & Klein, R. (1999). ULINO: Optimally balancing U-shaped JIT assembly lines. International Journal of Production Research, 37(4), 721-736.

Tuncel, G. & Topaloğlu, Ş. (2012). Assembly Line Balancing With Positional Constraints, Task Assignment Restrictions And Station Paralleling: A Case In An Electronics Company, Computers & Industrial Engineering, 64(2), 602-609

Vieira, E. R., & Kumar, S. (2004). Working postures: a literature review. Journal of Occupational Rehabilitation, 14(2), 143-159.

Yoon, S. Y., Ko, J., & Jung, M. C. (2016). A model for developing job rotation schedules that eliminate sequential high workloads and minimize between-worker variability in cumulative daily workloads: Application to automotive assembly lines. Applied ergonomics, 55, 8-15.

CAN INDUSTRY 4.0 BE AN OPPORTUNITY FOR WOMEN?

Hacer Ansal
Işık University

ABSTRACT

As it is well known, industrial revolutions create disruptions just as Industry 4.0 which is also called the Fourth Industrial Revolution, started to pose considerable changes to economies as well as societies. Technological developments related to digital technologies (including cloud computing, big data, new industrial internet applications, smart factories, robotics and 3D printing) at an unprecedented rate, result in a wide range of changes to manufacturing processes, outcomes and business models. According to Klaus Schwab, Founder and Chairman World Economic Forum :"(Industry 4.0) will not only change what we do, but also who we are."

These changes have already generated some indications on how the nature of manufacturing work, service sector operations and our everyday life activities will be transformed in the near future. According to the studies carried out by the World Economic Forum millions of jobs are likely to vanish worldwide due to the technological changes while income inequality and wealth gap have already started to increase. On the other hand, just as in the previous industrial revolutions, Industry 4.0 will also generate opportunities for those who can capture them.

The main purpose of this paper is to try to unravel the possible impact of these developments on women. Can Industry 4.0 promote gender equality at work? Or will it raise the existing barriers in female careers that make it harder for women to take advantage of the new job opportunities? Will the changes in everyday life routines ease women's domestic tasks and make them happier? These questions will be tried to be highlighted based on the studies carried out on the conceivable impact of Industry 4.0 on economy and society.

Key Words: Industry 4.0, technological changes and women, gender inequality on work.

SANAYİ 4.0 KADINLAR İÇİN BİR FIRSAT OLABİLİR Mİ?

ÖZET

Gayet iyi bilindiği gibi, tıpkı 4. Sanayi Devrimi diye de adlandırılan Sanayi 4.0 'ın ekonomilerde ve toplumlarda önemli değişimler yaratmaya başlaması gibi, sanayi devrimleri yarılmalar yaratır. Dijital teknolojilere bağlı benzeri görülmemiş bir hızdaki teknolojik gelişmeler (bulut hesaplama, büyük veri, internette yeni sanayi uygulamaları, akıllı fabrikalar, robotik ve üç boyutlu yazılım dahil) imalat süreçleri, iş modelleri ve çıktılar gibi çok geniş bir alanda değişimlere yol açmaktadır. Dünya Ekonomik Forumu'nun kurucusu ve başkanı Klaus Schwab'a göre, "(Sanayi 4.0) sadece ne yaptığımızı değil, kim olduğumuzu da değiştirecek".

Bu değişimlerin yakın gelecekte imalat işlerinin doğasını, hizmet sektörü operasyonlarını ve günlük hayatımızdaki faaliyetlerimizi nasıl değiştireceğinin bazı belirtileri ortaya çıkmaya başladı bile. Dünya Ekonomik Forumunun yürüttüğü bazı çalışmalara göre, zaten gelir eşitsizliği ve refah uçurumu açılmaya

başlamışken, dünya çapında milyonlarca iş büyük bir olasılıkla yok olacaktır. Öte yandan, daha önceki sanayi devrimlerinde olduğu gibi, Sanayi 4.0 da yakalayabilenler için büyük fırsatlar doğuracaktır.
Bu çalışmanın temel amacı, tüm bu gelişmelerin kadınlar üzerindeki olası etkilerini aydınlatmaya çalışmaktır. Sanayi 4.0 çalışma hayatında cinsiyet eşitliğini ilerletebilecek midir? Yoksa kadınların yeni fırsat avantajlarından yararlanmasını zorlaştıran kariyerlerindeki halen mevcut olan engelleri daha da mı yükseltecektir? Günlük rutin işlerdeki değişimler kadınların ev işlerini kolaylaştıracak ve onları daha mutlu kılacak mıdır? Bu sorulara Sanayi 4.0'ın ekonomi ve toplum üzerindeki muhtemel etkileri konusunda yürütülen araştırmalara dayanılarak ışık tutmaya çalışılacaktır.
Anahtar Kelimeler: Sanayi 4.0, Teknolojik değişimler ve kadın, çalışmada cinsiyet eşitsizliği

1. INTRODUCTION

Industry 4.0, just like the first three industrial revolutions (steam engine, then electricity and mass production and the third being digitalization), will generate significant changes and hence challenges to the economy and society. According to World Economic Forum report, in the next 10 years, the Industry 4.0 will dramatically change manufacturing, energy, agriculture, transportation and other sectors of the economy which, together, account for nearly two-thirds of the global gross domestic product (GDP). Technological developments related to digital technologies (including cloud computing, big data, new industrial internet applications, smart factories, robotics and 3D printing) will fundamentally transform how people will work through new interactions between humans and machines. It is claimed that "Industry 4.0 will not only change what we do, but also who we are" [1]. As society evolves towards a new integrated digital-human workforce, the new types of jobs will be created, and the nature of work will be reshaped. But the history shows that every industrial revolution also creates new opportunities while changing how people live and work.

The main purpose of this paper is to try to unravel the possible impact of these developments on women. Can Industry 4.0 make women happier by for example promoting gender equality at work? Will it raise the existing barriers in female careers that make it harder for women to take advantage of the new job opportunities? Will the changes in everyday life routines ease women's domestic tasks and make them happier? These questions will be tried to be highlighted based on the literature on the conceivable impact of Industry 4.0 on economy and society. But first, I will briefly explain what Industry 4.0 and its general impact on economy and society. Then, I will try to focus on its probable impact on women.

2. INDUSTRY 4.0 AND ITS SOCIO-ECONOMIC IMPACT

Robots in all shapes and sizes are not new. But how they are coming into closer contact with people and working together with them is a new development. Production facilities are becoming more efficient while being able to meet more specific customer needs. Since machines, tools and parts communicate with each other, plants can be quickly reequipped for even the smallest production runs to meet the specific customer needs. These developments are being called Industry 4.0. It's a term meant to show how industry is going through its fourth revolution [2].

It is also called Internet of Things and to implement it, super-fast networks are needed, since communication and coordination between things have to be managed without any delay. According to Klaus Leukert, chief technology officer at software giant SAP: "Anything that can be digitized will be digitized." Successful digitization is about "making technology as simple and user-friendly as possible for the end user." "To implement the Internet of Things, In the not-too-distant future, the digitization of industry will change the way our society works, produces and consumes" [3].

As production processes are digitized and machines are connected to the Internet, today's most common practice of mass production is seriously challenged. For example, the textile industry using intelligent machines, will produce goods completely automatically. The machine's software will know how to stitch cloth together, as well as able to receive and understand the customers' unique preferences in terms of style, size, colors, etc. The same potential also exists in industries such as automotive, steel, chemicals or agriculture. Important implication of this transformation is not only jobs lost in the home markets, but even more so in the developing country job markets where the most labor intensive work is done due to low wages [4].

We can trace some possible repercussions of this trend, for example, the new research from the International Trade Union Confederation reveals that the global supply chains of 50 companies employ only 6 % of people in a direct employment relationship, but they rely on a massive hidden workforce of 116 million people mostly live already in in poverty in developing countries, and carrying out work that under the thread of Industry 4.0 [5]. As many traditional workplaces disappear, workers in emerging and

developing economies will face the greatest challenge. According to a report from the International Labour Organization, the number of jobless is expected to rise by 4.8 million in two years [6].
Industry 4.0 is claimed to have an impact not only on the economy, but also on the society as technological developments will help to solve societal issues**.** For example, "the success of robotics and stem cell technology in the medical sector as well as a potential cure for cancer. Innovations like in vitro meat or sun panels offer solutions to environment problems" [7].
The most important impact, however, will be on the global industrial workforce. Since electronics, dehumanized smart systems and robotics taking over the most work processes in many future-oriented enterprises, the World Economic Forum warns that the fourth industrial revolution will "cause widespread disruptions not only to conventional business models, but also to labor markets over the next five years". The research that studied the potential impact of Industry 4.0 on the US, Germany, France, China, Brazil and other nations, claimed that "the transformation will lead to millions of job losses in 15 major developed and emerging economies". 7.1 million jobs are likely to disappear in these countries, while 2.1 million jobs will be created in computer engineering and mathematics [8]. According to Turbot, in the next two decades, graduates will be going into jobs that don't yet exist [9].
Other studies indicate that in recent years, income inequality and the wealth gap have started to increase [7]. Therefore, "without urgent and targeted action today to manage the near-term transition and build a workforce with futureproof skills, governments will have to cope with ever-growing unemployment and inequality, and businesses with a shrinking consumer base." [8].
On the other hand, IT and software development skills (e.g. data management, data security, programming, data science, and analytics) are ranked as the most desirable skills for Industry 4.0 [10]. According to Davies, "By 2020, labour markets in the EU could be short of as much as 825 000 ICT professionals; this shortage may be even more pronounced in advanced manufacturing settings where big data analysts and cyber security experts are required" [11].
Globally, 75 million young adults are unemployed despite spending years at school. On the other hand, about 60 percent of employers complain that they are having trouble recruiting, because today's graduates don't have the skills they need. According IBM's Global CEO survey, CEOs point out to the skills they need as: creativity, collaboration, communication and flexibility. Employers "want to hire people who can combine acumen and creativity, collaboration and communication to achieve something unique." "And this is not just about the job market. Even the governments and policymakers know that their countries need creative and innovative citizens to build happy, sustainable societies"[9].
The reports also points out that industrial revolutions also generate great significant benefits and opportunities. But how to fully benefit from the opportunities that new technologies offer in the economy is generally examined from the company/ entrepreneurship perspective in the literature. However, the abovementioned developments suggest that the impact of Industry 4.0 on the economy and more specifically on the labour market may be gender biased. Therefore, the questions we will now try to unravel will be; can women benefit from Industry 4.0 related changes in the economy? Are women empowered with skills required for Industry 4.0? Can they increase their presence in the male dominated computing sector and benefit from the opportunities that Industry 4.0 offers?

3. THE PROBABLE IMPACT OF INDUSTRY 4.0 ON WOMEN

Since the nature of work is being transformed from manual labor to programming and control of high performance machines, the employees with low skill levels will have a very high risk of becoming replaceable [11]. It is well documented that almost in every sector mostly women held the jobs with low skill levels and hence have a high risk of loosing their jobs and in this respect, the women working in labour intensive jobs in developing countries are even in more serious danger.
Now let us look at the ICT sector which is expected to be flourishing in Industry 4.0. The employment status in computing and information technology has always had a poor reputation when it comes to gender diversity. The World Economic Forum warns that "women will be in the firing line of the changes, one of the reasons being that they are underrepresented in the technical fields where new positions will be created" [7]. For an example, a recent research carried out in the Technology Sector in Scotland revealed that only 18 per cent of technical roles in Scotland are held by women. Moreover, 60 per cent of the survey participants felt that the gender gap in Scotland's technology community will not close for at least 15 years. Deloitte's 2016 TMT report which is based on extensive, international research, predicted that by the end of 2016, claims that fewer than 25 per cent of IT jobs in developed countries will be held by women. The falling number of women graduating with Computer Science degrees is also noted: in 2014 only 20 per cent of computer science graduates in Scotland were women [12].

According to Huang, the problems with representation of women in technology sectors starts early: "While 57% of bachelor's degrees are earned by women, just 12% of computer science degrees are awarded to women." Then, these women enter the workforce, but see a very high attrition rate as a result, 56 % of technical women reported to leave their jobs in their mid-career. "Technical women were more likely to report gender inequality at work with 54% reporting that men and women are not treated equally in their workplaces compared to 45% of women, overall [13]. Hence, it seems that the chances of women grabbing the opportunities being generated in ICT sector are quite slim.

Researches also stress that, more than ever, creativity and innovation have become important for Industry 4.0. According to a new study by IBM that surveyed 1,500 CEOs, creativity is identified as the most important skill for the future [14].

As companies compete fiercely for new ideas, there is a need for "employees who can tackle difficult problems, learn new skills fast, and identify opportunities in unexpected places. Top employers are increasingly looking to hire individuals who excel at creative thinking". However, whether employees are seen as creative or not may depend on whether they are a man or a woman [15].

According to the study carried out by Proudfoot et.al.:

> "*creativity is more strongly associated with stereotypically masculine characteristics (e.g., daring and self-reliance) than with stereotypically feminine characteristics (e.g., cooperativeness and supportiveness) and that a man is ascribed more creativity than a woman when they produce identical output. Analyzing archival data, we found that men's ideas are evaluated as more ingenious than women's ideas and that female executives are stereotyped as less innovative than their male counterparts when evaluated by their supervisors*" [16].

Yet another research also showed that people associate creativity with masculine qualities such as boldness, risk taking and independence. Hence, people believe that men are generally more creative than women. Moreover, the bosses of 134 executives rated women as significantly less creative in their thinking than men [10]. So, perceptions about creativity have a strong influence on who has better chances and who doesn't at workplaces.

On the other hand, it is a well-known fact that confidence drives creativity, innovativeness and entrepreneurship since it allows people to confront failure, feeds their curiosity to explore, motivates them to learn more, try again and take risks. But, as Turbot claims, "confidence is the real currency of the future" that women don't have [9]. So, women with no confidence have a less chance of becoming creative, innovative or entrepreneurial.

Entrepreneurship which is another most valued asset for Industry 4.0, remains a highly gendered endeavor. As women become uncomfortable with the risk associated with in exploring commercialization, they tend to underperform in virtually every measure of entrepreneurial activity [17]. If the results from these studies can be generalized, then we can argue that women may be at an unfair disadvantage in workplaces where executives place great emphasis on creative and innovative thinking in Industry 4.0.

Although the advent of robots that are quickly becoming an intrinsic part of daily life (from cleaning the house to assisting child care…) and the appliances that can communicate with each other, would certainly help women in everyday life routines and ease domestic tasks. But can these advancements alone make women happier? In the light of the studies we have discussed, the answer is a negative one.

In conclusion, there is certainly a need for urgent and targeted government policies to cope with the ever-growing unemployment and inequality at workplaces due to the transformation taking place in Industry 4.0. These policies must also take serious measures to develop digital skills of women by encouraging their education and vocal training in ICT and hence prepare them for the future.

REFERENCES

[1] World Economic Forum (2016). Industrial Internet of Things: Unleashing the Potential of Connected Products and Services. Retrieved May 16, 2016 from (http://reports.weforum.org/industrial-internet-of-things/

[2] Böhme, H.(2015). *Industry 4.0 at the starting gates*, Retrieved June 6, 2016 from http://www.dw.com/en/industry-40-at-the-starting-gates/a-18379432

[3] Böhme, H. (2015). *CeBIT 2015: German industry's digital transformation*, Retrieved June 6, 2016 from http://www.dw.com/en/cebit-2015-german-industrys-digital-transformation/a-18319497

[4] Broadmann, T. (2016). *Why Industry 4.0 is not just about industry?* Retrieved June 6, 2016 from http://www.euractiv.com/section/digital/opinion/why-industry-4-0-is-not-just-about-industry/

[5] ITUC (2016). "New ITUC report exposes hidden workforce of 116 million in global supply chains of fifty companies". Retrieved June 26, 2016 from http://www.ituc-csi.org/new-ituc-report-exposes-hidden

[6] ILO (2016). World Employment and Social Outlook: Trends 2016. Retrieved June 26, 2016 from http://www.ilo.org/global/research/global-reports/weso/2016/WCMS_443480/lang--en/index.htm
[7] De Ridder, B. (2016). Industry 4.0: threat or opportunity?, Retrieved June 7, 2016 from http://digital2020.be/industry-4-0-threat-or-opportunity/
[8] DW (2016). Industry 4.0 to be huge job killer, Retrieved June 8, 2016 from http://www.dw.com/en/industry-40-to-be-huge-job-killer/a-18987635
[9] Turbot, S. (2016). Confidence is the currency of the future, Retrieved June 8, 2016 from https://www.entrepreneur.com/article/276351
[10] Lorenz, M., Küpper, D., Rüßmann,M., Heidemann, A. and Bause, A. (2016). Time to Accelerate in the Race Toward Industry 4.0, *Bcg Perspectives*, Retrieved June 6, 2016 from https://fbkfinanzwirtschaft.wordpress.com/2016/06/16/time-to-accelerate-in-the-race-toward-industry-4-0/
[11] Davies. R. (2015).Industry 4.0: Digitalisation for productivity and growth. European Parliamentary Research Service. Retrieved June 8, 2016from http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568337/EPRS_BRI(2015)568337_EN.pdf
[12] Osako, E.(2016). " Digital Technology gender gap will take 15 years to close". Digital Grass, Innovation and Technology. Retrieved June 10, 2016 from http://digigrass.com/digital-technology-gender-gap-will-take-15-years-to-close/
[13] Huang, G. (2016). "Women in Tech: How Their Experiences Differ From Other Women in the Workforce", Forbes, Retrieved June 8, 2016 from http://www.forbes.com/sites/georgenehuang/2016/05/17/women-in-tech-how-their-experiences-differ-from-other-women-in-the-workforce/#4334d000278f
[14] Carr, A. (2010). The Most Important Leadership Quality for CEOs? Creativity. Retrieved July 28, 2016 from http://www.fastcompany.com/1648943/most-important-leadership-quality-ceos-creativity
[15] Grewal, D.(2015) "The Creativity Bias against Women". Scientific American. Retrieved June 6, 2016 from http://www.scientificamerican.com/article/the-creativity-bias-against-women/
[16] Proudfoot, D., Kay, A.C. and Koval,C.Z. (2015). "A Gender Bias in the Attribution of Creativity: Archival and Experimental Evidence for the Perceived Association Between Masculinity and Creative Thinking". Psychological Science. Retrieved Jun 26, 2016 from http://pss.sagepub.com/content/early/2015/09/17/0956797615598739.abstract
[17] 1st European Celebration of Women in Computing, 25-26 April, 2016. Retrieved from http://www.womenincomputing.eu/sites/default/files/attachments/432/432ecwc-2016-entrepreneurship-thr-gender-lens.921256860.pdfI

BAŞARILI YALIN ÜRETİM SİSTEMLERİNİN KAZANIMLARI: İŞLETMELERDE ÖRGÜTSEL YENİLİKÇİLİK MODELİ

Tuğkan Arıcı
Gebze Teknik Üniversitesi

M. Şahin Gök
Gebze Teknik Üniversitesi

ÖZET

Modern yönetim anlayışında işletmenin iç çevre özelliklerinin doğru ve etkin bir şekilde organize edilmesi yenilikçilik kapasitesinin yükseltilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Örgütsel anlamda yenilikçi bakış açısının geliştirilmesi, işletmenin dış çevresindeki değişimleri anlayıp bunlara göre yaklaşımlar geliştirmesinin yanında iç çevresinde de sistematik bir yapıyı oluşturmasına bağlıdır. Bu yapı aynı zamanda, yenilikçi kurum kültürünün oluşturulmasında da kilit bir rol oynayacaktır. Yalın üretim sistemlerinin değer katmayan faaliyetleri elimine ederek etkinliği arttırma ve sistem yaklaşımı geliştirme felsefesi ile işletmelerin yenilikçilik kapasitesini yükseltmesi beklenmektedir. Bu anlamda, çalışma kapsamında temel olarak yalın üretim sistemlerinin, örgütsel yenilikçilik kapasitesine olan etkisinin ampirik olarak analiz edilmesi amaçlanmaktadır. Bununla birlikte işletme içerisinde örgütsel bilgi akışının etkin bir şekilde sağlanması, yalın üretim sistemlerinin, yenilikçilik kapasitesi üzerindeki etkisini olumlu yönde arttıracağı varsayımı geliştirilmektedir. Buna bağlı olarak örgütsel bilgi akışının, moderatör etkisi de çalışma kapsamında analiz edilmektedir. Analiz sonuçlarının gerek akademik araştırmalara gerekse de sektörel uygulayıcılara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yalın Üretim, Yenilikçilik Kapasitesi, Örgütsel Bilgi Akışı

OUTCOMES OF SUCCESSFUL LEAN MANUFACTURING SYSTEMS: ORGANIZATIONAL INNOVATION MODEL IN BUSINESS

ABSTRACT

The development of an innovative perspective for organizations to understand the company's external environment changes and new approaches must be developed according to these changes. Thereby, this will play an important role in the creation of innovative corporate culture. The basic idea of the lean production system, the elimination of value-added activities and system approach and thereby it is expected to increase operating efficiency and the capacity of innovation of the enterprises. In this study as the basis of the lean production system, we analyze the empirical analysis of the impact of organizational capacity for innovation. Also, we believe that with the provision of organizational information flow within the business efficiently would have a positive impact on the innovative capacity of the lean production system. Consequently, The effects of moderator on organizational information flow will also be analyzed. The results are expected to contribute to both academic research and industrial applications.

Keywords: Lean Manufacturing, Innovation Capacity, Organizational Information Flow

1. TEORİK ARKA PLAN

21. yüzyılın ikinci yarısından itibaren dünyamız teknoloji çağına girmiş bulunmaktadır. Küreselleşmenin etkisiyle birlikte müşteri istek ve ihtiyaçlarında ve bu isteklerin yenilenme sürelerinde muazzam bir artış meydana gelmiştir. İşletmelerin, sadece müşterilerde meydana gelen bu istek ve ihtiyaçları karşılayıp cevap vermesi günümüzde yeterli olamamaktadır. Bu noktada işletmeler müşteri istek ve ihtiyaçları doğrultusunda, müşterilerin hayal ettikleri ürün veya hizmetleri onlar için tasarlayıp rakiplerinden daha önce piyasaya sürmelidir ki, işletme pazar payını arttırarak koruyabilsin. Son yıllarda bu konudaki en ciddi örneklerden birisi olarak Samsung ve Apple gibi teknoloji devleri gösterilebilir ki, bu şirketlerin ne denli hızlı ve büyük bir teknolojik rekabet içerisinde olduğuna hepimiz şahit olmaktayız.

Tüketicilerin tatmin sürelerinde yaşanan azalış, bilinçli tüketici sayısında ve rekabet koşullarında yaşanan artışlar nedeniyle günümüzde işletmeler için yenilik yapmak bir rekabet avantajı olmaktan çıkıp bir zorunluluk haline gelmiştir (Özdaşlı, 2010). Ürün veya hizmetlerin tamamında ya da kısmen süreçlerde yapılacak bir yenilik; karmaşık, masraflı, zor ve riskli bir süreçtir (Famso vd., 2014; Ramos vd.,2012). Bu baskılar altında yenilik sürecini işletmelerin yönetmesi ise kolay değildir. Yenilikçi ürünün piyasa çevrim süresinin az olması ve bu yenilikçi ürünlerin ticarileştirilmesi Ar-Ge süreçlerindeki yükü daha da arttırmaktadır.

Bu anlamda yenilikçi olmak zor, masraflı ve karmaşık bir süreç olmasına karşın yeni teknolojilerin yardımıyla geliştirilen yeni ürünler yeni fırsatlar yaratmaktadır. Bu yeni fırsatlar nedeniyle işletmeler için artık daha çok iş ve gelir sağlayıcı kapılarda açılmıştır. İşletmelerin bu fırsatları değerlendirebilmesi içinde işletmeler yaratıcı ve yenilikçi olmak zorundadır (Çavuş ve Akgemici, 2008).

Bir ülkede refah ve yaşam standardının artması için rekabet gücünün yani üretkenliğin artması gerekmektedir. Üretkenliği arttıran en önemli araç ise yenilikçiliktir. Bu yüzden yenilikçilik bir ülkenin kalkınmasında, yaşam kalitesinin artmasında en önemli adımdır (Aksay, 2011). Yenilik çevresel değişikliklere karşı işletmenin hayatta kalmasını sağlayan bir tepki mekanizmasıdır (Özeren, 2011). Yenilik, herhangi bir yenilik getirme ya da problem çözme sürecidir. Maliyetin azaltılması, iletişimin iyileştirilmesi ya da ürünün bir araya getirilmesi sırasında bir takım yenilikler getirilmesine yenilik denilmektedir. Yenilikçilik ayrıca yeni bir fikrin, sürecin ya da hizmetin kabul edilmesi ve uygulanması demektir (Kanter, 1983).

Yenilik Schumpeter tarafından yeni bir ürün veya ürün kalitesinin yada yeni bir üretimin ortaya konması biçiminde geniş kapsamlı bir şekilde ele alınmıştır (Özeren, 2011). Yenilikçilik; bireysel, takım, örgüt, sanayi ve toplum düzeyinde değer yaratan, maliyetleri düşüren ve rekabeti kontrol altına almayı sağlayan bir olgudur (Aksay, 2011). Yenilikçilik, (Çavuş ve Akgemici, 2008)' e göre; bir fikri satılabilir ya da geliştirilmiş ürün veya mal ve hizmete dönüştürmek demektir. Yenilikçilik literatürde kabul görmüş genel haliyle; "*Yeni veya büyük ölçüde değiştirilmiş ürün, hizmet ya da sürecin bir pazarlama yönteminin ya da örgütsel yönetimin işletme içi uygulamalarda, dış ilişkilerde veya iş organizasyonunda uygulanmasıdır.*" (Aksay, 2011).

Piyasadaki rekabete ayak uydurabilmek için yeniliğin benimsenmesinde önemli adımlar kaynakların yeniden yapılandırılması ve performansı arttırıcı araçları içermesidir (Makkonen vd., 2016). Yapılan çalışmalarda, yenilik ile iç ve dış ilişkiler, durağan kaynaklar, idari yoğunluk, teknik bilgi kaynağı, değişime karşı örgütün tutumu, profesyonellik ve uzmanlaşma arasında pozitif bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Laforet, 2013). Yenilikçi olmak, örgütlerin amaçlarını ve rekabetçi ortamda başarılarını gerçekleştirebilmek için bir gerekliliktir (Çavuş ve Akgemici, 2008).

Yenilikçi olan işletmeler; artan ürün yeniliğine adapte olmaya eğilimli oldukları gibi, çok yönlü takımları sayesinde de pazara daha fazla ürün sunarlar ve projelerde güçlü lider konumunda bulunurlar. Ayrıca yenilikçi işletmeler rakiplerine oranla; daha kaliteli ürün üretmekte, daha yaratıcı olmakta ve pazarda daha çok yeni fikir, ürün ve hizmet geliştirmekte, gelecek planlamalarını daha iyi yapmakta ve rakiplerine oranla müşterilerin istek ve ihtiyaçlarına daha hızlı cevap verebilmektedir (Laforet, 2013). Yapılan çalışmalarda çıkarılan sonuçlara göre, yenilikçi örgütler kendi temel alanlarının dışında gösterdikleri faaliyet alanlarında da lider pozisyondadırlar (Laforet, 2013).

Örgütsel yenilikçilik kavramının literatürde ortak kabul edilmiş bir tanımının olmamasına rağmen (Özeren, 2011), en genel anlamda örgütsel yenilikçilik; bir örgütün yenilikçi davranış ve süreçlerini stratejik yönelimiyle birleştirerek pazara yeni ürünler sunma yada yeni pazarlara açılma şeklindeki bütüncül yenilikçi kabiliyet olarak tanımlanabilir (Wang ve Ahmed, 2004).

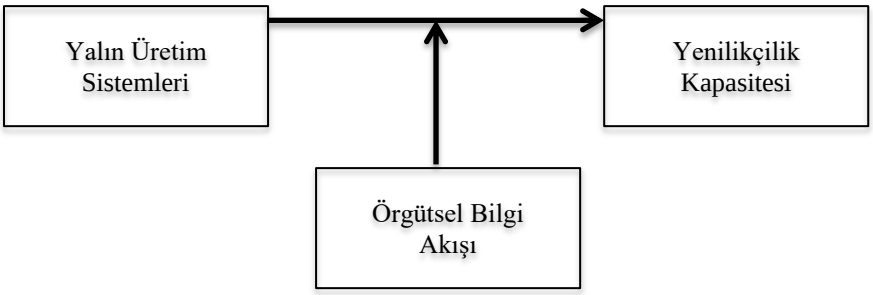
Özellikle örgütsel yenilikçilik ile küçük ölçekli işletmelerdeki kar marjlarında, rekabetçiliğinde, pazar liderliğinde ve ürün geliştirme- tasarlama süreçleri arasında pozitif bir korelasyon olduğu düşünülmektedir (Laforet, 2013).

Aslında yenilikçilik ile işletme performansı arasındaki ilişki karışıktır. Ürünün, sürecin ve yönetimsel yenilikçilik arasındaki ilişki işletme performansını sağlayabilmek için iyice anlaşılmalıdır (Ali vd., 2016). Örgütsel yenilikçilik işletmelerin büyümesini sağlayacak bir stratejik faktördür. İşletmeler örgütsel yenilikçilik seviyelerini arttırabilmek için kaynaklarını kullanırlar ve yeniliğin uygulanabilmesi ve geliştirilebilmesi için bir yapı ve bir teşvik kültürü kurarlar (Ramos vd., 2012).
Örgütlerde yenilikçilik anlayışını geliştirmek için gerekli iş ortamının hazırlanması ve bunları destekleyecek yönetimsel mekanizmalarla çalışanların yaratıcı yeteneklerini kullandırmayı özendirilmesi gerekmektedir (Yahyagil, 2001). Google, Microsoft, 3M, Procter&Gamble, Merck, Texas Instrument gibi firmalar yaratıcılık, risk alma ve özgünlük gibi değerleri olan yenilikçi odaklı güçlü örgüt yapısına sahip olan firmalara örnektirler (Aksay, 2011).
Bu noktada işletmelerin yenilikçilik kapasitesinin yükseltilmesi açısından, iç çevre özelliklerinin doğru ve etkin bir şekilde yönetilmesi büyük önem arz etmektedir. Örgütsel anlamda yenilikçi bakış açısının geliştirilmesi, işletmenin dış çevresindeki değişimleri anlayıp bunlara göre yaklaşımlar geliştirilmesinin yanında iç çevresinde de sistematik bir yapıyı oluşturmasına bağlıdır. Bu yapı aynı zamanda, yenilikçi kurum kültürünün oluşturulmasında da kilit bir rol oynayacaktır.
Çeşitli araştırmalar örgütsel yenilikçilik ile firma performansı arasında pozitif bir korelasyon olduğunu göstermektedir. Örneğin bir araştırmada (Camison ve Villar-Loper, 2014), ürün süreç ve yönetimin yenilikçilik ile arasındaki etkileri ayrı ayrı incelemiştir. Benzer bir çalışma da ise ürün, süreç ve yönetim yenilikçiliği yine organizasyonun performansında pozitif yönde etki yaptığı görülmüştür (Ali vd., 2016).
Bu çalışma kapsamında da işletmelerin iç çevre özelliklerine verdiklerin önemin, yenilikçilik kapasitelerine olan etkisinin analiz edilmesi amaçlanmaktadır. Diğer bir ifadeyle işletmelerin yalın üretim felsefesi ile değer yaratmayan faaliyetleri elimine ederek, verimliliğe verdikleri önemin, doğru ve etkin bir bilgi akışı ile yenilikçilik kapasitelerine olan etkisi analiz edilmiştir.

2. ARAŞTIRMA YÖNTEMİ

Araştırma veri toplama aşamasında anket yöntemi kullanılmıştır. Bu kapsamda, basılı ve elektronik anket formu doldurma yöntemleri birlikte uygulanmıştır. Basılı anket doldurma yöntemi ile 100 firmaya ulaşılmış ancak bunlardan 76 tanesinden anket geri dönüşü sağlanabilmiştir. Yapılan incelemeler sonunda bu 76 anketten 55 tanesi analiz sürecine katılması uygun görülmüş olup geri kalan 11 adet anket eksik veri girişine bağlı olarak analizlere dahil edilmemiştir. Anket formlarını elden teslim edemediğimiz firmalara ise, elektronik anketin linki gönderilmiştir. Anketimize toplam 70 adet geri dönüş yapılmış olup, bunların 53 tanesi incelemeye uygun görülmüştür. Bu anlamda araştırma toplam 108 anket verisi ile gerçekleştirilmiştir.
Araştırmaya dahil olan firmaların sektörleri incelendiğinde karşımıza geniş bir sektörel dağılım çıkmaktadır. Hizmet sektörleri içerisinde; GSM operatörleri, bankalar ve sigorta firmaları ile denetim firmaları bulunmaktadır. Anketimize katılan üretim sektöründe faaliyet gösteren firmalar incelendiğinde; boya ve kimyasal üretimi yapan firmalar, otomotiv, gazlı içecek, inşaat, medikal malzeme üretimi sektörlerinde faaliyet gösteren birçok firma bulunmaktadır.
Yalın üretim sistemlerinin yenilikçilik kapasitesi üzerindeki etkisinin analiz edildiği bu çalışma kapsamında örgütsel bilgi akışı da bu ilişkiyi moderatör olarak etkileyip etkilemediği değerlendirilmiştir. Çalışmadaki temel araştırma soruları şu şekildedir: (i) Yalın üretim sistemleri yenilikçilik kapasitesini etkilemekte midir?, (ii) Örgütsel bilgi akışı, yalın üretim sistemleri ve yenilik kapasitesi ilişkisine etki etmekte midir? Söz konusu araştırma sorularını test etmeye yönelik olarak geliştirilmiş olan araştırma modeli ise Şekil.1'de sunulmakta ve bu modele ilişkin geliştirilen hipotezler aşağıda verilmektedir.

Şekil.1 Araştırma Modeli



H_1: Yalın üretim sistemleri, yenilikçilik kapasitesini pozitif yönlü etki etmektedir.

H_2: Yalın üretim sistemleri ile yenilikçilik kapasitesi ilişkisine, örgütsel bilgi akışı moderatör değişken olarak etkilemektedir.

Yukarıda tanımlanmış olan hipotezleri test edebilmek için öncelikle ölçeklerin güvenilirlik analizleri gerçekleştirilmiş ve tüm ölçekler 0.70 güven düzeyinin üzerinde sonuçlara sahip olduğu görülmüştür. Hipotez analizleri kapsamında ise öncelikle çoklu regresyon analizi uygulanmış ve yalın üretim sistemlerinin yenilikçilik kapasitesine etkisi analiz edilmiştir. Sonrasında ise aşamalı regresyon analizi uygulanarak örgütsel bilgi akışını moderatör etkisi, yalın üretim sistemleri ve yenilikçilik kapasitesi ilişkisi üzerinde test edilmiştir.

3. ANALİZ VE SONUÇLAR

Analizler kapsamında yalın üretim sistemlerinin ve örgütsel bilgi akışının, yenilikçilik kapasitesi üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bu analizdeki temel amaç bağımlı değişken olarak tanımlanmış olan yenilikçilik kapasitesi üzerinde bağımsız değişkenlerin etkisinin analiz edilmesidir. Bu analiz kapsamında kurulan regresyon modeli aşağıda sunulmaktadır.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_1 X_2 + e$$

Bu denklemde β_0 =sabit katsayı; $\beta_1 X_1$ = X_1'in lineer etkisini (X_1: yalın üretim sistemleri); $\beta_2 X_2$ = X_2'nin lineer etkisini (X_2: örgütsel bilgi akışı); $\beta_3 X_1 X_2$ = X_2'ün X_1 üzerindeki moderatör etkisini (moderatör değişkeni) temsil etmektedir.

Yalın üretim sistemlerinin yenilikçilik kapasitesi üzerindeki etkisini değerlendirmek için uygulanan çoklu regresyon analizi sonuçları Tablo.1'de Model.1'de görülmektedir. Moderatör etkiyi analiz edebilmek için aşamalı regresyon analizi aşağıdaki açıklandığı şekilde gerçekleştirilmiş ve sonuçları Tablo.1, Model.2'de verilmiştir.

1. Moderatör etkinin olmadığı regresyon modelinin uygulanması [Tablo.1, Model.1]
2. Moderatör ilişkinin eklendiği regresyon modelinin uygulanması (orijinal modele moderatör değişkenin eklenmiş hali) [Tablo.1, Model.2]

Tablo.1 Regresyon Analizi Sonuçları

Model		Etki (β)	Standart Hata	Anlamlılık
1	Yalın Üretim Sistemleri	0.332	0.065	0.000**
	Örgütsel Bilgi Akışı	0.452	0.094	0.853
2	Yalın Üretim	0.637	0.097	0.043*
	Örgütsel Bilgi Akışı	0.674	0.086	0.774
	Moderatör Değişkeni	0.156	0.142	0.062*

Model 1: R^2 değeri: 0.254, olasılık: 0.000**
Model 2: R^2 değeri: 0.397, olasılık: 0.000**
* $p < 0.10$ seviyesinde anlamlı
** $p < 0.01$ seviyesinde anlamlı

Regresyon analizi sonuçlarına göre yalın üretim sistemlerinin yenilikçilik kapasitesi üzerinde anlamlı ve pozitif etkisi bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır (β_1=0.332). Buna bağlı olarak araştırma kapsamında geliştirilmiş olan H_1 hipotezi kabul edilmiştir. Bunun yanında araştırma kapsamındaki bir diğer hipotezi oluşturan örgütsel bilgi akışının, yenilikçilik kapasitesi ile yalın üretim sistemleri ilişkisini etkilemesi de aşamalı regresyon analizi ile test edilmiş ve moderatör değişkenin modele katılımını gösteren Model.2'de görüldüğü gibi (β_2=0.674 ile anlamsızken; β_3=0.156 değeri ile 0.10 seviyesinde anlamlı) H_2 hipotezi desteklenmiştir. Diğer bir ifade ile örgütsel bilgi akışının doğrudan yenilikçilik kapasitesine bir etkisi bulunmazken, yalın üretim sistemlerinin yenilikçilik kapasitesi üzerindeki etkisini pozitif yönlü olarak etkilemektedir.

4.TARTIŞMA

Çalışma kapsamında (i) değer katan işler, (ii) sürekli iyileştirme, (iii) problem çözme ve (iv) stok yönetim sistemi olmak üzere dört alt boyutta incelenen yalın üretim sistemlerinin işletmelerin yenilikçilik kapasitelerini arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Özellikle teorik arka plan bölümünde ifade edildiği gibi günümüz rekabetçi ortamında uzun vadede sürdürülebilir başarı yakalamak için işletmelerin yenilikçilik ve Ar-Ge çalışmalarına büyük önem vermeleri gerekmektedir. Bu çalışmalar ise işletmelere özellikle Ar-Ge sürecinin gerçekleştirilmesi aşamasında ciddi maliyetler oluşturabilme kapasitesine sahip bulunmaktadır. Ancak çalışma bulgularının da ortaya koyduğu gibi işletmeler bu süreçlerini daha etkin planlama ve etkin bir yalın üretim sistematiği yönetimi ile gerçekleştirdiklerinde yenilikçilik kapasitelerini daha fazla yükseltebilme potansiyeline sahip bulunmaktadırlar.

Bu anlamda işletmeler rekabet üstünlüğü elde etmeye yönelik olarak gerçekleştirdikleri yenilikçilik çalışmaları için, maliyet odaklı düşünmeyi tamamen bir kenara bırakmadan, fayda-maliyet dengesi içerisinde ve yalın üretim felsefesine uygun çalışmaları gerçekleştirdiklerinde daha yüksek fayda sağlayabileceklerdir. Bunun yanında örgütsel bilgi akışının da daha yüksek ve doğru bir şekilde gerçekleştirilmesi, özellikle Ar-Ge süreçlerinde değer yaratmayan faaliyetlerin elimine edilmesinde ve bu anlamda yenilikçilik kapasitesinin ihtiyaçlara cevap verebilecek bir yapıda yükseltilmesinde kilit rol oynayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

Aksay, K., 2011. "Yenilikçilik Kültürünün Örgütsel Yenilikçilik Üzerine Etkisi: Konya İlinde Faaliyet Gösteren Özel Hastanelerde Bir Uygulama", Yayımlanmış Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Konya.

Ali, M., Kan, K.A. & Sarstedt, M., 2016. "Direct And Configurational Paths Of Absorptive Capacity And Organizational Innovation To Successful Organizational Performance", Journal Of Business Research, doi:10.1016/j.jbusres.2016.04.131

Çavuş, M. ve Akgemici, T., 2008. "İşletmelerde Personel Güçendirmenin Örgütsel Yaratıcılık ve Yenilikçiliğe Etkisi: İmalat Sanayiinde Bir Araştırma", Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, S: 20, SS: 229-244.

Famoso, V., Maseda, A. & Iturralde, T., 2014. "The Role Of Internal Social Capital In Organisational Innovation. An Empirical Study Of Family Firms", European Management Journal, V: 32, PP: 950-962.

Kanter, R.M., 1983. "The Change Master: Innovation & Entrepreneurship In The American Corporation", New York, PP: 20.

Laforet, S., 2013. "Organizational Innovation Outcomes In SME: Effects Of Age, Size, And Sector", Journal Of World Business. V: 48, PP: 490-502.

Makkonen, H., Johnston, W. & Javalgi, R., 2016. "A Behavioral Approach To Organizational Innovation Adoption", Journal Of Business Research. V: 69, PP: 2480-2489.

Özdaşlı, K. 2010. "İşletmelerde Yenilikçi Örgüt Yapısı Oluşturmak: Çok Unsurlu Bir Model Önerisi", Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi, Yıl: 14, S:1, SS: 93-110.

Özeren, E., 2011. "Örgüt Kültüründe Yeni Bir Boyut Olan Sıkılık-Esneklik İle Örgütsel Yenilikçilik İlişkisi: Türk ve İtalyan Mermer Sektöründe Karşılaştırmalı Bir Araştırma", Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilinler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, İzmir.

Ramos, M., Morales, V. & Sanchez, E., 2012. "Technological Distinctive Compentencies And Organizational Learning: Effects On Organizational Innovation To Improve Firm Performance", Journal Of Engineering And Technology Management, V: 29, PP: 331-357.

Wnag, C.L., Ahmed, P.K., 2004. "The Development And Validation Of The Organisational Innovativeness Construct Using Confimatory Factor Analysis" European Journal Of Innovation Management, V:7 (4), PP: 303-313.

Yahyagil, M., 2001. "Örgütsel Yaratıcılık ve Yenilikçilik", Yönetim Dergisi, Yıl: 12, S: 38, SS: 7-15.

YEŞİL TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNE YENİLİKÇİ BAKIŞ AÇISI: SÜREÇ BAZLI YALIN ÜRETİM SİSTEMATİĞİ

Tuğkan Arıcı
Gebze Teknik Üniversitesi

M. Şahin Gök
Gebze Teknik Üniversitesi

ÖZET

Günümüzün hızla değişen ve gelişen rekabetçi işletme dünyası içerisinde çevre duyarlılığına önem veren yaklaşımlar önemlerini arttırmaktadır. İşletmenin iç süreçlerini doğrudan etkileyen dış paydaşları ile olan ilişkilerinin tedarik zinciri boyunca çevreci bir yaklaşım ile yeniden tasarlanması ve yönetilmesi de bu bağlamda önem taşımaktadır. Çevresel duyarlılıkların yenilikçi bir yaklaşım ile tedarik zincirine adapte edilmesi literatürde Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi (YTZY) olarak adlandırılmaktadır. Bu çalışmanın amacı alandaki yeni ve çağdaş yaklaşımlar çerçevesinde YTZY uygulamalarını teorik bir çerçevede analiz etmektir. Çalışmanın teorik çerçevesi kapsamında üretim yönetimi ve tedarik zinciri literatüründe sürdürülebilirlik ve çevresel duyarlılık araştırmaları detaylı bir şekilde incelenmiştir. Bunun yanında yeni yönetim model ve araçlarının önem ve katma değer oluşturma seviyeleri ile YTZY'ne adaptasyonu kavramsal bir bakış açısıyla irdelenmiştir. Çalışma sonuçları modüler sistemlerden ziyade süreç bazlı sistemler ve yalın üretim sistematiği ile YTZY uygulamalarının potansiyel olarak daha yüksek fayda sağlayabileceğini öngörmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi, Süreç Yönetimi, Yalın Üretim Sistematiği

INNOVATIVE PERSPECTIVE ON GREEN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT: PROCESS BASED LEAN MANUFACTURING SYSTEMATIC

ABSTRACT

Approach and emphasis on environmental awareness increasing their importance in today's rapidly changing and evolving competitive business world. Redesign and management of the relationships with external stakeholders, which directly affects the internal processes of business throughout the supply chain with an environmentally friendly approach is also important in this context. The aim of this study is to analyze the GSCM application under the new and modern approaches in this field. Sustainability and environmental awareness research in production management and supply chain literature has been examined in detail the scope of this study. Besides the importance of the new management model and added value creation level with adaptation to GSCM has been examined with a conceptual point of view. As a result, process-based systems and lean manufacturing systematics with GSCM applications are expected to provide higher benefits

Keywords: Green Supply Chain Management, Process Management, Lean Manufacturing Systematics

1. GİRİŞ

İkinci Dünya Savaşı'nın sona ermesiyle birlikte hem tüketicilerin alım güçlerinde hem de teknolojide hızlı gelişimler yaşanmıştır. Bu doğrultuda müşteri istek ve ihtiyaçlarında da değişiklikler meydana geldi. İşletmeler hem rekabet avantajı elde etmek hem de müşteri bağlılığı oluşturmak için, hızla değişen müşteri istek ve ihtiyaçlarına cevap vermeye çalışırken sınırlı olan doğal kaynaklarımızı sanki sınırsızmışçasına kullanmışlardır. Dolayısıyla bu durum doğal kaynaklarda kıtlık yaşanmasına sebep olmuştur.

Küreselleşmenin artmasıyla ve doğal kaynak kısıtları sorununun baş göstermeyesiyle birlikte, modern yönetim anlayışında toprak, iş gücü ve sermayenin yanında "kısıtlı kaynakların etkin kullanılması" gibi önemli bir parametre de kendisine yer bulmuştur.

2007 yılında Birleşmiş Milletler Devletlerarası İklimsel Değişiklikler Paneli'nde (IPCC), bilim adamları dünyada meydana gelen iklimsel değişikliklerin en önemli sebebinin karbondioksit gaz salınımı olduğunu ve bu salınımın en büyük sebebinin de insanoğlu olduğunu belirtmiştir (Yavuz, 2010).

Çeşitli sivil toplum kuruluşları, hükümetler ve tüketici bilinci gelişmiş müşterilerin işletmeler üzerinde baskı kurmaya başlamasıyla birlikte artık işletmeler de kirliliği önleyici, zararlı atıkları en alt seviyeye çeken yeni teknolojilerle doğa dostu ürünler üretmeye başlamıştır (Yılmaz vd., 2009).

Dünyamızda küreselleşmenin artmasıyla birlikte tedarik zincirinin de önemi artmıştır. Artık işletmelerin çevreyi korumak için attıkları adımlar tek başına yeteri olmamaktadır. İşletmeler daha etkin bir çevre koruma amaçlıyorlarsa, tedarik zinciri yönetimi boyunca yer alan tüm süreçlerini yeşil tedarik zincirine dönüştürmelidir (Korkankorkmaz, 2012).

Günümüzde işletmeler için kar odaklı olmak, pazarda tutunabilmek için yeterli olmamaktadır. İşletmeler kendi ürün ve hizmetleri nedeniyle çevreye verdikleri zararları minimize etmek zorundadır. Hatta artık işletmelerin sadece kendi süreçlerini yeşil girişimle entegre etmesi de yeterli olmamaktadır. Artık işletmeler kendi tedarikçilerinden de sorumludur. Tedarikçilerin çocuk işçi çalıştırma, sağlık ve iş güvenliği konuları ile birlikte çevre kirliliğini önlemedeki tutum ve davranışlarından da işletmeler sorumlu olmaya başlamıştır (Özçelik ve Öztürk, 2014).

Günümüzde işletmeler hem yeşil uygulamalarla verimlilik ve karlılıklarını arttırmayı amaçlamakta hem de çevreye olan zararlı etkilerini de minimize etmek istemektedir (Arimura vd., 2011). Ancak işletmeler doğamızı düşündükleri kadar, pazarda ayakta kalabilmek için, kendi maliyet kalemlerini de göz önünde tutmak zorundadır. Yeşil tedarik zinciri, işletmelere bu anlamda fayda sağlamaktadır. Eğer işletmeler hem piyasada rekabet avantajı elde edip gelişmiş kar oranlarından elde etmek istiyor hem de süreçlerini yeşil girişimlerle çevreci bir düzene sokmak istiyorlarsa yeşil tedarik zincirini işletme süreçlerine entegre etmeleri gerekmektedir (Gandhi vd., 2015).

Yeşil tedarik girişiminde bulunan firmalar, ayrıca, doğadaki kıt kaynakları koruyarak en az girdi ile en çok çıktıyı amaçlarken çevre dostu ürünler kullanarak çevre kirliliğini de azaltmak istemektedir (Sople, 2011). Hem içsel hem de dışsal bu faktörler nedeniyle, tam da bu noktada, işletmeler için yeşil tedarik zinciri yönetimi düşüncesi önem kazanmaktadır. Yeşil tedarik zinciri yönetimi (YTZY), 90'lı yıllardan günümüze, hem akademik hem de bilimsel literatürde gittikçe önem kazanmaya başlayan bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır (Kafa vd., 2013).

Tedarik zinciri yönetimi, Amerikan Üretim ve Stok Kontrol Topluluğu (APICS) tarafından; "*...başlangıç hammaddesinden nihai tüketime kadar, nihai ürünün üretilmesi amacıyla tedarikçi ve kullanıcı işletmeleri birbirine bağlayan süreçler veya değer zinciri boyunca müşteriler için ürün ya da hiz¬met verilmesini sağlayan işletme içinde veya dışında yürütülen fonksiyonların tama*mı…" olarak tanımlanmıştır (Atrek ve Özdağoğlu, 2014).

Yeşil tedarik zinciri yönetimi, kısaca, tedarik zinciri içerisine çevresel düşüncelerin entegre edilmiş hali olarak tanımlanabilir (Tippayawong vd., 2015). Yeşil tedarik zinciri yönetimi, tedarik zinciri içerisine proje tasarımı, malzeme ve kaynak seçimi, üretim süreçleri, nihai ürünün müşteriye teslimini ve kullanım ömrü biten ürünlerin tekrar dönüştürülmesi gibi çevresel düşüncelerin entegre edilmesidir (Sople, 2011).

Kavram olarak yeşil tedarik zinciri, tedarikçinin tedarikçisinden başlayarak ve nihai tüketiciye kadar giden hatta tersine lojistik faaliyetleri ile nihai tüketiciden tekrar tedarikçiye kadar geçen tüm süreçler boyunca kaynakların verimli kullanılması, israfın azaltılması, daha az enerji kullanılması, gereksiz malzeme kullanımının önlenmesi, gereksiz stokun elimine edilmesini amaçlamaktadır (Korkankorkmaz, 2012).

Yeşil tedarik zinciri yönetimi, tedarik zinciri boyunca gerek örgüt içi gerekse de örgüt dışındaki süreçler dizisinin çevre yöntemi ile entegre edilmesidir ve biz dizi çevre yönetim uygulamalarının uzantısı olarak da düşünülebilir (Lee vd., 2014).

Yeşil tedarik zinciri yönetiminin en kapsamlı ve anlaşılır şekilde tanımını ise Srivastava şu şekilde yapmıştır: "*Yeşil tedarik zinciri yönetimi çevresel düşünce yapısının ürün tasarımı, malzeme seçimi ve*

satın alma, üretim süreci, nihai ürünün tüketicilere teslimatı ve ömrünü tamamlamış olan ürünlerin yönetim faaliyetlerini içeren tedarik zinciri yönetimine entegre edilmesidir." (Peker, 2010).
Yeşil tedarik zinciri yönetimi tüm tedarik zinciri boyunca sürdürülebilirlik elde etmek ve yeşil işbirliği faaliyetleri olarak da düşünülebilir (Jabbour vd., 2015). Yeşil tedarik zincirinin 4 temel unsuru vardır. Bunlar: (i) İşletmeler çevresel performanslarını sürekli arttırabilmek için tedarikçisi ile tedarik zincirinde yukarı doğru etkileşim gerçekleştirir (upstreams). (ii) İşletmelerin kendisi tedarikçi konumunda olduğu zamanlarda tedarik zincirinde aşağıya doğru bir etkileşim gerçekleştirir. (iii) ISO 14000 gibi belgeler ile tedarikçileri ile ilgili düzenlemeleri bir standartta oturtur. (iv) bu hedeflerin tamamını tedarik zinciri boyunca hedefleyerek tüm süreci etkin bir şekilde yönetebilirler (Peker, 2010).
Bizde bu çalışmamızda, yeşil tedarik zinciri yönetimi (YTZY) alanındaki yeni ve çağdaş uygulamalar çerçevesinde, tedarik zinciri üzerindeki sistematik süreç kaygılarını Süreç Yönetimi, Yalın Üretim ve Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi felsefelerini birbirine entegre ederek iş süreçlerine çevirmeyi ve potansiyel olarak daha fazla fayda sağlamayı amaçlamaktayız.

2. YENİLİKÇİ YEŞİL TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ

Bölgesel rekabetin yerini zamanla küresel rekabetin almasıyla birlikte işletmeler için sürdürülebilirlik daha da zorlaşmıştır. İşletmeler artık sadece kendi bölgelerinde faaliyetlerini yapan diğer rakipleriyle değil küresel bir güç haline gelmiş işletmelerle de rekabet etmek zorunda kalmıştır. Bu zor şartlar içerisindeki işletmeler, faaliyetlerini devam ettirebilmek için maliyetlerini en aza indirgeyerek müşteri beklentilerine en yakın hatta müşteri beklentilerinin üstündeki ürünleri piyasaya sunmaları gerektiğini fark etmişlerdir.
İşletmeler için darboğaz oluşturan bu gelişmeler neticesinde firmalar; müşteri talebine uygun, yenilikçi, daha az maliyetli, daha kaliteli ve rakiplerinden farklı ürün veya hizmeti sunmak için çeşitli üretim teknikleri geliştirmektedirler (Özçelik, 2013). Son yirmi yıl içerisinde çoğu işletme tam zamanında, kısıtlar teorisi, altı sigma, değer akış yönetimi ve hedef maliyetleme gibi kavramları içerisinde barındıran yalın yönetim tekniklerini uygulamaya başlamıştır (Ertürk ve Özçelik, 2008).
Yalın yönetim, her türlü israftan kaçınıldığı, bir defada ve sorunsuz şekilde faaliyetlerin gerçekleştirildiği, işletmenin tüm süreçlerinde faydalı olmayan her unsurun tespit edilerek ortadan kaldırıldığı bir sistemdir. Bu anlamda süreçlerin kontrol edilmesi ve iyileştirme çalışmaları yapılması yalın yönetimin olmazsa olmazıdır. Yalın yönetim, işletmenin tüm faaliyetlerinde yer alan israfları ortadan kaldırmayı amaçladığı gibi çevresel duyarlılık konusunda da en etkin metotlardan biridir. Bu anlamda yeşil tedarik zinciri yönetiminin daha etkin bir şekilde kullanılabilmesi ve uzun vadede başarılı sonuçlara ulaşılabilmesi için yalın yönetim felsefesine bağlı olarak tüm sürecin yönetilmesi gerekmektedir. Diğer bir ifadeyle YTZY uygulamaları içerisine yalın yönetim felsefesindeki değer katmayan faaliyetlerin elimine edilmesi prensibinin entegre edilmesi, işletmeler açısından bütüncül başarının yakalanması adına daha yararlı olacaktır.
Bunun yanında işletme bünyesinde bilgi ve süreçlerin sürekli iyileştirilmesi ve yenilenmesi kaçınılmaz bir zorunluluktur (Güler, 2010). Teknolojinin artmasıyla pazara yeni ürünler sunulacak, sunulan her yeni üründen sonra müşteri beklenti ve istekleri daha da artacak, artan beklenti ve isteklerde tekrardan yeni birer ürün veya hizmetin üretilmesini zorunlu tutacaktır. Değişmeyen tek şey değişimin kendisidir sözü bu bağlamda süreç yönetiminin ana felsefesini de oluşturmaktadır.
Pazardaki işletmeler, herkes için eşit olan bu ortamda rakiplerine karşı rekabet avantajı elde etmek ve pazar paylarını korumak ya da pazar paylarını arttırmak için Porter'ın jenerik (Bordean vd., 2011) stratejiler olarak tanımlamış olduğu üç temel stratejiden bir veya bir kaçını seçebilirler. Farklılaştırma, Maliyet Avantajı ve Cevap Verebilme stratejilerinden hangisi seçilirse seçilsin, işletmeler tarafından atılacak ilk adım süreçlerini incelemek, belirlemek ve iyileştirmek olmalıdır.
Süreç yönetimi ya da diğer adıyla iş süreçleri yönetimi, işletme genelinde verimlilik ve iş süreçlerinin etkinliğini artırmak için kapsamlı bir yönetim yaklaşımıdır (Zheltonogov vd., 2015). Süreç yönetimi son yıllarda çok fazla önem kazandı ve pek çok işletme bugün kendi iş süreçlerini görmek ve süreçlerini iyileştirmek için anahtar performans göstergelerini belirlemektedir (Brocke vd., 2016). Çünkü son yıllarda yapılan çeşitli araştırmalar, süreç yönetimi ve iş başarısı arasında pozitif bir korelasyon olduğunu göstermektedir (Trkman, 2010).
Süreç yönetiminin işletme içerisindeki üretim, pazarlama, iletişim ve diğer ana işlemleri tanımlamak, bu temel faaliyetleri analiz etmek ve geliştirmek gibi amaçları vardır (Trkman, 2010). Bu anlamda süreç yönetimi, süreçlerin verimliliğini ve etkinliğini arttırmaya odaklanmakla kalmamış, işletmelere yeni fırsatlarda sunmuştur (Brocke vd., 2016).

3. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Sürdürülebilir tedarik zinciri, işletmelerin malzeme, enerji veya su gibi materyallerin kullanım kapasitesini azaltmaya çalışmaktadır ve tedarik zinciri yönetiminin geliştirilmesi sayesinde de daha verimli çözümler bulmaktadır (Jabbour vd., 2015).

Diğer taraftan yeşil tedarik zinciri yönetimi, karbondioksit gibi, fosil yakıtların kullanımı nedeniyle ortaya çıkan ve istenmeyen zehirli kimyasal gazların atmosfere daha az yayılmasını amaçlar (Min, 2015). Gerek üretim esnasında gerekse de ürün veya hizmetlerin nakliyesi sırasında ortaya çıkan bu zehirli kimyasal gazlar, küresel ısınmaya ve ekolojik dengeye zarar vermekle birlikte insan yaşamını ve sağlığını da tehdit etmektedir. Bu yüzden, dünyamızın iklimsel değişiklik sorunlarını çözmek için yeşil tedarik zinciri kullanımına daha fazla dikkat edilmelidir (Min, 2015).

Tüketici bilinci gelişmiş müşteriler, ürün ve hizmet seçimlerini gerçekleştirirken doğa dostu ürünleri seçmeye özen göstermektedir. Piyasaya doğa dostu ürünler sunmuş ve ya süreçlerini yeşil girişimlerle daha ekolojik hale getirmiş işletmeler müşterilerin gözünde farklı bir konumda olacaktır. Bu da işletme marka imajının ve değerinin artması demektir. Bu sayede işletmeler rakiplerine karşı rekabet avantajı elde ederler (Sople, 2011).

Yeşil tedarik zinciri, firmaların mevcut kaynaklarını verimli bir şekilde kullanılmasını, maliyetlerini daha etkin bir hale getirme, doğa dostu ürünler üretmek için yeşil girdileri kullanma gibi konularda yardımcı olduğu gibi; tehlikeli ve zehirli maddelerin süreçlerinde azalmalar yaşanması ya da elimine edilmesi sayesinde firmaların yasal zorunluklara uyma konusunda yardımcı olmaktadır (Sople, 2011).

Günümüzde hem ekonomik hem de çevresel yönetim performanslarında daha iyi olabilmek için firmalar, yeşil tedarik zinciri yönetimine ihtiyaç duymaktadır (Lee vd., 2014; Zhu vd., 2016). Özellikle imalat sektöründeki firmalar ve onların tedarikçileri, yeşil tedarik zinciri yönetimini önemli kabul etmektedir. Zaten işletmeler eğer çevre dostu bir yaklaşıma yakın olmayı hedefliyorlarsa tedarik zincirlerindeki süreçlerini yeşil tedarik zinciri yönetimine adapte etmelidir (Teixeria vd., 2016).

Dolayısıyla, YTZY uygulamalarına süreç yönetimi ve yalın yönetim felsefesini entegre eden işletmeler; maliyetlerini minimum seviyeye çekmek, kar maksimizasyonu sağlamak ve müşteri memnuniyetini sağlayabilmek için üretim veya hizmetleri esnasında süreçlerini irdelemeli ve sürece katkıda bulunmayan adımlarını çıkartmalıdır. Süreçleri incelemek işletmelere; katkıda bulunmayan adımları görme, hatalı ürün/hizmet sebeplerini hemen fark edebilme ve süreçlerini iyileştirme fırsatı sunduğu gibi müşteri isteklerine uyum sağlamada ve tüm tedarik zincirini daha etkin bir şekilde yönetebilmeye de katkı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

Arimura, T.H., Darnall, N. & Katayama, H. 2011, "Is ISO 14001 A Gateway To More Advanced Voluntary Action? The Case Of Green Supply Chain Management", Journal of Environmental Economics And Management, c:61, pp:170-182.

Atrek, B., Özdağoğlu, A. 2014, "Yeşil Tedarik Zinciri Uygulamaları: Alüminyum Doğrama Sektörü İzmir Örneği", Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, c: 14, s: 2, ss: 13-26.

Bordean, O.N., Borza, A. ve Glaser-Segura, D. (2011). "A Comparative Approach of the Generics Strategies Within The Hotel Industry: Romania VS. USA". Management & Marketing Challenges fort he Knowledge Society, 6(4): 501-5014.

Brocke, J.V., Zelt, S. ve Schmiedel, T. (2016). "On The Role of Context In Business Process Management". International Journal of Information Management, 36: 486-495.

Ertürk, H., ve Özçelik, F. (2008). "Yalın Üretim Uygulayan İşletmeler İçin Yalın Muhasebe". Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 25(1): 15-45.

Gandhi, S., Mangla, S.K., Kumar, P. & Kumar, D. 2015, "Evaluating Factors In Implementation Of Successful Green Supply Chain Management Using DEMATEL: A Case Study", International Strategic Management Review, v:3, pp: 96-109.

Güler, E. (2010). "Değişim Mühendisliği Uygulamalarına Öngörü Sağlamada Simülasyon Tekniğinin Kullanımı". Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 8(1): 147-168.

Jabbour, A.B., Frascareli, F.C. & Jabbour, C.J. 2015, "Green Supply Chain Management And Firm Performance: Understanding Potential Relationships And The Role Of Green Sourcing And Some Other Green Practices", Resources, Conservatiın And Recycling, v:104, pp: 366-374.

Kafa, N., Hani, Y. & Mhamedi, A. 2013, "Sustainability Performance Measurement For Green Supply Chain Management", 6th Conference On Management And Control Of Production And Logistics (IFAC).

Korkankorkmaz, N. 2012, "Yalın ve Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimine İlişkin Bir Araştırma", Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kocaeli.

Lee, V.H., Ooi, K.B., Chong, A.Y.C. & Seow, C. 2014, "Creating Technological Innovation Via Green Supply Chain Management: An Empirical Analysis", Expert Systems with Applications, v: 41, pp: 6983–6994.

Min, H. 2015, "The Essentials Of Supply Chain Management: New Business Concepts And Apllications", 13th Press, Pearson FT Press, Web ISBN: 0-13-403644-1.

Özçelik, F. (2013). "Yalın Performans Ölçümleri ve Yalın Üretim Uygulayan İşletmelerin Muhasebe Bölümlerinde Bir Araştırma", International Journal of Economic and Administrative Studies, 5(10): 103-126.

Özçelik, F., Öztürk, B.A. 2014, "A research On Barriers To Sustainable Supply Chain Management And Sustainable Supplier Selection Criteria", Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, c:16, s:2, ss: 259-279.

Peker, D. 2010, "Çevresel Performansın Geliştirilmesinde Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi", Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi, Bursa.

Sople, V.V. 2011, "Supply Chain Management", 13th Press, Pearson India, Web ISBN: 978-9-3-3251670-0.

Teixeira, A.A., Jabbour, C.J., Jabbour, A.B., Latan, H. & Oliveria, J.H. 2016, "Green Training And Green Supply Chain Management: Evidence From Brazilian Firms", Journal Of Cleaner Production, v:116, ss: 170-176.

Tippayawong, K.Y., Tiwaratreewit, T. & Sopadang, A. 2015, "Positive Influence Of Green Supply Chain Operations On Thai Electronic Firms' Financial Performance", Procedia Engineering, v: 118, pp: 683 – 690.

Trkman, P. (2010). "The Critical Success Factors of Business Process Management". International Journal of Information Management, 30: 125-134.

Yavuz, V.A. 2010, "Sürdürülebilirlik Kavramı ve İşletmeler Açısından Sürdürülebilir Üretim Stratejileri", Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, c:7, s: 14, ss: 63-86.

Yılmazer, V., Çelik, H.E. & Yağızer, C. 2009, "Çevresel Duyarlılık ve Çevresel Davranışı Ekolojik Ürün Satın Alma Davranışına Etkilerinin Yapısal Eşitlik Modeliyle Araştırılması", Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, c: 9, s:2, ss: 1-14.

Zheltonogov, V., Wood, J.K., Schume, P., Borgenstrad, M., Bharade, N. ve Arsanjani, A. (2015). "Business Process Management Design Guide: Using IBM Business Process Manager", IBM Redbooks, ISBN: 978-0-7384-4059-0.

Zhu, Q., Feng, Y. & Choi, S.B. 2016, "The Role Of Customer Relational Governance In Environmental And Economic Performance Improvement Through Green Supply Chain Management", Journal Of Cleaner Production, http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.02.124

UÇAK SANAYİNDE HİBRİT ALGORİTMA KULLANARAK DİNAMİK ENVANTER KONTROL YAZILIM SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Fatma Gül Arkan
Okan Üniversitesi

Nevin Balıkçı
Okan Üniversitesi

ÖZET

Stok yönetimi işletmelerde kârlılığa doğrudan etkisi olması sebebiyle kritik öneme sahiptir. Bu çalışmada, bir uçak bakım ve onarım firmasının Üretim Planlama ve Kontrol Departmanı'nda anlık stok seviyesi kontrolünü bilgisayar destekli olarak izleyebilmek amacıyla hibrit bir yöntem kullanan stok kontrol yazılımı geliştirilmiştir. Projenin amacı; firmanın stok sistemini incelenerek önerilen, dinamik bir stok yönetimi yaklaşımı ile stok devir hızını artırma ve stok miktarını düşürmek için bir uygulama geliştirmektir. Uçak bakım ve onarım firması için önerilen bu projede kullanılacak malzemelere ait veriler (stok kodu, temin süreleri gibi) firmanın özel olarak kullandığı sistemden çekilmiştir. Bu veriler MySQL veri tabanı üzerinde oluşturulmuş uygun veri yapıları kullanan tablolar içerisine yüklenmiştir. Kullanım miktarları ve temin süreleri göz önünde bulundurularak stok takibinin yapıldığı ve sipariş miktarının hesaplandığı algoritmalar oluşturulmuştur. Proje için nesneye yönelik programlama dillerinden biri olan JAVA programlama dili tercih edilmiştir. Oluşturulan bu sisteme günlük tüketim miktarlarının yüklenmesiyle, malzeme hareketinin takibi ve gerekli sipariş miktarının hesaplanması sağlanmıştır.

Anahtar Sözcükler: Bilgisayar Destekli Stok Yönetimi, Hibrit Dinamik Algoritma, Stok Yönetimi

DYNAMIC INVENTORY CONTROL SOFTWARE DEVELOPMENT SYSTEM BY USING HYBRID ALGORITHM IN AIRCRAFT INDUSTRY

ABSTRACT

Stock management has critical significance in businesses because it effects profitability directly. In this study, an inventory control software which is used a hybrid method has been developed for production planning and control department of the aircraft maintenance and repair company to control instant inventory level control as computer-aided. The purpose of this project is developing on proposed application increase the rate of inventory turnover and reduce the amount of inventory with dynamic stock maintenance approach by examining the inventory system of the company. The data of the materials are (such as; stock code, lead time) to be used in this proposed project for the aircraft maintenance and repair company was taken from the private system that the company uses. These data were loaded into sheets that use appropriate data structures in the MySQL database. The algorithm has been created as considering the amount of usage and supply time. JAVA programming language which is one of the object-oriented programming language is preferred for this project. The tracking of material movement and the required order quantity calculation are provided by adding daily consumption to this system.

Keywords: Computer Aided Inventory Management, Hybrid Dynamic Algorithm, Management of Stock

1.GİRİŞ

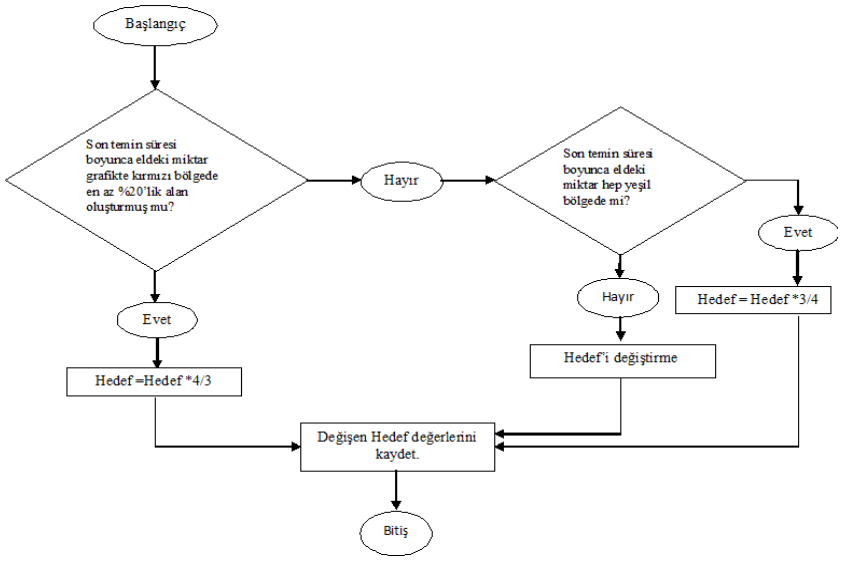
Firmaların bugün ve gelecekte sürdürülebilir bir kârlılığa sahip olmaları için gereken zamanda, gereken yerde ve gerekli miktarda stoğu hazır bulundurmaları gerekmektedir. Bunun için çeşitli stok yönetimi politikaları uygulamaktadırlar. Stok kontrolü ile belirlenen stok düzeyleri ve stok hareketleri sürekli olarak kontrol edilir.(Yenersoy,1990) En iyi stok kontrol sistemi işletmenin amaçlarına göre sipariş bulundurmayı ve işletmenin ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde dengeli bir stok bulundurmayı öngörmektedir. (Özgen,1987). Bağımsız talep durumunda kullanılan stok kontrol sistemleri kendi içinde bazı yöntemleri kullanmaktadır. Bu yöntemlerin seçiminde personel durumu, bilgi akış sistemi, makine ve araç-gereç durumu, bina ve depo kapasiteleri gibi unsurlar göz önüne alınmaktadır.(Kobu,2003). Bu sistemde diğer bazı stok kontrol modellerinde olduğu gibi tedarik süresi sabittir ve sipariş miktarı bağımsızdır.

Bu firmada kullanılan 400.000'den fazla malzeme çeşidi bulunmaktadır. Bunlar içerisinden stok seviyesi ile takip edilen ve en çok kullanılan 1000 Stok Tipi-SKU(Stock Keeping Unit) seçilmiştir. Bu sistemin 1000 SKU arasından hangi malzemelere uygulanacağının belirlenmesi için ABC Analizi yapılmıştır. ABC analizi ile proje uygulama alanını daraltılarak odaklanılan kritik parçalar belirlenmiştir. Yıllık kullanım değerine göre ilk 200 birim (30.000 USD ve üzeri olan) ana malzeme seçilmiştir. Firma ile yapılan görüşmelerde 30.000 USD üzeri kullanımı olan 55 farklı tedarikçi olduğundan proje için 140 malzemenin temin edildiği bir tedarikçiye yoğunlaşma kararı alınmıştır. Böylece sistem 140 malzemeye uygulanmıştır. Uçak bakım ve onarım firması için önerilen bu projede kullanılacak malzemelere ait veriler (stok kodu, temin süreleri gibi) firmanın özel olarak kullandığı sistemden çekilmiştir.Bu veriler MySQL veri tabanı üzerinde oluşturulmuş uygun veri yapıları kullanan tablolar içerisine yüklenmiştir. Kullanım miktarları ve temin süreleri göz önünde bulundurularak stok takibinin yapıldığı ve sipariş miktarının hesaplandığı algoritmalar oluşturulmuştur. Proje için nesneye yönelik programlama dillerinden biri olan JAVA programlama dili tercih edilmiştir. Oluşturulan bu sisteme günlük tüketim miktarlarının yüklenmesiyle, malzeme hareketinin takibi ve gerekli sipariş miktarının hesaplanması sağlanmıştır.

2.UYGULAMA

Sistemin çalışması için isterler: Başlangıç Hedefi(Inital Target), Hedef(Target) değeri.

Geçmiş kullanım bilgilerine dayanarak hesaplanan *Başlangıç Hedefi*, her bir malzemenin ilk temin süresinden sonra, gün bazında geçmişe doğru 1 temin süresi boyunca tüketim miktarları toplanır. Bu değer *Temin Süresi Boyunca Tüketilen Miktar* (CIRT: Consumption in Replenishment Time)) olarak adlandırılmakta. Her bir malzeme için hesaplanan CIRT değerlerinden maksimumu alınır, bu değer de *Temin Süresi Boyunca Tüketilen Maksimum Miktar*(MCIRT: Maximum Consumption in Replenishment Time) olarak adlandırılmakta. Başlangıç hedefini hesaplarken temin süresinin uzun sürme ihtimaline karşın kullanılmak üzere emniyet katsayısı(%20) belirlenmekte. Daha sonra MCIRT değeri 1,2 ile çarpılarak *Başlangıç Hedefi* hesaplanmaktadır.



Şekil 2.1. Günlük Hedef (Target) Hesaplama Akış Şeması

Hedef (Target) ise envanterde bulunması istenen maksimum miktardır. Başlangıç hedefi ile bölgelerin sınırları belirlendikten sonra, günlük veri girişine göre hedef değişim göstermektedir. Buna bağlı olarak

grafikteki sınır değerleri de değişmektedir. Değişim oranları aşağıdaki akış şemasında açıkça gösterilmektedir. Değişen değerler veritabanında tutulmaktadır.

Sisteme günlük olarak girişi yapılan verilerin eldeki miktar (onhand), açık sipariş miktarı (inbound) değerlerine göre verilmesi gereken sipariş miktarı yukarıdaki akış şemasına göre hesaplanmaktadır. Akış şemasında belirtilen Minimum Sipariş Miktarı (Minimum Quantity Order(MOQ)) iki şekilde belirlenmektedir;

- ✓ Vendor/satıcının belirlediği miktar olarak,
- ✓ Firmanın belirlediği miktar (Economic Order Quantity (EOQ) gibi)(Subjektif olarak belirlenebilmektedir.)

Bu miktar belirlenirken şu parametreler göz önünde bulundurulmaktadır:

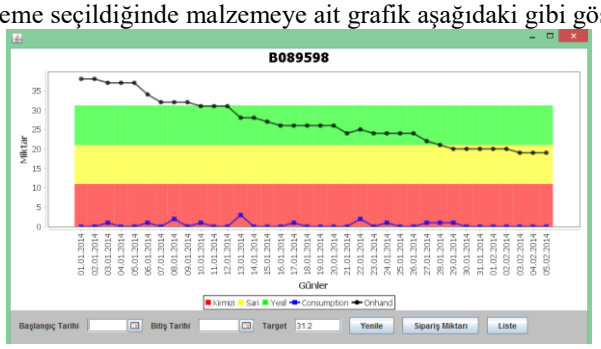
Fiyat, temin süresi(lead time), kullanım miktarı (yıllık), nakliye masrafları

Yeniden sipariş noktasının (Reorder Point(RP)) en az 1 temin süresine yetecek kadar olması istenmektedir. Paket büyüklüğü ise her malzeme için bellidir. Programa girişi otomatik olarak yapılmaktadır.Program için gerekli olan verilerin sistemden direkt olarak çekilmesi, kullanılan sisteminyeni olmasından dolayı mümkün olamayacağından gerekli olan veriler MySQL üzerinden tablolar halinde tanımlanıp veriler buradan çekilmektedir.

STOCK CODE	DESCRIPTION	LEAD TIME (DAY)	MOQ	LOT SIZING	INITIAL TARGET
B091327	ROTOR ASSEMBLY	40	50	1	253,20
B093087	LINING	40	500	100	5577,60
B093086	LINING	40	344	86	3780,00
B092828	ROTOR	40	30	1	128,40
B091324	LINING CERAMETALLIC	40	752	94	3729,60
B091344	ROTOR ASSEMBLY	40	30	5	132,00
B093089	LINING	40	592	74	2536,80
B091323	LINING, CERAMETALL...	40	400	80	2515,20
B093088	LINING	40	550	110	1848,00
B091578	PLATE STATOR	40	10	1	37,20
B800750	BUSHING GUIDE	40	100	10	554,40
B086836	RING METAL	40	10	5	24,00
B089973	RIVET	40	3000	1000	9984,00
B091331	TUBE, ADJUSTER	40	120	6	957,20
B130343	DISPLAY CIRCUIT CA...	40	1	1	4,80
B085758	ROTOR	40	5	1	2,40
B091706	LINING	40	140	70	470,40
B085757	ROTOR	40	2	1	2,40
B015367	BEARING	40	1	1	16,80
B085760	LINING	40	186	93	93,60
B015636	CYLINDER	40	1	1	4,80
B089598	RING	40	10	5	31,20
B083798	BEARING	40	10	10	57,60
B085753	LINING	40	72	72	62,40
B096950	MATCHED POPPET G...	40	10	5	62,40

Şekil 2.2. Program Ana Sayfası

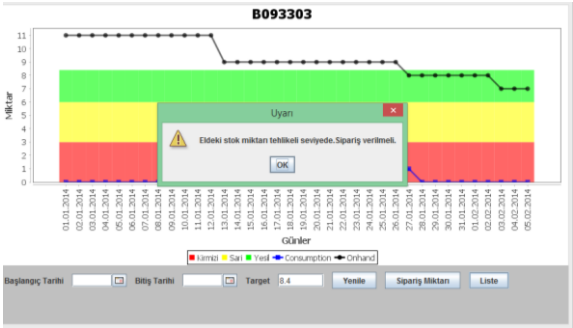
Grafikler JAVA'da tanımlanıp, kontrolü bunun üzerinden yapılmaktadır. Açılan ilk sayfadaki malzeme listesinden istenilen malzeme seçildiğinde malzemeye ait grafik aşağıdaki gibi gösterilmektedir.



Şekil 2.3. B089598 Kodlu Malzemeye Ait Grafik

Gösterilen ekranda 'Başlangıç Tarihi' ve 'Bitiş Tarihi' istenilen şekilde güncellendikten sonra 'Yenile' butonuna basılarak grafik yeniden güncellenebilmektedir.

Son tedarik süresi içerisinde eldeki stok miktarı kırmızı bölgede en az %20'lik bir alan oluşturuyorsa kullanıcıya aşağıdaki gibi uyarı verilir.



Şekil 2.4. Uyarı Ekranı

Günlük veri girişine göre değişen hedef, 'Liste' butonuna basıldığında veritabanı güncellendikten sonra aşağıdaki liste açılmaktadır. Bu liste, hesaplanan sipariş miktarı(released), hedef değeri, kırmızı, sarı, yeşil bölgenin değerleriyle birlikte günlük eklenen verileri aynı anda görmeyi sağlamaktadır.

Veri Listesi

Stock_Code	Date	Onhand	Consumption	Inbound	Target	Kirmizi	Sari	Yesil	Released
B085754	01.07.2014	5147	28	0					
B085755	01.07.2014	27	0	0					
B085756	01.07.2014	32	0	0					
B085757	01.07.2014	23	0	0					
B085758	01.07.2014	32	0	0	2.4	0.79999999...	0.79999999...	0.79999999...	
B085759	01.07.2014	606	0	0					
B085760	01.07.2014	448	0	0					
B085761	01.07.2014	373	0	0					
B086483	01.07.2014	4	0	0					
B086836	01.07.2014	45	0	0					
B086837	01.07.2014	5	0	0					
B087202	01.07.2014	36	0	0					
B087420	01.07.2014	7	0	0					
B089598	01.07.2014	21	0	0	31.2	11.0	10.0	10.2	
B089934	01.07.2014	23	0	0					
B089973	01.07.2014	4978	56	0	9984.0	3328.0	3328.0	3328.0	10980
B091323	01.07.2014	0	0	0	3353.6	1118.0	1118.0	1117.6	3433
B091324	01.07.2014	1330	28	0					
B091327	01.07.2014	173	1	0					
B091328	01.07.2014	425	0	0					
B091329	01.07.2014	610	0	0	1234.8	412.0	412.0	410.799999...	0
B091331	01.07.2014	298	6	0					
B091337	01.07.2014	250	0	0					
B091338	01.07.2014	501	0	0					
B091339	01.07.2014	811	0	0					
B091341	01.07.2014	198	0	0					
B091342	01.07.2014	358	0	0					

Şekil 2.5. Güncel Veri Listesi

Firmanın Üretim Planlama ve Kontrol Departmanı'nda stok kontrolü ve malzeme siparişi mevcut durumda şu şekilde yapılmaktadır: Stoklanan malzemelerin stok seviyeleri Malzeme Planlama Şefliği tarafından kontrol edilmektedir.Malzemelerin yıllık kullanım miktarları baz alınarak her malzemenin stok seviyesi belirlenip sisteme girilmektedir. Kullanıma göre malzemeler için sistemden otomatik olarak Malzeme Hareket Raporu (MHR) çıkarılır, Sayım Şefliği MHR' leri sayarak Üretim Planlama ve Kontrol Müdürlüğü'ne teslim eder. Gerekli işlemler yapılarak malzeme siparişi verilmektedir. Hazırlanan bu sistem sayesinde malzemelerin günlük tüketim miktarları sisteme girilmekte, böylece her malzemeye ait stok seviyesi anında takip edilebilmekte, malzeme stok durumuna göre oluşturulan verilmesi gereken sipariş miktarı sistem üzerinden hesaplanabilmektedir. Bu da fazla stok tutma ve stoksuzluk maliyetini önlemenin yanı sıra hatasız takip ve gerekli işgücü ihtiyacı azaltımını da sağlamaktadır.

TEŞEKKÜR

Bu projeye başladığım günden beri bana destek olan değerli aileme, arkadaşlarıma ve çalışmam boyunca beni en iyi şekilde yönlendiren danışmanım ve değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Nevin Balıkçı'ya teşekkür ediyorum.

KAYNAKÇA

Özgen, H. (1987), *Üretim Yönetimi,* Bizim Büro Yayınevi,Adana
Yenersoy, G. (1990), *Malzeme Yönetim Sistemleri,* Ma-Pa Yayınları,İstanbul
Kobu, B. (2003), *Üretim Yönetimi,* Avcıol Basım Yayım,İstanbul

KARAMAN İLİNDE FAALİYET GÖSTEREN KOBİLERDE ELEKTRONİK TİCARET KULLANIMI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Murat Arslandere
Selçuk Üniversitesi

Ahmet Alper Sayın
Karamanoğlu Mehmetbey Üniverstesi

ÖZET

Bu çalışmada elektronik ticaret ile ilgili temel kavramlar açıklanmış, dünyada ve Türkiye'de KOBİ'ler açısından durum değerlendirmesi yapılmış, ardından Karaman ilinde Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeler Bilgi Ağı(KOBİ-NET)'na üye olan firmalarda elektronik ticaretin uygulanma durumunu, faydalarını ve karşılaşılan sorunlarını belirlemek amacıyla bir uygulama çalışması yapılmıştır.

Anahtar Sözcükler: E-Ticaret, KOBİ'ler

A RESEARCH FOR USING AN ELECTRONIC COMMERCE IN SMALL AND MEDIUM SIZE BUSINESS IN KARAMAN CITY

ABSTRACT

In this study, e-commerce basic concepts stated, made a situation evaluation for the world and Turkey SME's perspective, and then made an interview and questionnaire with Karaman companies which are member of KOBİ-NET for study to determine electronic commerce's implementation situation, advantages and encountered problems.

Anahtar Sözcükler: E-Commerce, SME's

1.GİRİŞ

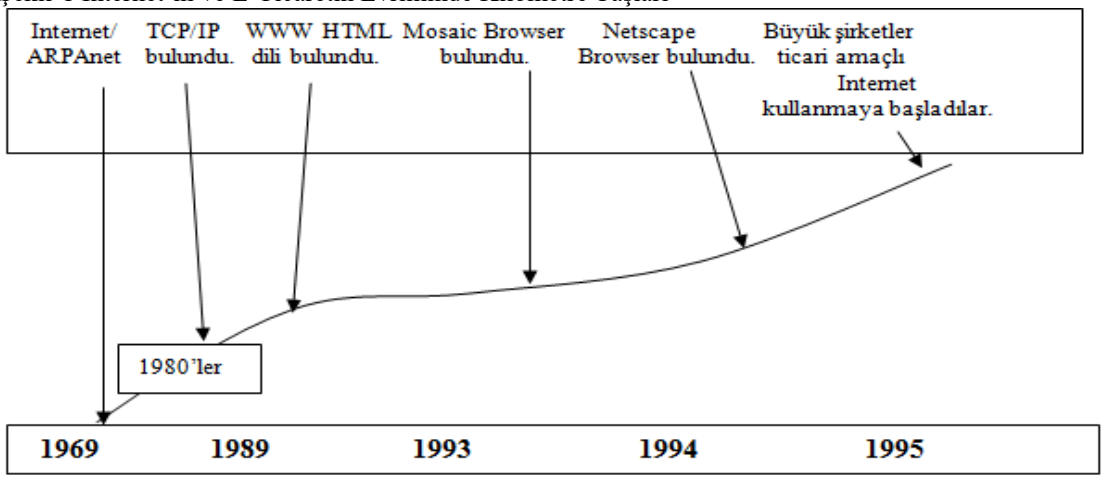
Elektronik ticaret 1990'lı yıllardan sonra yoğun bir şekilde firmalar tarafından kullanılmaya başlanmış ve dünyada genel anlamda kabul gören bir araç olarak karşımıza çıkmıştır. Ticari faaliyetlerin büyük bir bölümü sanal ortama taşınmasıyla birlikte özellikle internetten alım-satım kavramı kendine büyük bir oranda yer bulma eğilimine girmiştir. Bu eğilim neticesinde, ekonominin can damarlarından biri olan KOBİ'lerde de elektronik ticaretin kullanım durumları araştırmacıların ilgisini çekmeye başlamıştır.

Elektronik Ticaret Tanımı ve Tarihçesi

Türkiye Elektronik Ticaret Kurulu (ETİK)'na göre, elektronik ticaret mal ve hizmetlerin üretim, tanıtım, satış, sigorta, dağıtım ve ödeme işlemlerinin bilgisayar ağları üzerinden yapılmasıdır. Elektronik ticaret, ticari işlemlerden biri veya tamamının elektronik ortamda gerçekleştirilmesi yoluyla reklam ve pazar araştırması, sipariş ve ödeme ile teslim olmak üzere üç aşamadan oluşmaktadır(ETİK, 2010). Birleşmiş Milletler Yönetim, Ticaret ve Ulaştırma İşlemlerini Kolaylaştırma Merkezi'ne (UN/CEFACT) göre; iş, yönetim ve tüketim faaliyetlerinin yürütülmesi için yapılanmış ve yapılanmamış iş bilgilerinin, üreticiler, tüketiciler ve kamu kurumları ile diğer organizasyonlar arasında elektronik araçlar (elektronik posta ve mesajlar, elektronik bülten panoları, www teknolojisi, akıllı kartlar, elektronik fon transferi, elektronik veri değişimi vb.) üzerinden paylaşılmasıdır(Yamamoto ve diğ., 2009). Başka bir tanıma göre ise E-Ticaret alışveriş odaklı bir işlemin internet ortamında gerçekleştirilmesidir. Bir alım satım işlemini ifade etmektedir(herkese açık olan ağ üzerinden yapılan ticari bir faaliyettir)(Özmen, 2000).

Şekil-1'de de görüldüğü gibi, internet ortamında E-Ticaret şirketler tarafından yoğun olarak 1996 yılında kullanılmaya başlanmıştır. Bundan önceki yıllarda da E-Ticaret uygulamalarının varlığından bahsetmek mümkündür. Ancak, bu tür uygulamalar ya "intranet" olarak adlandırılan şirket içi ağlar ya da "ekstranet" adı verilen ve şirketlerin kendi aralarında veya belirli müşterileri ile bilgi alışverişinde/ticari ilişkide bulundukları ve üçüncü taraflara kapalı olan uygulamalardır. 1989 yılında bulunan "world wide web (www) html dili" (standart kodlama sistemi) ve daha önce 1980'lerin ortalarında geliştirilen transmisyon kontrol protokol (TCP)/internet protokol(IP) transfer protokolü, bilgisayarların açık ağlarda, ya da daha iyi bilinen adıyla "İnternet" üzerinde birbirleri ile iletişime geçmesini sağlamıştır. Daha sonra, tarama, sınıflandırma araçları, hızlı işlemciler, uydular, optik kablolar vb. gibi bilgisayar ve iletişim teknolojilerinde sağlanan diğer gelişmeler, söz konusu iletişimi önceden öngörülemeyen boyutlara taşımıştır. E- Ticaretin gelişim sürecinin, doğal olarak, internet'in gelişimine paralel olduğu gözlenmektedir(İnce, 1999).

Şekil-1 İnternet'in ve E-Ticaretin Evriminde Kilometre Taşları



Elektronik ticaretin temel araçları; elektronik veri değişimi, sayısal televizyon, internet, intranet ve ekstranettir. Elektronik veri değişimi, bilgisayar ve iletişim ağları kullanılarak fatura, nakliye, fiyat listeleri, satın alma, ithalat ve ihracat belgeleri ve bunlarla benzerlik gösteren çeşitli işlemlerin iki ayrı işletme arasında elektronik değişimini sağlayan bir sistemdir(Tekin vd., 2005). Sayısal televizyon, dijital yayıncılık sayesinde pek çok ürün ve hizmetin interaktif bir biçimde televizyon ekranından doğrudan satışına imkan tanımaktadır(Erdağ ve Batuman, 2006). İnternet, ağlararası ağ veya ağların ağı olarak isimlendirilen, kendi kendisini kopyalayabilen, geometrik olarak çoğalabilen internet, birden fazla haberleşme ağının (network), birlikte meydana getirdikleri bir iletişim ortamıdır(Uzunoğlu, 1999). İntranetler, internetin açık standartlarını kullanarak kurumsal yerel alan ağı (LAN) ve geniş alan ağ

(WAN)'lara bağlanan web sunucular olarak tanımlanabilir(Gümüştekin, 2004). Extranet ise, bir işletmeyi, kendi tedarikçileri, müşteri ya da ortak hedefleri paylaştığı diğer işletmelerle bağlayan; bunu yaparken de internet teknolojilerini kullanan ve işbirliğine açık bir ağdır(Karadal ve Türk, 2008).

Elektronik Ticaret Türleri

Elktronik ticaret türleri Aşağıda Tablo-1'de gösterilmiştir. Tabloda ifade edilen *G=Government, B=Business, C=Customer şeklindedir(Doğaner, 2007).

Tablo-1 Elektronik Ticaret Türleri

	DEVLET	FİRMA	TÜKETİCİ
DEVLET	G2G(koordinasyon)	G2B(bilgilendirme)	G2C(bilgilendirme)
	B2G(vergi ve tahsilatlar)	B2B(e-ticaret)	B2C(e-ticaret)
TÜKETİCİ	C2G(vergi beyanı)	C2B(fiyat kıyaslama)	C2C(açık arttırma siteleri)

Elektronik ticaret ile yapılabilecek aktiviteler; mal ve hizmetlerin elektronik alışverişi, üretim planlaması yapma ve üretim zinciri oluşturma, tanıtım, reklam ve bilgilendirme, sipariş verme, anlaşma yapma, elektronik banka işlemleri ve fon transferi, elektronik konşimento gönderme, gümrükleme, elektronik ortamda üretim izleme, elektronik ortamda sevkıyat izleme,ortak tasarım geliştirme ve mühendislik,elektronik ortamda kamu alımları, elektronik para ile ilgili işlemler, elektronik hisse alışverişi ve borsa, ticari kayıtların tutulması ve izlenmesi, doğrudan tüketiciye pazarlama şeklindedir(Çavuş, 2001).

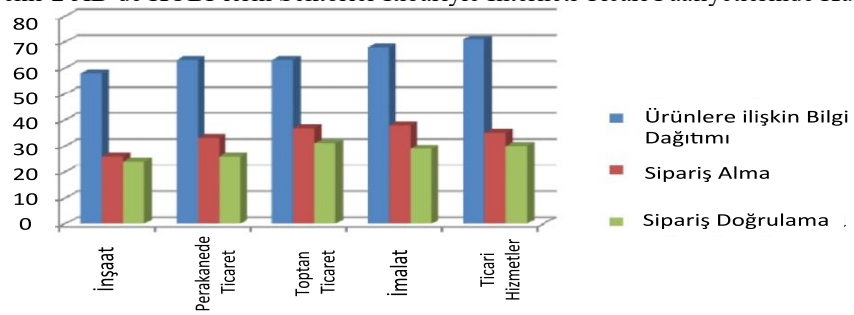
2.KOBİ'LERDE E-TİCARET

Dünyada KOBİ'lerde Elektronik Ticaret

Elektronik ticaret en büyük etkisini KOBİ'ler üzerinde hissettirmektedir. Küçük ve orta büyüklükteki işletmeler tüm dünyada ekonominin çekirdek gücü olarak kabul edilmekte ve ülkelerin gelişmişlik düzeyi ne olursa olsun tüm ülkelerin kendi ulusal ekonomileri içerisindeki payı %60-%90 arasında değişmektedir. Bu nedenle küçük ve orta büyüklükteki işletmelerin internet temelli bir E-Ticaret sistemini kullanma eğilimini etkileyen faktörlerin neler olduğunun ortaya konulması önemlidir(Yeniçeri, 2008). Birçok araştırma, KOBİ'lerin elektronik ticaret dünyasına aşama aşama girme eğilimi gösterdiğini işaret etmektedir. İlk adım interneti bir iletişim ve bilgi sağlama aracı olarak kullanmaktır. İkinci aşamada, KOBİ'ler alım ve satım gibi temel elektronik ticaret aktiviteleri ile ilgilenirler. Son aşamada ise, KOBİ'ler bankacılık ve finansal işlemleri gerçekleştirmeye başlarlar. Gelişmekte olan ülkelerde internetin en çok kullanım alanını e-posta hizmetleri oluşturmaktadır. KOBİ'lerin web sitelerini kullanmalarındaki temel sebeplerden bir kısmı şöyle özetlenebilir: Yeni ve potansiyel müşteriler arama (%78); mal ve hizmet satışı (%65); bilgiyi daha etkin biçimde sunma (%62); yeni elemanlar arama (%13) ve global olarak genişleme (%17)(Altan, 2008).

Sektör araştırmaları, farklı sektörler arasında KOBİ'lerin interneti ticari faaliyetlerde kullanımında bazı farklılıklar olduğunu göstermektedir. Avrupa'da KOBİ'lerin 1/3'ü tedarik işlemlerinin yanı sıra ürün ve hizmet bilgilerinin tanıtımını internet aracılığıyla yapmaktadırlar. Üretim, toptan ve hizmet sektöründeki firmaların çoğunluğu, perakende ve inşaat sektöründeki firmalara oranla interneti daha fazla kullanmaktadır(Murat ve Aydemir, 2007). Aşağıda Şekil-2'de bu durum görülmektedir.

Şekil-2 AB'de KOBİ'lerin Sektörler İtibariyle İnterneti Ticari Faaliyetlerinde Kullanma Şekilleri



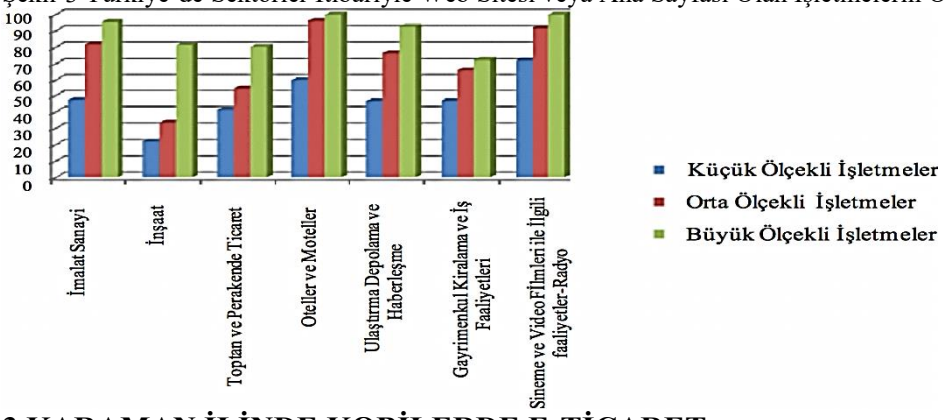
Küçük ölçekli işletmelerin e-işletme uygulamalarında başarıya ulaşmaları için gereken faktörleri değerlendirdiğimizde; 1-Müşterilerin temel ihtiyaçlarını kavramak 2-Süregelen temel prensipler içinde önemli e-işletme girişimlerini desteklemek 3-Rüştünü ispatlamış gelişim metotlarını kullanarak e-işletme uygulamalarını ilerletmek 4-Web sitelerini rekabet avantajı sağlamak amaçlı markalaştırmak 5-Ortak kültür için organizasyonları yeniden şekillendirilmesi unsurları gösterilebilir(Jennex vd., 2004).

Elektronik ticaret küçük ve orta büyüklükteki işletmelere rekabet için büyük şanslar sunmaktadır ve gelecekte bu durum hayatta kalabilme için zorunluluk haline gelecektir(Payne, 2002).
ABD'de ye bakıldığında 600.000'nin üzerindeki KOBİ'nin ürün ve hizmetlerinin satışını internet üzerinden gerçekleştirdiği ve KOBİ'lerin e- ticaret işlem hacmindeki payının 25 Milyar $ rakamını aştığı görülmektedir(Erdağ ve Batuman, 2006).

Türkiye'de KOBİ'lerde Elektronik Ticaret

Türkiye'de ise büyük şirketlerin neredeyse tamamının elektronik ticaret üzerine yatırımlarını büyük bir hızla sürdürmelerine karşın, KOBİ'lerin bu alana yönelik ciddi engelleri bulunmaktadır. Bu engellerin başında teknik bilgi ve deneyim eksiklikleri, finansman problemleri, altyapı ve çevresel sorunlar gelmektedir. Teknoloji transferi ve iş olanakları yaratılmasında son derece önemli bir araç olan KOBİ'lerin, elektronik ticaretten daha etkin bir biçimde yararlanabilmeleri için daha iyi donatılmaları, hizmet almaları ve eğitilmeleri gerekmektedir(Ada ve diğ., 2008).
Şekil-3'e görüleceği üzere Türkiye'de toplamda (%76,16), 10–49 işgören çalıştıran işletmelerde (%72,22), 50–249 işgören çalıştıran işletmelerde (%91,67) ve 250 ve daha fazla işgören çalıştıran işletmelerde (%100) ile web sitesi veya ana sayfası bulunmaktadır. Bu işletmelerin en fazla bulunduğu sektör sinema ve video filmleri faaliyetleri ile radyo ve televizyon faaliyetleridir. Bu sektörü toplamda (%67,50), 10–49 işgören çalıştıran işletmelerde (%60), 50–249 işgören çalıştıran işletmelerde (%96,30) ve 250 ve daha fazla işgören çalıştıran işletmelerde (%100)'lü payla oteller ve moteller izlemektedir. Web sitesi veya ana sayfaya sahip olma oranlarının en düşük olduğu sektör ise inşaat sektörüdür(Murat ve Aydemir, 2007).

Şekil-3 Türkiye'de Sektörler İtibariyle Web Sitesi veya Ana Sayfası Olan İşletmelerin Oranı



3.KARAMAN İLİNDE KOBİLERDE E-TİCARET

Çalışmada Karaman ilinde Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeler Bilgi Ağı (KOBİ-NET)'na üye olan firmalardla bağlantıya geçilmiş, veriler anket ve mülakat yöntemi ile elde edilmiştir. Firmalarla yapılan ön anket sorularından sonra firma yetkilileriyle E-Ticaret ve E-Ticaretin işletmeleri üzerindeki etkilerini, elektronik ticaret yapıp yapmadıklarını, elektronik ticaret yapmıyorlarsa sebeplerini, gelecek için elektronik ticaretin işletmeleri açısından durumunun ne olacağını, gelecekte elektronik ticaret yapmak isteyip istemediklerini, elektronik ticaret yapan işletmeler için ise karşılaştıkları sorunları, yaşadıkları avantajları ve elektronik ticaretin işletmeleri için E-Ticaretin geleceği hakkındaki düşüncelerini ortaya çıkarmayı hedefleyen mülakatlar yapılmıştır. İşletmelerde yapılan anket ve mülakatlarda E-Ticaret kavramı, internet üzerinden alım satım işlemlerinin yapılması kavramıyla sınırlandırılmıştır.
Firmaların faaliyet gösterdikleri sektörlere göre dağılımı Tablo 1'de görülmektedir.

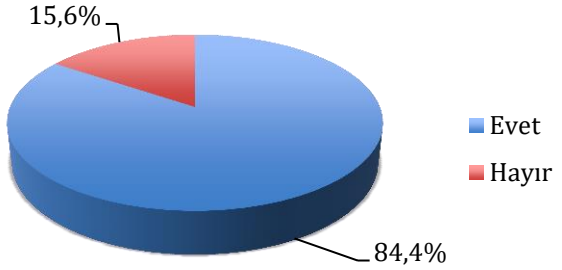
Tablo 1. İşletmelerin Faaliyet Sektörü İtibari ile Dağılımı

Sektör	Frekans	Yüzde
Gıda	11	34,4
Makine	7	21,9
Perakende Satıs¸	6	18,8
Ins¸aat	4	12,5
Diğer	4	12,5
Toplam	32	100

Yapılan çalışma sonucunda, araştırma kapsamındaki firmaların çoğunluğunda aşağıda Tablo 2.'de de görüleceği üzere elektronik ticaretin uygulanmadığı görülmüştür. Lakin firmaların çoğunluğunun gelecekte elektronik ticaret yapmaya meyilli oldukları tespit edilmiştir.

Tablo 2. Araştırma Yapılan Firmalarada E-Ticaret Yapma Durumları

E Ticaret Yapıma Durumu	Frekans	Yüzde
Yapıyor	5	15,6
Yapmıyor	27	84,4
Toplam	32	100



Araştırma Kapsamında E-Ticaret Yapan İşletmelerin; Yaşadıkları Avantajlar, Genel Tutumu ve Gelecek İçin Öngörüleri:

E-ticaret yapan işletmeler yaşadıkları avantajları; stok ve işçilik maliyetlerinde azalma, iş yapma hızında artış ve müşterilere daha kolay ulaşabilme olarak belirtmişlerdir. Uygulamalarında güvenlik ile ilgili, ödemeler ve nakliye konularıyla ilgili ve bütün itibariyle de her konuda herhangi bir sorun yaşamadıklarını bildirmişlerdir. Elektronik ticaret yapan işletmeler, gelecekte de elektronik ticaretin işletmeleri için daha önemli hale geleceğini vurgulamışlar ve geleceğin bu yeni ticari düzenine uyum sağlamayı ve donanımlı bir şekilde var olmak istediklerini belirtmişlerdir.

Araştırma Kapsamında E-ticaret Yapmayan İşletmelerin; E-Ticaret Yapmama Sebepleri, Genel Tutumu ve Gelecek İçin Öngörüleri:

E-ticaret yapmama sebepleri olarak ilk sırada ürün portföyünün uygun olmaması tespit edilmiş, bunun ardından da E-Ticareti güvenli bulmama, bilgi ve eleman eksikliği etkenleri E-Ticaret yapmama sebepleri olarak karşımıza çıkmıştır. Genel olarak, ürün portföyü etkeninden dolayı E-Ticaret yapmayan işletmelerin gıda ve makine sektöründe faaliyet gösterdiği belirlenmiştir. Ürün portföylerinin uygun olmadığını belirten işletmeler, müşterileri ve tedarikçileriyle karşılıklı yüz yüze görüşme yapmaları gerektiğini bildirmişler ve bu noktada pazarlama yapan çalışanların önemli olduğunu vurgulamışlardır. Ayrıca uygulamakta oldukları mevcut sistemleriyle daha başarılı olduklarını ifade etmişlerdir. Araştırmaya katılan ve elektronik ticaret yapmayan bütün işletmelerin elektronik ticaret için gerekli finansman yeterliliğine sahip oldukları ayrıca tespit edilen bulgular arasındadır. Bilgi ve eleman eksikliğini elektronik ticaret yapmama etkeni olarak gösteren işletmelerin bir bölümü bu eksiklerini gelecek yıllarda kapatmayı planlarken, diğer bir bölümü de net bir fikir beyan etmeyerek kararsız kalmışlardır. Genel itibariyle, elektronik ticaret yapmayan işletmeler, gelecekte elektronik ticaret yapıp yapmama konusunda üç bölüme ayrılmışlar ve bu bölümlerin yüzde oranlarının birbirlerine çok yakın olduğu görülmüştür. Bu bölümler ilerde elektronik ticaret yapmayı düşünenler, yapmayı düşünmeyenler ve konu ile ilgili kesin bir beyan getirmeyenler olarak karşımıza çıkmıştır. Kararsız kalan işletmelerin genel itibariyle ilerleyen dönemlerde elektronik ticaret yapmaya daha yakın oldukları da ayrıca tespit edilmiştir.

4.SONUÇ

Dünyanın ve Türkiye'nin istihdam yükünü taşıyan KOBİ'ler, oluşan bu yeni akımın nimetlerinden yararlandıkları ölçüde gelecekteki ticari düzene hazır olacaklar ve gelişmelerini sürdürebileceklerdir. Yeniçağda değişime açık olmayan işletmelerin hayatta kalabilmeleri ve gelişimlerini sürdürebilmelerine imkân bulunmamaktadır. Bu noktada elektronik ticaret, değişimin en önemli unsurlarından biridir ve birçok avantajı içinde barındırmaktadır. Yapılan araştırma sonucu ortaya çıkan sonuç mevcut durum adına iyi seviyede görünmese de , gelecek planlar ve düşünceler noktasında araştırmaya konu olan firmalarımızın umut verdiği yönündedir.

KAYNAKÇA

Altan, F. (2008). "KOBİ'lerde E-Ticaret Uygulamaları – I", *İzmir Ticaret Odası Pusula Dergisi*, 5, 2.

Ada, E., Ventura, K., Aracıoğlu, B., Savaşçı, İ., ve Kazançoğlu, Y. (2008). "KOBİ'lerin Rekabet Gücü ve E-Ticarete Geçiş Süreci: Bir Model Önerisi", *Ege Üniversitesi Ege Akademik Bakış Dergisi*, 1, 53-68.

Çavuş, M., "Küçük ve Orta Boy İşletmelerde Elektronik Ticaret ve Adana'da Faaliyet Gösteren KOBİ'ler Üzerine Bir Uygulama Tezi", T.C. Selçuk Üni. Sosyal Bil. Enst. Tezi, 2001, s:30

Doğaner, M., Elektronik Ticaret Türkiye'de Elektronik Ticaretin Gelişimi Ve Işletmeden Tüketiciye Elektronik Ticaret Üzerine Bir Araştırma, Selçuk Üniveritesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2007.

Erdağ, N. ve Batuman E. (2006). *Elektronik Ticaret El Kitabı*. Arıkan: İstanbul

ETİK, "Elektronik Ticaretin Tanımı ve Temel Araçları", İnternet Adresi; http://www.e-ticaret.gov.tr/tanim/tanim.htm

Erdağ, N. ve Batuman E. (2006). *Elektronik Ticaret El Kitabı*. Arıkan: İstanbul

Gümüştekin, G. E. (2004). "İşletmelerde Yönetim Bilişim Sistemleri. *Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Yönetim ve Ekonomi Dergisi*", 1, 125-141.

İnce, M., (1999). *Elektronik Ticaret: Gelişme Yolundaki Ülkeler İçin İmkânlar ve Politikalar*. DPT Yayınları: Ankara

Jennex, M. E., Amoroso, D. ve Adelakun O. (2004). "E-Commerce Infrastructure Success Factors for Small Companies in Developing Economies", *Electronic Commerce Research*, 3, 263-286.

Karadal, F., ve Türk, M. (2008). "İşletmelerde Teknoloji Yönetiminin Geleceği", *Niğde Üniversitesi İİBF Dergisi*, 1, 59-71

Murat, G. ve Aydemir, S. (2007). "Avrupa Birliği'ne Tam Üyelik Sürecinde KOBİ'lerde E-İşletme Uygulamaları: Türkiye İçin Bir Durum Değerlendirmesi", *Kamu-İş İş Hukuku ve İktisat Dergisi*, 3, 53-80.

Özmen, Ş. (2000). Elektronik Ticaret (s.7). İstanbul Ticaret Odası Elektronik Ticaret ve Türkiye'deki Uygulamaları Semineri İstanbul.

Payne, J.E. (2002). *E-Commerce Readiness for SMEs in Developing Countries: A Guide for Development Professionals*. LearnLink: Washington.

Tekin, M., Zerenler, M., ve Bilge, A. (2005). "Bilişim Teknolojileri Kullanımının İsletme Performansına Etkileri: Lojistik Sektöründe Bir Uygulama", *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 8, 115-129.

Uzunoğlu, H., E-Ticaret ve Vergilendirme-1999, İnternet Adresi; http://www.ekitapyayin.com/id/o33

Yamamoto, G. T., Bayramoglu, E. E., Yılmaz, B., Şekeroğlu, Ö. (2009). Deri Sanayiinde E- Ticaret Girişimciliği ve E-Pazarlama (ss.1939-1951). Uluslararası 7. Bilgi, Ekonomi ve Yönetim Kongresi Yalova.

Yeniçeri, T. (2008). "KOBİ'lerin Elektronik Ticareti Kullanma Eğilimi Üzerinde Etkili Olan Faktörlerin Yapısal Eşitlik Modeli İle İncelenmesi", *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 31, 145-163.

PROJE YÖNETİM SÜREÇLERİ VE BÜYÜK ÖLÇEKLİ BİR FİRMA ÖRNEĞİ

Murat Arslandere
Selçuk Üniversitesi

Ahmet Alper Sayın
Karamanoğlu Mehmetbey Üniverstesi

ÖZET

Bu çalışmada proje yönetim süreçleri tanımlanmış ardından Karaman ilinde faaliyet gösteren büyük ölçekli bir firmanın proje yönetim süreçleri detaylı olarak irdelenmiştir. Sözkonusu firmada proje yönetiminin belirli bir sistem dahilinde yürütüldüğü görülmüştür. Literatürde tanımlanmış olan proje yönetim süreçleri ile araştırma yapılan firmadaki süreçlerin de benzeştiği tespit edilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Proje Yönetimi, Süreç Sistematiği

PROJECT MANAGEMENT PROCESSES AND AN EXAMPLE OF LARGE SIZE FIRM

ABSTRACT

In this study, firstly project management process was defined and then examined the project management process at large-size firm in Karaman city. We observed that, in that firm, project management is executed with systematical approach. Also the project management process in that firm has resemblances with project management process which identified in literature.

Key Words: Project Management, Process Systematic

1.GİRİŞ

Proje Yönetimi Tanımı

Proje yönetimi, projelerin yönetimiyle ilgili kuralları belirleyen bir disiplindir. Proje yönetimi, planlanmış bir yaklaşımın yokluğunda insanların projeleri başarıyla sonuçlandıramadığının görülmesi üzerine, son birkaç on yıl içinde geliştirilmiştir. Proje yönetiminin amacı, projelerin tamamlanması ve nihai noktaya (yeni ev, bilgisayar sistemi veya yeni ürün) ulaşılmasıdır. Bunun da ötesinde, nihai noktaya öngörülen şekilde, yani belirli bir maliyetle ve planlanan süre içinde ulaşılmasıdır(Newton, 2010). Proje yönetimi, birçok endüstri alanında yenilik süreçlerinde anahtar rol üstlenen bir aktivite olmaya başlamıştır. Bina inşaatı, sistem geliştirmeleri ve büyük bir oranı teşkil eden yeni bir ticari ürün geliştirmeleri, resmi prosedürler üzerinden yürüyen proje yönetim süreçleriyle gerçekleşmektedir(Shenhar ve Dvir, 1996). Kısa zamanda işlerin gerçekleştirilmek istenmesi ve dinamik iş ortamları, artan koordinasyon gerektirmesi, organizasyon yapılarının karmaşıklaşması, işgücünün çoğalması, sınırlı işletme kaynakları, yeniliklere adapte olma zorunluluğu, iletişimin karmaşıklaşması, işlenecek bilgi kaynaklarının ve miktarının artması proje yönetimine ihtiyaç duyulma nedenleri olarak görülmektedir(Burke, 2003).

Proje Yönetim Süreçleri; farklı yazarlar tarafından birbirine benzer kavramlarla ifade edilmiştir***;***

- Proje yönetim süreçleri dört temel aşamadan oluşmaktadır. Bunlar, Proje Fikrinin Doğması(Oluşum) Aşaması, Proje Planlama(Tanımlama) Aşaması, Proje Uygulama(Uygulama-Kontrol- İzleme) Aşaması, Projenin Sona Erme Aşaması şeklindedir(Enver ve Kovancı, 2004).
- Proje yaşam çevrimleri için 3 aşamalı(fazlı) sistemi kullanan kurumlarda, bu aşamalar Başlangıç, Ara ve Son biçimindedir. Proje yaşam çevrimi için 4 aşamalı sistemi kullanan kurumlardaysa bir projenin yaşam çevrimi temel olarak 4 aşamadan oluşur. Bunlar, Başlangıç-Tanımlama, Planlama, Uygulama, Kapanış şeklindedir(Suvacı vd., 2013).
- Proje yaşam döngüsü 5 aşama grubundan oluşmaktadır. Bunlar, Kapsam Belirleme, Planlama, Uygulama, Gözleme ve Kontrol, Kapanış şeklindedir(Wysocki, 2011).
- Proje yönetim süreçleri 5 süreç grubunu içermektedir. Bunlar, Projenin Başlangıcı, Projenin Planlanması, Proje Uygulanması, Projenin Gözlenmesi ve Kontrolü, Projenin Kapatılması şeklindedir(Kerzner, 2013).
- Proje yönetim süreçlerini en basit formda ifade edecek olursak, Planlama, Yürütme ve son olarak Aktivitelerin Gözlemlenmesi faaliyetlerinden meydana gelmektedir(Pich vd., 2002).

Projenin Başlangıç Süreci, potansiyel proje tekliflerinin görüşülmesi ve değerlendirilmesini içermektedir.
Projenin Planlama Sürecinde, projenin başarılı olabilmesi için gerekli olan plan ve programların ortaya konulması gerekir. Bütün proje içeriğinin belirlenmesi, planlama stratejisinin oluşması, maliyet ve zaman için yapının belirlenmesi, proje planının optimize edilmesi, risk yönetimi palnlarının geliştirilmesi ve proje takımının belirlenmesi bu süreçte gerçekleşir.
Projenin Yürütme Süreci, projenin verimli şekilde yürütülmesi için koordinasyon ve organizasyon donelerini içerir.
Projenin Kontrol Sürecinde, proje hedef ve amaçlarına göre projenin yürümesi için gerekli zamanlarda gerekli aksiyonların alınması gerçekleşir.
Projenin Kapanış Sürecinde, projenin istenilen şekilde sona erdirilmesi için sözleşmeye göre kontoller yapılır ve gerekli dökümanlar tamamlanarak resmi ve güvenli bir şekilde proje bitrilir(Kwak ve Ibbs, 2002).

Proje Tiplerine Bağlı Olarak Proje Yönetim Süreçleri

Proje tipleri 4 kategoriye ayrılmaktadır. Bunlar;
A tipi projeler: Küçük ölçekli projelerdir. Bu tip projelerde var olan süreçte, üründe ya da hizmette kısa süre içinde ufak çaplı değişimlerin elde edilmesi hedeflenir. İhtiyaç duyulan süreci yönetmek için pratik bilgi yeterlidir ve risk seviyesi de düşüktür. Bu tip projelere örnek olarak bir evin boyanması, bir laboratuvarda bir cihazın akredite hale getirilmesi verilebilir.
B tipi projeler: İşletmelerde yaygın olarak kullanılan nispeten kısa süreli projelerdir. Bu projelerde genellikle mevcut, oturmuş, bilinen teknolojinin en iyisi kullanılır. B tipi projelere ürün, hizmet ve süreç iyileştirme projeleri, büyük işletmelerde kurumsal altyapının iyileştirilmesiyle ilgili küçük projeler, ISO 9000 belgesi alınması projeleri örnek olarak gösterilebilir.
C tipi projeler: A ve B tipi projelere göre daha uzun süreli ve karmaşık yapıya sahip projelerdir. Bu tip projeler ilgili alanda, yüksek teknolojilerin uygulanmasını ve denenmesini gerektirdiğinden, projelerin sonuçları her zaman önceden kestirilemeyebilir. Bu nedenle bu projeler yüksek bütçelidir ve genellikle risk seviyeleri de yüksektir. Yeni ürün geliştirme projeleri C tipi projelerdir.

D tipi projeler: Gerçekleştirilmeleri en güç projelerdir. Buna rağmen, D tipi projeler işletmelere ya da insanlığa şimdiye kadar elde edilmemiş kazançlar sağlayacak niteliktedir. Bu tip projeler, pek çok farklı disiplinden insanın bir arada çalışmasını ve en yüksek teknolojik uygulamaların hatta yeni buluşların proje içinde bulunmasını gerektirmektedir. Bu tip projelere, yeni otomobil tasarımı, büyük hadron çarpıştırıcısı projesi, çöllerdeki güneş enerjisinin kullanılmasına yönelik dev bir proje olan Desertec projesi örnek verilebilir (Suvacı vd., 2013; Shenhar ve Dvir, 1996).

Projelerin yapısına, içeriğine ve hangi analizlere ihtiyaç duyulduğuna göre projenin çözüm tekniği belirlenir. Eğer proje için önemli olan zamanlama ise CPM veya PERT tekniği uygulanması gerekir. Bunun dışında projelerde kullanılan diğer yöntem ise Gannt şemasıdır. Gantt şeması sadece küçük ölçekli projelerde, maliyeti az olduğu için kullanmak yararlı olabilir(Yalkı, 2009). Proje süreçleri de proje tiplerine göre farklılık gösterebilmektedir. Örneğin; projenin başlangıç süreçleri arasında yer alan tatmin koşullarının(başarı ölçütlerinin) belirlenmesi A ve B tipi projelerde isteğe bağlı bir süreçken, C ve D tipi projelerde yerine getirilmesi zorunlu bir süreç niteliği taşımaktadır. Benzer şekilde planlama süreçleri arasında yer alan planlama toplantılarının düzenlenmesi C ve D tipi projelerde bir zorunlulukken, A ve B tipi projelerde bu süreç projenin durumuna göre değişebilmektedir. Bu farklılıklar Tablo-1'de özetlenmektedir.

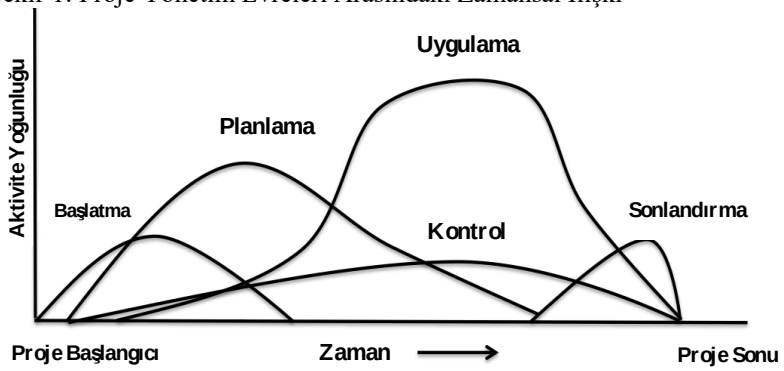
Tablo-1: Proje Tiplerine Göre Proje Yönetim Süreçlerinin Gereklilik Dereceleri (G: Gerekli; I: İsteğe bağlı)

Proje Yönetim Süreçleri	**Proje Tipleri**			
	A	**B**	**C**	**D**
Başlangıç				
Tatmin koşulllarının belirlenmesi	I	I	G	G
Proje başlatma belgesinin oluşturulması	G	G	G	G
Talebin onaylanması	G	G	G	G
Planlama				
Planlama toplantılarının düzenlenmesi	I	I	G	G
Proje önerisinin hazırlanması	G	G	G	G
Proje önerisinin onaylanması	G	G	G	G
Yürütme				
Başlama toplantısının gerçekleştirilmesi	I	I	G	G
Faaliyet çizelgesinin hazırlanması	G	G	G	G
Kaynakların atanması	I	G	G	G
Çalışma bildiriminin ilanı	I	I	I	G
İzleme/Kontrol				
Durumun raporlanması	G	G	G	G
Proje ekip toplantılarının düzenlenmesi	I	I	G	G
Teslimatın onaylanması	G	G	G	G
Kapatma				
Proje çıktılarının denetlenmesi	G	G	G	G
Projenin teslimi	I	I	G	G

Proje Süreçlerinde Zaman Kavramı

Başarılı bir proje yönetimi, birbirlerine sebep-sonuç ilişkisi ile bağlı olan evrelerin ve etkileşimlerinin etkin yönetilmesi ile mümkündür. Proje yönetiminde her ne kadar bir evrenin çıktısı kendinden sonraki evrenin girdisi olarak kullanılsa da, evreler arasında kesin bir sınır yoktur. Bu ilişki bir döngü olarak devam eder. Evrelerin arasında kesin bir sınırın olmadığı, aşağıda Şekil-1'den de görülebilir. Şekil-1 evrelerin proje akış zamanına göre, aktivite yoğunluğunu ve evrelerin başlangıç ve bitiş zamanlarını göstermektedir. Buna göre en fazla süren evreler, kontrol ve uygulama evreleriyken, en kısa süren evreler ise başlatma ve sonlandırma evreleridir. Aktivite seviyesi en yüksek olan evre şekilden de anlaşılacağı üzere uygulama evresidir(Coşkun ve Ekmekçi, 2012).

Şekil-1: Proje Yönetim Evreleri Arasındaki Zamansal İlişki



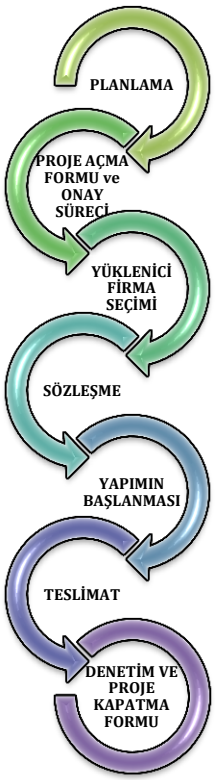
2.BÜYÜK ÖLÇEKLİ BİR FİRMADA PROJE YÖNETİM SÜREÇLERİ

Araştırma yapılan sözkonusu işletme Karaman ilinde Gıda sektöründe faaliyet gösteren büyük ölçekli bir firmadır. Sözkonusu firmada hem kaizen hem de yatırım projelerinin belirli bir sistem içinde ve kullanılan bazı formlarla birlikte yürütüldüğü görülmüştür. Sözkonusu formların en önemli olanlarının ise proje açma ve proje kapatma formları olduğu tespit edilmiş ve bu formların İSO sistemlerine de işlendiği görülmüştür.

Firmada proje yönetim döngüsü genel itibariyle araştırma ve etüt aşamalarıyla başlayıp, gerekli verilerin proje açma formuna işlenmesi ile devam etmekte, daha sonra hiyerarşik sıra itibariyle sözkonusu bu form yöneticilerin onayından geçmektedir. Nihai noktada karar veren üst düzey yönetici onayı akabinde satın alma işlemi gerçekleşmekte ardından gereken noktalarda yüklenici firmalarla irtibata geçilip sözleşmeler imzalanmaktadır. Yapım aşamasına geçildikten sonra ise teslim ve kullanım aşamaları olmakta nihai aşamada kontrollerle birlikte proje kapatma formu düzenlenmektedir. Aşağıda süreçlerin ayrıntılarına da yer verilmiştir. Literatürde genel itibariyle de proje yönetim süreçleri aşağıdaki şekilde olduğu görülmüş, araştırma yapılan firmada bazı farklar olsada genel itibariyle süreçlerin benzeştiği tespit edilmiştir. Firmada yürütülen projelerden, yatırım projesine olarak "un otomasyonu", kaizen projesine olarak da "boş paket ayırma sistemi" örnek projeler olarak gösterilebilir.

Araştıma yapılan firmada proje yönetim süreçleri aşağıda Şekil-1'de verilmiştir.

Şekil-1: Araştırma Yapılan Firmada Proje Yönetim Süreçleri



Sözkonusu firmada proje yönetim süreci 7 aşamada gerçekleşmektedir. Bu aşamalar ; planlama, proje açma formu düzenlenmesi ve onay süreci, yüklenici firma seçimi, sözleşme yapılması, yapımın başlanması, teslimat, denetim ve proje kapatma formu düzenlenmesi şeklindedir. Bu aşamalarda gerçekleşen çalışmalar aşağıda verilmiştir. Bu aşamalar da 4 grupta toplanabilir. Bu 4 grup; Planlama ve Onay Süreci, Yüklenici Firma Seçimi ve Sözleşme Süreci, Yapımın Başlanması ve Teslimat Süreci, Denetim ve Kapanış Süreci şeklinde gösterilebilir.

Planlama Sürecinde; projeyi geliştirmiş olan üretim, satın alma, ar-ge veya diğer birimlerdeki yetkililer sadece kendi birimlerini ilgilendiren bir proje sözkonusu ise kendi aralarında, diğer bölümleri de kapsıyorsa diğer bölümlerle birlikte istişare ve diğer fizibilite çalışma ve hesaplamalarla projeyi değerlendirmektedirler. Bu fizibilite çalışmaları içinde dikkat edilip gözönünde bulundurulan doneler; ürün kalitesine etki, yatırımın geri dönüşü, makine ve çalışanların verimliliği, mevcut sisteme uyum sağlama şeklindedir.

Proje Açma Formu ve Onay Sürecinde; ön fiziblite aşamalarından geçen proje sözkonusu doneleri içerecek şekilde proje açma formunda yazılarak projeyi düzenleyen çalışan ve/veya çalışanların imzalarından başlayıp, ilk departman amirinden devam edip hiyerarşik bir sırayla imza onay süreci sürmektedir

Yüklenici Firma Seçimi Sürecinde; onay süreci son karar verici noktasından geçtiği anda projeyi gerçekleştirecek firmanın seçilmesi aşaması başlamaktadır. Bu aşamada satın alma departmanı ve yatırım işleri ile uğraşan diğer teknik gruptan yardım alınmakta ve karar verilmektedir. Sözkonusu proje cüzi sarf malzemesi satın alımlarını içeren bir kaizen projesi ise burada yüklenici firma seçilmemektedir. Doğrudan satın alma gerçekleşip, gelen malzelemelerle birlikte proje başlanıp tamamlanmaktadır.

Sözleşme Yapılması Sürecinde; yüklenici firma seçiminden sonra işin ayrıntılarını içeren sözleşme hazırlanmakta ve teslimat esnasında bu sözleşme maddeleri uyarınca hareket edilmektedir.

Yapımın Başlanması Sürecinde; sözleşme yapılması akabinde sözleşmede belirtilen tarih saptamaları uyarınca yüklenici firma eğer doğrudan kendisi imalatçı bir firma ise yapıma başlamakta, veya ithalatçı vb. firma ise sipariş aşamasını başlatmaktadır.

Teslimat Sürecinde; yine sözleşmede belirtilen teslimat tarihlerine göre yüklenici firma proje içeriği ne gerektiriyorsa hazır hale getirmekte ve firmaya teslim etmektedir. Teslimatta yaşanan gecikme durumları zuhur ettiğinde ise sözleşmede belirtilen ceza maddeleri işleme alınabilmektedir.

Denetim ve Proje Kapatma Formu Düzenlenmesi Sürecinde; teslimattan sonraki süreçte projenin en başında yapılan fiziblite çalışmalarının perspektifiyle öngördüğü performans kriterleri, projenin niteliğine göre değişmekle birlikte 15 gün-6 ay arası bir süreçle gözlemlenmektedir. Ürün kalitesi, üretim kapasitesi

vb. diğer verimlilik performans değerlerinde istenen sonuçlar elde edildiğinde denetim süreci tamamlanmakta ve proje kapatma formu düzenlenerek tekrar hiyerarşik sıraya göre onay süreci başlamaktadır. Belirtilen süre içerisinde istenilen performansın gerçekleşmediği durumlarda ise, gerekli açıklamalar yapılarak ve gerektiğinde sözleşme gereği yüklenici firmaya ceza vb. durumlar da değerlendirilerek proje kapatma formu düzenlenmektedir.

3.SONUÇ

Proje yönetimi planlamış bir yaklaşımın yokluğunda verimlilik kayıplarına sebebiyet verebileceği gibi projenin tamamen olumsuz sonuçlanmasına da neden olabilir. Özellikle bu durum son yıllarda genel kabul görmüş bir kaide olarak ortaya çıkmış durumdadır. Bu cihetten hareketle projeler belirli bir sistem yaklaşımı içinde plan ve program dahilinde yapılmalıdır. Araştırma yapılan sözkonusu firmada da proje yönetiminin belirli bir sistem dahilinde yürütülmeye çalışıldığı tespit edilerek, sözkonusu uygulamaların verimlilik artışlarına sebebiyet verdiği de ayrıca öğrenilmiştir.

KAYNAKÇA

Burke, R., Project Management: Planning and Control Techniques, John Wiley & Sons, Fourth Edition, 2003, s.10-11.

Coşkun, O. ve Ekmekçi, İ. (2012). Bir İnşaat Projesinin Evreleri İle Zaman Ve Maliyet Analizinin Proje Yönetim Teknikleri Vasıtasıyla Incelenmesi. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 10 (20): 39-53.

Enver, E., & Kovancı, A. (2004). Proje Yönetimi Ve İnsan Kaynaklari İlişkisi. *Journal Of Aeronautics And Space Technologies*, 1(4), 75-85.

Kerzner, H. R. (2013). Project Management: A Systems Approach To Planning, Scheduling, And Controlling. John Wiley & Sons.

Kwak, Y. H., & Ibbs, C. W. (2002). Project Management Process Maturity (PM) 2 Model. *Journal Of Management In Engineering*, 18(3), 150-155.

Newton, R. (2010). *Project Management Step by Step*. Optimist: İstanbul

Pich, M. T., Loch, C. H., & Meyer, A. D. (2002). On Uncertainty, Ambiguity, And Complexity In Project Management. Management Science, 48(8), 1008-1023.

Shenhar, A. J., & Dvir, D. (1996). Toward A Typological Theory Of Project Management. Research policy, 25(4), 607-632.

Suvacı, E., Lezki, Ş., Uysal, O., Önce, S., Er, F., & Şıklar, E. (2013). Proje Yönetimi. *TC, Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayını.*

Wysocki, R. K. (2011). Effective Project Management: Traditional, Agile, Extreme. John Wiley & Sons.

Yalkı, İ., ”Proje Yönetimi ve Cpm-Pert Teknikleri Üzerine Bir Uygulama”, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi SBE, 2009.

AKADEMİSYENLER TARAFINDAN VERİLEN EĞİTİM SEMİNERLERİNİN İŞGÖRENLERİN MOTİVASYON VE VERİMLİLİĞİNE ETKİSİ (BİR SANAYİ KURULUŞUNDA UYGULAMA ÖRNEĞİ)

Suat Aşkın
Adıyaman Üniversitesi

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, Üniversite-Sanayi İşbirliği Projesi kapsamında gerçekleştirilen periyodik eğitim seminerleri sonucunda bilgi beceri kazanımının yanı sıra verimliliğe yönelik etkilerini, işgören beklenti ve davranışlarına olan etkilerini inceleyerek güncel araştırmalara katkıda bulunmaktır. Bir sanayi kuruluşunda verilen eğitimler sonunda kişisel gelişim ve işgücü verimliliğinin artırılması önemli hedefler arasındadır. Çalışmada seminerlerin verimliliğe etki boyutu bütünsel (motivasyon, ücret, sosyal ilişkiler, eğitim, iletişim) bir çerçevede incelenmiş olup medeni durum ve işyerinde çalışma bölümü açısından bu boyutların farklılık gösterip göstermedikleri araştırılmıştır. Uygulanan anketler sonucunda tekstil sektöründe üretim yapan sanayi kuruluşunda motivasyon ve verimliliğin artırılması için gerekli önlemlerin alınmasına yönelik "İşletmelerde Verimlilik Artırma Seminerleri" (İVAS) oluşturulmuş ve üç yıl boyunca Sanayi İşbirliği Projesi kapsamında bu eğitimlerin sanayi kuruluşunda verilmesi kararlaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: İşgücü Verimliliği, Motivasyon, Eğitim.

IMPACT OF TRAINING SEMINARS GIVEN BY ACADEMICIANS ON THE MOTIVATION AND PRODUCTIVITY OF THE WORKERS (A PRACTICE EXAMPLE IN AN INDUSTRIAL ENTERPRISE)

ABSTRACT

The purpose is to examine the effect of "motivation" which plays an important role in institutions on labor force productivity in an industrial enterprise. It is also aimed at providing contribution to recent studies by examining its effects on productivity as well as knowledge and skill gain due to periodical training seminars and those on expectations and behaviors of employees. Important targets of such trainings include personal development and increase in labor force productivity. In this sense the study examined the productivity aspect of training seminars in an integral frame (motivation, wage, social relations, training and communication) and whether such aspects exhibit differences in terms of marital status and department. As a result of the applied questionnaire, "Seminars for Increasing Productivity in the Enterprise (IVAS) established for the necessary measures to be taken with the purpose of increasing motivating and productivity in the industrial enterprise making production in the textile sector and it has been finalized that these trainings will be given within the scope of Industrial Cooperation Project (ICP) for three years.

Keywords: Labor productivity, Motivation, Education.

1. GİRİŞ

Her kuruluşun en önemli stratejik kaynaklarından biri kendi personelidir. Teknolojinin çok hızlı geliştiği ve değiştiği günümüzde her kuruluş için personel eğitimi, hayati önem taşıyan bir ihtiyaçtır haline gelmiştir. Bir işletmenin rekabet kabiliyeti ve çevre şartlarına uyumu personel kalifiyesi dahil olmak üzere bir çok etkene bağlıdır. Uzun vadeli rekabet avantajları yaratan üretim kaynaklarından biri olan personelin verimlilik yönetiminde önemli bir yeri vardır. Batı uzmanlarına göre şirket personelinin bilgi, beceri ve potansiyelini geliştirme ile ilgili yenilikler, ürün kalitesi, üretim teknolojisi ve organizasyonunun iyileştirilmesinde yeniliklerle kıyasla öncelikli öneme sahiptir. Dolayısıyla personele yapılan yatırımlar en güvenilir yatırımlardır. Personelin eğitimi ve gelişmesi, şirketin piyasada yer alan değişiklik ve çağrılara vermesi gereken etkili bir tepkidir. Bu yüzden gittikçe daha çok şirket personel gelişmesine yatırım politikası ve rekabet avantajları güçlendirme alanında öncelikli bir çözüm gözüyle bakar. Bununla birlikte işin diğer gerçek yönü de vardır. Personel eğitimi çok masraflı bir iştir. Sonuçları ise oldukça uzun süre içinde kendini belli eder. Bu güne kadar insanlar mükemmel bir eğitim sistemini hala bulamadıkları için bu alandaki araştırmalar aktif biçimde devam etmektedir. Bu sorunun çözümünü işletme, pedagoji, psikoloji gibi birçok bilim alanı ilgilendirir. Bu araştırmanın amacı, sanayi işletmesi için kurum verimliliğini artırmanın şartı olarak personel eğitim sistemi oluşturmaktır. Bu amaca ulaşmak için verimlilik ve motivasyon üzerine kaynakların teorik analizi, sanayi şirketi personeli için eğitim programının hazırlanması ve eğitimin yapılması ve sonuçların analizi gerçekleştirilmiştir.

2. VERİMLİLİK TANIMLARI

İnsanlık tarihi kadar eski olan ve insanların yaşamlarını sürdürebilmek için üretmeye başladığı günlerden beri süregelen verimlilik kavramı (Tokta, 2002), üreten insan, üretim şekli, üretilen ürün ve üretilenin kullanımıyla doğrudan ilişkilidir. Günümüz işletmeleri diğer işletmelere göre rekabet üstünlüğü sağlayabilmeleri için göz önünde bulundurmaları gereken faktörlerden biridir. Verimlilik en basit anlamıyla girdilerin çıktılara oranı veya girdilerin çıktılara dönüştürebilme becerisi olarak tanımlanmaktadır (Sönmez, 2002).

Toplumsal ve ekonomik gelişme, insanlara daha iyi bir gelecek sağlanması demektir. Ekonomik gelişmenin bir itici gücü olarak verimlilik artışının nihai hedefi, insan yaşam kalitesini artırmaktır. Geçmişte, ülkeler ve insanlar, değer yaratmanın temel etkenlerine daha fazla erişim için mücadele ettiler. Güçlüler daha iyi bir yaşam kalitesi uğruna güçsüzleri sömürdüler. Fakat çağdaş dünya, sömürü yoluyla katma değer aktarılmasına izin vermez. Bugün ve gelecekte, hayatta kalmanın ve zenginleşmenin tek yolu, daha yenilikçi ve daha verimli olmaktır (Prokopenko, 2004).

Performans en basit tanımıyla verimliliğin ölçülmesidir. Bu ölçme kurum içi yapılırsa kurumsal performans, çalışanlara yönelik yapılırsa personel performans değerlendirmesi amacı taşır ve işletmelerin personel politikasının etkinliğini ölçmede yarar sağlar. Bunun yöneticiye olduğu kadar kuruma yansıyan sonuçları da olacaktır (Filiz, 2008).

İşgücü verimliliği gerek işletme yöneticileri, gerekse sendikalar tarafından üzerinde önemle durulan bir ölçüm aracı haline gelmiştir. Özellikle toplu pazarlık sistemlerinde işçi ücretleri için verimliliğin esas alındığı işletme ya da sektörlerde işgücünün verimliliği önemli bir göstergedir. İşgücü verimliliğinin yüksek olması diğer unsurların da verimliliğini artırır. Böylece toplam faktör verimliliği de yüksek gerçekleşecek demektir. Bu durumda işgücü verimliliğinin diğer tüm verimlilik sonuçlarını da etkileyen "lokomotif" özellikte ve önemde bir verimlilik olduğu ortaya çıkmaktadır (Uğur, 2013).

Bir ülkede verimliliğin artmasıyla birlikte, işlemelerde verimlilik artmakta bu da milli gelirin artmasına imkân vermektedir. Günümüz dünyasında esnek bir faktör olan insan kaynaklarının verimliliğe katkısı diğer bütün kaynaklardan daha fazladır. İnsan kaynakları dışındaki diğer kaynaklara yönelik uygulanan verimlilik artırma tekniklerinin sağlayacağı imkânlar belli bir düzeye kadardır. Bir ülkede ulusal refahın artırılmasında verimliliğin rolü oldukça büyüktür. Bugün verimlilik artışından yararlanmayan insan veya işletme göstermek mümkün değildir. İşletmelerde verimlilik artışı işgücünün etkililik ve kalitesindeki artıştan kaynaklanmaktadır. Dolayısıyla günümüzde verimliliğin, gerçek ekonomik kalkınmanın, sosyal ilerlemenin ve yaşam kalite düzeyi artışının, tüm dünyadaki tek kaynağı olduğunu söylenebilir.

2.1. VERİMLİLİK VE EĞİTİM

Bireylerin ya da toplumların gelişmişlik düzeyleri ile ürettikleri mal ve hizmetin gelişmişliği arasında doğrusal bir ilişki vardır. Ekonomik verimliliği yüksek, yurttaşlarına kaliteli bir yaşam standardı sunan ülkeler, aynı zamanda işgücü eğitiminde de son derece etkindirler. Verimli davranışları ortaya çıkaran, bireylerin tutumları, bilgi ve becerileri ile fırsatların bileşimidir. Bireyin ve toplumun sahip olduğu olumlu değerler sistemi ile eğitim ve öğretimin sağlayacağı bilgi ve becerilerin müştereken ortaya çıkaracağı "verimlilik kültürü", insanların yeni fikirler ortaya atmalarına, özgür gelişimlerine ve

yaratıcılıklarına fırsat verir. Verimlilik kültürü yaşam boyu sürekli eğitimi içerir ve destekler (Düzenli, 1996).

İşletmede verimliliği etkileyen faktörler içerisinde insanın özel bir konumu vardır. Bugün insan kaynakları, bir işletmenin en değerli kaynağını o işletmede çalışan insanlar olarak göstermektedir. Verimlilik geliştirme çabaları önce insandan başlamalıdır. Çalışanların işletme içinde başarılı ya da başarısız bir rol oynamaları, yetenek, beceri ve verimlilikleri gibi nitelikleri ile ilgilidir. Niteliği oluşturan ise, verilen eğitimlerdir (Çapar, 1996).

Aslında eğitim, örgütün ve çalışanın değişen koşulları sürekli takip edebilmesi için temel bir fonksiyon görmektedir. "Yakın gelecekte zihinsel beceri gerektirmeyen tüm faaliyetler makinalara devredileceği için, insanların ancak zihinsel becerileri ile ekonomik yaşamda yer alacakları bir gerçektir" (Ekin,1997).

3. MOTİVASYON TANIMLARI

Motivasyon kelimesi hareket etmek anlamına gelen MOT-Movere (hareket) kökünden ve sözcüğünden gelmektedir. Davranış bilimlerinde ise motivasyon kavramı içten ve dıştan gelen itici kuvvetlerle belli bir hedefe yönelen amaçlı davranışlar için kullanılır. Çoğu zaman motiv Türkçe karşılığı olarak da "güdü, dürtü veya harekete geçirici" kullanılır. Bununla birlikte motivasyon, bir insanı belirli bir amaç için harekete geçiren güç, enerji demektir. Ayrıca motivasyonu bir veya birden fazla insanı, belirli bir hedefe, amaca doğru sürekli bir şekilde harekete geçirmek için yapılan çabaların toplamı şeklinde de tarif etmek mümkündür (Yılmazer, Eroğlu, 2010).

İş tasarımındaki psikolojik unsurları tartışmak, iş tatminine ve motivasyona katkıda bulunan faktörleri de incelemeyi sağlar. Bu psikolojik faktörlere ek olarak parasal faktörler de vardır. Para, finansal motive edici faktör vazifesi görür. Bu parasal ödüller, ikramiyeler, kar paylaşımı ve özendirici sistemler olabilir.

Özendirici sistemler ABD'deki sanayi kuruluşlarının yarısı birey ya da grup üretkenliği üzerinde kurulur. Önceden belirlenmiş standartların üstünde üretim yapmayı başarmış kişi ya da gruplarla ilgilidir. Bu standartlar görev başına zamanla ya da üretilen parçaların sayısına göredir. Standart zamanlar bazen ölçülmüş günlük çalışma olarak adlandırılır; başarılan standart zaman miktarına göre ücret ödenir. Parça oranlı sistemde ise her parça için standart zaman tayin edilir ve çalışan ürettiği parça başına ücret alır (Ayanoğlu, 2006).

Yeni işgörenler, ne kadar mükemmel olurlarsa olsunlar, örgüte tam olarak nadiren uyum göstereceklerinden, işlerini etkili bir biçimde ifa edebilmelerini sağlamak maksadıyla yönlendirilmeli ve eğitilmelidirler. İhtiyaçlar değiştikçe de, yeniden yerleştirme uygulamasına gidilmelidir. Sonuçta insan kaynakları planları yeni kadrolama ihtiyacını öngörebilir. Yeni ortaya çıkan ihtiyaçlar, ilave işgören adayları tedarikiyle veya mevcut çalışanların geliştirilmesiyle karşılanır. Geliştirme eylemiyle, örgüte sürekli katkıda bulunmalarını temin etmek ve gelişme için onların arzu ve isteklerini karşılamak maksadıyla işgörenlere yeni bilgiler, beceriler ve yetenekler kazandırılır (Bingöl, 2003).

4. ARAŞTIRMANIN İÇERİĞİ

4.1. Araştırmanın Amacı

Kurumlarda önemli bir yere sahip olan *motivasyonun*, bir sanayi kuruluşu olan işletmede *işgücü verimliliğine* etkisini incelemektir. Periyodik eğitim seminerleri sonucunda bilgi ve beceri kazanımının yanı sıra verimliliğe yönelik etkilerini, işgören beklenti ve davranışlarına olan etkileri inceleyerek güncel araştırmalara katkıda bulunmaktır. Akademisyenler tarafından verilen eğitim seminerlerinin verimlilik boyutu bütünsel (motivasyon, ücret, sosyal ilişkiler, eğitim, iletişim) bir çerçevede incelenmekte olup medeni durum ve işyerinde çalışma bölümü açısından bu boyutların farklılık gösterip göstermedikleri araştırılmaktadır.

4.2. Araştırmanın Örneklem Yöntemi ve Ölçeği

Araştırma eğitim alan 183 kişilik bir çalışma grubunun katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Motivasyon ve verimlilik alanları, işgören beklentileri ve görüşlerinin tespiti doğrultusunda 58 adet sorudan oluşan bir ölçek geliştirilmiştir. Sanayi kuruluşunda 400 kişi çalışmakta olup, örneklem büyüklüğü % 5 hata payı ile % 95 güven aralığında ideal örneklem büyüklüğü 183 olarak belirlenmiştir.

4.3. Araştırmanın Değerlendirme Biçimi

Anketin güvenirlik testi olan Cronbach's Alpha ve KMO değerleri 0,902 olarak çıkmıştır. Bu değerin % 85'in üzerinde olması yapılan araştırmanın güvenirlik derecesinin oldukça yüksek olduğunu göstermektedir. Çalışmada güvenilirlik ve faktör analizlerinin yanı sıra; motivasyon, ücret, sosyal ilişkiler, eğitim, iletişim boyutunun medeni durum, işyerinde çalışılan bölüm (idari ve üretim bölümü) açısından anlamlı farklar oluşturup oluşturmadığını belirlemek için "Bağımsız Gruplar t-Testi (independent-samples t-test)" yapılmıştır.

4.4. Araştırmanın Kısıtları

Tespit edilen bulgular İstanbul ili ve çevresinde ikamet eden sanayi çalışanlarının; motivasyon, ücret, sosyal ilişkiler, eğitim, iletişim boyutunun medeni durum, işyerinde çalışılan bölüm (idari ve üretim bölümü) açısından anlamlı farklar oluşturup oluşturmadığına yönelik sonuçlardır. Bu sebeple mevcut bulguların diğer sanayi kuruluşlarında çalışanlar için genel bir durum arz ettiği söylenemez. Sonuçların genelleştirilebilmesi için daha fazla sayıda sanayi kuruluşlarını kapsayacak, farklı birikim ve kültürlerde yetişmiş çalışanları içerecek şekilde bir çalışmanın yapılması gerekmektedir.

5. ARAŞTIRMANIN BULGULARI

Anket uygulamasının yapıldığı form 82'si erkek, 101'ü kadın olmak üzere 183 kişi tarafından cevaplandırılmıştır. Araştırma kapsamında toplam 58 soru sorulmuş olup, bunların 51 tanesi çalışan beklentileri ve bu beklentilerin önem derecesi tanımsal istatistik yöntemleri kullanılarak değerlendirilmiş ve her bir ifadeye yönelik ortalama ve standart sapma değeri tablo.1 ve tablo 2'de gösterilmiştir.

5.1. Medeni Durum Açısından

Uygulamada işgörenlerin medeni durumları "evli ve bekar" olarak iki seçenekle belirlendiğinden alt boyutlara ilişkin medeni durum açısından anlamlı farkların olup olmadığını belirlemek için bağımsız gruplar t-testi yapılmıştır. Araştırmaya katılan bekarların sayısı 78 olup, evlilerin sayısı 106 kişiden oluşmuştur. Ülkemizde genç nüfus çoğunlukta olmasına rağmen işte çalışanların çoğunluğu evlilerden oluşmaktadır. Dolayısıyla burada iki durum irdelenebilir: Birincisi işyeri işe alım sürecinde evlileri tercih etmektedir, ikincisi evlilerin maddi yönden daha fazla işe ihtiyaç duymaları, üçüncü olarak gençlerin bir iş yerinde uzun süre istikrarlı olarak çalışmamaları düşünülebilir.

Tablo 1. Medeni duruma göre alt boyutlar

	Medeni Durumunuz	N	Mean	Std. Deviation	t	p
Sosyal İlişkiler Durumu Toplam	Bekar	78	12,115	4,6458	-1,302	,825
	Evli	106	13,028	4,7378		
Motivasyon Durumu Toplam	Bekar	78	10,744	4,6135	-,370	,927
	Evli	106	11,000	4,6660		
Ücret Durumu Toplam	Bekar	78	11,013	3,6127	,120	,656
	Evli	106	10,943	4,0844		
Eğitim Durumu Toplam	Bekar	78	11,923	4,1208	-,045	,279
	Evli	106	11,953	4,6072		

5.1.1. Medeni Duruma Göre Sosyal İlişkiler Alt Boyutu

Tablo 1 değerlendirildiğinde çalışmanın birinci boyutu olan sosyal ilişkiler durumu medeni durum açısından bekarların ortalamaları ile evlilerin ortalamaları arasında fark gözlenmiştir (X_{bekar}=12,115; X_{evli}=13.028). Ortaya çıkan bu farkın anlamlı olup olmadığını tespit etmeye yönelik t- testi gerçekleştirilmiştir. Yapılan t testinin sonuçlarına göre (t=-1,302; p=0.825→ p>0.05) bu fark anlamsız çıkmıştır. Medeni duruma göre çalışmada bekar işgörenlerin sosyal ilişkiler hakkındaki görüşleri ile evli işgörenlerin beklentileri arasında anlamlı bir fark yoktur.

5.1.2. Medeni Duruma Göre Motivasyon Alt Boyutu

Uygulamanın ikinci alt boyutu olan motivasyon boyutunda medeni duruma göre bekarların ortalama değerleri ile evlilerin ortalama değerleri arasında çok az fark olduğu belirlenmiştir (X_{bekar}=10,74; X_{evli}=11.00). Belirlenen bu farkın anlamlı olup olmadığı tespit edilebilmesi için bağımsız t- testi uygulanmıştır. Uygulanan t- testinin değerlerine göre (t=-370; p=0.927→ p>0.05) belirlenen fark anlamsız bulunmuştur. Medeni duruma göre bekar işgörenlerin motivasyonla ilgili görüşleri ile evli işgörenlerin motivasyonla ilgili görüşleri arasında anlamlı fark olmadığı gözlemlenmiştir. Uygulamada bekarların ve evlilerin motivasyonla ilgili görüşleri farklılık göstermemekte olup, homojen bir yapıya sahiptir. İşgörenlerin motivasyonlarını artırmaya yönelik faaliyetleri hem bekar hem de evli işgörenler olumlu görmekte olup, bu durum işyerinde bekar ve evli kişilere yönelik herhangi bir ayrımcılığın yapılmadığına yönelik bir durum olduğunu söylemek mümkündür.

5.1.3. Medeni Duruma Göre Ücret Alt Boyutu

Gerçekleştirilen uygulama sonucunda araştırmanın üçüncü alt boyutu alt boyutu olan ücret boyutunda medeni durum değerlendirildiğinde, bekarların ortalamaları ile evlilerin ortalamalarının farklı olduğu görülmektedir (X_{bekar}=11,01; X_{evli}=10.94). Ortaya çıkan 0,07 değerindeki bu farkın anlamlı olup olmadığını belirlemek için t- testi yapılmıştır. Yapılan t testinin sonuçlarına göre (t=0,120; p=0.656→ p>0.05) bu fark anlamsız çıkmıştır. Medeni duruma göre bekarların ücrete yönelik görüşleri ile evlilerin

ücrete yönelik görüşleri arasında anlamlı bir farkın bulunmadığı gözlemlenmiştir. Buradan işyerinde bekar ve evli kişilere yönelik ücretle ilgili herhangi bir ayrımcılığın yapılmadığı sonucu çıkarılabilir.

5.1.4. Medeni Duruma Göre Eğitim Alt Boyutu

Yapılan uygulama sonucunda araştırmanın dördüncü alt boyutu olan eğitim boyutunda medeni durum incelendiğinde, bekarların ortalamaları ile evlilerin ortalamalarının farklı olduğu görülmektedir (X_{bekar}=11,01; X_{evli}=11.92). Ortaya çıkan 0,9 değerindeki bu farkın anlamlı olup olmadığını belirlemek için t- testi yapılmıştır. Yapılan t testinin sonuçlarına göre (t=-,045; p=0.279→ p>0.05) bu fark anlamsız çıkmıştır. Medeni duruma göre bekarların eğitime yönelik görüşleri ile evlilerin eğitime yönelik görüşleri arasında anlamlı bir farkın bulunmadığı gözlemlenmiştir. Yani işletmede çalışan işgörenler şirket tarafından verilen eğitimlerin faydalı olacağına dair görüş birliğine sahiptirler.

5.2. İşyerinde Çalışma Bölümünü Açısından

İşgörenler çalışma bölümleri açısından sosyal ilişkiler, motivasyon, ücret ve eğitim alt boyutları olarak incelenmiştir. Bu inceleme sonucunda idari bölümde çalışan personelin 66'sı, üretim bölümünde çalışan personelin ise 112'si araştırmada yer almıştır.

Tablo 2. İşyerinde çalışma bölümüne alt boyutlar

	İşyerinde Çalıştığınız Bölüm	**N**	**Mean**	**Std. Deviation**	**T**	**p**
Sosyal İlişkiler Durumu Toplam	İdari Bölüm	66	13,879	4,4081	2,939	,483
	Üretim Bölümü	112	11,777	4,7224		
Motivasyon Durumu Toplam	İdari Bölüm	66	12,394	4,8417	3,393	,395
	Üretim Bölümü	112	10,000	4,3641		
Ücret Durumu Toplam	İdari Bölüm	66	12,076	4,2978	2,925	,174
	Üretim Bölümü	112	10,366	3,4170		
Eğitim Durumu Toplam	İdari Bölüm	66	12,742	4,0242	1,895	,052
	Üretim Bölümü	112	11,455	4,5715		

5.2.1. İşyerinde Çalışma Bölümüne Göre Sosyal İlişkiler Alt Boyutu

İşgörenler çalışma bölümlerine göre sosyal ilişkiler açısından incelendiğinde idari bölüm ortalamaları ile üretim bölümü ortalamaları arasında 2,1 değerinde büyük bir farkın olduğu görülmektedir. (X_{id}=13,87; $X_{ür}$=11,77). Bu farkın anlamlı olup olmadığını belirleyebilmek için t-testi uygulanmıştır. Bu testin sonuçlarına göre (t=2,939 p=0,483→ p>0.05) bu fark anlamsız çıkmıştır. Yani araştırmaya katılan idari bölüm çalışanları ile üretim bölümü çalışanları arasında sosyal ilişkiler boyutuyla anlamlı bir farkın olmadığı belirlenmiştir. Bir başka ifade ile idari bölüm çalışanları ve üretim bölümü çalışanlarının hizmet memnuniyetleri arasında farklılık görülmemektedir. Ayrıca ortalamalar arasında farkın büyük olması sonucu olumsuz yönde etkilememektedir. Bu da şunu göstermektedir: İşletme hem yönetici kadroya hem de işçi kadrosuna eşit ve adil muamelede bulunmaktadır. Bu durum üst yönetim politikalarının tabana kadar olumlu yönde yayıldığı anlamına gelmektedir. Sosyal açıdan doyuma ulaşan çalışanların motivasyonlarının da yüksek olacağı bir gerçektir.

5.2.2. İşyerinde Çalışma Bölümüne Göre Motivasyon Alt Boyutu

Uygulamanın ikinci alt boyutu olan motivasyon alt boyutu işyerinde çalışma bölümlerine göre incelendiğinde, idari bölümde çalışan personelin ortalamaları ile üretim bölümünde çalışan personelin ortalamaları arasında fark vardır (X_{id}=12,39; $X_{ür}$=10,00). Meydana çıkan bu farkın anlamlı olup olmadığını belirlemek için bağımsız gruplar t- testi yapılmıştır. Uygulanan testin sonuçlarına göre (t=3,393; p=0.395→ p>0.05) bu fark anlamsız çıkmıştır. İşyerinde çalışma bölümüne göre motivasyon durumuna yönelik işgörenlerin görüşleri arasında anlamlı bir fark gözlemlenmemiştir. Dolayısıyla idari bölüm çalışanları ve üretim bölümü çalışanları uygulamaya ilişkin motivasyon ile ilgili görüşleri hem aynıdır hem de aynı önem derecesine sahip olduğu söylenebilir. Bu durum üretim bölümü çalışanlarının idari bölüm çalışanları sayısını ikiye katlamış olsa bile değişmemesi; işveren kurumun alt ve üst yönetim kademelerinde çalışan personelini ayırt etmediğini göstermektedir. Fakat genel olarak bakıldığında idari bölümün yani orta ve üst kademe çalışanlarının motivasyon durumları alt kademe çalışanlarına göre daha yüksek olduğu da dikkat çekmektedir. İşletme bir tekstil işletmesidir ve çalışanlar vardiya usulüyle çalışmaktadır. Kimi zaman gündüz kimi zamanda üretim bölümünde gece çalışan personelin moral ve motivasyon düzeyinin her zaman aynı seviyede olacağı düşünülemez.

5.2.3. İşyerinde Çalışma Bölümüne Göre Ücret Alt Boyutu

Çalışma uygulamanın üçüncü alt boyutunda olan ücret durumlarına göre incelendiğinde, idari bölüm ve üretim bölümü çalışanlarının ortalamaları ortalamaları arasında fark vardır (X_{id}=12,07; $X_{ür}$=10.36). Bu

farkın anlamlı olup olmadığını belirlemek yapılan t- testinin sonuçlarına göre (t=3,393; p=0.395→ p>0.05) bu fark anlamsız çıkmıştır. İşyeri çalışma bölümlerine yönelik personelin görüşleri arasında anlamlı bir fark gözlemlenmemiştir. Bu durumda idari bölüm çalışanı ile üretim bölümü çalışanı uygulamaya ilişkin ücret ile ilgili aynı görüşe sahip olduklarını ve aynı önem derecesini belirttikleri söylenebilir.

5.2.4. İşyerinde Çalışma Bölümüne Göre Eğitim Alt Boyutu

Uygulamanın dördüncü alt boyutunda olan eğitim boyutu çalışma bölümlerine göre incelendiğinde, idari bölüm meslek sahibi olanların ortalamaları ile üretim bölümü meslek sahibi olanların ortalamaları arasında fark vardır (X_{id}=12,74; $X_{ür}$=11.45). Bu farkın anlamlı olup olmadığını belirlemek için yapılan t-testinin sonuçlarına göre (t=1,895; p=0.052→ p>0.05) bu fark anlamsız çıkmıştır. Çalışma bölümlerine göre eğitime yönelik çalışanların görüşleri arasında anlamlı bir fark gözlemlenmemiştir. Bu durumda bir idari bölüm çalışanı ve bir üretim bölümü çalışanı uygulamaya ilişkin eğitim ile ilgili aynı görüşe sahip olduklarını ve aynı önem derecesini belirttikleri söylenebilir. Bununla birlikte idari bölüm çalışanlarının eğitim konusunda daha hassas bir yapıya sahip oldukları görülmektedir.

6. SONUÇ

Araştırmaya katılanların sayısı 82 erkek ve 101 kadın olmak üzere toplamda 183 kişiden oluşmuştur. Cinsiyet dağılımına göre % 44,1 erkek ve % 53,3 kadın dır. İşgörenlerin medeni durumlarına bakıldığında % 41,9 unun bekar % 57'sinin evli, % 1,1 inin ise soruyu cevaplamamış veya unutmuştur.

İşletmede çalışma bölümüne göre dağılımın % 60'ını üretim bölümü çalışanları oluştururken, % 35'lik kısmı idari bölüm çalışanları tarafından oluşturulmuştur. İdari bölümde çalışan idarecilerin yüksek olması grup bünyesinde birçok şirketin bulunmasından kaynaklanmaktadır.

İşletmenin vermiş olduğu ücreti çok düşük ve düşük olarak düşünenlerin oranı % 72 olurken, % 22 si orta, % 4,3'ü ise yüksek bulduklarını belirtmişlerdir. Ücreti yüksek bulanların yönetim kadrosunda çalışanlar olduğu çapraz analiz sonucunda gözlenmiştir. Çalışanları motivasyonunu artıracak tatil ve istirahat durumları ile yapılan analizlerde işletme tavrının bu konuda olumlu yönde olduğu, fakat işgörenlerin başarılarının ödüllendirilmesi konusu üzerinde ise olumsuz olduğu gözlemlenmiştir. Yani işletme işgörenlerini yapmış oldukları başarılarını ödüllendirmemektedir. Bu durum çalışanların büyük çoğunluğunun işçi sınıfından olduğu ve ödüllendirmeyi de para olarak düşündüklerinden dolayı kaynaklanabilir. Terfi konusunda liyakate ve adalete uyulup uyulmama konusunda işgörenlerin yarısı olumlu tavır takınmışlardır. İşgörenlerin yarısı mesai saatlerinden memnun olup, işverenden daha fazla sorumluluk istemektedirler. Ayrıca kurum çalışanları kurumun sunmuş olduğu sosyal imkanlardan orta derecede memnun olduklarını belirtmişlerdir. İşgörenlerin büyük çoğunluğu çalıştıkları işletmeyi statü açısından önemli görürken işletmenin kendilerine hukuki yönden sahip çıktığını savunmuşlar ve eğitim olanaklarından istifade ederken fırsat eşitliğinin ve yeterli ekipman ve teçhizatın olduğunu ancak bu eğitimlerin daha fazla yapılması gerektiğini belirtmişlerdir. Çalışanların birimler arası iletişimi iyi, kendi meslektaşları ve amirleri arasındaki ilişki çok yüksek olup, işe ve çalışanların sorunlarına ilişkin yönetimin duyarlılığı da iyi çıkmıştır. İşgörenler ücret seviyesinin motive olmalarında ve daha verimli çalışmalarında önemli bir etken olduğunu belirtirken kendilerinin takdir edilmelerinin daha da önemli olduğunu vurgulamışlardır. Ayrıca eğitim olanaklarından faydalanmanın da motivasyon ve verimliliklerini olumlu yönde etkileyeceğini belirtmişlerdir.

İşletmede kapasitesinin % 50 si ve daha az kullananların sayısı 25 olup, çalışanların % 31'i ise kapasitelerinin % 100'ünü kullandıklarını belirtmişlerdir. Ücret konusundaki memnuniyetsizliğin bu durumdan dolayı kaynaklandığı söylenebilir.

Araştırmaya göre tekstil üretimi yapan sanayi kuruluşunda İVAS seminerleri sonucunda motivasyon işgücü verimliliği ilişkisi ile ilgili sorunlar incelenmiş olup, iş kalitesinin geliştirilmesi ve işgücü verimliliğinin artırılması noktasında kurum içi ve kurum dışından elde edilen veriler neticesinde tekstil alanında üretim yapan sanayi kuruluşları ilgili diğer sanayi kuruluşları da bilgi desteği alarak daha sağlıklı faaliyetler yürütebilecekleri düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Çapar G., "Kalkınmada En Etkili Silah Verimlilik", Mercek, Sayı:4, 1996, s. 75-76.

Düzenli N., "Eğitim Ve Verimlilik", Mercek, Sayı:4, 1996, s.7.

Ekin N., (1997). Küresel Bilgi Çağında Eğitim-Verimlilik İstihdam, İstanbul Ticaret Odası Yayını, No: 43, s. 97.

Sönmez, G. (2002). Verimlilik ölçümüne bir bakış: APC modeli. Verimlilik Dergisi, 1, 59-76.

Tokta, Y.T. (2002). Geçmişten günümüze verimlilik. Verimlilik Dergisi, 3, 7-36.

Ayanoğlu M. (2006), Üretim Yönetimi, Sakarya Yayıncılık, İstanbul, s. 145.

Filiz A. Üretim Yönetiminde Verimlilik Sırları (2008), Sistem Yayıncılık, İstanbul, s. 22.

Prokopenko J. (2004), Verimliliği Teşvik Kuruluşları: Evrim ve Deneyim, MPM yayınları, Ankara, s. 9.
Uğur A. İşletmelerde Verimlilik Ders Notları, Sakarya Yayıncılık, 2013, İstanbul, s. 51.
Yılmazer A. Eroğlu C. (2010), Davranış Bilimleri ve Örgütsel Davranış, Detay Yayıncılık, Ankara, s.17.
Selçuk YALÇIN, Personel Yönetimi, 5. Baskı, (Beta Ya., İstanbul:1994), s. 193.
Bingöl D. (2003), İnsan Kaynakları Yönetimi, Beta Basım, İstanbul, s. 18.

A MATHEURISTIC SOLUTION APPROACH FOR THE FLEXIBLE EMPLOYEE SCHEDULING PROBLEM

Mustafa Avcı
Dokuz Eylul University

Şeyda Topaloğlu
Dokuz Eylul University

ABSTRACT

Employee scheduling issues are very important for organizations that encounter variable demand pattern for service during the day and across the days of a specified scheduling period. The main problem addressed in this study assigns work shifts and work days to employees within the scheduling period such that the time-varying customer demand is satisfied. In order to cope better with the fluctuating customer demand, organizations may implement a variety of flexible scheduling policies. These policies may be applications of flexible shift start times, flexible break assignments, different shift lengths and days-on patterns. In this study, a matheuristic solution approach is developed for the employee scheduling problem with the mentioned scheduling flexibilities and shift start-time band implementation. The developed algorithm is applied to a set of randomly generated problem instances. The results indicate that the proposed algorithm can produce efficient and effective solutions for the considered problem.
Keywords: Employee scheduling, flexible scheduling policies, matheuristics

ESNEK PERSONEL ÇİZELGELEME PROBLEMİ İÇİN BİR SEZGİSEL ALGORİTMA

ÖZET

Müşteri talebinin gün içerisinde ve haftanın çalışma günleri arasında sürekli değiştiği kurumlarda, personelin nasıl çizelgeleneceği konusu büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmadaki temel problem, belli bir hizmet seviyesini sağlayacak şekilde, personelin çalışma günlerinin ve vardiyalarının belirlenmesidir. Değişken taleple daha iyi mücadele edebilmek için, kurumlar çeşitli esnek çizelgeleme politikaları uygulayabilirler. Bu politikalar esnek vardiya başlangıç saatleri, esnek mola zamanı atamaları, farklı vardiya uzunlukları ve çalışma günü kalıpları gibi uygulamalar olabilir. Bu çalışmada, bahsedilen çizelgeleme politikalarını ve vardiya başlangıç zamanı bandı uygulamasını içeren personel çizelgeleme problemi için bir sezgisel algoritma geliştirilmiştir. Geliştirilen algoritma rastgele üretilmiş bir problem seti üzerinde test edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, önerilen algoritmanın bahsi geçen problem için etkili çözümler üretebildiğini göstermektedir.
Anahtar Sözcükler: Esnek çizelgeleme politikaları, personel çizelgeleme, sezgiseller

1. INTRODUCTION

Employee scheduling issues are very important for organizations that encounter variable demand for service during the day and across a given planning horizon. The variability of demand for service can sometimes be represented as personnel requirements for even 15-minute of planning periods within a working day. The main problem addressed in this study is known as the employee tour scheduling problem in the relevant literature. It deals with assigning work shifts to employees during the day and also work days within the scheduling period (one week, two weeks, a month. etc.). to meet the time-varying customer demand. The practical applications of the scheduling problem can be seen in many service organizations such as call centers, healthcare services and postal services.

In order to fulfill the fluctuating customer demand, organizations may implement a variety of flexible scheduling policies. One such policy is to start shifts at any hour of the operating day (shift start-time flexibility). This policy may assign shifts to workers, which start at different hours on each working day of the employee. When such a policy is implemented, it is necessary to provide enough time for rest between subsequent working days of employees. Therefore, instead of allowing shifts to start at any hour, managers place start-time bands on shifts to which employees may be assigned on each working day of their schedule. For example, if the band width on start-times is determined as two, there can exist at most two different consecutive start-times for each schedule. Another policy is to assign different working days-on patterns to employees during the planning period. For example, the days-on patterns may consist of 8-h shifts with five working days or 10-h shifts with four working days for one-week planning period. Additionally, managers may obtain flexibility in employee schedules by implementing time windows in break timings in which the workers must start and complete their daily breaks. In this study, a matheuristic solution approach is developed for the employee scheduling problem with the mentioned scheduling flexibilities and start time band implementation. The developed algorithm is applied to a set of randomly generated problem instances. The results indicate that the proposed algorithm can produce efficient and effective solutions for the employee scheduling problem.

The remainder of this paper is organized as follows: In Section 2, the related literature is given. In Section 3, detailed information about our solution methodology is presented. The computational results are presented in Section 4. Finally, concluding remarks and future research directions are given in Section 5.

2. RELATED LITERATURE

The employee scheduling problems have often been modeled by using a general set-covering formulation originally suggested by Dantzig (1954), as shown below:

<u>*Notation:*</u>

i: index for the days of schedule, $i = 1,..., n$

m: number of schedules

l: index for the planning periods of a working day, $l = 1,..., h$

a_{ilk}: equals 1 if planning period l of day i is a work period in schedule k and zero otherwise

C_k: cost of schedule k

D_{il}: number of employees required during period l on day i

X_k: number of workers assigned to schedule k

<u>*Model:*</u>

$$Min\, Z = \sum_{k=1}^{m} C_k X_k \tag{1}$$

subject to

$$\sum_{k=1}^{m} a_{ilk} X_k \geq D_{il} \quad l = 1,\ldots,h \text{ and } i = 1,\ldots,n \tag{2}$$

$$X_k \geq 0 \text{ ve integer } k = 1,\ldots,m \tag{3}$$

The objective of this model is to minimize the total labor cost. Constraint (2) ensures that sufficient number of workers is available to meet the labor demand in period l on day i. Constraint (3) defines the nature of the decision variables.

In the set covering formulation, each possible employee schedule is represented by a separate integer variable. If the scheduling flexibility is increased, the number of alternative schedules increases rapidly, which makes the solution of the model impossible.

Different solution approaches have been proposed to solve the problem in the related literature. Comprehensive reviews of the related employee scheduling studies can be found in Alfares (2004) and Van den Bergh et al. (2013). Some mathematical programming studies which are devoted to solve the problem can be found in Brusco and Johns (1996), Beamont (1997), Brusco and Jacobs (2001), Lin et al. (2000), Bard et al. (2003), Bard (2004) and Rocha et al. (2013). In addition, many implicit modeling techniques were developed to reduce the number of decision variables in the employee scheduling problems. Addou and Soumis (2007), Isken (2004), Topaloglu and Ozkarahan (2003), Rong (2010) and Rekik et al. (2010) presented implicit modeling approaches for the employee scheduling problem. Exact solution approaches such as column generation, branch-and-price and branch-and-cut were suggested by Brusco (1998), Ni and Abeledo (2007), Brunner and Bard (2013) and Brunner and Stolletz (2014).

The heuristic solution approaches for the employee scheduling problem can be classified into two groups: linear programming based heuristics and constructive heuristics. Henderson and Berry (1976), Keith (1979), Cezik et al. (2001) and Goodale and Thompson (2004) developed linear programming based heuristics for the employee scheduling problem. Constructive heuristics generally consist of two stages, construction and improvement, respectively. Construction based solution approaches for the employee scheduling problem can be found in Gopalakrishan et al. (1993), Thompson (1995), Rocha et al. (2014) and Veen et al. (2015). In addition to the heuristic solution approaches, metaheuristic algorithms were also proposed to solve the problem. Tanomaru (1995) presented genetic algorithm based solution approaches for the problem. Simulated annealing based algorithms were developed by Goodale and Tunc (1998) and Easton and Russin (1997). Moreover, tabu search algorithms were proposed by Brusco and Johns (2011) and Dahmen and Rekik (2014).

To the best of our knowledge, although there exist many employee scheduling studies which consider different type of flexible scheduling policies, none of them involve shift start-time flexibility, part-time employees, start-time bands, break time windows and flexible days-on patterns together. Despite the fact that taking all of these scheduling policies into consideration can increase the number of possible employee schedules, it can lead to a remarkable reduction on the labor cost if it is solved effectively. The aim of this study is to develop a matheuristic solution approach that can provide high quality solutions to the large size employee scheduling instances.

3. SOLUTION METHODOLOGY

In this study, we propose a local search based matheuristic algorithm, MA, for the employee scheduling problem. In the proposed solution approach, a perturbation mechanism is employed to escape from local minima. The main steps of MA are depicted in Figure 1.

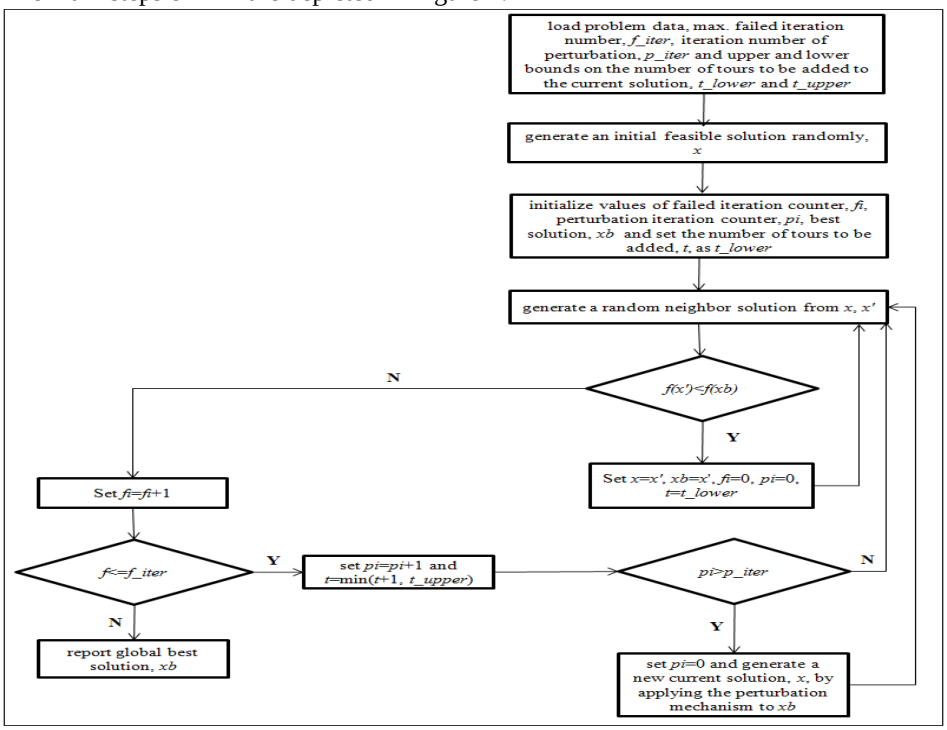


Figure 1. Main steps of MA

MA starts with a randomly created initial solution, *x*. At each iteration, a candidate solution, *x'*, is generated by using a neighborhood structure decsribed below. If the algorithm fails to find an improved solution at a specified number of iterations consecutively, a perturbation mechanism is applied to the current solution to diversify the search process. The specified number which is marked as *p_iter* in the figure, can be called as perturbation iteration number. The algorithm is terminated if no improved solution is found at a maximum number of failed consecutive iterations, *f_iter*. In the following subsections, solution encoding, decoding, neighborhood generation and perturbation mechanisms are explained, respectively.

3.1. Solution Encoding and Decoding

The solution encoding mechanism is illustrated in Figure 2. As can be seen from the figure, solutions are represented as an array of numbers where each number corresponds to a selected schedule.

ES1	ES2	ES3	ES4	ES5	ES6	ES7	ES8

Figure 2. An example for solution encoding

In our decoding mechanism, we solve the integer linear model of the problem that only consists of the schedules that are available in solution encoding to find how many workers are assigned to each selected schedule.

3.2. Neighborhood Generation Mechanism and Perturbation Mechanism

In our proposed algorithm, neighborhood solution is generated by adding randomly selected schedules to the current solution. The number of schedules to be randomly selected at this mechanism is changed within prespecified values (minimum and maximum number of schedules to be added). At the beginning of the algorithm, minimum number of schedules, *t_lower*, is used for neighbor generation. As the algorithm fails to improve the solution, the number of schedules to be employed is increased by one unit unless it is lower than the specified maximum number, *t_upper*. When an improved solution is found during the search process, the number of schedules to be used at this mechanism is initialized to its minimum value again.

In the perturbation mechanism, a randomly selected schedule is initially deleted from the solution. After that, new schedules are added to the current solution until it is guaranteed that all demand points are covered.

4. COMPUTATIONAL STUDY

In order to test the performance of the proposed approach, a problem instance that contains hourly demands for one week of a telephone company is taken from McGinnis et al. (1978). By employing different break window policies, days-on patterns and start-time bands, we created 12 different problem instances. The created scheduling environments and the problem specifications are given in Tables 1 and 2, respectively.

Table 1. Scheduling Environments

Scheduling Environment	Shift Types	Break Window Size
1	8-, 10-, 12-h shifts	1 h for all shift types
2	8-, 10-, 12-h shifts	1 h for 8-h shifts, 2 h for other shift types
3	8-, 10-, 12-h shifts	2 h for all shift types
4	8-, 10-, 12-h shifts	3 h for all shift types

The developed algorithm is coded in Matlab and run on a 2.20 GHz intel core duo 2 T 7500 computer. It is executed ten times for each problem instance. The set covering formulation of the problem is coded and run on LINGO 14. The execution of the model has been limited to 7200 CPU seconds.

The computational results are reported in Table 3. For MA, we report the best solution, the average solution and the average computation time observed from each instance. As seen from the table, LINGO produced only four optimal solutions out of 12 instances. It is noticeable that LINGO failed to provide a feasible solution for five large-size problem instances. Subsequently, the developed metaheuristic algorithm provided its ultimate solutions in shorter computation times compared to LINGO solutions. Besides, MA generated a feasible solution for each problem instance in a reasonable computation time.

Table 2. Problem specifications

Instance	Scheduling Environment	Bandwith
1	1	1
2	1	2
3	1	3
4	1	4
5	2	1
6	2	2
7	2	3
8	3	1
9	3	2
10	3	3
11	4	1
12	4	2

Table 3. Computational results

Instance	Number of variables	Number of constraints	LINGO		MA		
			Objective Value	CPU time (s)	Min.	Avg.	CPU time (s)
1	504	168	197	209.7	197	197.6	67.8
2	8904	168	195*	7200	195	196.5	138.5
3	49560	168	195*	7200	195	196.9	215.6
4	166824	168	**	7200	195	197.3	357.4
5	4200	168	196	37.9	196	196.8	107.2
6	54936	168	195*	7200	195	196.8	219.8
7	235704	168	**	7200	195	197.2	332.4
8	9408	168	191	47.8	191	192	140.1
9	216384	168	**	7200	193	194	455.9
10	1334592	168	**	7200	194	194.2	558.6
11	79296	168	188	890.4	188	191.1	170.9
12	2040192	168	**	7200	192	192.9	948.6

* optimality is not confirmed after the specified CPU

** no feasible solution found

5. CONCLUSION

In this study, a matheuristic algorithm, MA, which combines local search and mathematical programming is developed to solve an employee scheduling problem that assigns work shifts and work days to employees within the scheduling period such that the time-varying customer demand is satisfied. The proposed MA involves a perturbation mechanism that provides diversification in the search process. Computational experiments have been performed to test the efficiency of the proposed approach. The results show that the developed MA gives high-quality solutions in reasonable computation times. In the further research, as we cannot know exact values of the demand quantities, we focus on the employee scheduling problem with probabilistic demand patterns.

REFERENCES

Addou, I., & Soumis, F. (2007). Bechtold-jacobs generalized model for shift scheduling with extraordinary overlap. *Annals of Operations Research*, *155*(1), 177-205.

Alfares, H. K. (2004). Survey, categorization, and comparison of recent tour scheduling literature. *Annals of Operations Research*, *127*(1-4), 145-175.

Bard, J. F. (2004). Staff scheduling in high volume service facilities with downgrading. *IIE Transactions*, *36*(10), 985-997.

Bard, J. F., Binici, C., & deSilva, A. H. (2003). Staff scheduling at the United States postal service. *Computers & Operations Research*, *30*(5), 745-771.

Beaumont, N. (1997). Scheduling staff using mixed integer programming. *European journal of operational research*, *98*(3), 473-484.

Brunner, J. O., & Bard, J. F. (2013). Flexible weekly tour scheduling for postal service workers using a branch and price. *Journal of Scheduling*, *16*(1), 129-149.

Brunner, J. O., & Stolletz, R. (2014). Stabilized branch and price with dynamic parameter updating for discontinuous tour scheduling. *Computers & operations research*, *44*, 137-145.

Brusco, M. J. (1998). Solving personnel tour scheduling problems using the dual all-integer cutting plane. *IIE transactions*, *30*(9), 835-844.

Brusco, M. J., & Jacobs, L. W. (2001). Starting-time decisions in labor tour scheduling: An experimental analysis and case study. *European Journal of Operational Research*, *131*(3), 459-475.

Brusco, M. J., & Johns, T. R. (1996). A sequential integer programming method for discontinuous labor tour scheduling. *European Journal of Operational Research*, *95*(3), 537-548.

Brusco, M. J., & Johns, T. R. (2011). An integrated approach to shift-starting time selection and tour-schedule construction. *Journal of the Operational Research Society*, *62*(7), 1357-1364.

Cezik, T., Günlük, O., & Luss, H. (2001). An integer programming model for the weekly tour scheduling problem. *Naval Research Logistics (NRL)*, *48*(7), 607-624.

Dahmen, S., & Rekik, M. (2014). Solving multi-activity multi-day shift scheduling problems with a hybrid heuristic. *Journal of Scheduling*, *18*(2), 207-223.

Dantzig. G. (1954). Scheduling toll collectors. *Operations Research*, *2*(3), 339-341

Easton, F. F., & Rossin, D. F. (1997). Overtime schedules for full-time service workers. *Omega*, *25*(3), 285-299.

Goodale, J. C., & Thompson, G. M. (2004). A comparison of heuristics for assigning individual employees to labor tour schedules. *Annals of Operations Research*, *128*(1-4), 47-63.

Goodale, J. C., & Tunc, E. (1998). Tour scheduling with dynamic service rates. *International Journal of Service Industry Management*, *9*(3), 226-247.

Gopalakrishnan, M., Gopalakrishnan, S., & Miller, D. M. (1993). A decision support system for scheduling personnel in a newspaper publishing environment. *Interfaces*, *23*(4), 104-115.

Henderson, W. B., & Berry, W. L. (1976). Heuristic methods for telephone operator shift scheduling: an experimental analysis. *Management Science*, *22*(12), 1372-1380.

Isken, M. W. (2004). An implicit tour scheduling model with applications in healthcare. *Annals of Operations Research*, *128*(1-4), 91-109.

Keith, E. G. (1979). Operator scheduling. *AIIE Transactions*, *11*(1), 37-41.

Lin, C. K. Y., Lai, K. F., & Hung, S. L. (2000). Development of a workforce management system for a customer hotline service. *Computers & Operations Research*, *27*(10), 987-1004.

McGinnis, L. F., Culver, W. D., & Deane, R. H. (1978). One- and two-phase heuristics for workforce scheduling. *Computers and Industrial Engineering*, *2*, 7-15.

Ni, H., & Abeledo, H. (2007). A branch-and-price approach for large-scale employee tour scheduling problems. *Annals of Operations Research*, *155*(1), 167-176.

Rekik, M., Cordeau, J. F., & Soumis, F. (2010). Implicit shift scheduling with multiple breaks and work stretch duration restrictions. *Journal of scheduling*,*13*(1), 49-75.

Rocha, M., Oliveira, J. F., & Carravilla, M. A. (2013). Cyclic staff scheduling: optimization models for some real-life problems. *Journal of Scheduling*, *16*(2), 231-242.

Rocha, M., Oliveira, J. F., & Carravilla, M. A. (2014). A constructive heuristic for staff scheduling in the glass industry. *Annals of Operations Research*,*217*(1), 463-478.

Rong, A. (2010). Monthly tour scheduling models with mixed skills considering weekend off requirements. *Computers & Industrial Engineering*, *59*(2), 334-343.

Tanomaru, J. (1995). Staff scheduling by a genetic algorithm with heuristic operators. In Evolutionary Computation, 1995., IEEE International Conference on (Vol. 1, p. 456). IEEE.

Thompson, G. M. (1995). Labor scheduling using NPV estimates of the marginal benefit of additional labor capacity. *Journal of Operations Management*, *13*(1), 67-86.

Topaloglu, S., & Ozkarahan, I. (2003). Implicit optimal tour scheduling with flexible break assignments. *Computers & industrial engineering*, *44*(1), 75-89.

Van den Bergh, J., Beliën, J., De Bruecker, P., Demeulemeester, E., & De Boeck, L. (2013). Personnel scheduling: A literature review. *European Journal of Operational Research*, *226*(3), 367-385.

van der Veen, E., Hans, E. W., Post, G. F., & Veltman, B. (2015). Shift rostering using decomposition: assign weekend shifts first. *Journal of scheduling*, *18*(1), 29-43.

KANVAS İŞ MODELİ ANALİZ YÖNTEMİ İLE İŞ MODELİ ÜRETİMİ: ALIŞVERİŞ MERKEZİ ÖRNEĞİ

Erdal Aydemir
Süleyman Demirel Üniversitesi

Günseli Boşgelmez
Süleyman Demirel Üniversitesi

Lale Aydın
Süleyman Demirel Üniversitesi

Hasibe Berfu Demir
Süleyman Demirel Üniversitesi

ÖZET

Günümüzde hızla gelişen teknolojiler ile birlikte, pek çok yenilikçi iş modeli ortaya çıkmaktadır. Bu hızlı değişime ayak uydurmak, rekabet üstünlüğünü sağlamak ise sistematik bir çalışma ile birlikte sürekli gelişmeyi ve yenilenmeyi gerekli kılmaktadır. Kanvas iş modeli analiz yöntemi eski iş modellerinin başarılı bir şekilde revize edilebilmesi ve yeni iş modellerinin daha sağlam temeller üzerine kurulmasında büyük katkı sağlamaktadır. Bu çalışmada, Isparta ilinde faaliyet gösteren büyük bir alışveriş merkezi için yenileme ve iyileştirme modeli tasarlanmıştır. Öncelikle odak noktası olan müşterinin incelenmesi için anket çalışması yapılmış ve elde edilen veriler ile mevcut durum için kanvas iş modeli tuvali ve puan tablosu oluşturulmuştur. Çıkarımlar ve amaçlar göz önüne alınarak yapılması gereken değişikliklerle ilgili önerilerde bulunulmuştur. Sonuç olarak, alışveriş merkezinin bu yenilikçi iş modeli ile rekabet üstünlüğünün sağlanması ve müşteri memnuniyetinin hedeflenen seviyeye getirilmesi için ortaya konulan stratejilerin başarısı, Kanvas iş modeli analiz yöntemi ile sayısal ve görsel olarak gösterilmiştir.

Anahtar Sözcükler: İş Modeli, İyileştirme, Kanvas

A NEW BUSINESS MODEL GENERATION USING CANVAS BUSINESS MODEL: CASE OF A SHOPPING CENTER

ABSTRACT

Nowadays, with the rapid developments in the technology, many innovative business models are emerged. Keeping up with this rapid change, and creating a competitive advantage make continuous improvement and renewal necessary with a systematic work. Canvas business model have greatly contributed to regeneration of old business models successfully and establishment of new business models on a stronger basis. In this study, the renovation and improvement model for a major shopping center operating in Isparta is designed. Firstly, a questionnaire is conducted to observe the customer is the focal point. With the obtained data, canvas business model and point table created for the current situation. Suggestions were made about changes need to be made taking into consideration the inferences and objectives. As a result, the shopping center's provision of competitive advantage with this innovative business model and success of an established strategy to optimize customer satisfaction have been verified as the digital and visual using the Canvas business model.

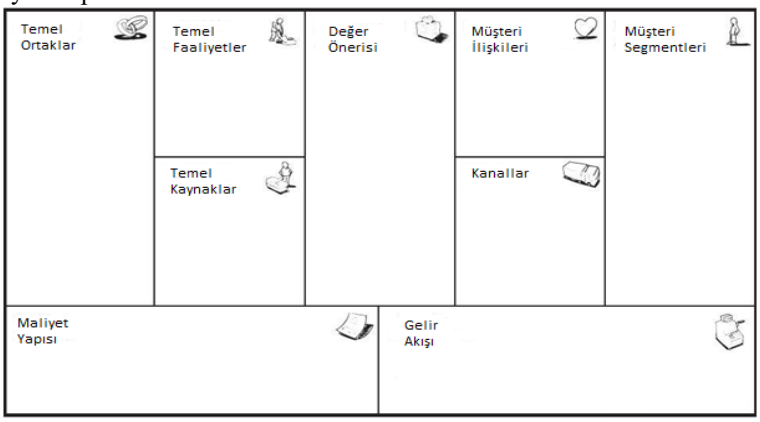
Keywords: Business Model, Improvement, Canvas

1. GİRİŞ

Günümüzde her alanda olduğu gibi iş modeli geliştirme sürecinde de yenilikçi yaklaşımlara rastlanılmaktadır. Eski iş modellerinin dezavantajlarını ortaya koyan, geleceğin şirketleri için tasarlanan modeller her zaman bir adım öne çıkmaktadır. Kanvas iş modeli analiz yöntemi de Google, Apple, Twitter vb. gibi dünya çapında lider şirketlerin kullandığı bir analiz yöntemidir. Ancak ülkemizde çok fazla örneği bulunmamaktadır. Bu projenin amacı ise kanvas iş modeli analiz yöntemini yaygınlaştırarak ülkemizdeki şirketlerin benimsemesini ve hizmet kalitelerini artırabilmelerini sağlamaktır. Ayrıca bu konuda bir farkındalığın ortaya konulması hedeflenmektedir.

Müşteriye değer yaratan tüm faaliyetler belirli bir maliyete neden olmaktadır. Burada beklenen maliyet unsuru olan tüm faaliyetlerin işletmenin ürettiği mal veya hizmetlere olduğundan daha fazla bir değer katmasıdır (Ülgen ve Mirze, 2014). Buna yönelik olarak projeye destek veren ve proje kapsamında süreçlerinin incelendiği Isparta İyaş Park Alış-Veriş Merkezi (AVM) bu yenilik hareketinin ilk adımını oluşturmaktadır. Bu kapsamda Isparta ilinde 2010 yılından itibaren faaliyet gösteren Iyaş Park AVM'nin mevcut iş modelinin incelenerek eksikliklerinin belirlenmesi ve daha çok kar sağlayacak, müşteri odaklı bir iş modelinin en az maliyetle uygulanmaya başlamasıdır. Bu amaçlar doğrultusunda ulaşılması istenen hedeflerin başında yenilikçi bir iş modeliyle Iyaş Park AVM'nin çağın ihtiyaçlarına cevap verebilmesi, rekabet kabiliyetinin yükseltilmesi ve müşteri memnuniyetinin artırılması ve devamında müşterilerin AVM'ye ilgilerinin artırılarak karın önemli derecede yükseltilmesidir.

Osterwalder (2008) tarafından önerilen İş Modeli Tuvalinde, dokuz yapıtaşını sıralanmıştır. Bu yapıtaşlarını, bir şirketin veya işin varlığını sağlayan dört ana unsurun (müşteri-diğer önerisi (veya satılan şey)- alt yapı-finansal süreklilik) tanımını oluşturan unsurlardır. Bu unsurlar : 'Müşteri Grupları', 'Değer Önerisi', 'Kanallar', 'Müşteri İlişkileri', 'Gelir Akışı', 'Temel Kaynaklar', 'Temel Faaliyetler', 'Temel Ortaklıklar', 'Maliyet Yapısı'dır.



Şekil 1: Kanvas İş Modeli Tuvali (Osterwalder, Pigneur, 2013)

Yeni iş modeli tasarlanmadan önce alışveriş merkezi ile görüşülerek halihazırda uygulanan yöntemler ve yönetim stratejileri hakkında çıkarımlarda bulunulmuş ve odak noktası olan müşterinin incelenmesi için anket çalışması yapılmıştır. Anket kapsamında alışveriş merkezinin müşteri segmentleri belirlenmiş, aynı zamanda müşterilerin alışveriş eğilimleri, istekleri, ihtiyaçları ve memnuniyetsizlikleri belirlenmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Oncelikle proje ile ilgili İyaş Park AVM için ön bilgilendirme sunumu hazırlanmıştır. Daha sonra yetkililer ile görüşülerek proje fikri sunum yardımı ile tanıtılmış ve gerekli izinler alınmıştır. Hazırlıklar tamamlandıktan sonra anket çalışması yapılmış ve değerlendirilmiştir.

2.1. Araştırmanın Ana Kütlesi ve Örneklem Büyüklüğü

Araştırmanın ana kütlesini Isparta'daki söz konusu alışveriş merkezinin tüketicileri oluşturmaktadır. Araştırmada Isparta'daki 0-24, 25-35, 36-45, 46-65 ve 65 yaş üstü olmak üzere tüm yaş grupları ana kütle olarak seçilmiştir. Alışveriş merkezinden alınan verilere göre günlük ortalama ziyaretçi sayısının 20.000 olduğu elde edilmiştir.

$$\boldsymbol{n = \frac{N.t^2.p.q}{d.(N-1)} + t^2.p.q}$$

n : Örneklem Hacmi
N : Ana Kütle
p : İncelenen Olayın Görülüş Sıklığı (Gerçekleşme Olasılığı)

q : İncelenen Olayın Görülmeyiş Sıklığı (Gerçekleşmeme Olasılığı)
d : Anlam Düzeyi (Örnekleme Hatası)
t : Kritik t değeri

Buna göre; N=20.000; p=0,9; q=(1-0,09)=0,1; d=0,05; t=1,96 olmak üzere örneklem hacmi;
$\boldsymbol{n}=\frac{\mathbf{20000.(1,96)^2.(0,9).(0,1)}}{\mathbf{(0,05).(20000-1)}}+\mathbf{(1,96)^2.(0,9).(0,1)}=\mathbf{139\ adet}$ olarak hesaplanmıştır. Buna göre ± %5 hata seviyesinde 139 birimden oluşan örneklem büyüklüğü ana kütleyi temsil edebilmektedir.

2.2.Puan Sisteminin Oluşturulması

Puan sistemi oluşturulurken öncelikle yapı taşları ile ilişkili olan anket soruları belirlenmiş ve eşleştirilmiştir. Bu sorular kendi içinde demografik sorular ve Likert ölçeği soruları olmak üzere 2 grupta incelenmiştir. Likert soruları için ağırlıklandırma yöntemi doğrudan uygulanırken demografik sorulara öncelikle nominal değerleme ile hedef grubun en yüksek puanı alması şartıyla 0 ile 5 arasında puanlanmıştır. Daha sonra tüm puanlar aynı tabloda toplanmış ve nihai skor elde edilmiştir.
Nominal değerlemeye örnek bir hesaplama yapacak olursak;

$$Toplam\ Değer\ =\ Değer\ *\ Kişi$$
$$Skor\ =\ (\sum Toplam\ Değer\ /\ \sum Kişi\ )$$
$$Yüzde\ (\%)\ =\ (\ Skor\ /\ 5\ )$$
$$Puan\ =\ Yüzde\ (\ \%\ )\ *\ Soru\ Puanı$$

Aynı şekilde ağırlıklandırmaya örnek verecek olursak; her bir yapıtaşının alt segmentlerine 200 üzerinden puan verilmiştir. Demografik sorular için sayısal bir anket ortalaması değeri olmadığı için yukarıda gösterilmiş olan nominal hesaplama skorlarından yararlanılmıştır.

$$Skor\ =\ (\ Anket\ Ortalaması\ /\ 5\ )\ *\ Puan$$
$$Yüzde\ (\ \%\ )\ =\ (\ Skor\ /\ 5\ )\ *\ 100$$
$$Ağırlık\ =\ Skor\ /\ 200$$

Tablo 1: Nominal değerlendirme örneği

No	Soru	Değer	Kişi	Toplam Değer	Skor	%	Puan
2D	Iyaş Park AVM'nin sunduğu hangi hizmeti daha başarılı buluyorsunuz?						
	Alışveriş	5	76	380			
	Sinema	3	30	90			
	Fast Food	4	38	152			
	Özel gün etkinlikleri	2	5	10			
	Diğer	1	14	14			
		15	163	646	3,962	0,792	11,889

Tablo 2: Ağırlıklı değerlendirme örneği

Yapı Taşı	Anket Ortalaması	Puan	Skor	%	Ağırlık
1) Temel Ortaklıklar (5)					
1A	3,108696	5	3,109	62,174	0,0156

2.3.İyileştirme Önerileri

Bu aşamada önceki dönemde elde edilen ve yorumlanan verilerden çıkarımlar yapılarak iyileştirilmiş model oluşturulmuştur. Kararlar maddeler halinde listelenmiştir. Puan tablosu üzerinde yeniden yapılan çalışmalarda ise tasarlanan yeni modelin geçerli ve daha iyi olduğu görülmüştür. Böylelikle iş modeli ile AVM'nin işleyişi ile arasındaki uyumluluk yaratılmıştır.

- *Tasarım:* Anket sonuçları değerlendirildiğinde müşterilerin İyaş Park AVM'yi yeterince yeniliklere açık bir alışveriş merkezi olarak görmedikleri ve ciddi oranda problemlerine çözüm getirmediğini düşündükleri sonucuna varılmıştır. Bu nedenle mağaza tasarımlarının sıkıcılıktan uzaklaştırılması ve farklılaşmış müşteri deneyimleri yaratılması için inovasyonlar ile müşterilerin ilgisi çekilmeli ve farklı deneyimler yaşatılmalıdır.

- *Çocuk Oyun Alanı:* Yeni iş modelinin hedef kitlesi olan yaş grubundaki en yüksek gelir seviyesine sahip 25-35 yaş aralığı baz alındığında, özellikle çocuk sahibi olan müşterilerin problemlerine çözüm getirebilmek amacı ile alışverişleri sırasında hem rahat bir şekilde alışverişlerini gerçekleştirebilecekleri hem de saatli olarak çocuklarını güvenli bir şekilde emanet ederek hoş vakit geçirebilmesi için oyun alanları oluşturulmalıdır.
- *Müşteri İlişkileri:* Müşteri memnuniyeti ile ilgili anket sorularına verilen cevaplar baz alındığında katılımcıların müşteri ilişkilerinden çok da memnun olmadıkları belirlenmiştir. Memnuniyet oranını yükseltmek için AVM çalışanları ile düzenli bilgilendirme ve değerlendirme toplantıları düzenlenerek eksiklik görülen alanlarda eğitim verilmelidir.
- *''ROSİ'' Kart Uygulaması:* Günümüzde pazarlama faaliyetlerinin en büyük amacı müşteri sadakatini oluşturmaktır. Bu nedenle pek çok firma yaygın şekilde alışveriş sırasında puan kazandıran kartlar sunmaktadır. Aynı şekilde müşterilerin kendilerini özel hissetme ihtiyacı da göz önüne alındığında hem müşteri bilgilerinin veri tabanına kaydedilerek özel günlerinde mesaj gönderilmesi gibi uygulamalar gerçekleştirilmeli hem de bu günlere yönelik kişiye özel kampanyalar yapılmalıdır. Özellikle çekilişlerde nakit alışveriş yapanların daha avantajlı olması sağlanmalıdır.
- *Emanet Alanı Uygulaması:* İyaş Park AVM'nin Isparta otogarının yanında bulunması sebebiyle yolculuk yapan kişilerin bekleme zamanlarında eşyalarını güvenli bir şekilde emanet edebilecekleri alanlar oluşturularak rahatça alışveriş yapmaları sağlanmalıdır.

2.4.İş Tuvalinin Çizilmesi

Uygulamada başlangıç durum (kırmızı) ve iyileştirilmiş durum (mavi) özelliklerini gösteren iş tuvali Şekil 2'de gösterilmiştir.

3. DENEYSEL SONUÇLAR

Çalışma sonunda elde edilen sayısal sonuçlar anket soruları ile birlikte Tablo 3'te verilmiştir.

Şekil 2: Başlangıç ve İyileştirilmiş Durum İçin Kanvas İş Modeli

Tablo 3. Sayısal Sonuçlar

	Başlangıç Durumu			İyileştirilmiş Durum		
Yapı Taşları	**Anket Ort.**	**Puan**	**Skor**	**Anket Ort.**	**Puan**	**Skor**
1) Temel Ortaklıklar (5)						
1A- Iyaş Park AVM'nin marka çeşitliliğini yeterli buluyorum.	3,109	5	3,109	3,109	5	3,109
2) Temel Faaliyetler (30)						
2A- Iyaş Park AVM'de gerçekleştirilen kültürel etkinliklerin yeterli olduğunu düşünüyorum.	2,812	5	2,812	2,812	5	2,812
2B- Iyaş Park AVM'nin özel gün dekorasyonlarını yeterli buluyorum.	2,920	5	2,920	4,620	5	4,620
2C- Iyaş Park AVM'nin açılış ve kapanış saatlerinden memnunum.	2,949	5	2,949	2,949	5	2,949
2D- Iyaş Park AVM'nin sunduğu hangi hizmeti daha başarılı buluyorsunuz? Alışveriş ( ) Sinema ( ) Fast Food ( ) Özel gün etkinlikleri ( ) Diğer ( )	3,963	15	11,890	3,963	15	11,890
3) Temel Kaynaklar (5)						
3A-Iyaş Park AVM'de harcamalarınızı ne şekilde yapıyorsunuz? Nakit ( ) Kredi Kartı ( ) Banka Kartı ( ) Diğer ( )	1,479	1	0,296	1,681	1	0,336

3B- Iyaş Park AVM'ye kolayca ulaşabiliyorum.	4,094	1	0,819	4,094	1	0,819
3C- Iyaş Park AVM'nin müşterileri ile kurduğu iletişim ve ilişkilerden memnunum.	3,312	1	0,662	3,312	1	0,662
3D- Iyaş Park AVM'nin yeniliklere açık bir alışveriş merkezi olduğunu düşünüyorum.	3,072	1	0,614	3,072	1	0,614
3E- Iyaş Park AVM çalışanlarının güler yüzlü olduğunu düşünüyorum.	3,413	1	0,683	3,413	1	0,683
4) Değer Önerisi (45)						
4A- Iyaş Park AVM'ye kolayca ulaşabiliyorum.	4,094	5	4,094	4,094	5	4,094
4B- Iyaş Park AVM'deki ürünlerin fiyatlarının uygun olduğunu düşünüyorum.	3,225	5	3,225	3,225	5	3,225
4C- Iyaş Park AVM'nin yeniliklere açık bir alışveriş merkezi olduğunu düşünüyorum.	3,072	15	9,217	4,872	15	14,617
4D- Iyaş Park AVM arkadaşlarımla sosyalleşmek için güzel fırsatlar sunar.	3,442	5	3,442	3,442	5	3,442
4E- Iyaş Park AVM sizin hangi problemlerinize çözüm getiriyor?	1,109	15	3,326	4,109	15	12,326
5) Müşteri İlişkileri (40)						
5A- Iyaş Park AVM'nin müşterileri ile kurduğu iletişim ve ilişkilerden memnunum.	3,312	10	6,623	4,512	10	9,023
5B-Iyaş Park AVM mağazalarının satış sonrası hizmetlerinden memnunum.	3,384	10	6,768	4,584	10	9,168
5C- Iyaş Park AVM'nin ışıklandırma, dekorasyon ve tasarımını beğeniyorum.	3,181	5	3,181	4,581	5	4,581
5D- Iyaş Park AVM'de hoş vakit geçiriyorum.	3,514	5	3,514	4,514	5	4,514
5E- Iyaş Park AVM çalışanlarının güler yüzlü olduğunu düşünüyorum.	3,413	10	6,826	4,413	10	8,826
6) Müşteri Segmentleri (40)						
6A- Yaşınız: 10-24( ) 25-35( ) 36-45( ) 46-55( ) 56-65( ) 65 + ( )	4,043	10	8,087	4,165	10	8,329
6B- Cinsiyetiniz: Bayan( ) Erkek( )	3,913	10	7,826	3,913	10	7,826
6C- Eğitim Düzeyiniz: İlk Öğretim ( ) Lise ( ) Ön Lisans ( ) Lisans ( ) Lisansüstü ( ) Doktora ( )	4,043	10	8,087	4,043	10	8,087
6D- Aylık Geliriniz: 0-1000 ( ) 1000-3000 ( ) 3000-5000 ( ) 5000+ ( )	3,529	10	7,058	3,529	10	7,058
7) Kanallar (10)						
7A- Iyaş Park AVM'ye kolayca ulaşabiliyorum.	3,072	10	6,145	3,072	10	6,145
8) Gelir Akışı (20)						
8A- Iyaş Park AVM'den ne tür harcamalar yapıyorsunuz? Hazır giyim ( ) Aksesuar ( ) Elektronik ( ) Fast Food ( ) Kozmetik ( ) Diğer ( )	3,182	10	6,364	3,182	10	6,364
8B-Iyaş Park AVM'de harcamalarınızı ne şekilde yapıyorsunuz? Nakit ( ) Kredi Kartı ( ) Banka Kartı ( ) Diğer ( )	1,479	10	2,959	1,681	10	3,362
9) Maliyet Yapısı (5)						
9A- Iyaş Park AVM'nin ışıklandırma, dekorasyon ve tasarımını beğeniyorum.	3,181	1	0,636	4,881	1	0,976
9B- Iyaş Park AVM'de gerçekleştirilen kültürel etkinliklerin yeterli olduğunu düşünüyorum.	2,812	1	0,562	2,812	1	0,562
9C- Iyaş Park AVM'nin özel gün dekorasyonlarını yeterli buluyorum.	2,920	1	0,584	4,920	1	0,984
9D- Iyaş Park AVM'nin sunduğu hangi hizmeti daha başarılı buluyorsunuz? Alışveriş ( ) Sinema ( ) Fast Food ( ) Özel gün etkinlikleri ( ) Diğer ( )	3,963	2	1,585	3,963	2	1,585
		200	**126,865**		200	**153,590**
		%	**63,4**		%	**76,8**

4. SONUÇ

Kanvas iş modeli analiz yöntemi projenin temel araştırma konusu olup global dünyada finansal değer olarak liderliğini kanıtlamış pek çok uluslararası işletmenin de uyguladığı başarılı sonuçlar veren bir yöntemdir.

Çalışmada, bir işletmede gerçekleştirilen uygulama ile eldeki veriler rasyonel ve bilimsel olarak değerlendirilmiş ve sayısallaştırılmıştır. Böylelikle zayıf noktalar ve eksiklikler kolayca belirlenmiş, iyileştirmeler yardımı ile işletme ve ülke ekonomisi yönünden avantaj haline getirilmiştir.Elde edilen sonuçlara göre; başlangıç durumu skoru 200 üzerinden 126,865 olarak hesaplanırken iyileştirilmiş durumda bu skor iyileştirmeler neticesinde her bir yapı taşının segmentleri yeniden puanlanarak 153,590'a yükseltilmiştir. Yani iş modelinin başlangıç durumunda % 63,4 seviyesinde bir değerlendirme başarısından söz edilebilirken, iyileştirme sonrası bu oran % 76,8 seviyesine yükselmiştir. Aynı zamanda müşteriler için değer yaratan unsurlar belirlenmiş ve hedef kitle neden - sonuç ilişkisi içerisinde

seçilmiştir. Böylece geleneksel duruma göre rekabet üstünlüğü sağlamış müşteri odaklı bir iş modeli ortaya çıkarılmıştır. Sonuçta, müşteri beklentilerinin karşılandığı ve memnuniyet düzeyinin yükseldiği gözlenmiştir.

TEŞEKKÜR

Yazarlar, verdikleri destekten dolayı Iyaş Park Alışveriş Merkezi ve 1919B011501064 nolu TÜBİTAK 2209 Projesi'ne teşekkür eder.

KAYNAKÇA

Akat Ö., Taşkın Ç., Özdemir A., Satın Alma Davranışı: Bursa İlinde Bir Uygulama, Sosyal Bilimler Dergisi, Sayı : 2, 2006

Osterwalder A.,Pigneur Y.,İş Modeli Üretimi , 3.Baskı ,Mayıs/2013

Ülgen H., Mirze K., İşletmelerde Stratejik Yönetim, 2014.

AFET YÖNETİMİNDE LOJİSTİK DEPO YER SEÇİMİ PROBLEMİ: ÜMRANİYE İLÇESİNDE BİR UYGULAMA

Hilal Aydın
İstanbul Ticaret Üniversitesi

Berk Ayvaz
İstanbul Ticaret Üniversitesi

ÖZET

Son zamanlardaki doğal afetler felakete hazırlığın önemini ortaya koymaktadır. Afet sonrası yardım faaliyetlerine yönelik gereken malzemelerin önceden temini ve depolanması faaliyetleri afet yönetimi açısından büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmada, afet lojistiği kapsamında ihtiyaç noktalarına ilaç, su, battaniye vb. acil yardım malzemelerinin en kısa sürede ulaştırılması için kurulacak lojistik depolarının yer seçimi problemi ele alınmıştır. Önerilen model iki aşamadan meydana gelmektedir. İlk aşamada, tüm afetzedelerin taleplerinin belirli bir hizmet düzeyinde karşılanabilmesi için küme kapsama problemi modellenmiştir. İkinci aşamada ise, ilk modelin sonuçları kullanılarak, ağırlıklı mesafe minimizasyonu amaçlı, p-medyan problemi modellenmiştir. Önerilen model İstanbul ilinin Ümraniye ilçesinde afet yönetimi kapsamında lojistik depolarının yer seçimi problemine uygulanmıştır.

Anahtar Sözcükler: Afet Lojistiği, Küme Kapsama Problemi, P-medyan

IN DISASTER MANAGEMENT SELECTING LOGISTIC WAREHOUSE LOCATION PROBLEM: AN APPLICATION IN UMRANIYE DISTRICT

ABSTRACT

Lately natural disasters have presented the importance of disaster preparedness. Post-disaster relief activities have great importance in terms of first aid supplies and storages. In this study, the scope of the disaster logistics, we addressed facility location problem in order to delivery emergency relief supplies (water, blankets, drugs etc.) to demand points as soon as possible. The presented model consist of two stages. In the first stage, set covering problem is handled to meet the demands of all the victims at a certain service level. In the second stage, using the results of the first model, aimed at minimizing the weighted distance, p-median problem is developed. The proposed model is applied to the selection of the logistics location centers in Umraniye district of Istanbul province.

Keywords: Disaster Logistics, Set Covering Problem, P-median.

1. GİRİŞ

Birçok tanımla ifade edilebilen afet genel olarak; insan ve diğer canlıların yaşamını ve faaliyetlerini kesintiye uğratabilen, büyük hasar, yıkım ve insan acılarına neden olan, ulusal veya uluslararası düzeyde dışarıdan yardım gerektiren, beklenmedik ve genelde ani şekilde gelişen bir durum ya da olay olarak ifade edilmektedir (Hoyois vd., 2007). Ülkemiz, jeolojik, jeomorfolojik yapısı ve sahip olduğu iklimsel özellikleri nedeni ile büyük can ve mal kaybına yol açan doğal afetlerle sık karşılaşmaktadır. Ülke nüfusunun % 70'inin ve büyük sanayi tesislerinin % 75'inin kurulmuş bulunduğu bölgelerde, her an büyük bir deprem olma olasılığı yüksektir. Ülkemizde sadece depremler yüzünden, 1950'den bu yana yaklaşık 32.000 birey hayatını kaybetmiştir.(Gökçe vd., 2008).

Afet safhalarında yapılması gereken faaliyetlerin koordine edilmesi, yönetilmesi afet yönetimi olarak tanımlanmaktadır (Sarp, 1999). Afet yönetimi kavramı; risk ve zarar azaltma aşaması, hazırlık aşaması, müdahale aşaması ve iyileştirme aşaması olmak üzere dört aşamadan oluşmaktadır (AFAD).

Hazırlık aşamasında afet öncesinde beklenen tehlikelere karşı planlama, kaynak yönetimi, karşılıklı yardımlaşma, toplum bilgilendirmesi ve müdahale personelinin eğitilmesi gibi faaliyetler yer almaktadır.

Bu süreçlerde lojistik destek faaliyetlerinin aksamadan gerçekleştirilmesi ve özellikle afet anında ve sonrasında, insani yardım malzemelerinin afetzedelere ulaştırılması afet lojistiği kapsamında kurulacak dağıtım merkezlerinin uygun yerleşimi önemli bir rol üstlenmektedir.

Afet anında acil yardım lojistiği hakkında ilk optimizasyon çalışmaları 1960'lar ve 1970'leri etkileyen deniz felaketleri sonucu olarak 1970'lerin sonlarına doğru geliştirilmiştir. Gözaydın ve Can (2013) Türkiye'de lojistik deposu seçim problemini P-Medyan problemi ve maksimum kapsama alanı problemini kullanarak iki aşamada çözmüştür. Döyen vd. (2012) bölgesel ve yerel kurtarma merkezlerinin kurulması problemini karma tam sayılı doğrusal programlama ile modellenmiş ve model Lagranj Rahatlatma tabanlı sezgisel bir algoritmayla çözülmüştür. Mohammadi vd. (2014) yardım malzemelerinin depolanması, optimal stok miktarı ve optimal emtia akış miktarının belirlenmesi üzerine çalışmışlardır. Çok amaçlı stokastik programlama modeli kurulmuştur. Modelin çözümü için parçacık sürü optimizasyonu algoritması geliştirilmiştir. Liu vd. (2013) depo seçimini konu alan çalışmalarında bulanık mantık altında, çok amaçlı karma tam sayılı programlama modeli kurmuşlardır. Model sezgisel algoritma kullanılarak çözülmüştür. Balcik ve Beamon (2008) malzeme dağıtım merkezlerinin yerini, sayısını ve bu merkezlerde depolanacak malzemelerin miktarını belirleyen bir maksimum kapsama modeli kurmuştur. Rath ve Gutjahr (2014)afet çalışmaları kapsamında, malzeme depolarının kurulması ve dağıtım üzerine yaptıkları çalışmalarında üç amaçlı optimizasyon modeli geliştirmişlerdir. Karma tam sayılı doğrusal programlama modeli üzerinden sezgisel bir algoritma kurularak da çözüme ulaşılmıştır. Bu çalışmada afet öncesi hazırlık aşamasına yönelik, malzeme lojistik depolarının yer seçimi problemi ele alınmıştır. Bu amaçla literatürde küme kapsama ve medyan modelini geliştirilerek iki aşamalı bir model kurulmuştur. İlk aşamada, afetzedelerin taleplerinin belirli bir hizmet düzeyinde karşılanabilmesi için küme kapsama problemi modellenmiştir. İkinci aşamada ise küme kapsama probleminden elde edilen tesis sayısı kullanılarak, ağırlıklı mesafe minimizasyonu amaçlı, p-medyan problemi modellenmiştir. Çalışmanın birinci bölümde uygulanacak yöntemlerin metodolojisinden bahsedilmiş, ikinci bölümde problemin uygulaması gerçekleştirilmiş, son bölümde ise sonuçlar belirlenmiş ve değerlendirmeler yapılmıştır.

2. METODOLOJİ

2.1.Küme Kapsama Problemi

Küme kapsama problemi tüm talep noktalarını belirli bir hizmet seviyesinde kapsayacak en az sayıdaki hizmet verecek tesisi belirlemeyi amaçlamaktadır. Aynı zamanda tesis yerleştirme maliyetini, belli bir hizmet seviyesini karşılayacak şekilde minimize etmeyi amaçlar. Modelin matematiksel formülasyonu (Tablo-1) aşağıdaki gibidir (Farahani vd., 2012).

Tanımlar	Denklemler
i: talep noktalarının indisi, *j*: tesislerin indisi, *m:* talep noktası sayısı, *n:* potansiyel tesis sayısı, x_j: j noktasına bir tesis eklenmişse *1*, değilse *0* *S*: kabul edilebilir maksimum hizmet seviyesi, *cj*: j noktasına tesis yerleştirmenin sabit maliyeti *aij*: i talep noktası ve j tesisi arasındaki mesafe S'den küçük veya S'ye eşitse *1*, değilse *0*.	Amaç fonksiyonu $\text{enk } z = \sum_{j=1}^{n} c_j . x_j$ (1) Kısıtlar $\sum_{j \in J} a_{ij} . x_j \geq 1 \;\; \forall i \quad i = 1, \dots, m$ (2) $x_j \in \{0,1\} \quad j=1,\dots,n$ (3)

Tablo-1 Küme kapsama problemi

Eşitlik (1) ile gösterilen amaç fonksiyonu ile açılan tesislerin maliyetinin minimize edilmesi amaçlanmaktadır. Eğer her tesis için maliyetler eşitse amaç fonksiyonu (4)

$$\text{enk } z = \sum_{j=1}^{n} x_j \qquad (4)$$

şeklinde ifade edilebilir. Eşitlik (2), her talep noktasının, hizmet şartını sağlayan en az 1 tesis tarafından kapsanması gerektiğini ortaya koyar. Eşitlik (3) 0-1 tamsayı olma kısıtıdır.

2.2.P-Medyan Problemi

P-medyan problemi n adet talep noktasına hizmet verecek olan p adet tesisin tüm sistemin ağırlıklı maliyetini minimize edecek şekilde şebeke üzerinde yerleştirilmesidir(Hakimi, 1965). Aynı zamanda yerleştirilen tesislerden hizmet alacak talep noktalarının en yakın tesise atanmasını da içerir (Bastı, 2012). P-medyan problemine ait matematiksel formülasyon (Tablo-2) aşağıdaki gibidir(Rolland vd., 1997).

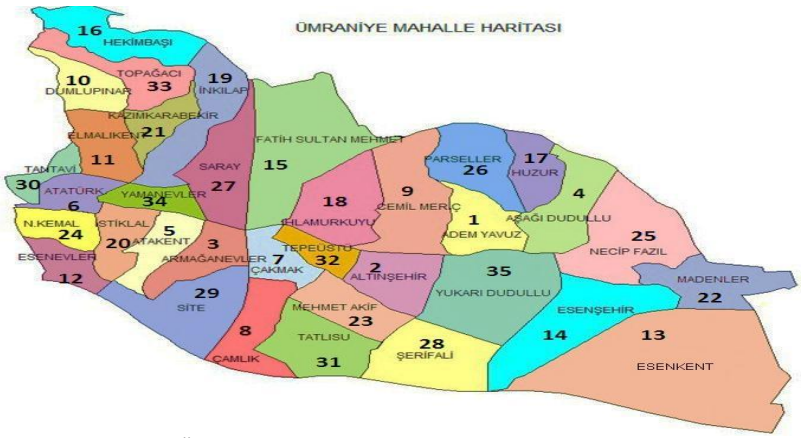
Tanımlar	Denklemler
n = toplam talep noktası sayısı ai = i noktasındaki talep dij = i noktası ile j noktası arasındaki en kısa mesafe p = yerleştirilecek olan hizmet verecek tesis (medyan) sayısı Karar değişkenleri z_{ij}=eğer i müşterisi j tesisine atanmışsa 1, değilse 0 y_j=eğer j noktasında bir tesis açılmışsa 1, değilse 0	Amaç fonksiyonu $\text{Enk } z = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} a_i d_{ij} z_{ij}$ (5) Kısıtlar $\sum_{j=1} zij = 1 \quad \forall i \quad i = 1, \dots, n$ (6) $z_{ij} \leq y_j \quad \forall i, j$ (7) $\sum_{j=1}^{n} y_j = p$ (8) $z_{ij}, y_j \in \{0,1\}$ (9)

Tablo-2 P-Medyan problemi

Eşitlik (5) ile gösterilen amaç fonksiyonuyla hizmet veren tesisler ile talep noktaları arasında oluşan toplam maliyeti minimize etmek amaçlanmaktadır. Eşitlik (6) ile her talep noktasının yalnız bir tesisten hizmet alacağı kısıtı verilmiştir. Eşitlik (7) ile açık olmayan bir tesise talep noktası atanmaması ifade edilmektedir. Eşitlik (8) ise açılacak olan tesis sayısını p adet ile sınırlandırmaktadır. Eşitlik (9) 0-1 tamsayı olma kısıtıdır.

3. PROBLEMİN MODELLENMESİ VE ÇÖZÜMÜ

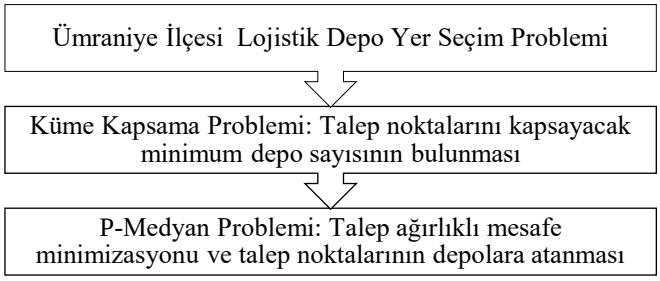
Çalışmanın bu bölümünde, Türkiye'yi önemli derecede etkileyen afet türlerinden olan depremlere yönelik olarak; ihtiyaç noktalarına ilaç, su, battaniye vb. acil yardım malzemelerinin en kısa sürede ulaştırılması için kurulacak lojistik depolarının yer seçimi problemi ele alınmıştır. Örnek uygulama bölgesi olarak İstanbul ilinin Ümraniye ilçesi seçilmiştir. Ümraniye ilçesinde 35 mahalle bulunmaktadır(bakınız Şekil-1). Her mahalle birer talep noktası, aynı zamanda da birer potansiyel lojistik deposu olarak düşünülmüştür.



Şekil-1 Ümraniye mahalle haritası ve mahalle numaraları

Problem iki aşamadan meydana gelmektedir(bakınız Şekil-4). İlk aşamada küme kapsama modeli ile açılması gereken minimum lojistik depo sayısı bulunmuştur. İlk modelden elde edilen çıktı ikinci modelde kullanılarak, p-medyan modelinin aday depoları belirlenmiş, modelin çözümü ile de kurulacak

tesisler ile tesislere atanacak talep noktaları belirlenmiştir. Senaryolar oluşturularak aday lojistik deposu ve talep noktası arasındaki kapsama mesafesi sırasıyla 1,2,3,4,5 km alınarak, senaryoların sonuçları karşılaştırılmıştır.



Şekil-2 Problemin akış şeması

Mesafe hesaplamalarında kullanılmak üzere mahalle muhtarlıkları, mahalle merkezleri olarak kabul edilmiştir. P-Medyan probleminde ağırlıklar mahalle nüfusları olarak belirlenmiştir. İstanbul Büyükşehir Belediyesi ve Japon Uluslararası İş Birliği Ajansının (JICA ve İBB, 2002) yılında ortak hazırladığı raporun verileri baz alınarak, acil durum ilk yardım hizmetleri için hesaplanan yaralı sayısı nüfusun %2'si olarak belirlenmiştir. Talep noktaları ve tesisler arasındaki mesafeler *Öklid Uzaklığı* formülüyle belirlenmiştir. Her tesisin sabit maliyeti eşit kabul edildiği için (4) numaralı amaç fonksiyonu kullanılmıştır. Problemin matematiksel modeli (Tablo-3) aşağıdaki gibidir:

i: talep noktalarının indisi,
j: tesislerin indisi,
x_j: j noktasına bir tesis eklenmişse *1*, değilse *0*
S: kabul edilebilir maksimum hizmet seviyesi
aij: i talep noktası ve j tesisi arasındaki mesafe *S*'den küçük veya *S*'ye eşitse *1*, değilse *0*
ai = i noktasındaki talep
dij = i noktası ile j noktası arasındaki en kısa mesafe
p = yerleştirilecek olan hizmet verecek tesis (medyan) sayısı
z_{ij}=eğer i müşterisi j tesisine atanmışsa *1*, değilse *0*
y_j=eğer j noktasında bir tesis açılmışsa *1*, değilse *0*

Aşama-1: Küme kapsama problemi	Aşama-2: P- medyan problemi
$\min z_1 = \sum_{j=1}^{n} x_j$ $\sum_{j \in J} a_{ij}.x_j \geq 1 \quad \forall i \quad i = 1,\dots,35$ $x_j \in \{0,1\} \qquad j=1,\dots,35$	$\min z_2 = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} a_i d_{ij} z_{ij}$ $\sum_{j=1} zij = 1 \quad \forall i \quad i = 1,\dots,35$ $z_{ij} \leq y_j \quad \forall i, j$ $\sum_{j=1}^{n} y_j = z_1$ $z_{ij}, y_j \in \{0,1\}$

Tablo-3 Önerilen modeller

Problem GAMS 23.5 paket programı kullanılarak çözülmüştür. Sonuçlar aşağıdaki tabloda görüldüğü gibidir.

mesafe (km)	lojistik depo numarası	talebi karşılanan mah. no	amaç fonksiyonu değeri	mesafe (km)	lojistik depo numarası	talebi karşılanan mahalle numaraları	amaç fonksiyonu değeri
1	2	2,9,18,35	5319,125	**2**	1	1,2,4,17,26,35	
	4	1,4,14,25			7	3,7,8,9,15,18,23,28,29,31,32	
	7	7,32			10	10,16,21,33	13979,789
	10	10			14	13,14,22,25	
	13	13			19	5,6,11,12,19,20,24,27,30,34	
	15	3,15,27		**3**	4	1,2,4,13,14,17,22,25,26,35	
	16	16			8	3,5,7,8,9,12,15,18,20,23,28,29,31,32	19934,713
	19	19,34			21	6,10,11,16,19,21,24,27,30,33,34	
	20	5,12,20		**4**	4	1,2,4,7,8,9,13,14,17,18,22,23,25,26,28,31,32,35	25087,914
	21	11,21,33			11	3,5,6,10,11,12,15,16,19,20,21,24,27,29,30,33,34	
	22	22		**5**	2	1,2,4,9,13,14,17,18,22,23,25,26,28,31,32,35	
	26	17,26			3	3,5,6,7,8,10,11,12,15,1619,20,21,24,27,29,30,33, 34	23302,030
	29	29					
	30	6,24,30					
	31	8,23,28,31					

Tablo-4 Problemin çözüm sonuçları

Kapsama mesafesi sırasıyla 1,2,3,4,5 km alınarak Tablo-4'teki şu bulgular elde edilmiştir. Kapsama mesafesi 1 km olarak alındığında tüm talebi karşılayacak minimum tesis sayısı on beş, ağırlıklı mesafe değeri ise 5319,125 olarak bulunmuştur. Kapsama mesafesi 2 km alındığında açılan tesis sayısı beş, ağırlıklı mesafe değeri 13979,789; kapsama mesafesi 3 km iken açılan tesis sayısı üç, ağırlıklı mesafe değeri 19934,713; kapsama mesafesi 4 km iken açılan tesis sayısı iki, ağırlıklı mesafe değeri 25087,914 ve kapsama mesafesi 5 km iken açılan tesis sayısı iki, ağırlıklı mesafe değeri 23302,030 olarak belirlenmiştir.

4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRMELER

Afetler can ve mal kaybına yol açan doğal olaylardır. Afet sonrasında afetzedelerin ihtiyaçlarına en kısa sürede ve yeterli düzeyde cevap verebilmek, afetlerden en az düzeyde etkilenilmesini sağlamaktadır. Afet sonrası yardım faaliyetlerine yönelik gereken malzemelerin depolanması afet yönetimi açısından büyük önem arz etmektedir.

Bu çalışmada, afet lojistiği kapsamında ihtiyaç noktalarına ilaç, su, battaniye vb. acil yardım malzemelerinin en kısa sürede ulaştırılması için kurulacak lojistik depolarının yer seçimi problemi ele alınmıştır. Bu amaçla iki aşamadan oluşan bir yöntem geliştirilmiştir. İlk aşamada, afetzedelerin taleplerinin belirli bir hizmet düzeyinde karşılanabilmesi için küme kapsama problemi ele alınmıştır. İkinci aşamada ise küme kapsama probleminden elde edilen tesis sayısı parametresi, ağırlıklı mesafe minimizasyonu amaçlı, p-medyan problemine girdi olarak verilmiştir. Çalışmada ayrıca kapsama mesafesi için farklı mesafeler için analizler yapılmıştır. Bu şekilde afetzedelere daha hızlı ulaşılabilmesi için ne kadar tesis açılması gerektiği ve açılan tesislerin hangi noktalara hizmet vereceği tespit edilmiştir. Çalışmada önerilen model İstanbul'un Ümraniye ilçesinde uygulanmıştır.

Gelecek çalışmalarda afetten etkilenebilecek kişi sayısı belirsiz parametre olarak alınarak stokastik bir model geliştirilebilir. Aynı şekilde p-medyan probleminin amaç fonksiyonundaki ağırlık için lokasyonların afetten etkilenme durumlarını yansıtan bir endeks geliştirilerek model gerçek hayat koşullarına daha uygun bir duruma getirilebilir.

KAYNAKÇA

Balcik, B., & Beamon, B. M. (2008). Facility location in humanitarian relief. *International Journal of Logistics: Research & Applications*, *11*(2), 101–121. http://doi.org/10.1080/13675560701561789

Bastı, M. (2012). P-medyan Tesis Yeri Seçim Problemi ve Çözüm Yaklaşımları. *Online Academic Journal of Information Technology*, *3*(7), 47–75. http://doi.org/10.5824/1309-1581.2012.2.004.x

Döyen, A., Aras, N., & Barbarosoğlu, G. (2012). A two-echelon stochastic facility location model for humanitarian relief logistics. *Optimization Letters*, *6*(6), 1123–1145. http://doi.org/10.1007/s11590-011-0421-0

Farahani, R. Z., Asgari, N., Heidari, N., Hosseininia, M., & Goh, M. (2012). Covering problems in facility location: A review. *Computers and Industrial Engineering*, *62*(1), 368–407. http://doi.org/10.1016/j.cie.2011.08.020

Gökçe, O., Özden, Ş., & Demir, A. (2008). *Türkiye'de Afetlerin Mekansal Ve İstatistiksel Dağılımı Afet Bilgileri Envanteri*.

Gözaydın, O., & Can, T. (2013). Deprem Yardım İstasyonları İçin Lojistik Merkezi Seçimi: Türkiye Örneği. *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, *6*(2), 17–31.

Hakimi, S. L. (1965). Optimum Distribution of Switching Centers in a Communication Network and Some Related Graph Theoretic Problems. *Operations Research*, *13*(3), 462–475.

Hoyois, P., Below, R., Scheuren, J.-M., & Guha-Sapir, D. (2007). Annual Disaster Statiscal Review: Numbers and Trends 2006.

JICA, & İBB. (2002). *Türkiye Cumhuriyeti İstanbul İli Sismik Mikro-Bölgeleme Dahil Afet Önleme/Azaltma Temel Planı Çalışması* (Vol. 5).

Liu, C., Chen, Z. H., & Gong, Y. Y. (2013). Site selection of emergency material warehouse under fuzzy environment. *Journal of Central South University*, *20*(6), 1610–1615. http://doi.org/10.1007/s11771-013-1653-1

Mohammadi, R., Ghomi, S. M. T. F., & Jolai, F. (2014). Prepositioning emergency earthquake response supplies: A new multi-objective particle swarm optimization algorithm. *Applied Mathematical Modelling*. http://doi.org/10.1016/j.apm.2015.10.022

Rath, S., & Gutjahr, W. J. (2014). A math-heuristic for the warehouse location-routing problem in disaster relief. *Computers and Operations Research*, *42*, 25–39. http://doi.org/10.1016/j.cor.2011.07.016

Rolland, E., Schilling, D. a., & Current, J. R. (1997). An efficient tabu search procedure for the p-Median Problem. *European Journal of Operational Research*, *96*(2), 329–342. http://doi.org/10.1016/S0377-2217(96)00141-5

Sarp, N. (1999). Sağlık Hizmetlerinde Afet Yönetimi. *Deprem Araştırma Enstitüsü Bülteni*, *29*, 81.

METAL ÜRETİMİNDE ÇALIŞAN KADINLARIN ERGONOMİK RİSK ALGISI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA[2]

Serpil Aytaç
Uludağ Üniversitesi

ÖZET

Bu çalışmada amaç, tehlikeli ve çok tehlikeli işlerden sayılan ve erkek egemen bir sektör olarak görülen Metal Üretiminde çalışan kadınların ergonomik risk algılarının değerlendirilmesi ve iş sağlığı ve güvenliği üzerindeki etkileri ölçülmek istenmiştir. Bu doğrultuda, Türk Metal Sendikasının desteği ile Bursa'da sendikanın örgütlendiği 22 işyerinde bu çalışma tamamlanmıştır. Bursa'da Metal üretiminde çalışan 1918 kadın işçinin işyerindeki risk algısı ve güvenlik farkındalığını belirlemeye yönelik yapılan anket çalışmasında "risk algısı ölçeği, güvenlik farkındalığı ölçeği ve kadercilik ölçekleri" kullanılmıştır. Elde edilen veriler SPSS paket programı yardımı ile incelenmiş, özellikle ergonomik risklere yönelik algıları çok değişkenli istatistiksel analiz yöntemleri ile faktör analizi, korelasyon analizi ve t testi kullanılarak değerlendirilmiştir.

Bu çalışmada, ergonomik risk faktörü olarak işçilerdeki kas-iskelet sorunlarının etkisi ortaya çıkmış, bu durumun olumsuz bir deneyim olarak işçilerin algısını etkileyebileceği tespit edilmiş olsa da, güvenlik farkındalıklarının ve işçilerin iyileştirmeler konusundaki katılımlarının sağlanması ile çalışma duruşlarının daha iyi hale getirilebileceğinin önemi ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Kadın işgücü, Ergonomi, Metal sanayii, Güvenli davranış, Risk

---

[2] Bu çalışma, Uludağ Üniversitesi ile Türk Metal Sendikası arasında imzalanan kurumsal işbirliği protokolü çerçevesinde, Üniversitenin Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (BAP-USİP(İ) 2014/7 No'lu) tarafından desteklenmiş olan ve yürütücülüğünü yapmış olduğum "***Metal Sanayiinde Çalışan Kadınların Sağlık Ve Güvenlik Açısından Risk Faktörlerinin Belirlenmesi"*** başlıklı projeden elde edilen verilerin bir kısmıyla hazırlanmıştır.

1.GİRİŞ

1950'li yıllardan sonra kadın istihdam oranları tüm dünyada hızla artmış olmasına rağmen, gerek kadınların işgücüne katılımı, gerekse kadınlara sağlanan iyi çalışma koşullarının hedeflenen seviyelere ulaşılamadığı görülmektedir. Çalışma yaşamında ve özel yaşamda kadının toplumda hak ettiği yerlere gelemediği, eşitsizliğe maruz kaldığı dikkati çekmektedir.

2009 yılında Avrupa'da işgücünün % 58'inin ve tüm yeni yaratılan işlerin de % 59'unun kadınlar tarafından oluşturulmasına rağmen kadınların ekonomiye katkısının yeterli seviyelere ulaşmadığı görülmektedir (European Agency for Safety and Health at Work).

Hizmet sektörünün büyümesi ve yeni meslek alanlarının da ortaya çıkmasıyla, kadınların iş hayatında karşı karşıya bulunduğu mesleki riskler de giderek farklılaşmış ve yoğunlaşmıştır. Kadın çalışanların kendilerine özgü fizyolojik, psikolojik ve sosyolojik özellikleri de, bu risklerin artışında etken faktörler olarak değerlendirilebilir.

Endüstrileşmiş ülkelere göre ülkemizde kadınların işgücüne katılım oranı (%30,3) düşük olsa da, Türkiye'de 2014 yılında geçirilen toplam iş kazalarının %81,6'sını erkekler, %28,4 ünün kadınlar tarafından geçirilmesi, hiç de azımsanmayacak bir durum olup kadınların korunması gereksinimi sağlıklı bir toplum yapısının uzun vadeli olarak sürdürülebilmesi bakımından önem taşımaktadır.

Kadınlar, fizyolojik ve anatomik özellikleri nedeni ile erkek çalışanlardan daha zayıftır ve çoğu zaman daha fazla risk taşımaktadır. Diğer taraftan Türkiye'de üretimde çalışan kadınların mesleki bilgi, fiziki kapasite, deneyim ve eğitim seviyeleri erkeklere nazaran daha düşük olduğu için daha fazla risk altındadırlar. Bu nedenle çalışan kadınların, işyeri tehlikelerine karşı özel olarak korunması gerekmektedir. Nitekim kadınların bu tehlikelerden korunmaları için, yıllar boyunca ulusal ve uluslararası mevzuatta çeşitli düzenlemeler yapılmıştır. Diğer yandan, kadın çalışanların karşı karşıya kaldığı fiziksel ve ergonomik riskler; özellikle ağır yük taşıma, ağır çalışma, çeşitli kimyasallara ve radyasyona maruziyet gibi riskler, kadınları fizyolojik yapılarından dolayı daha fazla etkilemektedir.

2. METAL SANAYİİNDE ÇALIŞAN KADIN

İşletmelerde karşılaşılan risk faktörlerini 5 temel grupta incelemek mümkündür. Bunlar; Fiziksel, Ergonomik, Biyolojik, Kimyasal ve Psiko-sosyal Risk Faktörleri' dir (Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş sağlığı ve Güvenliği Risk değerlendirmesi Yönetmeliği). Çalışma Bakanlığının tanımladığı bütün bu risk faktörleri, sektörlere özgü farklı yoğunluklarıyla tüm sektörlerde karşımıza çıkmaktadır. Ancak metal sanayiinde en çok karşılaşılabilecek olan risklerin fiziksel, ergonomik ve psiko-sosyal riskler olduğu düşünülebilir.

Türkiye'de metal sanayi bütün sanayi kolları içinde hem ekonomik büyüklük hem barındırdığı iş gücü, hem de stratejik önem itibari ile Türkiye'nin en önemli sanayi alanı durumunda bulunmaktadır. Bu büyük sanayi kolunun içinde demir çelik, otomotiv, metal, beyaz eşya, savunma, otomotiv yedek parça gibi sektörler bulunmaktadır. Türkiye'de metal sanayii çalışan sayısı bakımından tüm sektörler içinde en başlardadır. Tehlikeli ve çok tehlikeli işlerden sayılan bu işkolunda erkek çalışan sayısı egemen görülse de çalışan kadın sayısı bakımından da azımsanmayacak düzeyde olduğu anlaşılmaktadır. Çalışan nüfusun yaklaşık %30 u metal sanayiinde çalışmaktadır. Metal sanayiinde çalışanların ancak %8 i kadındır (Ünal,2007:37-42).

Şimdiye kadar yapılmış çalışmalara ait literatür araştırıldığında kadına yönelik olarak özellikle metal sanayiinde yapılan çalışmaların (bütün risk grupları için) yetersiz düzeyde olduğunu söylemek mümkündür. M.G. Björksten ve arkadaşlarının (2001) "endüstride ve evde çalışan kadınların kas iskelet sistemi sorunları"nın araştırıldığı çalışmada gıda ve metal sektöründe çalışan 173 kadın incelenmiştir. Kadınların kas iskelet sistemine bağlı sağlık sorunlarının yaygın olduğu bilinmektedir. Bu çalışma da göstermiştir ki metal ve gıda endüstrisinde özellikle boyun ve omuz problemleri kadınlar için oldukça fazladır (Björkstén vd.2001: 161). Dahlberg ve arkadaşlarının (2004) yaptığı çalışma da da, Björksten'in çalışmasına benzer bulgular elde edilmiştir. Dahlberg ve arkadaşları, aynı işi yapan kadın ve erkek performanslarının çalışma tekniği ve kas-iskelet sistemi problemleri arasındaki farklılıkları incelemişlerdir. Bu çalışma kadınların erkek çalışanlardan daha fazla ve daha uzun sürelerde el becerisi isteyen işlerde çalıştığını göstermektedir. Geçmiş çalışmalara göre baş üstü elle çalışmanın boyun ve omuz zedelenmelerini arttırdığı belirtilmiş, şimdiye kadar bildirilmiş omuz zedelenmelerinin kadınlarda erkeklere nazaran daha fazla rapor edildiği anlaşılmıştır (Dahlberg vd.2004:527)..

Dikkat çeken bir diğer çalışma da Çin'de Elektronik Sanayinde çalışan kadınların İş Sağlığı ve Güvenliği risklerini belirlemeye yönelik olarak 7610 kadın çalışan üzerinde yapılmış olan çalışmadır. Elde edilen bulgulara göre çalışan kadınların yarısından fazlasının (%51.9) iş yerinde en az bir tehlikeye maruz kaldığı, kadınların en fazla karşı karşıya olduğu risklerin Ergonomik Riskler olduğu ve kadınların % 60'ında iş ile ilgili bir hastalığın rapor edildiği tespit edilmiştir. (Yu vd. 2003).

3. AMAÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma, Metal sanayiinde çalışan kadınların İş Sağlığı ve Güvenliği açısından risk algılarını tespit etmek üzere yürütülen bir araştırma projesinin verilerinden yola çıkılarak yapılmıştır. Bu çalışma ile İş sağlığı ve güvenliği açısından Metal sanayiinde çalışan kadınların karşılaşması muhtemel "ergonomik risklerinin" ne ölçüde farkında oldukları, güvenli davranışları ve kadercilik algıları ölçülmek istenmiştir. Böylece, üretimde çalışan kadınların algıladıkları ergonomik risk faktörlerini bilimsel verilerle ortaya koymak, iş kazalarına ve meslek hastalıklarına karşı kadınların güvenlik farkındalığını ölçmek ve iş kazalarına bakışlarında kadercilik algısının olup olmadığını değerlendirmek amaçlanmıştır.

3.1. Örneklem

Çalışmanın evreni Türkiye'de metal sektöründe faaliyet göstermekte olan sendikalı işletmelerde çalışan kadın işçileri kapsamaktadır.

Bu çalışmanın uygulanmasında ve gerekli işyeri izinlerin alınmasında, Metal sanayiinde örgütlü işçi sendikasından destek alınmıştır. Çalışmada Bursa'da metal sanayinde çalışan kadınlara tam sayım yöntemi kullanılarak, araştırmacılar tarafından hazırlanmış anket formları, işyeri sendika temsilcileri aracılığı ile 23 işyerinde çalışan toplam 2925 kadın işçiye gönüllülük esasıyla uygulanmıştır. Geri dönen anket sayısı 2013 olmuştur. Bu duruma göre ana kütlenin % 50 den fazlasına ait veriler elde edildiği için, veri grubunun ana kütleyi temsil ettiği varsayılmıştır. Geri dönen anketler içerisinde eksik ve hatalı doldurulan anketlerin çıkarılması ve veri temizlenmesi sonucunda 1918 anket analize tabii tutularak değerlendirilmiştir.

3.2. Materyal

Türkiye'de metal sanayinde çalışan kadınların algıladıkları ergonomik risk faktörlerini vurgulamaya yönelik yapılan bu çalışmada T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü tarafından risk analizlerinde kullanılan kontrol listelerinden de yararlanılarak hazırlanan sorular, 5'li likert ölçeğine dönüştürülerek oluşturulmuştur. Ayrıca araştırmacılar tarafından, çalışanların güvenli davranışlarını değerlendirmek için Neal,Griffin &Hart (2000) tarafından kullanılan Güvenli davranış ölçeği: ile, çalışanların iş kazalarıyla ilgili kaderci inançlarını değerlendirmek için Rundmo ve Hale (1999) tarafından geliştirilen "Kadercilik ölçeği"nden yararlanılarak hazırlanan sorular da eklenerek toplam 45 maddeden oluşan bir ölçek kullanılmıştır.

Anket formunda ayrıca çalışanların yaşı, medeni durumu, eğitim durumu, iş tecrübesine yönelik sorulardan oluşan bir kişisel bilgi formu yer almıştır.

3.3. İstatistiksel Analiz Yöntemi

Araştırmanın amacı doğrultusunda hedef kitleden elde edilen veriler, faktör analizine tabi tutulmuştur. Faktör analizinden önce geçerli, güvenilir ve faktör analizinin varsayımlarına uygun değişkenlerin seçimi oldukça büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle ilk aşama kullanılan ölçeğin içsel tutarlılığının değerlendirilmesinden oluşturulmuştur.

Araştırmada değişken setinin güvenilirliği Cronbach's αlpha istatistiği ile değerlendirilmiştir. Doğru varyansı ölçen Cronbach's αlpha değeri 0 ile 1 arasında değişen bir sayıdır. Ölçeğin kabul edilebilir olması için bu değerin 0,70'in üzerinde bir değer olması gerekmektedir. Bu çalışmada kullanılan ölçeklerin tümünün toplam Cronbach alpha değeri 0.84 olarak bulunmuştur. Çalışmada verilerin analiz edilmesinde SPSS 20.0 paket programından yararlanılmış ve faktör analizi, güvenilirlik analizi, korelasyon analizi ve t testi uygulanmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Araştırmaya katılanların yaşları 17-52 arasında değişmekte olup ortalama yaş 31,49±6,85 (ortalama±s.sapma) olarak bulunmuştur. Meslekte çalışma yılı ise 1-27 yıl arasında değişmekte olup ortalama çalışma yılı ise 6,36±5,85 şeklinde elde edilmiştir. Çalışmaya katılanların eğitim durumu incelendiğinde, %64 'ünün lise mezunu, %5'nin üniversite mezunu olduğu görülmektedir. Ayrıca % 63,1 i evli olup % 24 'ü henüz 1 yıldır halen çalıştıkları işyerlerindedirler. %67.6 sı vardiyalı çalışmaktadır. Anlaşılacağı gibi metal sanayiinde genç, dinamik ancak uzun iş deneyimi olmayan mavi yakalı bir kadın işgücü mevcuttur.

Çalışmanın bu bölümünde 45 maddeden oluşan ve risk farkındalığını ölçmeye yönelik 5 li likert tipi sorulardan elde edilen bulgulara faktör analizi uygulanmıştır. Normal dağılım gösteren veri setinin faktör analizine uygunluğunun değerlendirilmesi için Kaiser-Mayer-Olkin (KMO) Uygunluk Testi kullanılmıştır. KMO testi, değişkenler arasındaki korelasyonları ve faktör analizinin uygunluğunu ölçen örnek uygunluk testidir. Testin değeri 0-1 aralığında değişmektedir. Çok iyi bir faktör analizinde KMO değeri 0,80 den büyük olmalıdır. Nitekim bu çalışmada değer 0.89 elde edilmiştir. Oluşan 5 faktör 45 değişkenin birlikte açıkladığı değişimin (toplam varyansın) %44'ünü açıklayabilmektedir.

Elde edilen beş faktör gruplandığında, F1 de "Çalışırken başınıza ne geleceği büyük ölçüde şans meselesidir.", "kazadan kaçınmak imkansızdır" vb. maddelerden oluşan ***Kadercilik Algısı*** yer almaktadır
F2'nin ise "işimi yaparken uygun güvenlik prosedürlerini kullanırım", "İşyerinde güvenlik programlarını teşvik ederim" vb. ***Güvenli Davranış*** maddelerinden oluştuğu görülmüştür.
F3 , "Çalışma yerinde yapılan işlerden kaynaklanan yüksek düzeyde gürültü (örneğin, metal - metal çarpması, motorlar vb.) vardır", "İş ekipmanlarında tehlikeli olabilecek hareket eden koruyucusuz (aksesuarlar dahil) kısımlar mevcut" vb. maddelerden oluşan ***Fiziksel Risk Algısı*** olarak adlandırılmıştır.
F4, "İşimden kaynaklanan bel ağrısı şikayetlerim yoktur", "Çalışırken rahatsızlık verici herhangi bir sağlık problemim bulunmamaktadır" vb. kişinin ***Kas-İskelet Sistemi Sorunları***na yönelik maddelerden oluşmaktadır.
F5 de ise "Çalışırken eğilme, uzanma ve burulma hareketleri yapmaktayım", "Genel olarak çalışırken strese maruz kalırım" vb ***Kişisel Risk Farkındalığı*** olarak adlandırılan maddelerin oluştuğu dikkati çekmiştir. Beş faktörün ortalama değerleri ve güvenilirlik analiz sonuçları aşağıdaki gibidir.

Tablo 1: Faktörlerin Ortalama, Standart Sapma ve Güvenilirlik Düzeyleri

Faktörler	Madde sayısı	Ortalama	Std. Sapma	N	Cronbach Alpha
F.1-Kadercilik algısı	5	2,8333	1,03766	1871	,84
F.2-Güvenli Davranış	6	3,8363	,81750	1875	,88
F.3-Fiziksel risk algısı	10	3,0710	,83756	1915	,78
F.4-Kas-iskelet sistemi sorun algısı	18	3,3962	,63975	1917	,86
F.5-Kişisel risk algısı	6	3,7136	,67385	1916	,52

Tablo 1 de de görüldüğü gibi faktörler, " Kişisel risk algısı hariç", Cronbach alpha değeri 0.70 den büyük olduğu için sosyal bilim sınırları içinde güvenilir olarak değerlendirilmiştir. Faktörler arasındaki ilişki Tablo 2. de gösterilmektedir

Tablo 2: Değişkenler Arasındaki Korelasyon

	Güvenli Davranış	Fiziksel risk	Kişisel risk algısı	Kas-iskelet sorunları
Fiziksel risk Alg.	**,079(**)**	1		
Kişisel risk Alg.	**,326(**)**	**,340(**)**	1	
Kas-iskelet sorunları	**,531(**)**	,047(*)	**,258(**)**	1
Kadercilik Algısı	-,015	**,346(**)**	**,195(**)**	,008

**p<0,01 *p<0,05

Faktörler arasındaki ilişki incelendiğinde kadercilik algısı ile güvenli davranış arasında ve kas-iskelet sorunlarının farkındalığı arasındaki ilişki hariç, diğer faktörler arasında 0.01 düzeyinde anlamlı bir ilişki görülmüştür. Tablo 2'ye göre kadercilik algısı ile Fiziksel risk farkındalığı algısı (r=-0,346; p<0,01) ve kişisel risk algısı arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki görülmektedir (r=-0,195; p<0,01). Algılanan kas-iskelet sorunları ile güvenli davranış sergileme arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki de dikkati çekmektedir (r=-0,531; p<0,01). Diğer taraftan Güvenli Davranış sergileme ile, algılanan fiziksel risk (r=-0,079; p<0,01) ve kişisel risk farkındalığı algısı arasında da pozitif yönde bir ilişki de dikkati çekmektedir (r=-0,326; p<0,01).
Çalışma sürelerinin faktörler üzerinde farklılık etkisini görmek amacıyla yapılan t testimde, 10 yıldan az çalışanlar ve 10 yıldan çok çalışanlar olarak bazı faktörlerde farklılıklar çıkmıştır.

Tablo 3. Faktörlerin Çalışma sürelerine göre t testi

Faktörler	Çalışma Süreleri							
	10 Yıldan az			**10 Yıldan çok**				
	N	Ortalama	SS	N	Ortalama	SS	**t**	**p**
Kadercilik algısı	1380	2.8413	1.05658	328	2.7014	.95104	2.197	**.019****
Güvenli davranış	1380	3.8516	.81323	330	3.8516	.81672	.228	.820
Fiziksel risk algısı	1386	3.0280	.85048	330	3.1740	.78632	-2.844	**.003****
Kişisel risk algısı	1385	3.7169	.66856	330	3.7267	.68261	-.239	.811
Kas-iskelet sorun.	1386	3.4045	.63087	330	3.4145	.65139	-.257	.797

**p<0,01

Tablo3 den de görüldüğü gibi çalışma sürelerine göre kadercilik algıları ve fiziksel risk algılarında bir farklılık mevcuttur. 10 yıldan az sürede çalışanların kadercilik algıları daha çok iken, fiziksel risk algıları ise 10 yıldan uzun bir süredir çalışanlara nazaran daha azdır. Kişinin çalışma süresi arttıkça daha fazla risklerin farkında olmaları ve kadercilikten uzaklaşmalarının nedeni, kişilerin işyerlerinde almış oldukları

eğitimin ve iş hayatındaki iş sağlığı ve güvenliği farkındalıklarının artmalarının etkisi olabilir. Faktörlerin vardiyaya kalıp kalmamaya göre farklılaşıp farklılaşmadığına bakıldığında da aşağıdaki tabloya ulaşılmıştır.

Tablo 4. Gece Vardiyasına Kalmanın Faktörler Üzerindeki Etkisine Yönelik T Testi

Faktörler	Gece vardiyasına Kalma						**t**	**p**
	Evet			**Hayır**				
	N	Ortalama	Std. S	N	Ortalama	Std.S		
Kadercilik algısı	1404	2,8549	1,04395	377	2,7061	1,02577	2,466	**,013****
Güvenli davranış	1407	3,8173	,83041	377	3,9140	,77679	-2,034	**,035****
Fiziksel risk algısı	1417	3,1039	,81091	377	2,8692	,91353	4,858	**,000****
Kişisel risk farkınd.	1416	3,7480	,66488	377	3,6058	,69632	3,654	**,000****
Kas-iskelet sorunu	1417	3,3621	,64346	377	3,5091	,62639	-3,963	**,000****

**p<0,01

Tablodan da görüldüğü gibi gece vardiyaya kalıp kalmamanın algılanan risk faktörlerinin tümü üzerinde etkisi bulunmaktadır.

5. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Sanayide çalışan, aynı zamanda dezavantajlı ve özel risk grubundaki kadınlar konusunda farkındalık oluşturmak; toplumun kalkınması için bir gerekliliktir. Önyargılar, cinsiyet ayrımcılığı vb. nedenler ile iş piyasasına girmesi engellenen bu grupların istihdamının artırılması, ekonomik bağımsızlıklarını elde etmesi ve sosyal hayata katılımları toplumda kadına verilen önemle ilişkilidir. Çalışabilir durumdaki kadınların aktif işgücüne katılımının artırılması ülke ekonomisi ve kalkınma hedefleri açısından da uzun dönemde faydalar sağlayacaktır. Bu çalışmada hedef grup olarak üretimde çalışan kadın işçiler seçilmiş ve kadınların az istihdam edildiği Metal sanayinde çalışan kadınların Ergonomik risklerinin farkındalığı, güvenli davranış ve kadercilik inanışlarıyla birlikte ölçülmüştür.

Elde edilen sonuçlar incelendiğinde kadın çalışanların en fazla farkında oldukları problemin kas-iskelet sisteminden kaynaklanan sorunlar olduğu dikkati çekmektedir. Zwart vd. (2001) tarafından yapılan bir çalışmada, çeşitli meslek grupları ve genel çalışan nüfus üzerinde, cinsiyet ile kas iskelet sorunları şikâyetleri arasındaki ilişki incelenmiştir. Bu çalışmada bir çok mesleğe mensup çalışan gruplar arasında, kas- iskelet sistemi şikâyetlerinde kadınların erkeklere oranla omuz, boyun, dirsek ve bilek şikâyetlerinin ciddi düzeylerde yüksek olduğu görülmüştür (Zwart vd., 2001:21). Chiasson ve arkadaşları tarafından yapılan araştırmada (2015) ergonomik risk faktörü olarak İşçilerdeki kas-iskelet ağrısının etkisi değerlendirilmiştir. Bu çalışmada, çalışanların kas-iskelet ağrısının, olumsuz bir deneyim olarak işçilerin algısını etkileyebileceği ortaya çıkmış olsa da, işçilerin iyileştirmeler konusunda katılımlarının sağlanması, çalışma duruşlarının daha iyi hale getirilebileceğinin önemini ortaya koymuştur.

Bu sonuçlara yönelik araştırma bulguları bizim çalışmamızı da destekler niteliktedir. Nitekim elde edilen sonuçlar arasında kadınların kas- ve iskelet sistemlerine ait çok sayıda sorunları olduğu, özellikle ayakta durmaktan kaynaklı bel ağrısı ve varis problemlerinin olduğu anlaşılmıştır. Bu çalışmamızda çalışanların ergonomik risklerin algılarına yönelik farkındalıkları, beş kategori altında toplanmıştır. Bunlar," güvenli davranış", "fiziksel risk algısı", "kişisel risk farkındalığı", "kas-iskelet sistemi sorunları" ve "kadercilik algıları"dır.

İşçiler yönetimin güvenlik algısına inandıkları sürece kendi güvenlik algıları da pozitif yönde ilişkili olmaktadır (Watson ve ark.dan akt, Nordlöf ve ark. 2015) Bu nedenle kişisel güvenlik farkındalığı, güvenli davranış üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir. Nitekim bu çalışmamızda da kişisel risk farkındalığı ile güvenli davranış arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur.

Farklı organizasyonlarda farklı sektörlerde olsalar bile tüm çalışanlar için sağlıklı bir iş hayatı için benzer doğrular vardır (Cason, 2012:3921). Bu doğrulardan bir tanesi de iş sağlığı ve güvenliği açısından önemli olan ergonomik risklerin farkındalıklarıdır. Metal sektöründe çalışanların çoğu yaptıkları işe bağlı olarak ağrı, hareket kısıtlılığı, kas ve iskelet sisteminde problemlerden yakınmaktadır ve bu sağlık problemlerinin neticesinde rapor alma oranı oldukça yüksektir. Meslek hastalıklarının oluşumunda; operasyon sırasında yapılan ters hareketler, vücudun iş sırasında zorlanması, kişinin beden yapısına uygun olmayan işte çalışarak aşırı yorularak yıpranması ve ergonomik yetersizlikler oldukça etkilidir (Ertaş vd. 2015). Bu çalışmada da sağlıkla ilgili yakınmaların mevcut olduğu ve kişilerin sağlık problemlerinin farkında oldukları dikkati çekmiştir.

Avrupa'da her dört çalışandan biri bel-sırt (%24,7) veya genel kas ağrısından (%22,8) yakınmaktadır. Türkiye'de sakatlık yükü sıralamasında KİSH (Kas İskelet Sistemi Hastalıkları) %9,9 ile üçüncü sırada yer almakta ve yasalarda meslek hastalığı olarak kabul edilmektedir. Buna karşın, çalışanlar, işverenler, iş sağlığı ve güvenliği ile ilgilenen profesyoneller tarafından bu yönüyle yeterince tanınmamaktadır (Ertaş

vd. 2015). Metal sanayiinde özellikle kurumsal firmalarda ergonomi çalışmalarına ağırlık verilmesi hem çalışanlar hem de firmalar açısından büyük ölçüde faydalı olacaktır. Nitekim bu çalışmada da elde edilen bulgulara göre, ergonomik risklerin farkındalığının güvenli davranış üzerinde etkili olduğunu, çalışma süresi arttıkça kişilerin farkındalıklarının arttığını söylemek mümkündür. Böylece kadercilik algılarından da kişiler uzaklaşmaktadırlar.

İşletmelerde oluşturulması hedeflenen güvenlik kültürü kavramının yerleştirilebilmesi için, yönetimin işletmede gerçekleştirdiği tüm çabalar ve almış olduğu hedeflerin dışında, çalışanların bu konuyu sahiplenmesi, katkısı, sorumluluk alması da çok önemlidir. İşletmede çalışan tüm personel, iş kazalarının ve yaralanmaların önlenmesi için kendi sorumluluklarının farkına vardığında, işyerinde sağlık ve güvenlik ile ilgili çalışmalara daha fazla ilgi ve katılım göstereceklerdir. Özellikle bu konuda verilen eğitimler açısından bakıldığında en önemli kararlardan bir tanesinin, hiçbir bilginin öğretildikten sonra tahmini bilgi olarak değerlendirilemeyeceğidir (Langford, 2013). Verilen eğitimler bu konuda bir alışkanlık yaratılıncaya ve içselleştirilinceye kadar yenilenmelidir.

Şirketler ve çalışanlar, çalışma ortamındaki sağlık ve kazalarla ilgili çözümlenmesi gereken sorunları, disiplinlerarası çalışan ergonomistler gibi geniş şekilde pratiğe dökmeli, şirketin ve grubun genelini refaha dönüştüren bireysel iyilik hali hedefine ulaşmalı, paylaşmalı, insan sağlığı ve şirket yararları için çalışmalıdır (Cason,2012). Yapılan araştırma sonucunda da görüldüğü gibi, kadın işçilerin ergonomik risk farkındalığının önemi, güvenlik kültürünün toplumda yerleşmesi, iş kazalarının azalması ve meslek hastalıklarının önlenmesi açısından önem taşımaktadır. Bu nedenle ergonomi bilincinin tüm çalışanlara yaygınlaştırılması, kayıpların ve maliyetin azaltılmasını da sağlayacak, çalışanların çalışma yaşam kalitesi de artmış olacaktır.

KAYNAKLAR

Björkstén M.G., Boquist B., Talbäck M., Edling C. (2001) "Reported neck and shoulder problems in female industrial workers: the importance of factors at work and at home". International Journal of Industrial Ergonomics.; 27: 159-170

Cason D.L.Dal. (2012) "Ergonomic principles and tools for best interdisciplinary psycho-physical stress prevention. Work".; 41; 3920-3922.

Chiasson M., Imbeau D., Major J., Aubry K., Delisle A. (2015) "Influence of musculoskeletal pain on workers' ergonomic risk-factor assessments". Applied Ergonomics.; 49;1e7

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, "İş sağlığı ve Güvenliği Risk değerlendirmesi Yönetmeliği", Resmi Gazete, Date: 29.12.2012, No: 28512, p.3.

Dahlberg R., Karlqvist L., Bildt C., Nykvist K. (2004) "Do work technique and musculoskeletal symptoms differ between men and women performing the same type of work tasks?" Applied Ergonomics.; 35: 521–529

Ertaş C, Kızılaslan Z. (2015) "Üretimde Ergonomi Çalışmaları İle Verimliliğin Artırılması", Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 3(3), ÖS:Ergonomi2015, 651-657, ISSN: 1308-6693

European Agency for Safety and Health at Work (2013) "New risks and trends in the safety and health of women at work European Risk Observatory Literature review", ISSN: 1831-9343,

Koca G., (1999) "Çalışma Yaşamında Kadın" . Disk Birleşik Metal-İş Yayınları,

Langford. M, Beaumont. M. S., Annett. D. (2013) "Ergonomics, risk management and injury prevention in textiles conservation". Journal of the Institute of Conservation,; Vol. 36, No. 1; 81–101, http://dx.doi.org/10.1080/19455224.2013.774288

Nordlöf H., Wiitavaara B., Winblad U., Wijk K., Westerling R., (2015) "Safety culture and reasons for risk-taking at a large steel-manufacturing company: Investigating the worker perspective". Safety Science. March. Volume 73; 126–135

Rundmo. T, Hale, A.R. (1999) "Managers' Attitudes Towards Safety and Their Behavioural Intentions Related to Safety Promotion", Trondheim: Rotunde publikasjoner,; No 28

Ünal Ç. (2007) "Kadın Çalışanlar, Çalışma Hayatı, İş sağlığı ve Güvenliği" (Woman worker, working life, Occupational health and safety). İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi(Journal of Occupational Health and Safety). Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı Yayını, No.36,; Ekim–Kasım–Aralık; pp. 37-42.

Yu W., Lao X. Q., Pang S., Zhou J., Zhou A., Zou J., Mei L., Yu I.T. (2013) "A Survey of Occupational Health Hazards Among 7.610 Female Workers in China's Electronics Industry", Archives of Environmental & Occupational Health,: Vol. 68; No. 4.

Zwart. B.C.H., Frings-Dresen. M.H.W., Kilbom. Å. (2001) "Gender differences in upper extremity musculoskeletal complaints in the working population int arch occupational environment health"; 74-21

YEŞİL TERSİNE LOJİSTİK ÜRÜNLERE İLİŞKİN RİSK ALGISININ KALİTE ALGISINA ETKİSİ

Mehmet Aytekin
Gaziantep Üniversitesi

Gül Büyükahraz
Gaziantep Üniversitesi

ÖZET

Bu çalışmada yeşil tersine lojistik ürünlere ilişkin risk algısının kalite algısına etkisi Gaziantep Üniversitesi'ndeki akademisyenler üzerinde anket tekniği kullanılarak incelenmiştir. Bu kapsamda elde edilen 233 verinin analizleri sonucunda; yeşil tersine lojistik ürünlere ilişkin risk algısı (performans riski, finansal risk, fiziksel risk, sosyal risk ve psikolojik risk) ile kalite algısı arasında negatif ilişkiler olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yeşil Tersine Lojistik Ürün, Kalite Algısı, Risk Algısı,

THE EFFECT ON THE QUALITY PERCEPTION OF RISK PERCEPTION IN GREEN REVERSE LOGISTICS PRODUCTS

ABSTRACT

In this study, risk perception of the quality of green reverse logistic products has been examined on academics at the University of Gaziantep by using questionnaire technique. In this context, the 233 data obtained by the survey technique, and as a result of the analysis it is found that there is significant negative relationship both perceived risk(performance risk, financial risk, physical risk , social risk and psychological risk) and perceived quality on the green reverse logistics products.

Keywords: Green Reverse Logistics Products, Perceived Risk, Perceived Quality

1. GİRİŞ

Dünyadaki kıt kaynakların azalması, çevrede meydana gelen bozulmaların ve kirlilik derecesinin artması ile yeşil tedarik zinciri yönetimine (GSCM) olan ilgi ve önem giderek artmaktadır (Sarkis vd; 2007). GSCM amacı; araştırmacılar ve uygulamacılar arasında tedarik zinciri yönetim ve uygulamalarına yönelik ilgiyi artırmak ve izleyici konumundaki reaktif çevre yönetimi uygulamalarından proaktif uygulamalara doğru geçişi sağlamaktır (Srivastava, 2007). Çevresel kaygı ve sürdürülebilirliğin devamlılığı, çevre dostu ürünü dikte eden ve üretici firma sorumluluklarını artıran yasal düzenlemeler, işletmelerin yeniden kullanımından kaynaklanan karlılık elde etme isteği, tersine lojistik faaliyetlerine olan ilgiyi arttırmaktadır (Nikolaidis, 2013).

Yeşil tedarik zinciri yönetimi; tedarik zinciri yönetim sürecine çevresel düşünce yaklaşımının entegre edilmesidir (Srivastava, 2007). Ömrünü tamamlayan ürünlerin yönetimi GSCM'nin temel stratejilerden biri olarak kabul edilmektedir (Zhu vd., 2008). Tersine lojistik (RL), ömrünü tamamlamış olan ürünlerin yönetimini tanımlamak için kullanılan genel kavram olup atılan ürünlerin toplanması, taşınması, depolaması, tamirat ve revize edilmesiyle değer yaratıcı veya atık yok edici işlem görmesi, bu aşamalardaki lojistiğin ve ilgili bilginin aldığı roldür (Hazen vd., 2011). Yeşil tersine lojistik (GRL) Rogersand ve Tibben-Lembke (1998)'e göre; lojistik faaliyetlerinin ekolojik etkilerini anlama ve en aza indirgemektir. Uygulamada en çok kullanılan GRL faaliyetleri; yeniden kullanım, yeniden üretim ve geri dönüşümdür. Bu çalışmada yeşil tersine lojistik ile bu kavramlar ifade edilmektedir.

Müşteriler tersine lojistik faaliyetlerinin önemli bir parçası olup müşterilerle karşılıklı etkileşim, GSCM uygulamalarının etkinliğini arttırmaktadır (Rao ve Holt, 2005). Yeşil tersine lojistik ürünlerin kullanımının yaygınlaşmasında, tüketicilerle etkileşimin önemi büyüktür. Bu nedenle GRL ürünlere ilişkin risk ve kalite algısının tespit edilmesi ve aralarındaki ilişkinin analiz edilmesi, etkileşim ve etkinlik açısından önemlidir. Literatürde yeşil tersine lojistik faaliyetlerle elde edilen ürünler ile yeni ürünler arasında algılanan kalite farkının olmayacağı öngörülmektedir (Bhattacharya, 2006). Ancak bu konuda yeterli araştırma bulunmadığı için daha detaylı araştırmaların yapılması gerekmektedir (Prahinski ve Kocabasoglu, 2006). Bu çalışmada da; GRL ürünlere ilişkin risk ile kalite algıları aralarındaki ilişkinin analizi yapılmaktadır.

2. YEŞİL TERSİNE LOJİSTİK ÜRÜNLERE İLİŞKİN RİSK ALGISI

Risk, müşteri davranışını anlama ve değerlendirmede çok önemlidir (Tuu&Olsen, 2011). Risk, tüketici davranışında tüketicinin olası bütün belirsizlikleri ve memnuniyetsizlikleri içeren duyu veya olası bütün yanlış kararların sonuçları ile beklenen faydanın sağlanmadığı subjektif tahmin olarak tanımlanmıştır (Sweeney vd. 1999; Roselius 1971). Yani risk aslında kişisel kayıp beklentisidir (Stone ve Grenhaug: 1993). Algılanan risk, alınan kararda meydana gelebilecek potansiyel negatif sonuç inancıdır (Samadi ve Nejadi, 2009). Algılanan riski düşürmek, pazardaki etkinliğin ve verimliliğini arttırırken müşterinin de daha etkili karar vermesini sağlar (Mitchell, 1999).

Algılanan yeşil risk; tüketicinin ürünü satın alma sonucunda çevreye verebileceği zarar beklentisidir (Chen ve Chang, 2012). Satın alma durumunda; finansal, performans, fiziksel, psikolojik ve sosyal risk olmak üzere beş çeşit risk bulunmaktadır (Jacoby ve Kaplan, 1972).Finansal Risk; bilinmeyen bir marka aldığınızda para kaybetme olasılığıdır. Performans Riski; bilinmeyen bir marka aldığınızda bir şeylerin ters gitme olasılığı veya düzgün çalışma olasılığıdır. Fiziksel Risk; bilinmeyen bir ürün aldığınızda güvenli olmama ve sağlığa zararlı olma olasılığıdır. Psikolojik Risk; bilinmeyen bir ürün aldığınızda kendi kişisel imaj ve konseptinize uyum sağlamama olasılığıdır. Sosyal Risk; bilinmeyen bir ürün aldığınızda diğerlerinin sizin hakkınızdaki düşüncelerini etkileme olasılığı olarak tanımlanmaktadır (Jacobyve Kaplan, 1972). Özetle risk finansal kayba, mutsuzluğa, beklenen fayda eksikliğine, fiziksel zarara ve negatif sosyal imaja neden olabilmektedir (Chen ve Chang, 2005).

Literatürde algılanan kalite ve algılanan risk ile ilgili çalışmalar, algılanan kalitenin algılanan riski azalttığı yönündedir. Örneğin; Agarwal ve Teas (2001), Snoj vd. (2004),), Bao (2009) ve Kim ve Lennon (2013) kalitenin algılanan riski azalttığı yönünde kanıtlar bulmuşlardır. Bu çalışmalar dışında kalan araştırmalar da bunu destekler niteliktedir. Örneğin; algılanan risk ve beklentilere dair belirsizliğin tüketicinin algıladığı kaliteyi etkilediği, Chueh ve Kao (2004) riskin algılanan kaliteyi modere eden faktörlerden biri olduğunu, Grewal vd. (2007) algılanan kalitenin satın alma öncesi algılanan riski azalttığı ve Shimp ve Bearden (1982) algılanan kalitenin performans riskini düşürdüğü sonucuna ulaşmıştır.

3. YEŞİL TERSİNE LOJİSTİK ÜRÜNLERE İLİŞKİN KALİTEALGISI

Algılanan kalite ürün veya markanın gerçek kalitesi olmayıp aslında tüketicinin yargısıdır (Aeker, 1991;Zeithaml, 1988). Algılanan kalite; marka veya ürünün fonksiyonelliğine ilişkin özelliklerinin, üretilen ürünün imajı ve saygınlığının toplamıdır (Aaker, 1991; Sweeney vd., 1999; Davis vd., 2003).

Schecter (1984) algılanan kaliteyi, tüketici deneyiminin objektif ve subjektif faktörler kadar kalitatif ve kantitatif faktörlerden oluştuğunu ifade etmiştir. Yani aslında kaliteyi müşteri tanımlamaktadır (Deming, www.fr.slideshare.net). Algılanan kalitenin yüksek olması müşteri kaybının azalmasına, ürün satışlarının ve kar payının artmasına olumlu etki eder (Zeithaml ve Bitner, 2003). Algılanan yeşil kalite; müşterinin, ürünün sahip olduğunu düşündüğü çevresel mükemmel ve üstünlük yargısıdır/algısıdır (Zeithaml, 1988; Chen ve Chang, 2013).

Literatürde tersine lojistik faaliyetleri ile üretilen ürünlerin algılanan kalitesi ile ilgili yapılan araştırmalar yeterli ölçüde bulunmamaktadır. GRL ürünlerin benimsenmesi sonucu, bu ürünlerin kalitesi hakkında müşterilerde oluşan algı ve sonrasında firmaların rekabet edebilirlik düzeyi bilinmemektedir (Hazenvd,2011). Yeniden kullanılan ürünler, yeniden üretilen ürünler ya da geri dönüşüm sonucu elde edilen ürünlerle yeni ürünler arasındaki kalite farklılıkları konusunda daha ileri düzeyde araştırmalar yapılması gerekmektedir (Prahinski ve Kocabaşoglu, 2006). Bhattacharya ve arkadaşları (2006);yeni ve yeniden üretilen ürünlerin birbirleri yerine mükemmel bir şekilde ikame edilebilecekleri ve algılanan kaliteleri anlamında aralarında herhangi bir fark olmayacağını öngörmektedir.

Bazı araştırmalar GRL ürünlerinin daha düşük kalitede olduklarının algılandığını ileri sürerler (Arunkundram ve Sundararajan, 1998; Ferguson ve Toktay, 2006; Tan ve Kumar, 2006; Vorasayan ve Ryan, 2006). Ferguson ve Toktay (2006), yeni ürünler ve yeniden üretilmiş olan ürünlerin kalitelerinin aynı olduğu ancak tüketicilerin yeniden üretilmiş olan ürünlerin kalitelerinin yeni ürünlerin kalitelerinden daha düşük olduğunu algılamaları sebebiyle yeniden üretilmiş ürünlere aynı miktara para ödemek istemediklerini belirtmektedir. Bu alanda yapılmış olan birçok çalışma, GRL ürünlerini tüketicilerin bilinmeyen bir sebeple daha düşük kalitede algılamaları durumunu bu alanda bir sınırlama olarak addetmektedir (Hazen vd,2011). Bu çalışmada da yeşil tersine lojistik ürünlere ilişkin kalite algıları ile risk algıları arasında bir ilişki olup olmadığı analiz edilmekte olup çalışmanın hipotezi; "Yeşil tersine lojistik ürünlere ilişkin risk algısı ile kalite algısı arasında ilişki vardır" olarak kurulmuştur.

4. METODOLOJİ

Bu çalışmanın amacı; Gaziantep Üniversitesi'ndeki akademisyenlerin GRL ürünlere ilişkin risk ve kalite algılarının belirlenmesi, risk algısı ile kalite algısı arasındaki bir ilişkinin olup olmadığının tespit edilmesidir. Bu çalışma 2016 yılının Nisan ve Mayıs aylarında, Gaziantep Üniversitesi'ndeki akademisyenler üzerinde yapılmıştır. Çalışmanın ana kütlesini, 2016 Nisan ayı itibari ile Gaziantep Üniversitesi'nde çalışan 1595 akademisyen oluşturmaktadır. Çalışmada; kolayda örneklem tekniği kullanılmış olup değerlendirmeye alınan toplam 233 anketin tümü, yüz yüze görüşme yoluyla yapılmıştır.

Çalışmada veri toplama yöntemi olarak 5'li likert tipi anket kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan ölçekler, literatürde geçerliliği ve güvenilirliği kanıtlanmış ölçeklerden yararlanılarak hazırlanmıştır. Bu kapsamda kalite algısı; Larson (1994) ile Sweeney vd. (1999 risk algısı; Gronhaug (1993) Sweeney vd. (1999)'un çalışmalarından uyarlanmıştır. Kalite algısı ölçeği; yeşil tersine lojistik faaliyetlerle üretilen ürünleri, normal ürünler ile bazı kalite ölçütlerine göre (1=Daha düşüktür, 2=Düşüktür, 3=Fark yoktur, 4=Yüksektir, 5=Daha yüksektir)kıyaslanması istenerek ölçülmüştür. Risk algısı ise yeşil tersine lojistik faaliyetlerle üretilen ürünlerde olabilecek risklere ilişkin görüşlere katılım düzeyinin (1=Kesinlikle katılmıyorum, 2=Katılmıyorum, 3=Kararsızım, 4=Katılıyorum, 5=Kesinlikle katılıyorum) belirtilmesi istenilerek ölçülmüştür.

5.1. Verilerin Analizi ve Bulgular

Araştırma kapsamında elde edilen veriler SPSS 22 Windows istatistik programı kullanılarak analiz edilmiştir. Bu kapsamda örneklem özellikleri, frekans dökümleri ile hipotez testi ise faktör analizi ve güvenilirlik testi yapıldıktan sonra regresyon analizi yapılmıştır. Yapılan analizler sonucu elde edilen bulgular aşağıda verilmiştir.

Araştırmaya katılanların demografik özelliklerine ilişkin yapılan analizlere ait tablolar sayfa sınırlaması olduğu için burada verilmemiştir. Fakat yapılan analizler sonucunda; araştırmaya katılanların çoğunluğunun evli (63,7'si), erkek (% 58,8'i) ve 40 yaş altı genç akademisyenlerden (% 68,5'i) oluştuğu ayrıca araştırmaya katılanların çoğunluğunun doktora (65,6'si) eğitimine sahip ve gelir düzeylerinin 4000 TL'nin (% 74,7'si) üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 1.Faktör Analizi Sonuçları

	1	2	3	4	5	6
GRL ürünlerde, bir şeylerin ters gitme ya da çalışmama olasılığı vardır.	,763					
GRL ürünlerin beklenen fonksiyonları yerine getirmesi hususunda endişem var.	,851					
GRL ürünlerin genel performansı konusunda kaygılarım var.	,881					
GRL ürünlerin çalışmama olasılığından dolayı, maliyeti yüksek olabilir.		,767				
GRL ürünlere ödenen paranın karşılığını alamayacağımı düşünüyorum.		,772				
GRL ürünleri kullanmanın sağlığa zararlı olduğunu düşünüyorum.			,887			
GRL ürünlerin fiziksel yan etkilerinin olacağını düşünüyorum.			,920			
GRL ürünlerin uzun vadede sağlığı tehdit edecek etkileri olabilir.			,902			
GRL ürünleri satın almam arkadaşlarım arasında itibarımı düşürür.				,914		
GRL ürünleri satın almam sosyal çevrede imajımı düşürür.				,886		
GRL ürünleri satın alırsam bazı arkadaşlarım şov yaptığımı düşünür.				,729		
GRL ürünleri satın alma düşüncesi bende istenmeyen bir endişeye sebep oluyor.					,823	
GRL ürünleri satın alma bende gereksiz bir deneyim gerilimi hissi uyandırıyor.					,876	
GRL ürünleri satın alma düşüncesi beni psikolojik olarak rahatsız ediyor.					,852	
GRL ürünlerin performansı, normal ürünlere göre						,852
GRL ürünlerin güvenilirliği (arızalanma oranı), normal ürünlere göre						,659
GRL ürünlerin dayanıklılığı (kullanım ömrü), normal ürünlere göre						,835
GRL ürünlerin genel olarak kalitesi, normal ürünlere göre						,840

Toplam Açıklanan Varyans: % 83,437, Çıkarım Yöntemi: Temel Bileşenler Analizi, Rotasyon Yöntemi: Varimaks Dönüştürmesi (KMO)

1. Performans Riski, 2. Finansal Risk, 3. Fiziksel Risk, 4. Sosyal Risk, 5.Psikolojik Risk, 6. Kalite Algısı

Araştırmada kullanılan ölçeklere ait soruların tamamı aynı anda faktör analizine tabi tutulmuştur. Tablo 1'de görüldüğü üzere faktör yükleri, genel itibari ile yüksek çıkmış ve değişkenler 6 faktöre yüklenmiştir. Bu durum; değişkenleri ölçmek için kullandığımız anket sorularının bir bütünlük arz ettiğini ve soruların ilgili değişkenlere doğru yüklendiğini göstermektedir. Yalnız kalite algısı ait "Normal ürünlere göre GRL ürünlerin, müşteri beklentilerini karşılama düzeyi (kullanım amacına uygunluk)"sorusu ve finansal risk algısına ait "GRL ürünlerin tamir-bakım faaliyeti çok sık olabileceği için maliyet daha yüksek olabilir" sorusu ilgili değişkenlere yüklenmediği için analizden çıkarılmıştır.

Tablo 2. Tanımlayıcı İstatistikler, Güvenilirlik ve Korelasyon Analizi

	Alfa	Ort.	St.Sap	1	2	3	4	5	6
1.Performans Riski	0,884	3,012	,854	1					
2.Finansal Risk	0,743	2,583	,896	635**	1				
3.Fiziksel Risk	0,934	2,309	1,017	,375**	,334**	1			
4.Sosyal Risk	0,845	1,763	,822	,168*	,336**	,296**	1		
5.Psikolojik Risk	0,916	2,087	,903	,430**	,445**	,425**	,501**	1	
6.Kalite Algısı	0,832	2,708	,747	-,313**	-,224**	-,369**	-,161*	-,210**	1

Tablo 3'te araştırma değişkenlerine güvenilirlik (alfa değerleri), ortalama, standart sapma ve korelasyon analizi sonuçları verilmiştir. Tablo görüldüğü üzere Cronbach's alfa değerleri yüksek çıkmıştır. Korelasyon analizine göre; performans, finansal, fiziksel ve psikolojik risk algısı ile kalite algısı arasında %1 seviyesinde negatif, sosyal risk algısı ile kalite algısı arasında ise % 5 seviyesinde birebir anlamlı negatif ilişki bulunmaktadır.

Tablo 3. Kalite Algısı İçin Regresyon Analizi

Bağımsız Değişkenler	Standart Beta Katsayıları (β)	Anlamlılık (ρ)
Performans Riski	-,220	,008
Finansal Risk	,020	,812
Fiziksel Risk	-,288	,000
Sosyal Risk	-,059	,415
Psikolojik Risk	,027	,733

F: 9,589,R^2: 0,174,DüzeltilmişR^2: 0,156, ρ: 0,000, Std. Tahmini Hata: 0,68704,Durbin-Watson: 1,793

Araştırma kapsamındaki "Yeşil tersine lojistik ürünlere ilişkin risk algısı ile kalite algısı arasında ilişki vardır" hipotezi regresyon analizi ile test edilmiştir. Tablo 4.'te görüldüğü üzere performans riski ve fiziksel risk algısı ile kalite algısı arasında istatiksel anlamda %1 seviyesinde negatif bir ilişki bulunmaktadır. Dolayısıyla araştırma kapsamında test edilen bu hipotez desteklenmiştir. Bu sonuca göre; akademisyenlerin yeşil tersine lojistik ürünlere ilişkin risk algısı arttıkça, yeşil tersine lojistik ürünlere ilişkin kalite algısı azalmaktadır. Araştırma kapsamındaki verilere göre riski yüksek olan ürünlere ilişkin kalite algısı düşük olmaktadır. Yani GRL ürünlere ilişkin risk ve kalite algıları arasında ters ilişki bulunmaktadır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada; Türkiye'de Gaziantep Üniversitesi'ndeki akademisyenlerden elde edilen 233 veri ile yapılan analizler sonucunda şu sonuçlara varılmıştır. Çalışmaya katılanların çoğunluğu; evli (%63,7'si), erkek (%58,8'i),doktora eğitimine sahip (%65,6'si), 40 yaş altında (%68,5'i)ve geliri 4000 TL'nin üzerinde (% 74,7'si) olan akademisyenlerden oluşmaktadır.

Araştırma kapsamındaki verilere göre; yeşil tersine lojistik ürünlere ilişkin risk algısı ile kalite algısı arasında istatiksel anlamda %1 seviyesinde negatif bir ilişki bulunmuştur. Bunun anlamı; tüketicilerin bu ürünlere ilişkin risk algısı arttıkça, yeşil tersine lojistik ürünlere ilişkin kalite algısı azalmaktadır. Diğer bir ifade veya ters bakış açısı ile yeşil tersine lojistik ürünlere ilişkin kalite algısı yüksek olursa, bu ürünlere ait risk algısının azalacağıdır. Literatürde de algılanan kalitenin algılanan riski azalttığı yönündedir. Örneğin; Agarwal ve Teas (2001), Snoj vd. (2004), Fuchs ve Reichel (2006), Bao (2009) ve Kim ve Lennon (2013) kalitenin algılanan riski azalttığı yönünde kanıtlar bulmuşlardır.

Bu çalışmada yeşil tersine lojistik ürünlere ilişkin kalite algısı ile risk algısı negatif bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla işletmeler bu ürünlere ilişkin müşterilerinin kalite algısını yükseltirse veya tüketicilerin bu ürünlere ilişkin kalite algıları yüksek olursa bu ürünlere ilişkin risk algıları azalacak ve bu ürünlerin kullanımı yaygınlaşacaktır. Bu ürünlerin kullanımı artarsa; hem işletmeler hem tüketiciler kazançlı olacak hem de çevre duyarlılığı artacaktır.

Bu çalışmanın kapsamı bir meslek grubu ile sınırlandırılmıştır. Bundan sonraki çalışmalar farklı meslek gruplarını kapsayacak şekilde genişletilebilir veya endüstriyel tüketiciler üzerinde yeni çalışmalar yapılabilir. Ayrıca araştırmaya yeni değişkenler eklenerek kapsam genişletilebilir. Örneğin zaman riski veya çevresel belirsizlik değişkenleri bundan sonraki çalışmalara dahil edilebilir.

KAYNAKÇA

Aaker, D.A. (1991); Managing Brand Equity: Capitalizing on the Value of A Brand Name. The Free Press, New York.

Agarwal, Sanjaevand R. Kenneth Teas (2001); "Perceived Value: Mediating Role of Perceived Risk," Journal of Marketing, Vol. 9/4.

Arunkundram, R. and Sundararajan, A. (1998); "An Economic Analysis of Electronic Secondary Markets: İnstalled Base, Technology, Durability and Firm Profitability", Decision Support Systems, Vol. 24/1.

Bao, B. C. (2009); Air Travel In the USA: An Investigation of the Influence of Perceived Risk in Service Quality, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Capella University School of Bussines&Technology, USA.

Bhattacharya, S., V. D. R. Guide Jr., and L. N. Van Wassenhove. (2006); Optimal Order Quantities With Remanufacturing Across New Product Generations. Production Oper. Management Vol.15/3.

Chen,Y.S.,Chang, C.H (2012); Enhance Green Purchase İntentions: The Roles of Green Perceived Value, Green Perceived Risk, and Green Trust. Manage. Decis. 50(3).

Chueh, T.; KAO, D.T. (2004); "The Moderating Effects of Consumer Perception to the Impacts of Country-of-Design on Perceived Quality", The Journal of American Academy of Business, Vol.4, No.1/2, (70-74).

Deming, W. A. "Deming's 14 Points". http://fr.slideshare.net/avmp/deming-14-points

Ferguson, M.E. and Toktay, L.B. (2006); TheEffect of Competition on RecoveryStrategies, Productionand Operations Management, Vol. 15 No. 3.

Grewal, Dhruv, Michael Levy, Gopalkrishnan R. Iyer ve JerryGotlib (2007); "Developing A Deeper Understanding of Post-Purchase Perceived Risk and Behavioral Intentions in Service Setting," Journal of the Academy of Marketing Science, No. 35.

Grønhaug, Robert and N. Stone Kjell. (1993). "Perceived Risk: Further Considerations for the Marketing Discipline", European Journal of Marketing, Vol. 27 Iss 3 pp. 39 – 50

Hazen, B.,Cegielski, C., & Hanna, J. (2011); "Diffusion of Green Supply Chain Management: Examining Perceived Quality of Green Reverse Logistics." The International Journal of Logistics Management, Vol. 22(3).

Jacoby, J. ve Leon B. Kaplan. (1972); "The Components of Perceived Risk." Pp. 382-393 in M. Venkatesan (Ed.), Proceedings of the Third Annual Conference. Iowa City, Iowa: Associationfor Consumer Research. http://www.acrwebsite.org/volumes/12016/volumes/sv02/SV-02

Kim, J. ve Lennon, S. J. (2013) Effects of reputation and website quality on online consumers' emotion, perceived risk and purchase intention: Based on the stimulus organism response model, Journal of Research in Interactive Marketing, Vol. 1.

Larson, P. D. (1994) Buyer Supplier Co-operation, Product Quality and Total Costs. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management Vol. 24/6.

Mitchell, V.W. (1999); "Consumer Perceived Risk: Conceptualizations and Models", European Journal of Marketing, Vol. 33, No. 1.

Nikolaidis, Y. (2013). Quality Management in Reverse Logistics A Broad Look on Quality Issues and Their Interaction with Closed-Loop Supply Chains

Prahinski, C. ve Kocabasoglu, C. (2006); Empirical Research Opportunities in Reverse Supply' Chains', International Journal of Management Science, Vol. 34.

Rao, P. andHolt, D. (2005); "Do Green Supply Chains Lead to Competitiveness and Economic Performance?", International Journal Of Operations &Production Management, Vol. 25, No. 9/10.

Rogers, D.S. and Tibben-Lembke, R. (2001); "An Examination of Reverse Logistics Practices", Journal Of Business Logistics, Vol. 22, No. 2.

Roselius, T. (1971); "Consumer Ranking of Risk Reduction Methods", Journal Of Marketing, Vol. 35.

Samadi, M. and Ali Yaghoob-Nejad (2009); A Survey of the Effect of Consumers' Perceived Risk on Purchase Intention in E-Shopping Business Intelligence Journal, August, Vol. 2.

Sarkis, Josepph ve J. Dijkshoorn (2007). Relationships between solid waste management performance and environmental practice adoption in Welsh small and medium-sized enterprises (SMEs). International Journal of Production Research ISSN: 0020-7543

Schecter, L. (1984); A NormativeConception of Value, Prog. GrocerExec. Vol.2(12).

Shimp, Terrence A. and William O. Bearden (1982), "Warranty and Other Extrinsic Cue Effects on Consumers' Risk Perceptions," Journal of Consumer Research, 9 (June).

Snoj, B., Korda, A.P., Mumel, A. (2004); The Relationships Perceived Quality, Perceived Risk and Perceived Product Value. J. Prod. Brand Manag. Vol.13(3).

Srivastava, Samir K. (2007); Green Supply-Chain Management: A State-Oft He-Art Literature Review. International Journal Of Management Reviews, Vol.9/1.

Sweeney, J.C.,Soutar, G.N., Johnson, L.W.: (1999); The Role of Perceived Risk in The Quality-Value Relationship: A Study In A Retail environment. Journal Of. Retailing. Vol.75(1).

Tan, A.W.K. and Kumar, A. (2006); "A Decision-Making Model for Reverse Logistics in The Computer İndustry", International Journal Of Logistics Management, Vol. 17 No. 3.

Tuu, H., Olsen, S., & Linh, P. 2011. The Moderating Effects of Perceived Risk, Objective Knowledge and Certainty in The Satisfaction-Loyalty Relationship. Journal of Consumer Marketing. Emerald. 28/ 5.

Vorasayan, J. and Ryan, S.M. (2006); "Optimal Price and Quantity of Refurbished Products", Production And Operations Management, Vol. 15 No. 3.

Zeithaml, V. A.,&Bitner, M. J. (2003); Services Marketing: Integrating Customer Focus Across the Firm. Boston, MA, McGraw-Hill Irwin.

Zeithaml, V.A., (1988). Consumer Perceptions of Price, Quality and Value: A Means-End Model and Synthesis Of Evidence. J. Market., 52: 2-22. ISSN: 00222429

Zhu, Qinghua; Joseph Sarkis; Kee-hung Lai (2008); Confirmation of a Measurement Model for Green Supply Chain Management Practices İmplementation. Production Economics 111 (2008) 261–273.

KURULUŞ YERİ SEÇİMİNDE ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ: KAYSERİ'DE BİR FAST-FOOD ZİNCİRİ UYGULAMASI

Tevfik Aytemiz
Mersin Üniversitesi

Kısmet Cingöz
Mersin Üniversitesi

ÖZET

Kuruluş yeri seçimi bir restoranın başarısına ya da başarısızlığına etki eden önemli bir faktördür. Kuruluş yeri kararını etkileyen birçok kriter vardır. Bu kriterler sektörden sektöre farklılık göstermektedir. Karar vericiler en uygun yeri seçerken bu farklı kriterlerin hepsini göz önünde bulundurmakta ve alternatifleri bu kriterler altında değerlendirmektedirler. Bu çalışmanın amacı fast-food sektöründe hizmet veren bir işletme için, kuruluş yeri kararını etkileyen kriterleri belirlemektir. Bu kapsamda, altı kriter göz önünde bulundurulmuştur. Bunlar; genel kuruluş yeri, yerin konumu, demografik özellikler, trafik bilgisi, rekabet, maliyet değerlendirmeleridir. Bu kriterler Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) yöntemi ile değerlendirilmiş ve işletme için en önemli kriterler belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS), Çok Ölçütlü Karar Verme, Kuruluş Yeri Seçimi

ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS IN LOCATION SELECTION: AN APPLICATION ON FAST-FOOD RESTAURANT IN KAYSERİ

ABSTRACT

Location is a significant factor for to the success or failure of restaurant operations. There are many criteria influencing on location decision. These criteria differ from sector to sector. Decision makers consider all criteria while selecting optimal location and evaluate alternatives according to these criteria. Aim of this study is to determine the most significant group of criteria on location decisions for a fast-food restaurant. In this context, six criteria are considered such as; general location, position of site, demographics, traffic information, competition, and cost consideration. These six criteria are then evaluated using Analytical Hierarchy Process (AHP) method and the most significant criteria are determined for the restaurant.

Key Words: Analytical Hierarchy Process (AHP), Multi-criteria Decision Making, Location Selection

1. GİRİŞ

Kuruluş yeri bir restoranın başarısını büyük ölçüde etkilemektedir. Uzun vadeli bir karar olduğu için ve yatırım maliyetleri yüksek olduğu için yanlış kuruluş yeri seçimi işletmenin zarar etmesine hatta batmasına sebep olabilir. Bu yüzden işletmelerin kuruluş yerini seçerken birçok farklı kriteri göz önünde bulundurması gerekmektedir. Kendi faaliyet alanına göre kriterlere en uygun yerin seçimi işletmenin kârını, satış hacmini, müşteri bağlılığını ve farklı birçok performans göstergesini etkilemektedir.

Kuruluş yeri seçiminde en çok kullanılan yöntemlerden biri Analitik Hiyerarşi Sürecidir. Yöntem, objektif ve subjektif yargıların birlikte değerlendirilmesine izin verdiği için karar verme problemlerinde sıkça kullanılmaktadır.

Bu çalışmanın amacı Kayseri'de hızlı-yemek sektöründe faaliyet gösteren bir işletme için en önemli kuruluş yeri seçimi kriterlerini belirlemektir. Çalışmada restoran kuruluş yerini etkileyen en önemli kriterleri belirlemek için Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) yöntemi kullanılmıştır.

2. RESTORAN KURULUŞ YERİ SEÇİMİ

Kuruluş yeri seçimi 3 aşamadan oluşan bir süreçtir: fabrikanın/mağazanın kurulacağı bölgenin seçimi, bölgenin spesifik bir yerinin belirlenmesi ve belirlenen yer sınırları içindeki arazi parçasının belirlenmesi (Kobu, 2014: 163).

Restoran kuruluş yeri seçiminde alternatif kuruluş yerleri arasında seçim yapılırken farklı kriterler kullanılmaktadır. Tzeng vd.'e (2002) göre restoran kuruluş yeri seçimi içsel ve dışsal kriterlerden etkilenmektedir. İçsel kriterler; yöneticinin tecrübesi, yönetimin fikirleri, eğitim seviyesi, karar alma tercihi ve yönetim sistemleridir. Dışsal kriterler ise; ekonomi, ulaşım, rekabet, ticaret alanı ve çevredir. Timor ve Sipahi (2005) bir fast-food restoranı kuruluş yeri seçimi problemi çözümünde AHS yöntemini kullanmışlardır. Çalışmada konum, görünürlük, trafik şekli, rekabet, alanın geleceği, fiziksel özellikler ve maliyet kriterlerini birlikte değerlendirmişler ve en önemli kriterin maliyet olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Chang (2010) bir restoran kuruluş yeri seçiminde Bulanık Tercih İlişkileri yöntemini Analitik Hiyerarşi Yöntemine göre bulunan sonuçlarla kıyaslayarak en önemli kriterin hangisi olduğunu belirlemeye çalışmışlardır. Ekonomik, ulaşım, rekabet, ticari alan ve çevre kriterlerinin ele alındığı çalışmada, kira ve ulaşım maliyeti kriterlerinin diğer kriterlerden daha önemli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Khan'a (2015) göre bir restoran için kuruluş yeri seçimini etkileyen kriterlerin başında genel kuruluş yeri, bölgenin konumu, demografik özellikler, rekabet, trafik bilgisi ve maliyet gelmektedir. Bu kriterlerin açıklamaları Tablo 1'de yer almaktadır.

Tablo 1: Restoran Kuruluş yeri Seçimini Etkileyen Kriterler

Kriterler	Tanımlar
Genel Kuruluş Yeri	Kuruluş yeri, bir şehir içindeki genel bir alan anlamına gelir. Fiziksel özellikler ve bölge özellikleri düşünülür.
Bölgenin Konumu	Arazinin belirli bir bölümüdür. Büyüklük, park imkânları, olanaklara ve kamu hizmetlerine ulaşılabilirlik, uygunluk ve görünebilirlik ilgili kriterlerdir.
Demografik Özellikler	Müşterilerle ilgili, yaş, cinsiyet, meslek, gelir, yemek tercihleri ve gelecekteki büyüme ve gelişme potansiyeli ile ilgili bilgilerin toplanmasını içerir.
Rekabet	Restoran işletmesi, mevcut ve potansiyel rekabeti düşünmelidir.
Trafik Bilgisi	Trafik akış şekli konum seçiminde oldukça önemlidir. Trafik bilgisi ile ilgili kriterler, trafik sayımları, trafik şekli ve trafik akış şeklinin sıklığını içerir.
Maliyet	Konumun gelişimiyle ilgili maliyetlerin dikkatli bir şekilde hesaplanması gerekir. Bu satın alma maliyetini ve konumun gelişiminin maliyetini içerir. Konumun gelişiminden kasıt inşaat/yapım, peyzaj ve park alanı ve irtibat yolları gibi tesisle bağlantılı şeylerin karşılanması

Kaynak: Khan, M. A. (2015). *Restaurant franchising: Concepts, regulations and practices.* CRC Press,USA: New Jersey.

Yapılan çalışmalar incelendiğinde, kuruluş yeri seçimi ile ilgili sayısız çalışma bulunmakla birlikte, restoran özelinde çok fazla çalışma olmadığı gözlenmiştir. Ancak incelenen çalışmalarda perakende kuruluş yeri seçimi kriterleri ile restoran kuruluş yeri seçimi kriterleri arasında benzerlik olduğu görülmüştür. Örneğin; Nelson'a (1958) göre, perakende mağazacılığı için spesifik bölge seçimi uygulamalarında karşılaşılan sekiz ana kriter vardır. Bunlar; var olan ticaret alanı potansiyelinin yeterliliği, ticaret alanı için konumun ulaşılabilirliği, büyüme potansiyeli, iş fırsatları, rekabet edebilirlik, rekabetin olumsuz etkilerinden kaçınma ve bölge ekonomisi. McGuire (1993) ise perakende mağazacılığı kuruluş yeri seçimi için yedi kriter tanımlamıştır. Bunlar; demografik, ulaşılabilirlik, pazar genişliği, hane halkı ve ticaret karması, görünürlük işaretleri, uzun ömürlülük, direk ve dolaylı rekabet ve kira kombinasyonları.

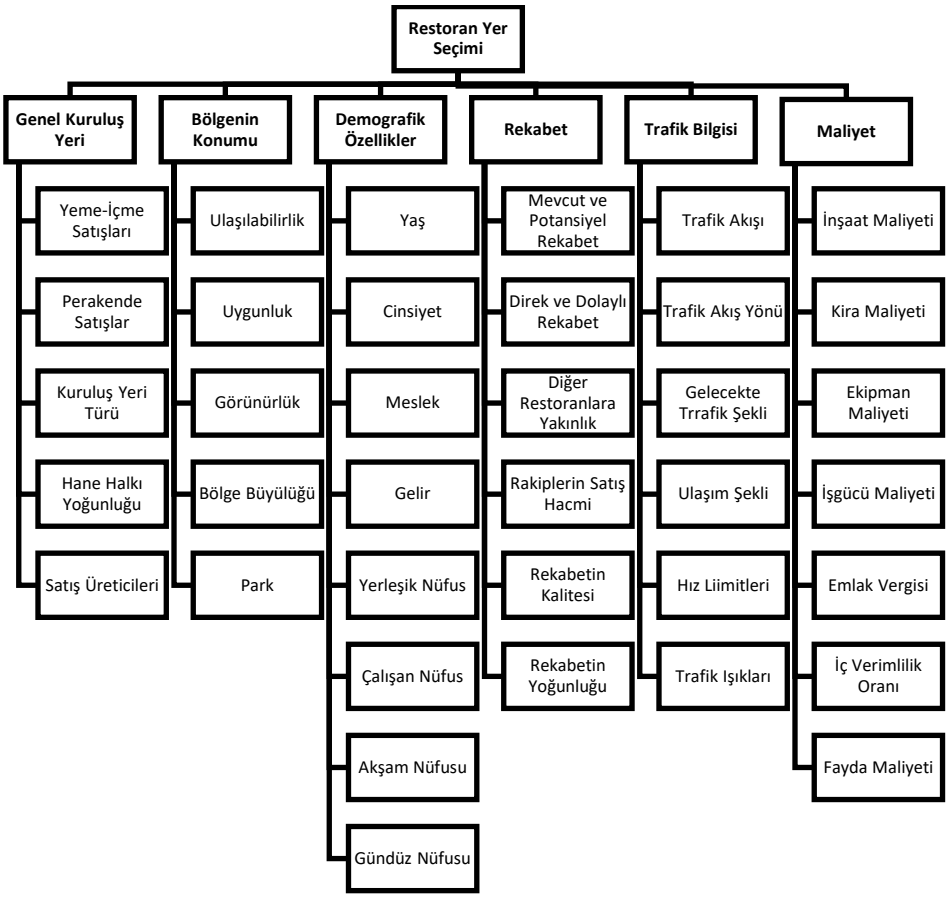
3. ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ

Kuruluş yeri seçiminde birçok yöntem kullanılmaktadır. Bunlara kendi aralarında matematiksel yöntemler, finansal yöntemler, simülasyon yöntemi ile son zamanlarda öne çıkan ve hiyerarşiyi dikkate alan çok kriterli karar verme tekniklerinden Analitik Hiyerarşi Süreci, TOPSIS, Fuzzy TOPSIS, Fuzzy AHS,.vb yöntemler örnek olarak verilebilir.

Bu çalışmada kullanılacak olan Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS), çok kriterli karar verme tekniklerinden biridir ve bireylerin subjektif değerlendirmeler yapmasına izin veren bir ölçüm tekniğidir (Temiz ve Cingöz, 2015). Yöntem Saaty tarafından 1977 yılında geliştirilmiştir. Yöntemin aşamaları şu şekilde gerçekleştirilir; -problemin tanımlanması, -kriterlerin belirlenmesi, -alternatiflerin ortaya konması, -hiyerarşik ağaç diyagramının çizilmesi, -kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesi, -her alternatifin çok kriterli puanının elde edilmesi, -genel puanların karşılaştırılması ve sıralama yoluyla en iyi alternatifin seçilmesidir (Ulucan, 2007).

4. FAST-FOOD ZİNCİRİ UYGULAMASI

Bu çalışmada, uygulama amacıyla, Kayseri'de hızlı-yemek sektöründe faaliyet gösteren bir işletme seçilmiş ve bu işletmenin yöneticileri ile yapılan görüşmelerde kuruluş yeri seçiminde önemli olan ana kriterler ve alt kriterler değerlendirilmiştir. Restoran kuruluş yeri seçimi için Khan (2015)'nın çalışmasından yola çıkılarak kriterler ve alt kriterler belirlenmiştir. Çalışmada toplamda altı ana kriter ve otuz yedi alt kriter bulunmaktadır. Bu kriterler Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) yardımıyla, iki yönetici tarafından değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmenin sonucunda gerekli hesaplamalar yapılarak en önemli kriterlerin hangileri olduğu belirlenmiştir. Çalışmanın hiyerarşik yapısı Şekil 1' de yer almaktadır.



Şekil 1: Restoran Yer Seçimi Kriterlerinin Hiyerarşik Yapısı

Uygulamanın gerçekleştirildiği restoranda iki yöneticiye kriterlerin ve alt kriterlerin göreli önemleri "X alternatifi,Y alternatifine "……"alt kriteri açısından hangi derecede tercih edilir?" şeklinde sorularak karşılaştırma yapmaları istenmiştir. İki yöneticinin her bir kriter ve alt kriter için verdiği cevapların geometrik ortalaması alınmış ve veriler analize uygun bir hale getirilmiştir. Çalışmada yer alan ana kriterler için ikili karşılaştırmalar yapılmış ve sonuçlar Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2: Ana Kriterlerin İkili Karşılaştırılması

	GKY	BK	DÖ	RF	TB	MF	Ağırlıklar
Genel Kuruluş Yeri (GKY)	1	1/6	1/8	1/4	4	1/7	0,047
Bölgenin Konumu (BK)	6	1	1/3	4	5	1/2	0,179
Demografik Özellikler (DÖ)	8	3	1	6	8	2	0,389
Rekabet Faktörü (RF)	4	1/4	1/6	1	2	1/6	0,073
Trafik Bilgisi (TB)	1/4	1/5	1/8	1/2	1	1/8	0,030
Maliyet Faktörü (MF)	7	2	1/2	6	8	1	0,282

AHS algoritmasının adımlarına göre hazırlanan tabloda, öncelikli olarak sütun değerleri toplanmış ve her bir hücre kendi sütun toplamına bölünmüştür. Sonrasında satırlar toplanarak ağırlıklar hesaplanmıştır. Expert Choice programı kullanılarak ana kriterlerin tutarlılık oranı CI=0,09 olarak bulunmuştur. Tutarlılık oranının 0,1'den küçük olması, karşılaştırmalar matrisinin tutarlı olduğunu göstermektedir. Ana kriterlerin tutarlı olması sonucunda aynı işlem tüm ana kriterlerin alt kriterleri içinde uygulanmıştır.

Genel kuruluş yeri kriteri yeme içme satışları, perakende satışlar, kuruluş yeri türü, hane halkı yoğunluğu ve satış üreticileri alt kriterlerinden oluşmaktadır. Bu alt kriterlerin ikili karşılaştırmalar matrisi ve alt kriterlerin ağırlıkları Tablo 3'deki gibi hesaplanmıştır. Genel kuruluş yeri ana kriteri için tutarlılık oranı 0,08'dir.

Tablo 3: Genel Kuruluş Yeri Ana Kriteri için İkili Karşılaştırmalar

Genel Kuruluş Yeri	YİS	PS	KYT	HHY	SÜ	Ağırlıklar
Yeme İçme Satışları (YİS)	1	1/2	6	1/3	6	0,1741
Perakende Satışlar (PS)	2	1	4	1/5	3	0,2139
Kuruluş Yeri Türü (KYT)	1/6	1/4	1	1/8	4	0,0566
Hane Halkı Yoğunluğu (HHY)	3	5	8	1	8	0,5111
Satış Üreticileri (SÜ)	1/6	1/3	1/4	1/8	1	0,0442

Bölgenin konumu ana kriteri, ulaşılabilirlik, uygunluk, görünürlük, bölge büyüklüğü ve park alanı alt kriterlerinden oluşmaktadır. Bu kriterin ikili karşılaştırmalar matrisi ve alt kriterlerin ağırlıkları Tablo 4'te gösterilmiştir. Bölgenin konumu ana kriteri için hesaplanan tutarlılık oranı 0,09'dur.

Tablo 4: Bölgenin Konumu Ana Kriteri için İkili Karşılaştırmalar

Bölgenin Konumu	ULŞ	UYG	GRN	BB	PA	Ağırlıklar
Ulaşılabilirlik (ULŞ)	1	2	6	7	3	0,4155
Uygunluk (UYG)	1/2	1	4	5	2	0,2473
Görünürlük (GRN)	1/6	1/4	1	4	1/6	0,0771
Bölge Büyüklüğü (BB)	1/7	1/5	1/4	1	1/8	0,0383
Park Alanı (PA)	1/3	1/2	6	8	1	0,2218

Demografik özellikler ana kriteri; yaş, cinsiyet, meslek, gelir, yerleşik nüfus, çalışan nüfus, akşam nüfusu ve gündüz nüfusu alt kriterlerinden oluşmaktadır. Bu ana kriterin tutarlılık oranı ise 0,09 olarak hesaplanmıştır. Demografik özellikler ana kriterinin ikili karşılaştırmalar matrisi ve alt kriterlerin ağırlıkları Tablo 5'teki gibidir.

Tablo 5: Demografik Özellikler Ana Kriteri için İkili Karşılaştırmalar

Demografik Özellikler	Y	C	M	G	YN	ÇN	AN	GN	Ağırlıklar
Yaş (Y)	1	5	2	1/2	3	1/2	4	4	0,1520
Cinsiyet (C)	1/5	1	1/7	1/9	1/2	1/6	3	3	0,0469
Meslek (M)	1/2	7	1	1/2	3	1/4	4	4	0,1316
Gelir (G)	2	9	2	1	8	2	9	9	0,3225
Yerleşik Nüfus (YN)	1/3	2	1/3	1/8	1	1/2	2	2	0,0602
Çalışan Nüfus (ÇN)	2	6	4	1/2	2	1	4	6	0,2138
Akşam Nüfusu (AN)	1/4	1/3	1/4	1/9	1/2	1/4	1	5	0,0468
Gündüz Nüfusu (GN)	1/4	1/3	1/4	1/9	1/2	1/6	1/5	1	0,0263

Rekabet ana kriteri; mevcut ve potansiyel rekabet, direk ve dolaylı rekabet, diğer restoranlara yakınlık, rakiplerin satış hacmi, rekabetin kalitesi ve rekabetin yoğunluğu alt kriterlerinden oluşmaktadır. Bu kriterin tutarlılık oranı 0,08'dir. Tablo 6'da Rekabet ana kriterinin ikili karşılaştırmalar matrisi ve alt kriterlerin ağırlıkları gösterilmektedir.

Tablo 6: Rekabet Ana Kriteri için İkili Karşılaştırmalar

Rekabet	MPR	DDR	DRY	RSH	RK	RY	Ağırlıklar
Mevcut ve Potansiyel Rekabet (MPR)	1	4	1/7	1/6	1/5	3	0,0752
Direk ve Dolaylı Rekabet (DDR)	1/4	1	1/8	1/7	1/6	3	0,0466
Diğer Restoranlara Yakınlık (DRY)	7	8	1	2	3	9	0,4010
Rakiplerin Satış Hacmi (RSH)	6	7	1/2	1	2	7	0,2688
Rekabetin Kalitesi (RK)	5	6	1/3	1/2	1	4	0,1766
Rekabetin Yoğunluğu (RY)	1/3	1/3	1/9	1/7	1/4	1	0,0318

Trafik bilgisi ana kriteri; trafik akışı, trafik akış yönü, gelecekteki trafik şekli, ulaşım şekli, hız limitleri ve trafik ışıkları alt kriterlerinden oluşmaktadır. Bu alt kriterlerin ikili karşılaştırmalar matrisi ve alt

kriterlerin ağırlıkları Tablo 7'deki gibi hesaplanmıştır. Trafik bilgisi ana kriteri için hesaplanan tutarlılık oranı 0,08'dir.

Tablo 7: Trafik Bilgisi Ana Kriteri için İkili Karşılaştırmalar

Trafik Bilgisi	TA	TAY	GTŞ	UŞ	HL	TI	Ağırlıklar
Trafik Akışı (TA)	1	1/2	5	1/3	5	6	0,1866
Trafik Akış Yönü (TAY)	2	1	4	1/2	6	7	0,2467
Gelecekteki Trafik Şekli (GTŞ)	1/5	1/4	1	1/6	5	6	0,1029
Ulaşım Şekli (UŞ)	3	2	6	1	8	9	0,3946
Hız Limitleri (HL)	1/5	1/6	1/5	1/8	1	2	0,0406
Trafik Işıkları (TI)	1/6	1/7	1/6	1/9	1/2	1	0,0287

Maliyet ana kriteri; inşaat maliyeti, kira maliyeti, ekipman maliyeti, iş gücü maliyeti, emlak vergisi, iç verimlilik oranı ve fayda maliyeti alt kriterlerinden oluşmaktadır. Bu alt kriterlerin ikili karşılaştırmalar matrisi ve alt kriterlerin ağırlıkları Tablo 8'de gösterilmiştir. Maliyet ana kriteri için hesaplanan tutarlılık oranı 0,09'dur.

Tablo 8: Maliyet Ana Kriteri için İkili Karşılaştırmalar

Maliyet	İM	KM	EM	İGM	EV	İVO	FM	Ağırlıklar
İnşaat Maliyeti (İM)	1	1/7	1/5	1/3	6	1/2	2	0,0757
Kira Maliyeti (KM)	7	1	6	5	8	3	4	0,3997
Ekipman Maliyeti (EM)	5	1/6	1	4	7	2	3	0,2041
İşgücü Maliyeti (İGM)	3	1/2	1/4	1	6	2	2	0,1272
Emlak Vergisi (EV)	1/6	1/8	1/7	1/6	1	1/6	1/2	0,0253
İç Verimlilik Oranı (İVO)	2	1/3	1/2	1/2	6	1	2	0,1106
Fayda Maliyeti (FM)	1/2	1/4	1/3	1/2	2	1/2	1	0,0574

Restoran kuruluş yeri seçim kararını etkileyen birçok kriter bulunmaktadır. Bu kriterlerin bazıları objektif bazıları subjektif bir şekilde değerlendirilebilmektedir. Bu kapsamda bu çalışmada AHS yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada altı ana kriter ve alt kriterleri göreli önemlerine göre değerlendirilmiştir.

Çalışmanın bulgularına göre restoran kuruluş yeri seçiminde en önemli ana kriter demografik faktörlerdir. Demografik faktörleri sırasıyla maliyet, bölgenin konumu, rekabet, genel kuruluş yeri ve trafik bilgisi kriterleri takip etmektedir. Restoran kuruluş yeri seçimini etkileyen tüm alt kriterlerin birlikte değerlendirildiği alt kriter ağırlıkları Tablo 9'da sunulmuştur. Buna göre, en önemli alt kriterin gelir olduğu belirlenmiştir ve restoran kuruluş yeri seçimi içindeki ağırlığı %12,41 olarak hesaplanmıştır. Gelir kriterini sırasıyla kira maliyeti (%12,38), çalışan nüfus (%8,52) ve ekipman maliyeti (%5,78) takip etmektedir. Bu alt kriterler sıralanırken ana kriterin ağırlığı ile alt kriterin ağırlığı çarpılarak restoran kuruluş yeri içindeki ağırlığı hesaplanmıştır.

Tablo 9: Alt Kriterlerin Ağırlığı

Alt Kriterler	**Kuruluş Yeri Seçimine Etkisi**	**Alt Kriterler**	**Kuruluş Yeri Seçimine Etkisi**
Yeme İçme Satışları	0,0078	Direk ve Dolaylı Rekabet	0,0031
Perakende Satışlar	0,0098	Diğer Restoranlara Yakınlık	0,0293
Kuruluş Yeri Türü	0,0025	Rakiplerin Satış Hacmi	0,0198
Hane Halkı Yoğunluğu	0,0249	Rekabetin Kalitesi	0,0133
Satış Üreticileri	0,0020	Rekabetin Miktarı	0,0022
Ulaşılabilirlik	0,0750	Trafik Akışı	0,0053
Uygunluk	0,0453	Trafik Akış Yönü	0,0075
Görünürlük	0,0127	Gelecekteki Trafik Şekli	0,0028
Bölge Büyüklüğü	0,0063	Ulaşım Şekli	0,0119
Park Alanı	0,0397	Hız Limitleri	0,0011
Yaş	0,0603	Trafik Işıkları	0,0008
Cinsiyet	0,0175	İnşaat Maliyeti	0,0186
Meslek	0,0525	***Kira Maliyeti***	***0,1238***
Gelir	***0,1241***	***Ekipman Maliyeti***	***0,0578***
Yerleşik Nüfus	0,0233	İşgücü Maliyeti	0,0327
Çalışan Nüfus	***0,0852***	Emlak Vergisi	0,0068
Akşam Nüfusu	0,0163	İç Verimlilik Oranı	0,0269
Gündüz Nüfusu	0,0097	Fayda Maliyeti	0,0154
Mevcut ve Potansiyel Rekabet	0,0053		

SONUÇLAR

Kuruluş yeri seçimi kararı birçok farklı kriterin göz önünde bulundurulması gereken stratejik bir karardır. Literatürde kuruluş yeri seçimi karalarında birçok farklı yöntem kullanıldığı görülmektedir.

Restoran kuruluş yeri seçimin etkileyen kritik faktörlerin belirlenmesinde AHS yönteminin kullanıldığı bu çalışmada, restoran kuruluş yeri seçimi için en önemli kriterin gelir (%12,41) olduğu tespit edilmiştir.

Geliştirilen AHS modeli ile restoran işletmecileri yer seçimi kararına etki eden kriterleri kendi göreli önemlerine göre analiz ederek uygun kuruluş yeri alternatiflerini seçebilirler. Ayrıca sektöre yeni girecek firmalar için bu çalışma hangi karar kriterinin dikkate alınması gerektiği konusunda yol gösterici olabilir. Gelecekte yapılacak çalışmalarda ise alternatif kuruluş yerleri semt olarak belirlenip bu kriterlere göre değerlendirilebilir ve işletme için en uygun kuruluş yerinin neresi olduğu belirlenebilir.

KAYNAKÇA

Chang, T. H. (2010, December). *Restaurant location selection by utilizing the fuzzy preference relations.* In Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), *2010 IEEE International Conference on* (pp. 935-939). IEEE.

Khan, M. A. (2015). *Restaurant franchising: Concepts, regulations and practices.* CRC Press.USA: New Jersey.

Kobu, B. (2014). *Üretim yönetimi*. 17. Baskı. İstanbul: Beta Basım.

McGuire, K. J. (1993). *Site selection and territorial issues.* In A. J. Sherman (Ed.), The franchising handbook (pp. 103-116), New York: American Management Association.

Nelson, R. L. (1958). *The selection of retail locations*. New York: F. W. Dodge Corporation.

Temiz, N. ve Cingöz, K. (2015). *İş gören seçim sürecindeki kritik faaliyetlerin analitik hiyerarşi süreci ile değerlendirilmesi.* Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 17(4), 531-553.

Timor, M. ve Sipahi, S. (2005). Fast-Food restaurant site selection factor evaluation by the analytic hierarchy process. *The Business Review Cambridge,* (1), 161-167. (http://www.jaabc.com/brcv4n1preview.html)

Tzeng, G. H., Teng, M. H., Chen, J. J., ve Opricovic, S. (2002). Multicriteria selection for a restaurant location in Taipei. *International journal of hospitality management*, 21(2), 171-187.

Ulucan, A. (2007). Yöneylem *araştırması*, Ankara:Siyasal Kitabevi.

ELEKTRİKLİ VE ELEKTRONİK ATIK TOPLAMA MERKEZİ YER SEÇİMİ İÇİN P-ORTANCA MODELİ ÖNERİSİ: İSTANBUL UYGULAMASI

Berk Ayvaz
İstanbul Ticaret Üniversitesi

Gül T. Temur
Beykent Üniversitesi

Dilay Çelebi
İstanbul Teknik Üniversitesi

Ferhan Çebi
İstanbul Teknik Üniversitesi

ÖZET

Bu çalışmada, bir tersine lojistik ağında açılması planlanan toplama merkezlerinin sayısı ve yerlerinin tespiti ile hangi satış noktalarının hangi toplama noktasına atık göndereceğine karar vermeye yardımcı yeni bir bütünleşik yaklaşım önerilmiştir. İlk olarak, seçili bölgede küme kapsama modeli yardımıyla, açılması gereken minimum toplama merkezi sayısı tespit edilmektedir. Sonrasında, toplama merkezlerinin yerine ve atamalarına karar veren p-ortanca modelinin amaç fonksiyonunda kullanılmak üzere, seçili bölge alt birimlerinin atık üretme ağırlıkları, bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) ve bulanık Çok Kriterli Optimizasyon ve Uzlaştırıcı Çözüm (VIKOR) yaklaşımından faydalanan güncel bir çalışmanın sonuçları derlenerek elde edilmiştir. Çalışmanın son aşamasında, elde edilen tesis sayısı ve ağırlık parametreleri p-ortanca modeline girdi olarak sunularak hangi satış noktalarının toplama merkezi görevi yapacağı ve hangi satış noktalarının nerelere atık göndereceği kararı verilmiştir. Elektrikli ve elektronik ürün endüstrisinde köklü üreticilerden birinin İstanbul ili kapsamında yetkili satış noktalarında gerçekleşecek olan elektrikli ve elektronik atık (e-atık) toplama sürecine ilişkin bir uygulama gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Elektrikli ve elektronik atık, p-ortanca modeli, toplama merkezi açma.

P-MEDIAN MODEL FOR ELECTRICAL AND ELECTRONICAL WASTES COLLECTION CENTER SELECTION: THE CASE OF İSTANBUL

ABSTRACT

In this study, a new integrated approach which helps to decide on not only amount and location of collection centers but also allocation of wastes between sales points and collection centers is proposed for reverse logistics networks. Firstly, the minimum collection center amount is identified by utilizing set covering model. Then, the results of a current state-of-art study that uses fuzzy analytical hierarchical process (AHP) and fuzzy multi-criteria optimization and compromise solution (VIKOR) integrated model is taken into account in order to determine the weights of sub locations that refer to their waste collection

capacity. Lastly, the number of collection centers and weigt parameters respectively are considered as the inputs of p-median model and the collection centers and allocations between sales points and collection centers are specified. The application is conducted in one of the most popular company in electronics industry and İstanbul city is taken into consideration for evaluation of electrical and electronical wastes (e-waste) collection process.
Keywords: Collection center opening, electrical and electronical wastes, p-median model.

1. GİRİŞ

Tersine Lojistik yönetimi ürün geri dönüş ve geri kazanım süreçlerinin yönetilmesidir. Tersine lojistik; ürün geri dönüşlerini, kaynak azaltımını, geri dönüşümü, malzeme değişimini, malzemelerin tekrar kullanımını, atıkların elden çıkarılmasını, tamir faaliyetlerini, onarımı ve yeniden imalatı içeren (Richey vd., 2005) ve bilinçli müşteri talebinin arttırılması ile firmalara "yeşil imaj" sağlayan bir anlayıştır. Tersine lojistikte geri dönen ürünlerin uygunluğu/kabulü, geri dönen ürünlerin nakliyesi, geri dönen ürünlerin denetimi, geri dönen ürün üzerinde işlem yapılması ve geri dönecek ürünlerin nereden geleceklerine, nasıl toplanacaklarına yönelik bilgi toplama işlemleri yer almaktadır (Skinner vd., 2008).

Son zamanlarda tersine lojistik alanına yönelik ilgi giderek artmaktadır. Bunun en önemli sebebi de yönetmeliklerdir. Çevresel yönetmelikler; makine ve ekipman üreticileri, devlet kurumları, lojistik hizmet sağlayıcıları ve belediyeler gibi aktörlere önemli sorumluluklar yüklemektedir. Örneğin 2002/96/EC ve 2002/95/EC no'lu Avrupa Birliği yönetmelikleri, elektrikli ve elektronik ürün atıkları (e-atık) ile ilgili oldukça sıkı yükümlülükler getirmektedir. Bu yönetmelikler, zararlı malzemelerin kullanımının azaltılması ve e-atık kazanımının arttırılması için geri kazanıma yönelik kotalar belirlemektedir.

Tersine lojistik alanında araştırma alanlarından biri tersine lojistik ağ tasarımıdır (TLAT). TLAT'ta, kullanılmış ürünlerin toplanması yönetmeliğine uyum ve kârlılık gibi açılardan bir tersine tedarik zincirinin iyileştirilmesi için stratejik öneme sahiptir (Ramezani vd., 2013; Manzini ve Bortolini, 2012). TLAT, ürün akış miktarlarının tespiti, tesislerin yerinin ve tesis kapasitelerinin belirlenmesi gibi maliyetli ve kritik kararların alınması için kullanılır. Bu problem alanında kullanılan temel modelleme yaklaşımlarından biri de p-ortanca modelidir. Lojistik yönetimi literatüründe p-ortanca modeli kullanan pek çok çalışma yer almaktadır. Özellikle 2000'li yıllardan sonra p-ortanca modelinin, farklı yaklaşımlarla bütünleşik olarak kullanımı popüler hale gelmiştir. Abdinnour-Helm (2000) toplama merkezi ağının p-ortanca modeli ile tasarımı için tavlama benzetimi sezgiselini geliştirmişlerdir. Ve daha sonra elde ettikleri sonuçları, diğer üç sezgisel yaklaşımla (Tabu Araması, MAXFLO ve ALLFLO) karşılaştırmışlardır. Ishfaq ve Sox (2010), intermodel lojistiğin finansal, operasyonel ve hizmet yönlerine odaklanan, Tabu Araması ile genişletilmiş bir p-ortanca modeli içeren meta sezgisel yaklaşımdan yararlanmışlardır. Ishfaq ve Sox (2011), diğer bir çalışmasında yine Tabu Araması ile genişletilmiş model yardımıyla, hizmet süresi gereklilikleri altında ulaşım maliyetleri, modal bağlantı maliyetleri ve sabit yerleşim maliyetleri üzerinden ulaşım türlerinin dinamiklerini ele almışlardır. Ye vd. (2011), Tayvan atık yönetim sisteminde tesis yeri seçin kararı için iki aşamalı yerleşim yeri küme kapsama modeli ile p-ortanca modeli bütünleşik bir model önermişlerdir. Dantrakul vd. (2014), hazırlık ve ulaşım maliyetlerini dikkate alan yer seçim problemini greedy algoritması, p-merkez algoritması ve p-ortanca modeli ile ayrı ayrı çözmüş ve sonuçları karşılaştırmıştır. Hazırlık maliyetlerinin, ulaşım maliyetlerinden düşük olduğu durumlarda p-ortanca modelinin kullanılmasının uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Vecchi vd. (2016), katı atık toplama kamyonlarının rotalarına yönelik optimizasyon problemini çözmek amacıyla ilk olarak bağlantı güzergahlarının gruplandırılması için p-ortanca modelinden yararlanmışlardır. Sonrasında karma tamsayılı modelleme yardımıyla kapasite kısıtlı rotalama problemini ele almışlardır.

Bu çalışmada literatürde yer alan çalışmalardan farklı olarak, küme kapsama modeli ve bulanık AHS-bulanık VIKOR yöntemi ile bütünleşik p-ortanca modelinin nasıl oluşturulacağına dair bir yaklaşım önerilmiştir. Bulanık AHS-bulanık VIKOR yaklaşımıyla her bir satış noktasının atık toplama potansiyelini gösteren ağırlıklar belirlenmiş ve bu ağırlıklar ile; küme kapsama modeli ile ortaya çıkarılan tesis sayısı değerleri, p-ortanca modeline girdi olarak alınmıştır. P-ortanca modeli ile de hangi satış noktalarının hangi toplama noktasına atık göndereceğine karar verilmiştir. Önerilen yaklaşımın uygulaması, elektrikli ve elektronik ürün endüstrisinde köklü ve en geniş pazara sahip üreticilerden birinin İstanbul ili kapsamında yetkili satış noktalarında gerçekleşecek olan e-atık toplama sürecine ilişkin olarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın ikinci bölümünde küme kapsama modeli ve p-ortanca modelinin genel yapısına değinilecek, üçüncü bölümünde uygulama süreci detaylandırılacaktır. Dördüncü bölümünde ise değerlendirmeye ve gelecek çalışma önerilerine yer verilecektir.

2. METODOLOJİ

2.1. Küme Kapsama Problemi

Küme kapsama probleminin amacı tüm talep noktalarını belirli bir hizmet seviyesinde kapsayacak en az sayıdaki hizmet verecek tesis sayısını belirlemektir. Bununla birlikte tesis yerleştirme maliyetini, belli bir hizmet seviyesini karşılayacak şekilde minimum yapmayı da amaçlamaktadır. Modelin matematiksel gösterimi aşağıdaki gibidir (Farahani vd., 2012):

i: talep noktalarının indisi, *j*: tesislerin indisi, *m:* talep noktası sayısı, *n:* potansiyel tesis sayısı, x_j: j noktasına bir tesis eklenmişse (0,1), *S*: kabul edilebilir maksimum hizmet seviyesi, *cj*: j noktasına tesis yerleştirmenin sabit maliyeti, *aij*: i talep noktası ve j tesisi arasındaki mesafe S'den küçük veya S'ye eşitse (0,1).

Amaç fonksiyonu: $\text{enk } z = \sum_{j=1}^{n} c_j . x_j$ (1)

Kısıtlar

$\sum_{j \in J} a_{ij} . x_j \geq 1 \;\; \forall i \;\; i = 1, \dots, m$ (2)

$x_j \in \{0,1\} \;\; j=1,\dots,N$ (3)

Eşitlik (1) açılan tesislerin maliyetinin minimize edilmesi amaçlanmaktadır. Eğer her tesis için kurulum maliyetleri eşit ise amaç fonksiyonu;

$\text{enk } z = \sum_{j=1}^{n} x_j$ (4)

şeklinde ifade edilebilir. Eşitlik (2), her talep noktasının, hizmet şartını sağlayan en az 1 tesis tarafından kapsanması sağlar. Eşitlik (3) karar değişkeninin 0-1 tamsayı olma kısıtıdır.

2.2. P-Ortanca Problemi

P-ortanca problemi, n adet talep noktasına hizmet verecek olan p adet tesisin ağırlıklı maliyeti minimum yapacak şekilde şebeke üzerinde yerleştirilmesi olarak tanımlanmaktadır (Hakimi, 1965). Bununla birlikte P-ortanca problemi açılan tesislerden hizmet alacak talep noktalarının en yakın tesise atanmasını da içerir (Bastı, 2012). P-ortanca probleminin matematiksel formu aşağıdaki gibidir (Rolland vd., 1997).
n = toplam talep noktası sayısı, *ai* = i noktasındaki talep, *dij* = i noktası ile j noktası arasındaki en kısa mesafe, *p* = yerleştirilecek olan hizmet verecek tesis sayısı, Karar değişkenleri; z_{ij}=eğer i müşterisi j tesisine atanmışsa (0,1), y_j=eğer j noktasında bir tesis açılmışsa (0,1).

Amaç fonksiyonu: $\text{Enk } z = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} a_i d_{ij} z_{ij}$ (5)

Kısıtlar:

$\sum_{j=1} z_{ij} = 1 \quad \forall i \quad i = 1, \dots n$ (6)

$z_{ij} \leq y_j \quad \forall i, j$ (7)

$\sum_{j=1}^{n} y_j = p$ (8)

$z_{ij}, y_j \in \{0,1\}$ (9)

Eşitlik (5) toplam ağırlıklı maliyetin minimize edilmesini göstermektedir. Eşitlik (6) ile her talep noktasının sadece bir tesisten hizmet alması sağlanmaktadır. Eşitlik (7) açıklayan tesise talep noktası atanmamasını sağlamaktadır. Eşitlik (8) açılacak olan tesis sayısını p adet ile sınırlandırmaktadır. Eşitlik (9) karar değişkenlerinin (0-1) tamsayı olmasını sağlamaktadır.

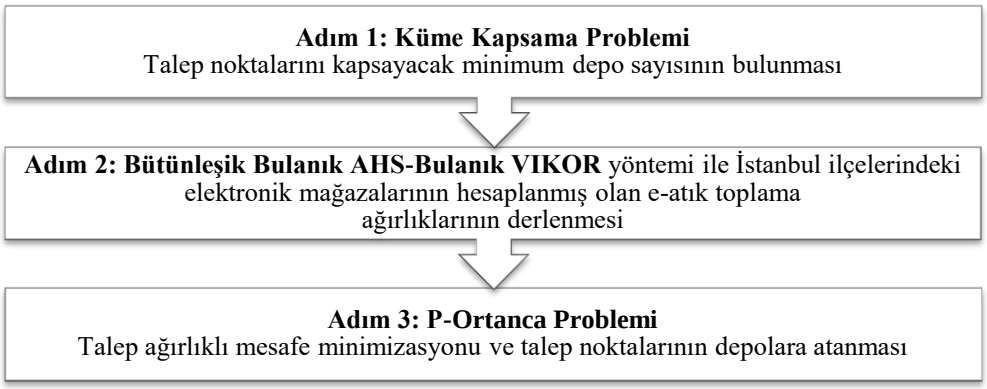
3. UYGULAMA

E-atık yönetmeliklerinin yeni hayata geçirildiği günümüzde Türkiye'nin geri kazanım faaliyetlerine adaptasyon süreci önemli bir araştırma alanı oluşturmaktadır. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2012 verilerine göre "2012 yılında 83 atık bertaraf tesisi ve 589 geri kazanım tesisi olmak üzere toplam 672 tesisin faaliyet gösterdiği tespit edilmiştir. Toplam kapasitesi 480 milyon m3 olarak tespit edilen 80 düzenli depolama tesisinde 24 milyon ton atık bertaraf edilmiştir. Ayrıca, 2012 yılında faaliyette olan 116 bin ton/yıl kapasiteli 36 sterilizasyon tesisinde toplam 46 bin ton tıbbi atık sterilize edilmiş ve sterilize edilen tıbbi atığın %43'ü düzenli depolama tesislerinde bertaraf edilirken %57'si ise belediye çöplüklerine gönderilmiştir. Toplam kapasitesi 61 bin ton/yıl olan 3 yakma tesisinde 47 bin ton tehlikeli ve 3 bin ton tehlikesiz olmak üzere toplam 50 bin ton atık bertaraf edilmiştir. Toplam kapasitesi 389 bin

ton/yıl olan 6 kompost tesisinde 159 bin ton atık işlem görmüş ve 26 bin ton kompost üretilmiştir. Ayrıca atık geri kazanımı lisanslı 32 beraber yakma (ko-insinerasyon) tesisinde 539 bin ton atık yakılarak enerji geri kazanımı gerçekleştirilmiştir. Lisanslı diğer 551 atık geri kazanım tesisinde ise toplam 9,5 milyon ton atık metal, plastik, kâğıt vb. geri kazanılmıştır" (TÜİK, 2012). REC Türkiye'nin ekonomik, bütçeye bağlı, çevresel ve sosyal etkileri dikkate alarak yaptığı analiz sonucunda aşağıdaki öneriler geliştirilmiştir:

- Devlet kurumlarının, yönetmeliği hızlı bir şekilde uygulamaya koyması gerekmektedir.
- Toplama noktaları oluşturulması gerekmektedir.
- Devlet, resmi olmayan yollarla e-atık toplayanlara karşı yönetmeliğin yaptırımlarını uygulamalıdır.
- Tüketiciler, ev aletlerinin herhangi bir bedel ödemeden geri dönüşünü sağlayacaklardır.
- Bakanlık tarafından, ürün fiyatlarına e-atık maliyetini karşılayacak bir ek ücret eklenmelidir.

Listede yer alan önerilerden olan "toplama noktaları oluşturulması" gerekliliği, bu çalışmanın konusunu oluşturmaktadır. Türkiye'de lisanslı toplama ve işleme tesisi sayısı yetersizdir. Yönetmelik sonrasında e-atık değerlendirme miktarının ve lisanslı işleme tesisi sayılarının ülkemizde hızla artması öngörülmektedir. Bu doğrultuda, toplama yeri açma kararına yönelik olarak geliştirilen yaklaşımın uygulaması, elektrikli ve elektronik ürün endüstrisinde köklü ve en geniş pazara sahip üreticilerden birinin İstanbul ili kapsamında yetkili satış noktalarında gerçekleşecek olan e-atık toplama sürecine ilişkin olarak gerçekleştirilmiştir. Önerilen yaklaşımın çözümünde gerçekleşecek olan aşamalar Şekil 1'de sunulmuştur.



Şekil 1. Çözüm aşamaları

Geliştirilen modelin uygulanması aşamasında İstanbul'un otuz dokuz farklı ilçesinde faaliyet gösteren toplam 199 adet yetkili satış noktası, müşteriler tarafından e-atıkların getirildiği yerler olarak ele alınmıştır. Bu bağlamda ihtiyaç duyulan parametrelerden yetkili satış noktalarının koordinatları Google Maps uygulaması ile belirlenerek satış noktaları ile potansiyel toplama noktaları arasındaki mesafeler *Öklid Uzaklığı* formülüyle belirlenmiştir. Potansiyel toplama merkezlerinin p-ortanca modelindeki ağırlıklarını elde etmek için Otay vd. (2016)'nin bütünleşik bulanık AHS-bulanık VIKOR yöntemi kullanarak elde ettiği sonuçlardan faydalanılmıştır. Bu çalışmada maliyet, lojistik, çevresel, sosyokültürel ve nüfus odaklı ana kriterler ve toplam on bir alt kriter dikkate alınarak karşılaştırılmalı dilsel ağırlık matrisleri oluşturulmuştur. Her bir ana ve alt kriterin bulanık ağırlıkların oluşturulması için geometrik ortalamadan faydalanılmıştır. Bu aşamada Buckley'in bulanık AHS yaklaşımı esas alınmıştır (Otay vd., 2016). Sonuç olarak, her bir ilçeye ait ağırlıklar Tablo 1'de verildiği gibidir.

İlçeler	**Kadıköy**	**Ataşehir**	**Beykoz**	**Bağcılar**	**Maltepe**	**Esenyurt**	**Sarıyer**	**Kartal**	**Bahçelievler**	**Bakırköy**
Ağırlıklar	0,050	0,046	0,043	0,043	0,042	0,041	0,039	0,038	0,038	0,036
İlçeler	**Üsküdar**	**Sultangazi**	**Şişli**	**Pendik**	**Sancaktepe**	**Fatih**	**Güngören**	**Büyükçekmece**	**Avcılar**	**Ümraniye**
Ağırlıklar	0,036	0,034	0,033	0,033	0,032	0,030	0,029	0,029	0,026	0,025
İlçeler	**Adalar**	**Küçükçekmece**	**Kâğıthane**	**Beyoğlu**	**Bayrampaşa**	**Çekmeköy**	**Beşiktaş**	**Beylikdüzü**	**Sultanbeyli**	**Gaziosmanpaşa**
Ağırlıklar	0,024	0,024	0,021	0,021	0,020	0,018	0,017	0,017	0,016	0,014
İlçeler	**Silivri**	**Başakşehir**	**Esenler**	**Çatalca**	**Arnavutköy**	**Eyüp**	**Şile**	**Tuzla**	**Zeytinburnu**	
Ağırlıklar	0,014	0,013	0,012	0,012	0,012	0,011	0,006	0,005	0,001	

Tablo 1. İstanbul İlçelerinin E-Atık Üretme Ağırlıkları

Her yetkili satış mağazası birer talep noktası, aynı zamanda da birer potansiyel toplama merkezi olarak düşünülmüştür. Her toplama merkezinin sabit kurulum maliyeti eşit kabul edildiği için denklem (4) amaç fonksiyonu olarak kullanılmıştır. Küme kapsama modelinin çözümünde her bir toplama merkezinin 5 km'lik mesafedeki satış noktalarını kapsadığı varsayılmıştır. Tablo 1'deki sonuçlardan yararlanılarak, yetkili satış noktalarının hangi ilçede yer aldıklarına göre ağırlıkları belirlenmiştir. Önerilen model GAMS 23.5 paket programı kullanılarak çözülmüştür. Sonuçlar aşağıdaki Tablo 2'de gösterildiği gibidir.

Açılan Toplama Merkezi	Kapsanan Yetkili Satış Noktası
1	1
2	2
11	11, 12, 13, 14
41	41, 137, 138
42	42
50	48, 49, 50, 51, 52, 115, 116, 117, 118, 161, 190, 191
65	64, 65, 66
67	67
75	56, 63, 74, 75, 76, 77, 78, 79
88	57, 58, 59, 60, 61, 62, 80, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 114,199
100	16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 43, 70, 71, 72, 96, 97, 98, 99, 100, 198
104	4, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 112, 113, 192, 193, 194, 195, 196, 197
123	119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 146
132	25, 33, 34, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136
139	6, 7, 10, 108, 109, 110, 111, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145
155	147, 148, 149, 150, 154, 155, 170
157	68, 156, 157, 158, 168, 169
160	53, 54, 55, 159, 160, 162, 163, 164
165	165
166	166, 167
171	15, 44, 45, 46, 47, 73, 81, 82, 83, 91, 92, 93, 94, 95, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177
178	178
179	179
181	151, 152, 153, 180, 181, 182, 183
185	3, 5, 8, 9, 69, 184, 185, 186, 187, 189

Tablo-2 Çözüm sonuçları

Çözüme göre 25 adet yetkili satış noktasının, aynı zamanda toplama merkezi görevi yapması önerilmektedir. Her bir toplama merkezine bağlanan satış noktaları sayılarını dikkate aldığımızda, özellikle 50, 88, 100, 104, 123, 132, 139, 171 ve 185 no'lu merkezlerin kapsadığı satış noktası sayısının yüksek olduğu görülmektedir. Bu merkezlerin kapsadığı birimlerden gelecek atık miktarı yoğunluğu göz önünde bulundurulduğunda toplama merkezi olarak işlem yapabilmeleri için yönetmeliğe uygun ve yeterli kapasitede alt yapının kurulması gerektiği açıktır.

4. SONUÇ

Tersine lojistik yönetimi, son dönemlerde pek çok araştırmacı ve yönetici için en çok dikkate alınan konuların başında gelmektedir. Tesis yeri seçim ve ürün dağıtımı problemine yönelik olan tersine lojistik ağ tasarımı problemi ise, araştırmacılar tarafından bu alanda ilgiyle takip edilen problem alanlarından biridir. Ülkemizde, tersine lojistik ile atık yönetimi açısından aktörlere yüklenen sorumluluklar dikkate alındığında çevresel yönetmeliklerin etkilerinin izlenmesi, ülkemize özgü belirsizliklerin yaratacağı karmaşanın önüne geçebilmek açısından önem kazanan bir konu olacaktır. Ülkemizin mevcut koşulları ele alındığında, en büyük zorlukların, sürece kolaylıkla adapte olabilecek geri dönüşüm lisansına sahip firma sayısı az olmasından kaynaklandığı görülmektedir. Bu doğrultuda yönetmeliklerin dayattığı sorumlulukların başarıyla yerine getirilmesi için temel ihtiyaçlardan birinin de lisanslı toplama ve işleme tesislerinin açılması olduğu açıktır. Bu çalışmada, toplama merkezi açma kararına yönelik olarak küme kapsamı modeli ve bulanık AHS-bulanık VIKOR ile bütünleşik p-ortanca modeli önerilmiştir. Bu modelin uygulaması, ülkemizde yeni hayata geçirilen çevresel yönetmeliklerden biri olan e-atık yönetmeliğinin yaratacağı etki göz önünde bulundurularak elektrikli ve elektronik ürün sektöründe gerçekleştirilmiştir. Bu model ile, Türkiye'nin lider üreticilerinden birinin 199 adet satış noktasının hangilerinin toplama merkezi görevi yapacağına ve hangi satış noktalarının bu merkezlere atık göndereceği kararı verilmiştir. Gelecek çalışmalarda birimler arası coğrafi yapı koşulları incelendikten

sonra elde edilen lojistik kısıtlar modele eklenerek genişletilebilir. Diğer bir öneri ise modelin meta sezgisel bir yaklaşım ile genişletilerek belli bir amaç fonksiyonu doğrultusunda, birimler arası akışı sağlanan atık miktarlarının tespit edilmesidir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma TÜBİTAK 1005 – Ulusal Yeni Fikirler ve Ürünler Programı kapsamında desteklenmektedir (No: 115M551).

KAYNAKÇA

Abdinnour-Helm, S. (2001),"Using simulated annealing to solve the p-Hub Median Problem", International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 31(3), 203 – 220.

Bastı, M. (2012). "P-medyan tesis yeri seçim problemi ve çözüm yaklaşımları", Online Academic Journal of Information Technology, 3(7), 47–75.

Chen, C.T. (2000). "Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment", Fuzzy Sets Syst, 114, 1–9.

Chen, C.T., Lin, C.T. ve Huang, S.F.(2006). "A fuzzy approach for supplier evaluation and selection in supply chain management", International Journal of Production Economics, 102(2), 289–301.

Dantrakul, S., Likasiri, C. ve Pongvuthithum, R. (2014). "Applied p-median and p-center algorithms for facility location problems", Expert Systems with Applications 41, 3596–3604

Farahani, R. Z., Asgari, N., Heidari, N., Hosseininia, M. ve Goh, M. (2012). "Covering problems in facility location: A review. Computers and Industrial Engineering", 62(1), 368–407.

Hakimi, S. L. (1965). "Optimum distribution of switching centers in a communication network and some related graph theoretic problems", Operations Research, 13(3), 462–475.

Ishfaq, R. ve Sox, C. R. (2010). "Intermodel logistics: The interplay of financial, operational and service issues", Transportation Research Part E, 46, 926–949.

Ishfaq, R. ve Sox, C. R. (2011). "Hub location–allocation in intermodal logistic networks", European Journal of Operational Research 210, 213–230.

Manzini, R. ve Bortolini M. (2012) Strategic planning and operational planning in reverse logistics: a case study for Italian WEEE, In: P. Golinskaand C. A. Romano (eds.), Environmental Issues in Supply Chain Management, EcoProduction, Springer-Verlag, 107-130.

Otay, İ., İmre, Ş., Temur, G.T. ve Bolat, B. (2016). "E-waste collection center location evaluation problem: the case of İstanbul". 16th Production Research Symposium, 12-14 October 2016.

Ramezani, M., Bashiri, M. ve Tavakkoli-Moghaddam, R. (2013). "A new multi-objective stochastic model for a forward/reverse logistic network design with responsiveness and quality level", Applied Mathematical Modelling, 37, 1-2, 328-344.

REC Türkiye (Regional Environment Center-Turkey) (2012). Regulatory Impact Assessment of EU Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) Directive (2002/96/EC)"

Richey, R. G., Genchev, S. E. ve Daugherty, P. J. (2005). The role of resource commitment and innovation in reverse logistics performance. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management. 35(4), 233-257.

Rolland, E., Schilling, D. A. ve Current, J. R. (1997). "An efficient tabu search procedure for the p-median problem", European Journal of Operational Research, 96(2), 329–342.

Skinner, L. R., Bryant, P. T. ve Richey, R.G. (2008). Examining the impact of reverse logistics disposition strategies. International Journal of Physical Distribution&Logistics Management. 38(7), 518-539.

Vecchia,T.P.B., Surco, D.F., Constantino, A.A., Steiner, M.T.A., Jorgeb, L.M.M., Ravagnani, M.A.S.S. ve Paraíso, P.R. (2016)." A sequential approach for the optimization of truck routes for solid waste collection", Process Safety and Environmental Protection, 102, 238–250.

Ye, L., Ye, C. ve Chuang, Y. F. (2011). "Location set covering for waste resource recycling centers in Taiwan", Resources, Conservation and Recycling, 55, 979– 985.

DENİZLİ-KAKLIK LOJİSTİK KÖYÜ DEĞERLENDİRMESİ

Mustafa Bayhan
Pamukkale Üniversitesi

Mevhibe Türkmen
Pamukkale Üniversitesi

Duygu Kepe
Pamukkale Üniversitesi

ÖZET

Karayolu, demiryolu, denizyolu ve yerine göre havayolu erişimi ile kombine taşımacılık imkanlarının bulunduğu depolama ve ulaştırma hizmetlerinin birlikte sunulduğu lojistik köylerin önemi gün geçtikçe artmaktadır. Lojistik merkezler; farklı işletici ve taşıyıcılarla ulusal ve uluslararası, yük taşımacılığı, dağıtımı, depolama ve diğer tüm hizmetlerin yapıldığı alan olarak tanımlanmaktadır. Lojistik ile ilgili tüm faaliyetlerin çeşitli işleticiler tarafından yürütüldüğü belirli bir bölge olarak tanımlanan lojistik köylerde, iyi planlanmış ve iyi yönetilen, yük taşımalarıyla ilişkili faaliyetlerin, bu amaçla inşa edilmiş ortak alan içerisinde kümelenmesi söz konusudur.

Bu çalışmada, Türkiye'de TCDD (Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları) tarafından, Avrupa ülkelerinde olduğu gibi, etkin karayolu ulaşımı olan ve müşteriler tarafından tercih edilebilir bir alanda, yük lojistik ihtiyaçlarına cevap verebilecek özellikte, teknolojik ve ekonomik gelişmelere uygun, modern bir şekilde farklı ölçeklerde 16 noktada kurulduğu söylenen lojistik merkezlerden biri olan Denizli Kaklık Lojistik Köyü SWOT analizi ile incelenecek ve bu lojistik köyün kuruluş yeri, bölge ticareti ve ekonomisi açılarından değerlendirmesi yapılacaktır.

Anahtar Sözcükler: Lojistik merkez, lojistik köy, Denizli Kaklık Lojistik Köyü

EVALUATION OF DENIZLI-KAKLIK LOGISTICS VILLAGE

ABSTRACT

The importance of logistics villages where transmission and storage services which has opportunity of combined transportation with highway, rail, maritime line and conditionally air way have been presented together has been increased day by day. Logistics centers is defined as the area where national and international freight shipment, distribution, storage and all other services have been made by different operators and carriers. Well-planned and well-manages activities associated with freight shipment have been grouped in the logistics villages.

TCDD (Turkish State Railways) set up16 logistics centers like Europe countries in Turkey, which has efficient highway transports and the area where is preferred by customers. Also, these centers are suitable for technological and economic developments and met the needs of freight logistics. In this study, Denizli Kaklık Logistic Village which is one of these centers has been examined by using SWOT Analysis and evaluated according to location, region trade and economy.

Key Words: Logistics centers, logistics village, Denizli Kaklık Logistics Village

1.GİRİŞ

Küreselleşmenin artması ve artan rekabetin etkisiyle lojistiğin önemi günden güne hız kazanmaktadır. Lojistiğin öneminin artmış olması, Türkiye'nin coğrafi konumu ve küreselleşmenin etkisiyle rekabetin artması Türkiye'de lojistiğin tek bir merkezde toplanması gerekliliğini ortaya koymuş ve TCDD öncülüğünde lojistik köylerin kurulmasına başlanmıştır. Lojistik köylerde, taşımacılık, elleçleme, depolama, ayrıştırma, konsolidasyon, ihracat, ithalat, gümrükleme, transit işlemler, alt yapı hizmetleri, danışmanlık, sigorta ve bankacılık gibi hizmetlerin ticari amaçlar gözetilerek yapıldığı koordine edilmiş çok özel merkezlerdir. Lojistik merkezler bulundukları bölgenin ticari kapasitesine ve ekonomisinin gelişimine katkıda bulunarak, bu bölgede faaliyette bulunan şirketlerin birbirleri arasındaki rekabeti artırıp, kombine taşımacılığının gelişmesini sağlayacaktır.

Çalışmanın ilk bölümünde lojistik ve lojistik yönetimi kavramları açıklanmış, ikinci bölümde, lojistik köyler hakkında bilgiler verilmiştir. Son bölümde ise, Denizli'nin ekonomik, demografik, istihdam, ulaştırma altyapısı hakkında bilgiler verilip, Denizli'de kurulmuş olan Kaklık Lojistik Köyü, SWOT analiziyle incelenmiş ve merkezin güçlü yönleri, zayıf yönleri, fırsatları ve tehditleri belirlenmeye çalışılmıştır.

2. LOJİSTİK VE LOJİSTİK YÖNETİMİ

İlk kez 1905 yılında bugün bildiğimiz anlamıyla lojistik "Orduların malzemelerinin ve personelinin tedarik, taşınması, bakımı ve yenilenmesi" şeklinde askeri bir işlemi tanıtmak için kullanılmış olduğu biliniyor (Kobu,2010). 1960'lı yıllarda iş yaşamında yaygınca kullanılan bu kelime yirminci yüzyılın başlarında ABD' de askeri terimde, " personel ve malzemenin iyileştirilmesi, devamlılığının sağlanması, dağıtımı ve yeniden yerleştirilmesi faaliyetleri" diye tanımlanmıştır (İTO, 2006).

"Tedarik Zinciri Yönetimi Uzmanları Konseyi" (Council of Supply Chain Management Professionals – CSCMP)'nin yaptığı tanıma göre Lojistik Yönetimi: "Müşteri gereksinimlerini karşılamak üzere, üretim noktası ve tüketim noktaları arasındaki mal, hizmet ve ilgili bilgilerin ileri ve geri yöndeki akışları ile depolanmalarının etkin ve verimli bir şekilde planlanması, uygulanması ve kontrolünü kapsayan tedarik zinciri süreci aşamasıdır" (www.cscmp.org).

Faaliyet alanı; ilk başlarda sadece ulaşım ve depolama ile sınırlandırılmış olan lojistik; dağıtım, sipariş yönetimi ve işleme, satın alma, stok yönetimi, parça ve hizmet desteği, paketleme, geri dönen ürünler, üretim çizelgeleme, atıkların geri kazanımı ve imha edilmesi, talep tahminleme ve hatta müşteri hizmetlerini de içine alacak şekilde genişleme göstermiştir.(Coyle vd, 1996). Bunun doğal bir sonucu olarak, lojistik sektöründe faaliyette bulunan işletmelerin faaliyetlerini gerçekleştirme süresince birtakım maliyetler ortaya çıkmaktadır. Bu süreçte ortaya çıkan başlıca maliyetler (Bezirci ve Dündar, 2011):

- Sigorta, Navlun, Ara Taşıma Maliyetleri, Gümrükleme
- Depolama ve Ardiye Maliyeti,
- Hasar, bozulma, Kayıp ve Tazminat Maliyeti
- Gecikmiş teslimatın neden olduğu Maliyet
- Ceza ve Hata Maliyeti
- Bilgi Sistemleri Maliyeti ve Bilgi İletişim Maliyeti
- Personel, İşgücü Maliyeti
- Optimum Olamayan Sipariş Miktarları Maliyeti
- Stok Bulundurmaktan kaynaklı Maliyet
- Atıl Kapasite (depo, taşıma aracı, vd.) Maliyeti
- Kullanılan Araçların ve Donanımın Amortismanları veya Kiraları
- Taşıma istasyonuna Göre Maliyetler
- Taşıma ve Depolama Amacı ile yapılan Paketleme Maliyeti
- Elleçleme ve istifleme vb. ürün Aktarım Maliyeti
- Ayrıştırma, birleştirme, etiketleme, vb. katma değerli işlem maliyetleri
- Lojistik yönetimi maliyeti

Bu alanda faaliyette bulunan işletmeler için iş hayatında çoğunlukla karşılaşılan;

- Mal ve hizmetlerin maliyetleri düşürülebilir mi?
- Rekabet avantajı nasıl elde edilir?
- İşletmeler adına katma değerler nasıl elde edilir?
- Firmaların elde ettikleri yüksek kalite standartları nasıl devam ettirilir?
- Müşteri hizmetleri sürdürülebilir hale nasıl getirilir?
- Çevresel baskılar arttığında nasıl uyumlu hale nasıl gelinir?

gibi sorunların çözüme ulaşmasında "Lojistik Yönetimi" kavramı ortaya çıkmıştır. Lojistik Yönetimi; müşterilerin ihtiyaçları gözetilerek sevkiyat yerleri ile teslim yerleri arasındaki maddelerin çift yönlü akışı

süresince oluşan faaliyetlerin bütünsel olarak yönetilmesidir (Tanyaş, 2005). Loder'in yapmış olduğu tanıma göre lojistik yönetimi; "müşterilerin ihtiyaçlarını karşılamak için, üretim yerinden tüketim yerine kadar olan mal, hizmet ve ilgili bilgilerin ileri ya da geri ilerleyişi ve depolanmasının etkin ve verimli biçimde plânlanması, kontrolü ve uygulanması faaliyetlerini içeren bir tedarik zinciri sürecidir"(http://www.loder.org.tr).

Dünya ticaretinde yaşanan hızlı büyüme ve üretimlerin küreselleştirilmesi, ürünlerin kullanıcılara ulaştırılmasında zamanın önemini artırmıştır. Ayrıca ürünlerin taşınması, depolanması ve dağıtımı için lojistik merkezlerin bulunması gerekliliği önem kazanmıştır. (Aydın ve Öğüt, 2008). Tedarik zinciri yönetiminin, çeşitli Lojistik faaliyetlerinin planlı, etkili ve hızlı biçimde yönetilebilmesi için tedarik zinciri yönetiminin kullanmış olduğu tekniklerden biri de lojistik köy uygulamalarıdır.

3. LOJİSTİK KÖY KAVRAMI

İçinde lojistik ve taşımacılıkla ilgili kamuya veya özel kuruma ait kurum ve kuruluşların olduğu, birden fazla taşıma sistemiyle etkili bağlantısı olan ve taşıma modları arasındaki aktarma sistemlerinin güvenli, hızlı ve düşük maliyetli olduğu, depolama, elleçleme, yükleme boşaltma, tartı, bakım onarım, ambalajlama, yük bölme-birleştirme vb. faaliyetlerinin gerçekleşebilmesi için gerekli tüm varlıkları bünyesinde barındıran lojistik amaçlar için tasarlanmış özel bölgelere lojistik köy denir (Gün, 2012).

Lojistik köy, lojistik ya da lojistikle ilgili faaliyetlerin ister ulusal isterse uluslararası tüm işlemlerin kamu veya özel sektör işletmelerince yapıldığı özel yerlerdir. Genellikle lojistik köyler, büyük ve önemli üretim merkezlerine (sanayi bölgeleri, iş merkezleri vs.), karayolu hatlarına, şehirlere, demiryolu ve şartları uygun ise liman bağlantısı olan, fakat şehrin trafiğini direk etkilemeyecek yerlere kurulmuşlardır. Malların sınıflandırılması ve gruplandırılması, ayrıştırma, depolama, uzun mesafe taşımacılık dağıtım be tüm bu hizmetlerin yerine getirilebilmesi için bankacılık, sigortacılık gibi katma değer sağlayan hizmetler de lojistik köylerde verilen hizmetler olarak sayılabilir (Aydın ve Öğüt, 2008).

Türkiye'de TCDD'nin yapmış olduğu lojistik köy tanımlaması ise: "lojistik ve taşımacılık firmaları ile alakalı resmi kurumların da içerisinde bulunduğu, çeşitli ulaştırma modları arasında bağlantılarının olduğu, bakım onarım, depolama, elleçleme, yükleme-boşaltma, yükleri bölme, tartı, paketleme, birleştirme gibi işlemleri gerçekleştirebilecek ve taşıma modları arasında düşük maliyetli, hızlı, güvenli, aktarma alan ve donanımlarına sahip bölgelerdir" şeklindedir (www.tcdd.gov.tr).

Lojistik köyler genellikle limanların yakınlarında kurulup ana taşıma koridorlarıyla etkili bağlantıları bulunmaktadır. Lojistik köylerdeki imkanlar oldukça geniştir. Lojistik merkezler yüklerin iskele ve depolar arasında konteynerlama ve boşaltma işlemleri karayolu ve demiryolu aracılığıyla aktarımı hızlı bir şekilde yapılmaktadır. Lojistik köylerin demiryolu bağlantılı depoları, elleçleme sahaları, boş ve dolu .konteyner depolama alanları olduğu için karayolu ile yapılan taşımacılık seferleri azalmakta ve geniş alanlar sayesinde elleçleme süre ve maliyetleri azalmaktadır (Demiroğlu ve Eleren 2014). Lojistik köyler oluşturulan bölgenin ekonomik gelişimine katkı sağlayarak ticari potansiyelinin artmasını sağlamıştır. Ayrıca bu merkezler, faaliyette bulunan firmaların rekabetini artıracak ve kombine taşımacılığın ilerlemesine neden olacaktır. Lojistik köylerde, depo, optimum araç planlaması, (özellikle kamyon-tır), mükemmel hizmet, nakliye, insan gücü kullanımı, bütün etkinliklerin güvenilir yerlerde, planlama ve tek elden yönetim yapılabilmektedir. Ayrıca sınaî ve personel kaynaklı maliyetlerin azalması, taşımacılık sektöründeki kazançlarda artış, çalışma ortamlarındaki kalitenin artması ve yaygın destek hizmetlerini de sağlamaktadır (Tanyaş,2013).

Lojistik köyün sahip olması gereken çeşitli kriterler vardır ve yapısı gereği birçok hizmeti aynı anda verebilecek kapasiteye sahiptir. Lojistik köyün çok yönlü ve kaliteli hizmetler sunması kullanıcıların beklentilerini karşılaması istenilen bir durumdur. Lojistik köylerin varlığı bölgelerin ve ülkelerin ekonomik kalkınmalarına katkı sağlar. Lojistik köylerin bulunduğu yerlerin dünya ile bağlantısının olup olmaması stratejik bir öneme sahiptir. Yani lojistik köyün bulunduğu coğrafi konum ülke veya bölgeler için hayati önem taşır. Ayrıca lojistik köylerin diğer bir ulaşım türü olan havalimanlarına yakınlığı ya da bağlantılarının bulunması mümkünse kendi içinde barındırması tercih edilen bir kriterdir. Diğer önemli bir kriter ise güçlü bağlantılı limanlara sahip olması ve gemicilik hatlarının odak noktasında yer almasıdır

Lojistik merkezin konumu lojistik ve taşımacılık işleriyle uğraşan firmalar için çok etkili bir faktördür. Lojistik faaliyetlerin koordine edilmesi ve tüm taşıma bağlantıları arasında akışın sağlanması lojistik merkezin görevidir. Bu nedenle Avrupa'da kurulmuş olan lojistik merkezler genellikle üretim ve tüketim merkezine yakın, taşıma ve dağıtım faaliyetinin merkezindedir. Ayrıca tüm ulaşım modlarından yararlanabilecekleri;(kara, hava, demir ve denizyolları gibi)altyapılara sahip olduğu görülmektedir (Tanyaş ve Arıkan 2013).

Lojistik köylerin tarihsel sürecine bakıldığında, Avrupa'da 1960'lı yılların sonlarından itibaren, "yük köyü" freight village) olgusu şeklinde gündeme geldiği görülür. ABD'de ise lojistik köy kavramına "inland port" denilmektedir. Ülkemizde de 2005 yılında telaffuz edilmeye başlayan yük (lojistik) köyleri

2006 yılında Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları (TCDD) tarafından oluşturulmaya başlanmış, daha sonra özel sektör tarafından da kabul görerek lojistik köy kurulma çalışmaları hızlanmıştır (Elgün ve Elitaş, 2011).
Dünyada on üç ülkede 100'den fazla lojistik köyün hizmet verdiği bilinmektedir. Bu ülkeler İspanya, İtalya, Almanya, Danimarka, Portekiz, Lüksemburg, Yunanistan, Fransa, Macaristan, Belçika, Hollanda, Polonya'dır. Ayrıca ABD'de de lojistik köyler bulunmaktadır.
Ülkemizde lojistik köy kavramı 2000'li yıllarda ilk kez konuşulmaya başlanmıştır. 2006'da TCDD öncülüğünde uygulamaya yönelik çalışmalar başlamıştır (Karadeniz ve Akpınar, 2011).
Türkiye'de 20 adet modern lojistik merkez aşama aşama hizmete girmektedir. Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı öncülüğünde olmak üzere TCDD 19 tane lojistik merkez çalışması yapmaktadır. 1 tanesi de Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğü (AYGM) tarafından yapılmaktadır (TCDD).
Tablo 1: Türkiye'de Lojistik Köyler (http://www.tcdd.gov.tr)

Hizmete Açılan Lojistik Merkezler	İnşaası devam eden Lojistik Merkezler	Proje ve kamulaştırma işlemleri devam eden Lojistik Merkezler
• Samsun (Gelemen), • İstanbul (Halkalı), • Eskişehir (Hasanbey), • Denizli (Kaklık), • Kocaeli (Köseköy), • Balıkesir (Gökköy), • Uşak	• Bilecik (Bozüyük), • Mardin, • Erzurum (Palandöken), • Kahramanmaraş (Türkoğlu) • Mersin (Yenice) • İzmir (Kemalpaşa) (AYGM tarafında yapılan)	• Kayseri (Boğazköprü) • Konya (Kayacık) • Sivas • Kars • Habur • Bitlis (Tatvan) • İstanbul (Yeşilbayır)

4. DENİZLİ KAKLIK LOJİSTİK KÖYÜNÜN SWOT ANALİZİYLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Denizli Sanayi Odası, Kaklık Belediye Başkanlığı, Denizli Madenciler ve Mermerciler Derneğinin yazılı talebi; Denizli 'de bulunan sivil toplum kuruluşlarının 31/03/2007 tarihinde tertip edilen Ulaştırma Bakanı Binali Yıldırım ve TCDD Genel Müdürü Süleyman Karaman'ında katıldığı toplantı sonucunda alınan kararlar doğrultusunda, Denizli ili ve çevresindeki yüklerin Alsancak ve Aliağa bölgesindeki limanlar ile iç bölgelere taşınması, yük taşımalarında yaşanan darboğazın ortadan kaldırılması ve kapasitesinin artırılması amacı ile; Kaklık İstasyonunda mevcut 90.000 m2 alana ilaveten 30.000 m2 alanın kamulaştırılması yapılarak 120.000 m2'lik bir alana Lojistik Merkezi kurulmuştur (TCDD).
Kaklık lojistik merkezi konumu itibariyle Alsancak limanına 289 km, Aliağa limanına en yakın istasyon olan Biçerovaya 335 km uzaklıktadır. Kaklık lojistik merkezinin yapımı ile yıllık 250 bin ton olan yükleme boşaltma kapasitesi yıllık 1 milyon tona çıkarılması hedeflenmiştir. Lojistik sahada yükleme/boşaltma hizmetleri için 3 adet portal vinç yolu, hizmet binasında gümrükleme faaliyetlerinin merkezde yapılabilmesine imkan sağlayacak ofis ile lojistik firmaları için tahsis edilecek ofisler bulunmaktadır. Ayrıca istasyon binası, çalışanlar için 3 kat ve 6 daireden oluşan lojmanlar da mevcuttur.

4.1.Kaklık Lojistik Köyünün SWOT Analizi Sonuçları

Bu çalışmada Denizli ilinde kurulmuş olan Kaklık lojistik köyünün SWOT analizi yapılmıştır. SWOT analizi üstünlük kullanmada, zayıflıkların üstesinden gelmede, fırsatları değerlendirmede ve tehditlere karsı hazırlıklı olmayı sağlamada önemli bir analiz tekniğidir. Kaklık Lojistik köyüne uygulanan SWOT analizinde, merkezin güçlü ve zayıf yönleri belirlenerek karşılaştığı ve gelecekte karşılaşabileceği fırsatlarının ve tehditlerinin belirlenebilmesini sağlayacak stratejiler geliştirilmesini sağlamaktır. Kaklık lojistik köyü, uzman kişilerle yapılan yüz yüze görüşmeler sonucunda ortaya çıkan maddeler belirlenmiş ve bu sonuçlar SWOT analiziyle değerlendirilerek üstünlükleri, zayıflıkları, fırsatları, ve tehditleri yorumlanarak analiz edilmiştir.

4.1.1.Kaklık Lojistik Köyünün Güçlü Yönleri

Kaklık lojistik köyündeki uzman kişilerle yapılan görüşmeler sonucunda ortaya çıkan güçlü yönleri maddeler halinde sıralanmıştır.

- 3 adet portal vinç ile düşük maliyetli elleçleme
- 120.000 metrekare beton saha ile sağlıklı stoklamada rahat bir çalışma imkanı
- Lojistik merkezde gümrükleme işlemi
- Ar-ge faaliyetlerinin olması
- Yeterli ve nitelikle kadronun olması
- Yüksek tartım kapasiteli vagon kantarı

4.1.2. Kaklık Lojistik Köyünün Zayıf Yönleri

Kaklık lojistik köyündeki uzman kişilerle yapılan görüşmeler sonucunda ortaya çıkan zayıf yönleri maddeler halinde sıralanmıştır.

- Şehrin içinde yer alması: Kaklık lojistik köyü daha önceden kurulmuş olan bir yapıyı sonrasında genişletme çalışması yapılarak oluşturulduğu için ilçe merkezinde evlerin yanında olduğu için tırların buraya ulaşmakta zorlanmasına sebep olmaktadır. Ayrıca ilçenin dar yolları da sorun teşkil etmektedir.
- Tek hat işletmeciliği: Ülkemizde demiryolları tek hat işletmeciliği ile oluşmuştur. Bu da ulaştırmada sorun teşkil etmektedir çünkü arızalanan ya da kaza yapan bir trenin demiryolu trafiğini kapatması akabinde gelen trenin geçişine izin vermemektedir bu da taşınan maddelerin istenilen zamanda ulaşmasına mani olmaktadır.
- Nakliye masrafları: Kaklık lojistik köyünün OSB 'ye uzak olması ara nakliye maliyetini artırmaktadır.
- Forklift eksikliği: forklift
- Tır park alanı: Lojistik köye gelen tırlar için park alanı mevcut değildir.
- Stok alanı: Özellikle hava şartlarından etkilenecek ürünlerin taşıması yapılacağında ürünlerin zarar görmemesi için taşıma yapılıncaya kadar kapalı stok alanları olması zorunludur.
- Ek maliyetler: Demiryolu taşımacılığında taşınan maddeler gidiş ve dönüş maliyetleri birlikte hesaplanarak belirlenmektedir. Yani taşınacak ürün gidişte konteynerlar dolu olduğu için gidişte ucuz gibi görünse de dönüşte trenlerin boş olarak dönmesinin masrafları da müşterilerden talep edilmektedir bu da müşteriler için ek maliyettir.

4.1.3. Kaklık Lojistik Köyünün Fırsatları

Kaklık lojistik köyündeki uzman kişilerle yapılan görüşmeler sonucunda ortaya çıkan fırsatlar maddeler halinde sıralanmıştır.

- Mermer ocaklarına yakınlık: Denizli de Honaz ilçesinde mermer organize sanayi bölgesinde faaliyette bulunan işletmeler Kaklık lojistik merkezine yakın olması sebebiyle lojistik merkezinden yararlanmaktadır ve bu işletmeler için taşıma maliyetleri açısından daha cazip hale gelmektedir.
- OSB 'ye yakın tek demiryolu yükleme merkezi olması: Kaklık lojistik köyü OSB'ye en yakın demiryolu yükleme merkezidir.
- Denizli serbest bölgesine yakın demiryolu yükleme merkezi olması
- Sanayinin gelişmiş olması: . Denizli hem büyükşehir olmasından hem de sanayi kenti olmasından dolayı lojistik sektörü de hayli gelişmiştir ve gelişmeye devam etmektedir.
- TCDD Taşımacılık A.Ş: TCDD Taşımacılık A.Ş kurulduğunda devletin tasarrufunda olan ulusal demiryolu altyapı ağı içerisinde bulunan ve kendine devredilen kısmında demiryolu altyapı işletmecisi olarak görev yapacaktır.

4.1.4. Kaklık Lojistik Köyünün Tehditleri

Kaklık lojistik köyündeki uzman kişilerle yapılan görüşmeler sonucunda ortaya çıkan tehditler maddeler halinde sıralanmıştır

- İklim şartları: 4 mevsimin etkili olduğu bölgede kış aylarında mermer ocaklarında faaliyetlerin aksamasına sebep olmaktadır. Lojistik merkezinden büyük oranda taşıması yapılan mermerin bu şartlardan etkilenmesi taşımanın da aksamasına neden olmaktadır.
- Suriye'deki iç savaş: Sınır komşumuz olan Suriye 'de yaşanan savaş ülkemizin güvenliğini etkilediği gibi bu ülkeyle ticari ilişkisi olan birçok firmayı da olumsuz yönde etkilemiştir. Kaklık lojistik merkezinden en çok Suriye'ye ihraç edilen işlenmemiş blok mermerler artık bu ülkeye hiç ihraç edilemez hale gelmiştir.
- Tunçbilek linyit yüzey rezervlerinin azalması: Tunçbilek'te çıkarılan linyit en önemli tedarik kaynağı olan Denizli çimento sektörü için her ay yaklaşık 15 bin ton linyiti demiryolları aracılığıyla ilimize getirtmektedir.
- Bürokratik engeller: Kaklık lojistik köyü TCDD çatısı altında Afyon merkezli 7. Bölgeye bağlıdır. Denizli Kaklık baş makastan itibaren olan demiryolları ve istasyonları ise İzmir merkezli TCDD 3.Bölgeye bağlıdır. Dolayısıyla Kaklık ve Denizli istasyonları farklı bölgelerin denetimi ve yönetimi altındadır. Bu anlamda bütün idari işlerde Denizli gar müdürlüğündeki ilgililer muhatap alınırken bu yetkili kişilerin aynı ilde olmasına rağmen farklı bölgelere bağlı olmasından dolayı Kaklık hakkında bilgileri yoktur ya da çok azdır.
- Lojistik köyün konumu: Alsancak limanına 289 km, Aliağa limanına en yakın istasyon olan Biçerova 335 km uzaklıktadır. Bu anlamda lojistik köyün kurulumunda yer seçerken limana yakınlıktan ziyade limana yapılan taşımaların demiryoluyla yapılması amaçlanmıştır. Ancak

Kaklık'ın OSB'ye uzak kalması Kaklık lojistik merkezi ile OSB arası ara nakliye maliyetini artırmakta ve OSB'den şu ana kadar herhangi bir taşımanın Kaklık lojistik köyünden demiryolu ile taşınmamış olmasının nedeni olmaktadır.

5. SONUÇ

Bu çalışmada Denizli ilinde kurulmuş olan Kaklık lojistik köyünün SWOT analizi yapılmıştır. Kaklık Lojistik köyüne uygulanan SWOT analizi sonucunda;

120.000 metrekare beton saha ile sağlıklı stoklamada rahat bir çalışma imkanı sunması, yüksek kapasiteli vagon kantarının bulunması ve Kaklık lojistik köyünde alanında uzman personel mevcut olması üstün yanlarını oluştururken, lojistik merkezin hızlı büyüyen şehir merkezinde kalması, OSB ye uzak olmasından dolayı ara nakliye maliyetlerinin yüksek olması, yeterli stok alanları ve tır park alanlarının olmaması olumsuz yönlerini oluşturmaktadır. Bunun yanında mermer ocaklarına yakınlık, serbest bölgeye yakın olması ve bölge sanayisinin gelişme potansiyeli, lojistik merkezin gelişmesi için fırsat olarak görülmektedir. Bu fırsatlara karşın, lojistik merkezin limanlara uzak olması, yönetim olarak Afyon 7.Bölgeye bağlı olması bürokratik işlemlerin uzamasına, bu ve buna benzer tehditler nedeniyle bu lojistik merkezin gelişimine olumsuz etki etmektedir.

6. TEŞEKKÜR

Bu çalışmamızda bize yardımcı olan Kaklık Lojistik Köyü Müdür Yardımcısı Tevfik Ceylan ve lojistik memuru Erdem Biçer' e teşekkürü bir borç biliriz.

KAYNAKÇA

Aydın ve Öğüt, 2008, "Lojistik Köy Nedir?", 2. Uluslararası Demiryolu Sempozyumu, TCDD, İstanbul, 2.Cilt, 1439-1448.

Bezirci ve Dündar, 2011, "Lojistik Köylerin İşletmelere Sağladığı Rekabet Avantajları", Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt 13, Sayı 1, (309-325).

Council of Supply Chain Management Professionals –CSCMP , https://cscmp.org/

Coyle, J., Bardi, E., and Langley, J., 1996. The Management of Business Logistics,Sixth Edition. West Publishing Company, Minneapolis.

Demiroğlu, E., Eleren, A., (2014), " Küresel lojistik köyleri ve Türkiye'de kurulması planlanan lojistik köy bölgelerinin ÇKKV yöntemleriyle belirlenmesi", Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Sayı:42, ss.189-202.

Elgün, N. ve Elitaş,C., 2011, "Yerel, Ulusal Ve Uluslararası Taşıma Ve Ticaret Açısından Lojistik Köy Merkezlerinin Seçiminde Bir Model Önerisi" CBÜ. Sosyal Bilimler Dergisi Yıl : 2011 Cilt :9 Sayı :2

Gün, D.,2012, "Küresel düzeyde Sürdürülebilir Lojistik Yönetimi İçin Lojistik Köylere Paradigmal Bir Yaklaşım ve İskenderun Lojistik Köy Projesi", Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi, Konya, (384-393).

İTO, (2006): "Türkiye Lojistik Sektörü Altyapı Analizi", İstanbul, İTO Yayın No: 2006-14.

Karadeniz, V. ve Akpınar, E., 2011, Marmara Coğrafya Dergisi Sayı: 23, , S. 49-71 İSTANBUL.

Kobu, Bülent,2010, Üretim Yönetimi, 15. Baskı,Beta Basım, İstanbul.

Lojistik Derneği (LODER), http://www.loder.org.tr

Tanyaş, M., (2005). Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi Ders Notu, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Tanyaş ve Arıkan 2013, "Bursa İli Lojistik Merkez Fizibilite Raporu" http://www.bursaeskisehirbilecik2023.com/rapor/pdf/2.pdf, Erişim tarihi:22.08.2015

T.C.Devlet Demir Yolları Müdürlüğü (TCDD), http://tcdd.gov.tr

A GREEDY RANDOMIZED ADAPTIVE SEARCH PROSEDURE FOR FLEXIBLE JOB SHOP SCHEDULING PROBLEM

Fatma Selen Karaslan
Dokuz Eylül University

Adil Baykasoğlu
Dokuz Eylül University

ABSTRACT

In this study, a new solution approach is presented for solving flexible job shop scheduling problem (FJSSP). A greedy randomized adaptive search procedure (GRASP) based algorithm is proposed for solving FJSSP. In the GRASP based scheduling procedure, we constructed active schedules by making use of Giffler and Thompson algorithm. The proposed approach is explained in detail by solving benchmark data from the literature. The results have proven that the GRASP based scheduling algorithm is an effective mechanism and is able to handle FJSSP and the proposed algorithm gives satisfactorily results in comparison to the relevant literature.

Keywords: Flexible job shop scheduling, Combinatorial optimization, GRASP, Metaheuristics.

1. INTRODUCTION

Scheduling problems occur in many economic domains, from computer engineering to manufacturing. Most scheduling problems are complex and combinatorial and so difficult to solve. The job shop scheduling is a branch of the production scheduling, which is a well known combinatorial optimization problem. The job shop scheduling problem is to determine a schedule of jobs that have pre-specified operation sequences in a multi-machine environment. In the classical job shop scheduling problem (JSSP), *n* jobs are processed for completion on *m* unrelated machines. For each job, technology constraints specify a complete, distinct routing which is fixed and known in advance. Each machine is continuously available from time zero, and operations are processed without preemption. The general JSSP is strongly NP hard (Lenstra and Kan, 1979).

Flexible job shop scheduling problem (FJSSP) is an extension of the classical JSSP which allows an operation to be processed by any machine from a given set. In a flexible job shop there are a set of machining centers in which an operation can be performed by any machine in the work center. The scheduling problem of FJSSP consists of a routing sub-problem, that is, assigning each operation to a machine out of a set of capable machines and the scheduling sub-problem, which consists of sequencing the assigned operations on all machines in order to obtain a feasible schedule, minimizing a predefined objective function. The FJSSP is machine dependent because the performance of each operation on each allowable machine has a different processing time. The FJSSP is a much more complex version of the JSSP, so the FJSSP is strongly NP-hard. It incorporates all of the difficulties and complexities of its predecessor JSSP and is more complex because of the additional need to determine the assignment of operations to the machines (Baykasoğlu, 2002).

FJSSP is to organize the execution of *n* jobs on *m* machines. In a flexible job shop, each job consists of a sequence of operations. An operation can be executed by one machine out of a set of candidate machines. Each operation of a job must be processed only on one machine at a time, while each machine can process only one operation at a time. Each machine can process a new operation only after completing the predecessor operation. All jobs and machines are available at time zero and a machine can only execute one operation at a given time. Preemption is not allowed. The FJSSP is machine dependent because the performance of each operation on each allowable machine has a different processing time. The objective of the problem is to assign each operation to an appropriate machine and to sequence the operations on the machines in order to minimize the makespan which is the time required completing all of the jobs.

The present paper organized as follows: after this introduction, section 2 introduces the brief literature about FJSSP problem. GRASP based solution approach is presented in section 3. Computational results are given in section 4. Conclusions are presented in section 5.

2. LITERATURE REVIEW

FJSSP has been studied by many researchers in recent years. Due to the complexity of FJSSP, no exact methods have so far been proven to be efficient for solving the problem whereas meta-heuristic algorithms have become the practical solution techniques which can produce good schedules in a reasonable time. Brandimarte (1993) proposed a hybrid tabu search algorithm with some dispatching rules for solving the FJSSP. Mastrolilli and Gambardella (2000) proposed two neighborhood functions incorporated with tabu search algorithm. Baykasoğlu et al. (2004) presented a linguistic-based meta-heuristic modeling and solution approach to solve FJSSP. Fattahi et al. (2007) presented a mathematical model with simulated annealing and tabu search algorithms for solving FJSSP. Ho et al.(2007) proposed an architecture for learning and evolving of flexible job-shop schedules called LEarnable Genetic Architecture (LEGA). Pezzella et al. (2008) presented genetic algorithm for FJSSP in which a mix of different rules for generating the initial population, selection of individuals, and reproduction operators were used. Gao et al. (2008) used a hybrid of genetic algorithm and variable neighborhood descent for FJSSP. Gen et al. (2009) developed a new approach hybridizing genetic algorithm with bottleneck shifting for solving multiobjective flexible job shop scheduling problem. Xing, et al. (2010) proposed a knowledge-based ant colony optimization algorithm for solving the FJSSP. Bagheri et al. (2010) addressed an artificial immune algorithm for solving the FJSSP to minimize makespan. Yazdani et al. (2010) presented a parallel variable neighborhood search algorithm which carries the responsibility of making changes in assignment and sequencing of operations for generating neighboring solutions. Zhang et al. (2011) suggested an effective genetic algorithm for solving the FJSSP to minimize makespan. Wang et al. (2012) proposed an effective artificial bee colony algorithm to solve FJSSP with the criterion to minimize makespan. Chiang et al. (2013) presented the multiobjective FJSSP in order to minimize the makespan, total workload, and maximum workload. Li et al. (2014) addressed a novel discrete artificial bee colony algorithm for solving the multi-objective FJSSP with maintenance activities. Xu et al. (2015)

proposed an effective teaching–learning-based optimization algorithm for solving FJSSP with fuzzy processing time. Gao et al. (2016) presented an effective discrete harmony search algorithm for solving FJSSP with weighted combination of two minimization criteria namely, the maximum of the completion time and the mean of earliness and tardiness. Singh et al. (2016) used quantum-behaved particle swarm optimization to solve FJSSP.

3. GRASP

GRASP has been used to solve combinatorial problems including routing and scheduling (Feo et al., 1995). A GRASP based algorithm is proposed in this work for solving FJSSP. In the literature, application GRASP to FJSSP is very rare. Binato et al. (2002) present a GRASP for JSSP. Aiex et al. (2003) introduced a parallel GRASP with path-relinking for JSSP. Armentano et al. (2007) proposed GRASP versions that incorporate adaptive memory principles for the problem of scheduling jobs in uniform parallel machines with sequence-dependent setup times in order to minimize the total tardiness relative to job due dates. Rajkumar (2010) presented a GRASP algorithm to solve the FJSSP with non-fixed availability constraints. Rajkumara et al. (2010) proposed a GRASP to solve FJSSP with non-fixed availability constraints. Rajkumar et al. (2011) presented a GRASP algorithm to solve the FJSSP with resource constraints. Chassaing et al. (2014) introduced an efficient GRASP approach for job shop scheduling with a web service paradigm.

GRASP is a multi-start or an iterative process, in which each GRASP iteration consists of two phases, a construction phase, in which a feasible solution is produced, and a local search phase, in which a local optimum in the neighborhood of the constructed solution is sought. The best overall solution is kept as the result. The greedy randomized construction phase is an iterative process that incrementally constructs every attribute of a candidate solution by a compromise between greediness and randomness. We construct the list of best candidates which is called the restricted candidate list (RCL) and then choose randomly one of the best candidates. This choice technique allows for different solutions to be obtained at each GRASP iteration. The solutions generated by construction step are not guaranteed to be local optimum. Therefore, in the second step we obtain a better solution in the neighborhood of the current solution with local search procedures. Local search terminates when no better solution is found in the neighborhood. In the proposed GRASP based scheduling procedure, we constructed active schedules by making use of Giffler and Thompson algorithm (Giffler, Thompson, 1960) and RCL is integrated into the Giffler and Thompson algorithm. After the construction phase, basic moves are used to obtain better solution in the local search phase. Basic moves are explained as follows: In swap moves, the two consecutive neighboring operations are swapped. In the insertion moves, the operation at an ith position is removed and inserted in the inserting point. In the interchange moves, the operation at an ith and j^{th} are interchanged. In local search phase, one move is selected randomly to reach a good solution being attended in solution.

4. COMPUTATIONAL RESULTS

The computational study aims to analyze the performance of GRASP to minimize the makespan for the FJSSPs. The proposed algorithm is coded by MATLAB programming language and tested on a PC with Intel Core i5 2.40 GHz CPU and 16 GB of RAM. In order to illustrate the effectiveness and performance of the proposed GRASP algorithm, the algorithm is implemented with two sets of problem instances from Kacem et al. (2002) and Brandimarte (1993). Kacem et al. (2002)'s data set contains three instances ranging from 4 x 5 to 15 x 10 whose scale (n x m, n: number of jobs, m: number of machines). Brandimarte (1993)'s (BR) data set contains a set of 10 problems. The number of jobs ranges from 10 to 20, the number of machine ranges from 4 to 15 and the number of operations for each job ranges from 5 to 15. These data sets are the most commonly adopted benchmark instances in the literature on FJSSP. The first data handled for analysis belongs to Kacem data. Table 1 demonstrates the results of the proposed GRASP with AL + CGA (Kacem et al., 2002), PSO + SA (Xia & Wu, 2005), parallel variable neighborhood search algorithm (PVNS) (Yazdani et al., 2010) and hybrid genetic algorithm (hGA) (Gao et al., 2008). Gantt chart of the obtained solution for problem 15 x 10 is illustrated in Figure 1. Table 1 illustrates that the results obtained by the proposed GRASP algorithm which is superior than or equal to the cited algorithms from the literature. Table 2 demonstrates the results of the proposed GRASP with PVNS (Yazdani et al., 2010), hGA (Gao et al., 2008) for Brandimarte data set. The computational results present that the proposed algorithm is effective.

Table 1. Makespan results for Kacem's instances

Problem size (*n* x *m*)	AL+CGA (Kacem et al., 2002)	PSO+SA (Xia et al., 2005)	PVNS (Yazdani et al., 2010)	hGA (Gao et al, 2008)	**The Proposed GRASP**
8 x 8	15	15	14	14	14
10 x 10	7	7	7	7	7
15 x 10	24	12	12	11	11

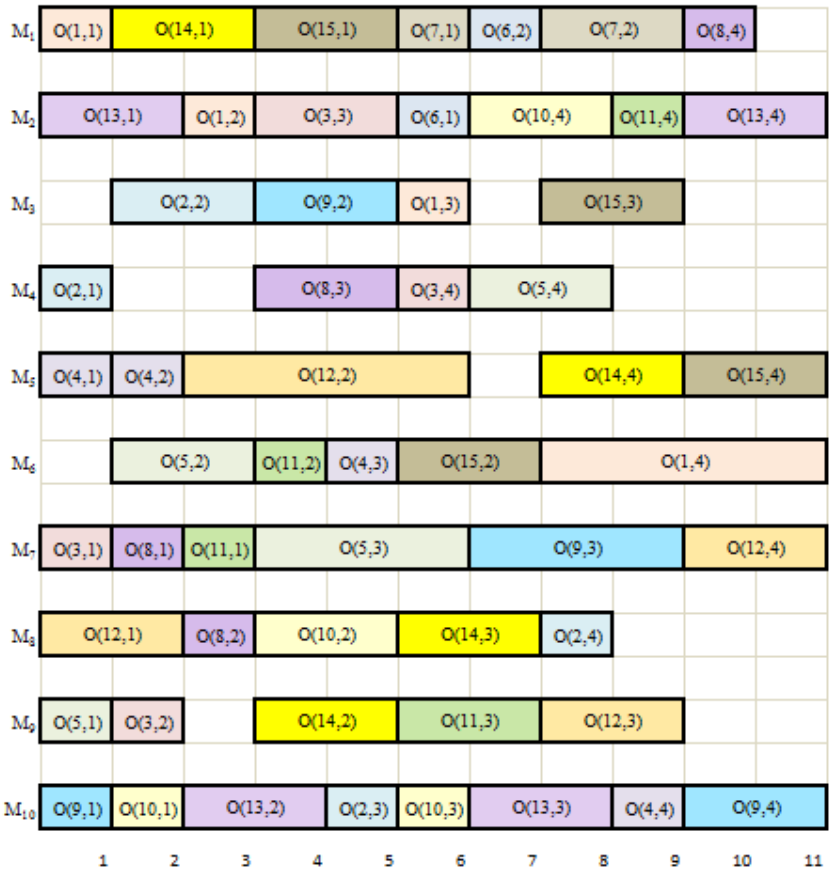


Figure 1. Gantt chart for Kacem's instance (problem 15 x 10) which is obtained by the proposed GRASP

Table 2. Results for Brandimarte's data set

Problem	*n* x *m*	(LB, UB)	PVNS (Yazdani et al., 2010)	hGA (Gao et al, 2008)	**The Proposed GRASP**
Mk 01	10 x 6	(36,42)	40	40	40
Mk 02	10 x 6	(24,32)	26	26	26
Mk 03	15 x 8	(204,211)	204	204	204
Mk 04	15 x 8	(48,81)	60	60	60
Mk 05	15 x 4	(168,186)	173	172	172
Mk 06	10 x 15	(33,86)	60	58	64
Mk 07	20 x 5	(133,157)	141	139	139
Mk 08	20 x 10	523	523	523	523
Mk 09	20 x 10	(299,369)	309	307	307
Mk 10	20 x 15	(165,296)	206	197	205

5. CONCLUSION

In this study, a GRASP based metaheuristic algorithm is proposed for solving FJSSP. Numerical experiments are conducted to address effectiveness of the proposed algorithm. It is observed that he proposed algorithm is able to provide satisfactorily results in comparison to the existing algorithms.

REFERENCES

Aiex, R. M., Binato, S., & Resende, M. G. (2003). Parallel GRASP with path-relinking for job shop scheduling. Parallel Computing, 29(4), 393-430.

Armentano, V. A., & de Franca Filho, M. F. (2007). Minimizing total tardiness in parallel machine scheduling with setup times: An adaptive memory-based GRASP approach. European Journal of Operational Research, 183(1), 100-114.

Bagheri, A., Zandieh, M., Mahdavi, I., & Yazdani, M. (2010). An artificial immune algorithm for the flexible job-shop scheduling problem. Future Generation Computer Systems, 26(4), 533-541.

Baykasoğlu, A. (2002). Linguistic-based meta-heuristic optimization model for flexible job shop scheduling. International Journal of Production Research, 40(17), 4523-4543.

Baykasoğlu, A., Ozbakır, L., Sönmez, A. I. (2004). Using multiple objective tabu search and grammars to model and solve multi-objective flexible job shop scheduling problems. Journal of Intelligent Manufacturing, 15(6), 777-785.

Binato, S., Hery, W. J., Loewenstern, D. M., & Resende, M. G. (2002). A GRASP for job shop scheduling. In Essays and surveys in metaheuristics (pp. 59-79). Springer US.

Brandimarte, P. (1993). Routing and scheduling in a flexible job shop by tabu search. Annals of Operations research, 41(3), 157-183.

Chassaing, M., Fontanel, J., Lacomme, P., Ren, L., Tchernev, N., & Villechenon, P. (2014). A GRASP× ELS approach for the job-shop with a web service paradigm packaging. Expert Systems with Applications, 41(2), 544-562.

Chiang, T. C., & Lin, H. J. (2013). A simple and effective evolutionary algorithm for multiobjective flexible job shop scheduling. International Journal of Production Economics, 141(1), 87-98.

Fattahi, P., Mehrabad, M. S., & Jolai, F. (2007). Mathematical modeling and heuristic approaches to flexible job shop scheduling problems. Journal of Intelligent Manufacturing, 18(3), 331-342.

Feo, T. A., & Resende, M. G. (1995). Greedy randomized adaptive search procedures. Journal of Global Optimization, 6(2), 109-133.

Gao, J., Sun, L., & Gen, M. (2008). A hybrid genetic and variable neighborhood descent algorithm for flexible job shop scheduling problems. Computers & Operations Research, 35(9), 2892-2907.

Gao, K. Z., Suganthan, P. N., Pan, Q. K., Chua, T. J., Cai, T. X., & Chong, C. S. (2016). Discrete harmony search algorithm for flexible job shop scheduling problem with multiple objectives. Journal of Intelligent Manufacturing, 27(2), 363-374.

Gen, M., Gao, J., & Lin, L. (2009). Multistage-based genetic algorithm for flexible job-shop scheduling problem. In Intelligent and evolutionary systems (pp. 183-196). Springer Berlin Heidelberg.

Giffler, B., & Thompson, G. L. (1960). Algorithms for solving production-scheduling problems. Operations Research, 8(4), 487-503.

Ho, N. B., Tay, J. C., & Lai, E. M. K. (2007). An effective architecture for learning and evolving flexible job-shop schedules. European Journal of Operational Research, 179(2), 316-333.

Kacem, I., Hammadi, S., & Borne, P. (2002). Approach by localization and multiobjective evolutionary optimization for flexible job-shop scheduling problems. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews), 32(1), 1-13.

Lenstra, J. K., & Kan, A. R. (1979). Computational complexity of discrete optimization problems. Annals of Discrete Mathematics, 4, 121-140.

Li, J. Q., Pan, Q. K., & Tasgetiren, M. F. (2014). A discrete artificial bee colony algorithm for the multi-objective flexible job-shop scheduling problem with maintenance activities. Applied Mathematical Modelling, 38(3), 1111-1132.

Mastrolilli, M., & Gambardella, L. M. (2000). Effective neighborhood functions for the flexible job shop problem. Journal of Scheduling 3,3-20.

Pezzella, F., Morganti, G., & Ciaschetti, G. (2008). A genetic algorithm for the flexible job-shop scheduling problem. Computers & Operations Research, 35(10), 3202-3212.

Rajkumar, M., Asokan, P., & Vamsikrishna, V. (2010). A GRASP algorithm for flexible job-shop scheduling with maintenance constraints. International Journal of Production Research, 48(22), 6821-6836.

Rajkumar, M., Asokan, P., Anilkumar, N., & Page, T. (2011). A GRASP algorithm for flexible job-shop scheduling problem with limited resource constraints. International Journal of Production Research, 49(8), 2409-2423.

Singh, M. R., & Mahapatra, S. S. (2016). A quantum behaved particle swarm optimization for flexible job shop scheduling. Computers & Industrial Engineering, 93, 36-44.

Xia, W., & Wu, Z. (2005). An effective hybrid optimization approach for multi-objective flexible job-shop scheduling problems. Computers & Industrial Engineering, 48(2), 409-425.

Xing, L. N., Chen, Y. W., Wang, P., Zhao, Q. S., & Xiong, J. (2010). A knowledge-based ant colony optimization for flexible job shop scheduling problems. Applied Soft Computing, 10(3), 888-896.

Xu, Y., Wang, L., Wang, S. Y., & Liu, M. (2015). An effective teaching–learning-based optimization algorithm for the flexible job-shop scheduling problem with fuzzy processing time. Neurocomputing, 148, 260-268.

Zhang, G., Gao, L., & Shi, Y. (2011). An effective genetic algorithm for the flexible job-shop scheduling problem. Expert Systems with Applications, 38(4), 3563-3573.

Yazdani, M., Amiri, M., & Zandieh, M. (2010). Flexible job-shop scheduling with parallel variable neighborhood search algorithm. Expert Systems with Applications, 37(1), 678-687.

Wang, L., Zhou, G., Xu, Y., Wang, S., & Liu, M. (2012). An effective artificial bee colony algorithm for the flexible job-shop scheduling problem. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 60(1-4), 303-315.

AN INTERVAL LINEAR PROGRAMMING MODEL FOR MARBLE CUTTING STOCK PROBLEM

Adil Baykasoğlu
Dokuz Eylül University

Burcu Kubur
Dokuz Eylül University

ABSTRACT

In most of the real-world situations, due to the variety of reasons some of the input parameters of the model coefficients are not exactly known. Therefore, there is a growing attention among academicians to deserve modelling of all relevant vague or uncertain information involved in a real decision problem. In this study, a mathematical programming model for one dimensional cutting stock problem under interval type of uncertainty is proposed. The solution obtained through the interval linear programming (ILP) method is an extension of the classical linear programming approach in an inexact environment. In order to present the practicality of the proposed approach a real life example with interval decision variables and parameters is solved. Computational results show that the proposed mathematical model is able to handle uncertainty and to provide acceptable solutions.

Keywords: Cutting stock problem, Interval linear programming, Marble cutting industry

1. INTRODUCTION

Traditional linear programming (LP) models can solve problems in which all parameters are deterministic. However, many input parameters in real life problems show different level of uncertainty due to the insufficiency of data (Dantzig, 1955). Interval linear programming (ILP) is effective for tackling optimization problems where related data are uncertain. Interval analysis was introduced in 1959 (Moore, 1959). Aim was developed to automation system to find the errors in computed results (Lodwick and Jamison, 2003). Dating from the 1960s to 1980s the topic of interval linear programming (ILP) was extensively studied. Hence, variety of solution methods for ILP models was proposed by some researchers. Best and worst cases (BWC) method was developed (Shaocheng, 1994). The original interval LP transforms into two specific LPs sub-models namely, the best and worst sub-models, which having particular characteristic: one LP has the largest possible feasible region which objective function has the best value and the other LP has the smallest possible region which objective function has the worst value. However, Shaocheng's method is restricted to handle the general ILP problem in two important ways. Firstly, it is restricted to nonnegative variables only and secondly, it deals only with inequality constraints which are finding optimum solution much easier than equality constraints. Shaocheng's method on ILP models with equality constraints was extended (Chinneck and Ramadan, 2000). Later, the method of solving ILP problems for equality and inequality constraints in minimization and maximization problem which is shown in Appendix I was developed (Allahdadi and Nehi, 2011).

A number of linear and mixed integer-linear programming methods have been developed for one dimensional cutting stock problem. However, in real-life problems, many parameters are uncertain and there is a complicated relationship between these parameters. In the considered problem, there exist discrete interval types of uncertainties. Thus, this requires the incorporation of these uncertainties within an optimization model. The objective of this study is to develop an interval linear programming model (ILP) for one dimensional marble plane cutting problem. The results will help to choose appropriate marble blocks for meeting demand and minimizing transportation cost and cutting marble block cost.

2. MODEL DEVELOPMENT

In the marble industry, production starts with quarrying raw natural stone blocks by separating the raw block from the excavation site. The following step is conveying irregular marble blocks from marble quarries by trucks. Before placed into marble stock area, these irregular marble blocks are cut with Diamond monoblade machine. Monoblade machine is used to give rectangular shape to irregular blocks. Next, these blocks are placed into the marble stock area. The most important stage of the production system is the selection of quarried blocks. Blocks are selected according to meet customer demand. After the selection, blocks are transported to plants and they are sorted according to production schedule and transferred to the stone cutting lines. Then selected blocks are deployed into the gangsaw machine for the cutting process. After cutting planes that were cut in the gangsaw machine, they are either sent directly to customers, or they are sent to further cutting operation of cutting plane into slabs.

2.1. Problem assumptions

In the proposed model, there exist three main assumptions as follows:

- The problem mentioned in this study is single objective, multi stock and one dimensional marble cutting problem with interval parameters and interval decision variables.
- We assume that all objects are available in stock in sufficiently large quantities to produce all ordered items.
- The setup times of the cutting equipment are not relevant and are disregarded.

2.2. Nomenclature

In order to formulate the mentioned one dimensional marble plane cutting problem as an interval linear program, the indices, parameters and decision variables are defined as given in Table 1.

Table 1. Model notations

Notation	Definition
Indices and sets	
j	Set of customer order types $j \in \{1,2,\ldots,T\}$
i	Set of marble blocks in stock $i \in \{1,2,\ldots,B\}$
k	Set of cutting order in the planning horizon $k \in \{1,2,\ldots,P\}$
Parameters	
$Wb_i^{\pm}$	Width of marble block *i* (cm)
$H_i^{\pm}$	Height of marble block *i* (cm)
$D_j^{\pm}$	Demand of customer order type *j* in the planning horizon
$TCost^{\pm}$	Transportation cost between marble stock area and gangsaw machine area
$bigM$	A very large number
Wt_j	Width of customer order type *j* (cm)
Decision variables	
$z_{ijk}^{\pm}$	Quantity of customer order type *j* to be cut out of marble block *i* in cutting order *k*
$s_{ik}^{\pm}$	Left over of marble block *i* in cutting order *k*
$b_{ik}^{\pm} \in \{0,1\}$	Equals to 1 if marble block *i* is cutting in cutting order *k* and 0 otherwise

2.3. Interval linear programming formulation of the problem

The main purpose of the proposed model is to determine the used marble blocks in each cutting order, quantifying of cutting customer order type from these marble blocks and left over amount of marble blocks in each cutting order. The interval objective of the proposed model is shown in (1) which is used to minimize the cost of marble blocks and transportation. Cost of marble blocks can be calculated with multiplication of marble block dimension elements. Constraints of the proposed model are expressed by Eqs. (2) - (9) as follows:

Min= $\sum_i^B \sum_k^P H_i^{\pm} Wb_i^{\pm} b_{ik}^{\pm} + \sum_i^B \sum_k^P TCost^{\pm} b_{ik}^{\pm}$
(1)

$\sum_k^P \sum_i^B z_{ijk}^{\pm} = D_j^{\pm}$ $\quad \forall j \in T$
(2)

$b_{ik}^{\pm} \leq \sum_j^T z_{ijk}^{\pm}$ $\quad \forall i \in B, k \in P$
(3)

$\sum_j^T z_{ijk}^{\pm} \leq bigM\, b_{ik}^{\pm}$ $\quad \forall i \in B, k \in P$
(4)

$\sum_j^T Wt_j\, z_{ijk}^{\pm} + s_{ik}^{\pm} = Wb_i^{\pm}$ $\quad \forall i \in B, k \in P$
(5)

$\sum_k^P b_{rk}^{\pm} \leq 1$ $\quad \forall r \in B$
(6)

$\sum_r^B b_{rk}^{\pm} \leq 1$ $\quad \forall k \in P$
(7)

$\sum_j^T \sum_i^B z_{ijk}^{\pm} \geq \sum_j^T \sum_i^B z_{ijk+1}^{\pm}$ $\quad \forall k \in P \quad k < B$
(8)

$z_{ijk}^{\pm} \geq 0 \ and\ integer$ $\quad \forall i \in B, j \in T, k \in P$
(9)

According to constraint (2), all of the customer order type *j* must be cut equal to the demand $D_j^{\pm}$. Constraint sets (3) and (4) present if marble block *i* is not actually cut in cutting order *k*, then no customer order of any type can be cut from it. Constraint (5) guarantee that the sum of lengths of the items cut from an object is not larger than the length of the object. Constraint sets (6) and (7) guarantee that each marble block can be cut into one exact cutting order and in each cutting order only one marble blocks can be cut. Constraint (8) ensures that the total number of customer order type *j* to be cut out of marble block *i* in a cutting order *k+1* if and only if its preceding cutting order is cut for satisfying customer demand. Finally,

constraint (9) enforces the non-negativity restrictions and integer elements represented by interval numbers.

2.4. Application

In order to demonstrate the computational efficiency of the proposed model, the cutting problem of marble plane problem is solved with the optimization software LINGO 14.0. The parameter $TCost^{\pm}$ is taken as [1200, 1800]. Data, which shows the available marble block for cutting operation, is given in Table 2. Data which shows the customer orders is given in Table 3.

Table 2. Available marble blocks data for cutting types operation for problem instance

	Available Marble stocks			
Blok No	Wb_i^-	Wb_i^+	H_i^-	H_i^+
B1	100	120	140	150
B2	140	155	150	165
B3	165	180	160	165
B4	130	140	130	140
B5	125	150	145	150
B6	110	150	155	165
B7	150	170	165	170
B8	160	180	160	170
B9	135	150	150	165
B10	140	170	155	160

Table 3. Number of customer demand of marble planes for problem instance

Customer Orders			
Customer Order No	Wt_j	D_j^-	D_j^+
C1	3	40	60
C2	5	20	50
C3	4	30	70
C4	2	35	50

The solution process for the considered problem with the objective of being minimized can be summarized as follows:

Step 1: Formulate the proposed model in accordance with (Allahdadi and Nehi, 2011)'s approach.
Step 2: Transform the model into two sub-models, where the best optimum values $\underline{Z}$ and worst optimum values $\overline{Z_1}$ or $\overline{Z_2}$.
Step 3: Firstly $\overline{Z_1}$ or $\overline{Z_2}$ should be formulated/solved to determine the worst value of the objective function.
Step 4: Calculate $z_{ijkopt}{}^{+}$, $s_{ikopt}{}^{+}$, $b_{ikopt}{}^{+}$ and f_{opt}^{+}.
Step 5: Formulate the best optimum values $\underline{Z}$ by adding constraints:
$z_{ijkopt}{}^{-} \leq z_{ijkopt}{}^{+}$, $b_{ikopt}{}^{-} \leq s_{ikopt}{}^{+}$, $b_{ikopt}{}^{-} \leq b_{ikopt}{}^{+}$.
Step 6: Calculate $z_{ijkopt}{}^{-}$, $s_{ikopt}{}^{-}$, $b_{ikopt}{}^{-}$ and f_{opt}^{-}.
Step 7: Integrate two sub-model solutions in order to obtain the optimal solution for the problem.

2.5. Results and discussion

The best and worst values of objective function are 6670 and 177475. In worst case marble blocks B1, B2, B3, B4, B5, B6 and B9 are selected to cut and in the best case marble blocks B1, B2, B3, B4 and B9 are selected. Obtained decision variables $z_{ijk}{}^{\pm}$ are shown in Figure 1. The results indicated that the model could effectively make a reasonable cutting plan for the one dimensional marble plane cutting problem.

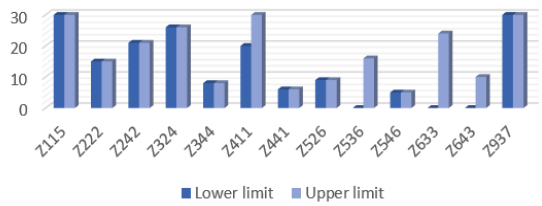


Figure 1. The value of decision variables $z_{ijk}{}^{\pm}$

REFERENCES

Allahdadi, M., and Nehi, H. M. (2011). Fuzzy linear programming with interval linear programming approach. *Advanced Modeling and Optimization*, 13(1), 1-12.

Chinneck, J. W., and Ramadan, K. (2000). Linear programming with interval coefficients. *Journal of the Operational Research Society*, 51(2), 209-220.

Dantzig, G. B. (1955). Linear programming under uncertainty. *Management Science*, 1(3-4), 197-206.

Lodwick, W. A., and Jamison, K. D. (2003). Interfaces between fuzzy set theory and interval analysis. *Fuzzy Sets and Systems*, 135(1), 1-3.

Moore, R. E., and Yang, C. T. (1959). Interval analysis I. *Technical Document LMSD-285875, Lockheed Missiles and Space Division*, Sunnyvale, CA, USA.

Shaocheng, T. (1994). Interval number and fuzzy number linear programming. *Fuzzy Sets and Systems* 66, 301-306.

Appendix I.

From the mathematical point of view, the interval linear programming problem (ILP) is presented with $\geq, \leq$ and $=$ constraints (Allahdadi and Nehi, 2011).

Definition 1. An ILP problem defined as

$$\text{Min } Z = \sum_{j=1}^{n} [\,\underline{c_j}, \overline{c_j}\,]\, x_j \tag{10}$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{j=1}^{n} [\,\underline{a_{ij}}, \overline{a_{ij}}\,] x_j \geq \left[\underline{b_i}, \overline{b_i}\right] \quad \text{i} = 1, 2, \dots, \text{m}$$

$$x_j \in (X^o \cup X^{si}) \quad \text{j} = 1, 2, \dots, \text{n}$$

Where X^o is variable set which is not associated with an interval coefficient anywhere in the ILP problem and can be sign-restricted or unrestricted, X^{si} is variable set which is sign-restricted and is associated with at least one interval coefficient in the ILP problem. Problem (10)'s characteristic version can be state as:

$$\text{Min} Z = \sum_{j=1}^{n} c_j\, x_j \tag{11}$$

$$\text{s.t.} \sum_{j=1}^{n} a_{ij}\, x_j \geq b_i \quad \text{i} = 1, 2, \dots, \text{m}$$

$x_j \in (X^o \cup X^{si})$ where $c_j \in \left[\underline{c_j}, \overline{c_j}\right], a_{ij} \in \left[\underline{a_{ij}}, \overline{a_{ij}}\right]$ and $b_i \in [\,\underline{b_i}, \overline{b_i}]$.

Solving ILP problems with $\geq$ constraints

Theorem 1. For ILP Problem (10) the best and worst optimum values can be obtained by solving the following problems respectively.

$$\text{min} \underline{Z} = \sum_{j=1}^{n} c_j^{'}\, x_j \tag{12}$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{j=1}^{n} a_{ij}^{'}\, x_j \geq \underline{b_i} \quad \text{i} = 1, 2, \dots, \text{m}$$

$$\text{min} \overline{Z} = \sum_{j=1}^{n} c_j^{''}\, x_j \tag{13}$$

$$\text{s.t.} \sum_{j=1}^{n} a_{ij}^{''}\, x_j \geq \overline{b_i} \quad \text{i} = 1, 2, \dots, \text{m} \quad \text{where}$$

$$a_{ij}^{'} = \begin{cases} \overline{a_{ij}} & x_j \geq 0 \\ \underline{a_{ij}} & x_j \leq 0 \end{cases}, \; a_{ij}^{''} = \begin{cases} \underline{a_{ij}} & x_j \geq 0 \\ \overline{a_{ij}} & x_j \leq 0 \end{cases}, \; c_j^{'} = \begin{cases} \underline{c_j} & x_j \geq 0 \\ \overline{c_j} & x_j \leq 0 \end{cases}, \; c_j^{''} = \begin{cases} \overline{c_j} & x_j \geq 0 \\ \underline{c_j} & x_j \leq 0 \end{cases}$$

Solving ILP problems with $\leq$ constraints

Theorem 2. For ILP problem

$$\text{Min} Z = \sum_{j=1}^{n} [\,\underline{c_j}, \overline{c_j}\,]\, x_j \tag{14}$$

$$\text{s.t.} \sum_{j=1}^{n} [\,\underline{a_{ij}}, \overline{a_{ij}}\,] x_j \leq [\,\underline{b_i}, \overline{b_i}\,] \quad \text{i} = 1, 2, \dots, \text{m}$$

$$x_j \in (X^o \cup X^{si}) \quad \text{j} = 1, 2, \dots, \text{n}$$

The best and worst optimum values can be obtained by solving the following problems respectively.

$$\text{min } \underline{Z} = \sum_{j=1}^{n} c_j'\, x_j \tag{15}$$

$$\text{s.t.} \sum_{j=1}^{n} a_{ij}^{''}\, x_j \leq \overline{b_i} \quad \text{i} = 1, 2, \dots, \text{m}$$

$\min \overline{Z} = \sum_{j=1}^{n} c_j^{''} x_j$
(16)
s.t. $\sum_{j=1}^{n} a_{ij}^{'} x_j \leq \underline{b_i}$ $\quad i = 1, 2, \ldots, m$ where $a_{ij}^{'}, a_{ij}^{''}, c_j^{'}, c_j^{''}$ are as defined in Theorem 1.

Solving ILP problems with equality constraints

Theorem 3. The interval equality constraint

$$\sum_{j=1}^{n} [\, \underline{a_j}, \overline{a_j} \,]\, x_j = [\, \underline{b}, \overline{b} \,] \tag{17}$$

can be considered as the following two inequality constraints that they define a convex region.

$$\sum_{j=1}^{n} a_j^{'} x_j \geq \underline{b} \quad , \quad \sum_{j=1}^{n} a_j^{''} x_j \leq \overline{b} \tag{18}$$

Theorem 4. For ILP problem

$$\min Z = \sum_{j=1}^{n} [\, \underline{c_j}, \overline{c_j} \,]\, x_j \tag{19}$$

s.t. $\sum_{j=1}^{n} [\, \underline{a_{ij}}, \overline{a_{ij}} \,]\, x_j = [\, \underline{b_i}, \overline{b_i} \,]$ $\quad i = 1, 2, \ldots, m$

$x_j \in (X^o \cup X^{si})$

the best optimum value can be obtained by solving the following problem

$\min \underline{Z} = \sum_{j=1}^{n} c_j^{'} x_j$
(20)
s.t. $\sum_{j=1}^{n} a_{ij}^{'} x_j \geq \underline{b_i}$ $\quad i = 1, 2, \ldots, m$

$\sum_{j=1}^{n} a_{ij}^{''} x_j \leq \overline{b_i}$ $\quad i = 1, 2, \ldots, m$

$x_j \in X^{si}$

and the worst value of objective function can be obtained by solving one of the following two linear programming problems.

$\min \overline{Z_1} = \sum_{j=1}^{n} c_j^{''} x_j$
(21)
s.t. $\sum_{j=1}^{n} a_{ij}^{'} x_j = \underline{b_i}$ $\quad i = 1, 2, \ldots, m$

$x_j \in X^{si}$

$\min \overline{Z_2} = \sum_{j=1}^{n} c_j^{''} x_j$
(22)
s.t. $\sum_{j=1}^{n} a_{ij}^{''} x_j = \overline{b_i}$ $\quad i = 1, 2, \ldots, m$

$x_j \in X^{si}$ where $a_{ij}^{'}, a_{ij}^{''}, c_j^{'}$ and $c_j^{''}$ are as defined in Theorem 1.

SIRA BAĞIMLI HAZIRLIK SÜRELİ MERMER KESME PROBLEMİ İÇİN SEZGİSEL BİR ÇÖZÜM YÖNTEMİ

Adil Baykasoğlu
Dokuz Eylül Üniversitesi

Burcu Kubur
Dokuz Eylül Üniversitesi

ÖZET

Bu çalışmada mermer endüstrisinde faaliyet gösteren bir işletmenin karşılaştığı, miktar, ebat ve kaliteleri bilinen mermer plaka taleplerinin mermer bloklarından karşılanmasını içeren tek boyutlu kesme problemi ele alınmıştır. Pratikte sıklıkla karşılaşılan bir problem olmasına rağmen, bu konu ile ilgili literatürde az sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu sektörde faaliyet gösteren işletmelerin maliyet düşürme çalışmalarında ana malzemenin en verimli şekilde kullanılması veya kesme kaybının en küçüklenmesi temel problemlerden biridir. Ancak üretim sürecinde, taşıma faktörleri, sıra-bağımlı hazırlık faktörleri, kesme planlarının oluşturulması ile ilgili unsurlar, kullanılan makine kapasitesi ile ilgili unsurlar ve firenin yeniden kullanılabilirliği etkin rol oynamaktadır. Bu çalışmada amaç, yukarda belirtilen faktörleri dikkate alarak toplam ulaşım maliyetleri, üst düzey kaliteye sahip mermer blok ile talep karşılamadan kaynaklı maliyetleri ve sıra bağımlı hazırlık maliyetlerinin minimize edilmesidir. Problemin çözümü için stokastik yayılım arama algoritması temelli yeni bir sezgisel algoritma önerilmiştir. Uygulama, mermer sektöründe faaliyet gösteren bir işletmenin gerçek verileri kullanılarak yapılmıştır. Sonuçlar önerilen modelin kullanışlılığını göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Mermer kesme endüstrisi, Sıra-bağımlı hazırlık zamanı, Stokastik yayılım arama algoritması.

A HEURISTIC PROCEDURE FOR CUTTING STOCK PROBLEM WITH SEQUENCE DEPENDENT SETUP IN THE MARBLE INDUSTRY

ABSTRACT

In this study, we deal with the one dimensional cutting stock problem of a marble company in order to produce set of marble planes with specified sizes, qualities and demands from marble blocks. Despite its practical aspects, there exist small number of study related to this problem in the literature. Factories operating in this sector concentrate on minimizing the amount of required raw materials or minimizing trim-loss. However, in the production process, different factors such as transportation, sequence dependent setup, generating cutting plans, cutting machine capacity and reusing of left over material play an effective role. In this study, the goal is to minimize total transportation cost, overgrading cost and knife dependent setup cost by considering aforementioned factors. A new stochastic diffusion search (SDS) based algorithm is specifically developed to solve this problem. The proposed method has been applied to real data from a marble company. The results show the usefulness of the proposed model.

Keywords: Marble cutting industry, Sequence-dependent setup, Stochastic diffusion search.

1. GİRİŞ

Günümüz yoğun rekabet koşulları altında ayakta kalmak isteyen işletmeler, maliyetlerini minimize etmek ve etkinliklerini arttırmak zorundadır. Kağıt, cam, çelik, metal, tekstil, mermer vb. birçok endüstride faaliyet gösteren işletmeler, maliyetlerini ve süreçlerinin etkinliğini önemli ölçüde etkileyen kesme problemleriyle karşı karşıya kalmaktadır. Kesme problemleri endüstriden endüstriye hatta işletmeden işletmeye farklılık gösteren bir problem tipidir. Bu problemlerin çoğu, belirli büyüklükteki parçalardan belirli büyüklük ve miktarlarda daha kısa parçaların kesilmesini içerir. Genelde, üretim maliyetlerini ve fire miktarını minimize etmek ya da karı maksimize etmek gibi amaç fonksiyonlarını optimize eder (Yanasse ve Lamosa, 2006). Büyük boyutlu parçalardan daha kısa parçalar kesilirken genel olarak, ana malzeme (hammadde) seçimi ve kesim kaybı olarak adlandırılan iki problem ortaya çıkmaktadır (Hinxman, 1980).

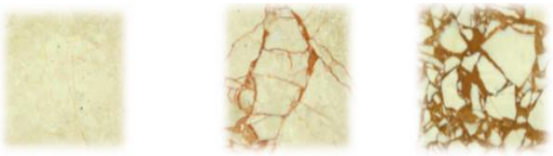
Bu çalışmada tek boyutlu bir kesme problemi ele alınmıştır. Tek boyutlu kesme problemleri NP-zor olarak nitelendirilen kombinatoryal problemlerden biridir (Michael ve David, 1979). Kesme problemleri ile ilgili literatürde çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu alanda yapılan çalışmalar ve geliştirilen çözüm yöntemleri, (Gilmore ve Gomory, 1961)'nin tek boyutlu kesme problemleri ile ilgili doğrusal programlama yöntemini kullandığı çalışmalardan sonra hız kazanmıştır. Son dönemlerde yapılan çalışmalarda kesin çözüm veren modeller ile sezgisel yöntemlerin bir arada kullanımı ön plana çıkmıştır. (Burkard ve Zelle, 2003) tek boyutlu kâğıt kesme problemi için iki aşamalı bir çözüm yaklaşımı sunmuş ve problemin çözümü için rassallaştırılmış yerel arama tabanlı sezgisel algoritma geliştirmiştir.

Bu çalışmada mermer sektöründe faaliyet gösteren bir işletmenin bir boyutlu mermer plaka kesme problemi ele alınmıştır. Mermer plaka kesme problemi şu şekilde tanımlanabilir: Miktar, ebat ve kaliteleri bilinen mermer plaka taleplerinin ebatları, kalitesi ve miktarları bilinen mermer bloklarından karşılanırken toplam ulaşım, üst düzey kaliteye sahip mermer blok ile talep karşılamadan kaynaklı maliyetlerin ve sıra bağımlı hazırlık maliyetlerinin minimize edilmesi problemidir. Bu çalışmanın dikkat çeken noktalarından biri ise önceden bütün kesme plan alternatiflerinin oluşturulmasına gerek duyulmamasıdır. Bu çalışmada, kesimden sonra geriye kalan artık malzemenin yeniden kullanılmasına izin verilmektedir. Ele alınan bir boyutlu mermer plaka kesme problemi artık malzemenin yeniden kullanılmasının yanında bıçak bağımlı hazırlık maliyeti ile birlikte düşünülmüştür. Endüstriyel kesim işlemlerinde bir kesme planından diğerine geçerken hazırlık maliyeti oluşabilir. Çünkü kesme ekipmanlarının yeni kesim planı için hazırlanması uzun zaman alabilir. Bu nedenle, endüstriyel kesim işlemlerinde kesme problemi ve sıralama problemi birlikte düşünülmelidir. Burada amaç, ulaşım maliyetleri, üst düzey kaliteye sahip mermer blok ile talep karşılamadan kaynaklı maliyetler ve bıçak bağımlı hazırlık maliyetleri toplamının minimize edilmesidir. Bu çalışmadaki asıl çaba problemin çözümü için stokastik yayılım arama algoritması temelli yeni bir sezgisel algoritma önerilmesidir. Sonraki bölümlerde önerilen sezgisel algoritma modelinden bahsedilecek ve elde edilen sonuçlar sunulacaktır.

2. PROBLEM TANIMI

Bu çalışmada mermer sektöründe faaliyet gösteren bir işletmenin bir boyutlu mermer plaka kesme problemi, işletmenin gerçek verileri kullanılarak ele alınmıştır. Ele alınan işletmede, çeşitli ebatlarda ve kalitelerde mermer ocağından mermer bloklar çıkarılmaktadır. Düzensiz şekillerde çıkarılan mermer blokları daha sonra kamyonlar aracılığıyla stok alanına taşınır. Burada saha süreksizliğinden ya da blok üretim sırasındaki düzensiz parçalanmadan dolayı düzgün geometrik şekilli olmayan blokların kenarları tıraşlanır. Bu işlemin amacı blokları taşınabilir ve blok kesme makinalarında kesilebilir boyutlara getirmektir. Kenarları düzeltilen mermer blokları stok alanına taşınır ve burada zor bir süreç olan mermer bloklarının kalite seviyesinin tespiti fabrikada çalışan uzmanlar tarafından belirlenir. Bu sürecin zor olmasının nedeni, ürün kalitesini belirleyen özelliklerin doğal taşın oluşumu ile ilgili özelliklerden kaynaklanmasıdır. Ancak, (Selver vd., 2009) belirlediği renk homojenliği, doku, leke, kalkerlerin dağılımı, yapışkan malzeme, yapışkan malzeme ile doldurulmuş ince bağlantılar gibi kriterlere göre uygulama yapılan firmada kullanılagelen üç farklı kalite seviyesi Şekil 1'de gösterilmiştir. Bunlar birinci kalite (homojen kalker) , ikinci kalite (ince bağlantılı kalker) ve üçüncü kalite (kırık kalker) sınıflarıdır. Bundan sonraki adım, mermer bloklarından plaka kesilmesidir. Kesilme adımında ilk işlem kesim hattının seçilmesidir. Mermer fabrikalarında iki temel kesim hattı bulunur, bunlar levha hattı ve plaka hattı ya da hatların başındaki ana makine adları ile isimlendirilerek katrak ve ST (blok kesme makinesi) hattı olarak adlandırılır. Blok boyutları ve planlanan ürünlere bağlı olarak hatlar seçildikten sonra kesim işlemine geçilir. Uygulama yapılan işletmede katrak hattındaki kesme işlemi seçilmiştir. Burada müşteri talebine göre stok alanında bulunan bloklar arasından seçim yapılır ve seçilen mermer bloklar vagon üzerine yüklenerek katrak makinasına taşınır. Katrak makinasında kesim işleminde iki durum oluşur, bunlar blokların tek kesilmesi veya iki bloğun birlikte kesilmesidir. Bazı kriterleri (iki bloğun toplam genişliği

katrak makinasının genişliğinden küçükse ve seçilen iki mermer bloğunun yükseklik farkı 10 cm den küçükse) sağlayan mermer blokları birlikte kesilir ve mermer plakaları elde edilir. Bu durumda toplam kesim süresi azalarak makinanın verimli kullanım oranı artmış olur.
Kesim sürecindeki önemli maliyet unsurlarından biri, kesim işlemlerinde bir kesme planından diğerine geçerken hazırlık maliyeti oluşmasıdır. Çünkü kesme ekipmanlarının yeni kesim planı için hazırlanması gerekmektedir. Katrak makinalarında en önemli ayarlamaların başında lama kalınlık ayarı gelir. Lamaların sökülüp değiştirilmesi, yeni soketlerin kaynatılması ciddi bir zaman ve maliyet unsurudur. Çerçeveye lamaların aralıklı dizimi uzun hazırlık sürelerine sebep olur ve üretilecek plaka kalınlığına göre 1-2-3 cm cila payı da verilerek kalınlık ayarı katrak lamalarının maşalarından yapılır. Bunun yanı sıra stok alanında bulunan bloklar arasından seçilen mermer blokları vagon üzerine yüklenerek katrak makinasına taşıması gerçekleştirilir. Burada katrak makinasında kesilecek blokların vagona sığabilecek maksimum boyutlarda olması kesim verimi ve ekonomisi açısından önemlidir. Ele alınan problemde, eğer iki blok birlikte kesim için seçildiyse birlikte katrak makinasına taşınacağından dolayı bir bloğun sabit taşınma maliyeti azalmış olur. Ayrıca, ele alınan problemde mermer bloklarının kalite seviyeleri hiyerarşik yapı gösterir. Diğer bir deyişle, birinci kalite seviyesindeki mermer bloğu bütün kalite seviyelerindeki talebi karşılarken, ikinci kalite seviyesindeki mermer bloğu sadece ikinci ve üçüncü kalite seviyelerindeki talebi karşılar ve üçüncü kalite seviyesindeki mermer bloğu sadece üçüncü kalite seviyesindeki talebi karşılayabilir. Mermer bloklarının maliyeti kalitesine göre değişmektedir. Kalite seviyesi yüksek olan blok daha maliyetlidir. Talepleri sağlamak için kesim yapılırken, bazı durumlarda istenen kalite seviyesindeki mermer bloğu stokta olmayabilir veya toplam maliyeti azaltan durumlar düşünülerek üst düzey kaliteye sahip mermer blok ile talep karşılanabilir. Bu durum üst düzey kaliteye sahip mermer blok ile talep karşılamadan kaynaklı maliyetlerin minimize edilmesi problemini (overgrading) ortaya çıkarır.
Bu çalışmada işletmenin mermer plaka üretim sürecinde en ciddi maliyet payını oluşturan üç unsur ele alınmıştır. Bunlar hazırlık maliyeti, stok alanından katrak makinasına vagon ile taşıma maliyeti ve üst düzey kaliteye sahip mermer blok ile talep karşılamadan kaynaklı maliyetlerdir. Bu sürecin minimum maliyetle gerçekleşmesini sağlayacak, işletmenin amacına uygun kesim planlarının kısa sürede oluşturulması hedeflenmektedir. Bu amaçla, stokastik yayılım arama algoritması temelli yeni bir sezgisel algoritma önerilmiştir.



(a)Homojen kalker (b) İnce bağlantılı kalker (c) kırık kalker

Şekil 1. Kalite seviyeleri

3. STOKASTİK YAYILIM ARAMA ALGORİTMASI

Kombinatoryal optimizasyon problemlerden birisi olan kesme problemlerinde, problemin boyutu arttıkça makul sürelerde en iyi çözümlerin elde edilmesi oldukça zorlaşmaktadır. Bu çalışmada ele alınan problemde, genişliği 2-3-4-5 cm olan farklı sayılarda ve farklı kalitelerde mermer plakaların üretimi söz konusudur. Problemin boyutu düşünüldüğünde, en uygun kesim planlarının belirlenmesi ve ele alınan amaçların en küçüklenmesinin klasik kombinatorik optimizasyon yaklaşımları ile çok zaman alıcı ve güç olacağı açıktır. Bu nedenle, mevcut çalışmada ilk olarak (Bishop,1989) tarafından önerilmiş olan sürü zekası prensiplerini esas alan popülasyon temelli "stokastik yayılım arama" algoritması kullanılmıştır. Mevcut çalışma aynı zamanda bu algoritmanın kesme problemlerine ilk uygulamasını göstermektedir.

3.1. Geliştirilmiş stokastik yayılım arama algoritması

Stokastik yayılım arama algoritması probleme uygulanmadan kullanılan parametreler aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır ve oluşturulan algoritmanın adımları Tablo 1'de açıklanmıştır.

Parametreler:

j	Müşteri sipariş tipi indisi	$j \in \{1,2,\ldots,J\}$
i	Stokta bulunan mermer blok indisi	$i \in \{1,2,\ldots,I\}$
k	Kesim sırası indisi	$k \in \{1,2,\ldots,K\}$
m	Kalite seviye indisi	$m \in \{1,2,\ldots,M\}$

k_i =*i*. blok çeşidinin kalitesi

$Kesme_maliyeti_{ij} = i.$ bloktan $j.$ sipariş parça çeşidinin kesilme maliyeti
$H_i = i.$ blok çeşidinin yüksekliği (cm)
$Wb_i = i.$ blok çeşidinin genişliği (cm)
$q_j = j.$ sipariş parça çeşidinin kalitesi
Bıçak_maliyeti= Bıçak değiştirme maliyeti
Taşıma_maliyeti = Stok alanından katrak makinasına vagon ile taşıma maliyeti
WM = Kesme makinasının genişliği (cm)
δ = Aynı zamanda kesilen iki blok çeşidi arasında bırakılması gereken yükseklik farkı (cm)
L= Kalan parçanın kesim kaybı veya artık kararı için eşik değer

Tablo 1. Önerilen stokastik yayılım arama algoritması

```
1) Başlangıç çözümünü oluştur.
2) Amaç fonksiyonu değerini hesapla.
Tüm talepler karşılanıncaya kadar aşağıdaki adımları uygula.
  Eğer  k_i<=q_j ise kesilebilecek mermer blokları kümesini oluştur.
          Sırasıyla mermer bloklarını keserek talepleri karşıla.
          Her kesilen blok için artık malzemeyi hesapla.
     Eğer artık malzeme >= L ise
          Stoka geri gönder.
     Değilse
          Atık alana gönder.
          Kesme_maliyeti_ij değerini hesapla.
          İkili kesilen blokları belirle.
        Eğer Wb_i(blok (i))+Wb_j(blok (j)) <=WM ve |H_i(blok (i))-H_j(blok (j))| <= δ
          İkili kesilen blok kümesini oluştur.
        Aksi halde, bloklar tek kesilmiştir.
          Toplam Taşıma_maliyeti değerini hesapla.
          Toplam Bıçak_maliyeti değerini hesapla.
          Amaç fonksiyonu =Kesme_maliyeti_ij + Taşıma_maliyeti + Bıçak_maliyeti.
    Aksi halde, müşteri talepleri karşılanamaz algoritmayı durdur.
3) Amaç fonksiyonu değerine göre ajanları değerlendir.
   (i) En iyi değere sahip ilk yarı ajanı aktif olarak isimlendir.
   (ii) Kalan yarı ajanı pasif olarak isimlendir.
4) Pasif ajanlar için ajan sayısı kadar rastgele bir sayı seç.
   (i) Eğer seçilen ajan pasif ajansa 1 den 4 kadar bir sayı seç.
      Eğer 1 seçildiyse yer değiştirme (swap) komşuluk hareketini uygula.
      Eğer 2 seçildiyse ikili yer değiştirme (two block swap) komşuluk hareketini uygula.
      Eğer 3 seçildiyse üçlü yer değiştirme (three block swap) komşuluk hareketini uygula.
      Eğer 4 seçildiyse tersine çevirme (inversion) komşuluk hareketini uygula.
   (ii) Aktif ajan seçildiyse doğrusal çaprazlama (Linear order crossover) uygula.
5) Durdurma kriteri sağlanıncaya kadar devam et.
```

Algoritma permütasyon şeklinde bir çözüm vektörü olarak gösterilen mermer bloklarının iki satırlı bir çözüm vektörüne (kesme makinasında işlenme sırası) iteratif bir şekilde tüm kısıtları sağlayacak şekilde yerleştirilmesi esasına dayanmaktadır. Yer sınırlanmasından dolayı çözüm oluşturma prosedürünün detaylarına burada yer verilmemiştir.

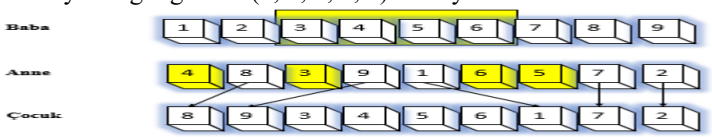
3.2. Geliştirilmiş stokastik yayılım arama algoritmasında kullanılan komşuluk yapıları

Komşuluk hareketi, stokastik yayılım arama algoritması içinde kullanılan önemli bir parametredir ve o anki çözüme en yakın olası yeni çözümün üretilmesi için kullanılır. Önceden kararlaştırılmış iç döngü koşulu sağlanıncaya kadar komşuluk hareketi yapılır ve yeni çözümler üretilir. Yapılan her komşuluk hareketi sonunda arama uzayında olası yeni bir çözüm elde edilir. Bu çalışmada beş farklı komşuluk hareketi üzerinde durulmuştur:

Yer değiştirme (Swap) komşuluk hareketi: Yer değiştirme komşuluk yapısında dizide yer değiştirmesi istenen rasgele iki elemanın seçilir ve bunların yer değiştirmesiyle yapılır. Böylece yeni dizi elde edilmiş olur. Örneğin, (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8) elemanlarına sahip dizide rasgele olarak seçilmiş 3. ve 7. elemanın yer değiştirmesi yapıldığında (1, 2, 7, 4, 5, 6, 3, 8) elemanlarına sahip yeni bir dizi elde edilir.

İkili yer değiştirme (Two block swap) komşuluk hareketi: İkili yer değiştirme komşuluk yapısında dizide yer değiştirmesi istenen rasgele uzunluğu iki olan iki nokta seçilir ve bunların yer değiştirmesiyle yapılır. Böylece yeni dizi elde edilmiş olur. Örneğin, (1, 7, 5, 8, 3, 6, 4, 2) elemanlarına sahip dizide rasgele olarak seçilmiş 2. ve 5. Noktalar seçilmiş olsun. Bu durumda, (7, 5) ve (3, 6) elemanlarının yer değiştirmesi yapılır ve (1, 3, 6, 8, 7, 5, 4, 2) elemanlarına sahip yeni bir dizi elde edilir.

Üçlü yer değiştirme (Three block swap) komşuluk hareketi: Üçlü yer değiştirme komşuluk yapısında dizide yer değiştirmesi istenen rasgele uzunluğu üç olan iki nokta seçilir ve bunların yer değiştirmesiyle yapılır. Böylece yeni dizi elde edilmiş olur. Örneğin, (1, 11, 9, 4, 7, 3, 5, 8, 2, 6, 10) elemanlarına sahip dizide rasgele olarak seçilmiş 3. ve 9. Noktalar seçilmiş olsun. Bu durumda, (9, 4, 7) ve (2, 6, 10) elemanlarının yer değiştirmesi yapılır ve (1, 11, 2, 6, 10, 3, 5, 8, 9, 4, 7) elemanlarına sahip yeni bir dizi elde edilir.
Tersine çevirme (Inversion) komşuluk hareketi: Tersine çevirme komşuluk yapısında diziden rasgele iki elemanın seçilir ve bu iki nokta ve arasındaki elemanların ters çevrilmesiyle yapılır. Böylelikle yeni dizi elde edilir. Örneğin, (4, 5, 7, 3, 2, 9, 6, 1, 8) elemanlarına sahip dizide rasgele olarak seçilmiş 4. ve 7. noktalar seçilmiş olsun. Bu durumda, (3, 2, 9, 6) dizisinin elemanları ters çevrilerek (6, 9, 2, 3) elemanları elde edilir ve (4, 5, 7, 6, 9, 2, 3, 1, 8) elemanlarına sahip yeni dizi elde edilir.
Doğrusal çaprazlama (Linear order crossover) hareketi: Rasgele iki kesim noktası belirlenir. Babadan bu kesim noktaları ve arasında kalan genler çocuk içindeki aynı konuma kopyalanır. Daha sonra babadan alınmayan diğer genler anneden sırasıyla alınarak çocuk oluşturulmuş olur. Bu çaprazlama tekniği Şekil 2'de bir örnekle gösterilmektedir. Birinci kesim noktasını 3, ikinci kesim noktasını 6 seçtiğimizde çocuk için babadan alınan genler (3, 4, 5, 6) olarak belirlenir. Bu genler çocukta aynı konuma yerleştirilir ve çocuğun babadan alınmayan diğer genleri (8, 9, 1, 7, 2) sırasıyla anneden alınarak tamamlanır.



Şekil 2. Doğrusal çaprazlama hareketi

4. UYGULAMA VE SONUÇ

Algoritma Matlab dilinde kodlanmıştır. Modelin sonuçlarına göre, her sırada hangi blokların kesildiği, hangi blokların ikili kesildiği, kesilen bloklardan hangi taleplerin sağlandığı, kesim sonrası kalan artık malzemenin sonraki periyotlarda yeniden kullanılmak için stoka geri gönderilen malzememi yoksa atık malzememi olacağının kararı verilmiştir. Algoritmada, iterasyon sayısı 400 alınmıştır ve algoritmanın sonuçları Tablo 2'de faklı ajan sayıları için verilmiştir. Algoritma bir haftalık zaman diliminde oluşan talebe göre çözülmüştür. Modelde kullanılan parametre değerleri: *Taşıma_maliyeti*=2000 TL, *Bıçak_maliyeti*=3 TL, WM=275 cm, $Kesme_maliyeti_{ij} = [30, 50, 60; 0, 20, 30; 0, 0, 10]$, δ =10 cm ve L=3 cm olarak alınmıştır. Tablo 3'de müşteri sipariş bilgisi ve Tablo 4'de stok alanında bulunan mermer blokların bilgisi yer almaktadır (Bkz. Ek-1). Sonuçlar işletmeden alınan veriler üzerinde denendiğinde sunulan modelin kısa sürede çözümler üreterek mevcut problemler için uygun olduğu gözlenmiştir.

Tablo 2. Önerilen algoritmanın sonuçları

Ajan Sayısı	Amaç fonksiyonu	CPU
50	27380 TL	6.673211 sn.
100	27050 TL	13.235716 sn.
200	26490 TL	26.406398 sn.

KAYNAKÇA

Bishop, J.M., (1989). Stochastic Searching Networks. Proc. 1st IEE Conf. on Artificial Neural Networks, pp 329–331, London.

Burkard, R. E., and Zelle, C. (2003). A local search heuristic for the reel cutting problem in paper production. *Universität Graz/Technische Universität Graz. SFB F003-Optimierung und Kontrolle.*

Gilmore, P. C., and Gomory, R. E. (1961). A linear programming approach to the cutting-stock problem. *Operations Research*, 9(6), 849-859.

Hinxman, A. I. (1980). The trim-loss and assortment problems. *European Journal of Operational Research*, 5(1), 8-18.

Michael, R. G., and David, S. J. (1979). Computers and intractability: a guide to the theory of NP-completeness. WH Free. Co., San Fr.

Selver, M. A., Akay, O., Ardali, E., Yavuz, A. B., Onal, O., and Ozden, G. (2009). Cascaded and hierarchical neural networks for classifying surface images of marble slabs. *Systems, Man, and Cybernetics, Part C: Applications and Reviews, IEEE Transactions* on, 39(4), 426-439

Yanasse, H. H., and Lamosa, M. J. P. (2007). An integrated cutting stock and sequencing problem. *European Journal of Operational Research*, 183(3), 1353-1370.

Ek 1

Tablo 3. Müşteri sipariş bilgisi

Sipariş verileri			
Sipariş No	**Sipariş genişlikleri (cm)**	**Miktar (Adet)**	**Sipariş kalitesi**
C1	4	145	2
C2	6	80	1
C3	5	60	3
C4	3	110	2

Tablo 4. Stok alanında bulunan mermer blokların bilgisi

Blok verileri			
Blok No	**Blok genişliği (cm)**	**Blok yüksekliği (cm)**	**Blok kalitesi**
B1	180	150	3
B2	165	160	3
B3	110	165	2
B4	130	155	3
B5	125	150	2
B6	125	160	3
B7	140	155	1
B8	180	155	2
B9	100	155	3
B10	170	150	1
B11	120	160	2
B12	130	165	3
B13	140	155	1
B14	160	150	2
B15	180	160	1
B16	175	155	2
B17	165	150	3
B18	180	155	1
B19	170	160	2
B20	160	150	3
B21	150	150	3
B22	160	155	3
B23	130	160	1

YENİDEN ÜRETİM VARSAYIMI ALTINDA ÜRETİM VE STOK PROBLEMİ İÇİN KARAR DESTEK MODELİ

Sedat Belbağ
Gazi Üniversitesi, İ.İ.B.F., İşletme Bölümü

ÖZET

İşletmeler çevre korunumuna artan ilgi ve yasal düzenlemeler yüzünden çevre-dostu politikalar geliştirmektedir. Geri kazanım faaliyetlerinin başında gelen yeniden üretim, geri dönen ürünlerin tamir ve/veya güncellenme yoluyla müşterilere sunulmasını amaçlar. Bu çalışma yeniden üretim varsayımı altında üretim ve stok problemini dikkate almaktadır. Problem Markov Karar Süreci olarak modellenmiş ve Dinamik Programlama (DP) ile optimal olarak çözülmüştür. Ayrıca, DP ile makul çözüm süreleri içinde çözülemeyen büyük boyutlu problemler için Benzetimsel Dinamik Programlama (ADP) tabanlı bir sezgisel yöntem önerilmiştir. Sayısal analizler, DP ve ADP algoritmalarından farklı parametreler göz önünde bulundurularak elde edilen sonuçlar arasındaki karşılaştırmaları sunmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Benzetimsel Dinamik Programlama, Karar Destek Modeli, Yeniden Üretim.

A DECISION SUPPORT MODEL FOR PRODUCTION AND INVENTORY PROBLEM UNDER REMANUFACTURING ASSUMPTION

ABSTRACT

Due to increasing concerns about environmental protection and legal regulations, companies develop environmental-friendly policies. As a major recovery option, remanufacturing aims to present returned items to customer usage with repairing and/or updating processes. This study considers a production and inventory problem under remanufacturing assumption. The problem is modelled as a Markov Decision Process (MDP) and optimally solved using Dynamic Programming (DP). Furthermore, this study suggests an Approximate Dynamic Programming (ADP) based heuristic approach,for solving large-sized problems which cannot be solved using DP within reasonable computational times. Numerical study presents comparisons of DP and ADP policies, yielded in consideration of various parameters.

Keywords: Approximate Dynamic Programming, Decision Support Model, Remanufacturing.

1 GİRİŞ

Çevrenin korunumuna ilişkin yasal düzenlemeler ve sosyal çevrede artan ilgi, işletmelerin üretim sistemlerine geri dönüşüm, yeniden üretim ve yeniden kullanım gibi geri kazanım faaliyetlerini entegre etmesini sağlamıştır. İşletmeler geri kazanım faaliyetleri sayesinde müşterilerin gözünde olumlu bir imaj yaratmaktadır. Bunun yanında, bu tür faaliyetler işletmelerin daha ucuz kaynaklara ulaşmasını sağlayarak, üretim maliyetlerinde düşüşlere neden olmaktadır.

Geri kazanım faaliyetleri bozulma, kırılma, eskime gibi çeşitli sebeplerden dolayı üreticilere geri dönen ürünleri farklı süreçlerden geçirerek tekrardan müşterilere sunmayı amaçlar. Bu faaliyetlerin başında yeniden üretim gelmektedir. Yeniden üretim, üretici işletmelere geri dönen ürünlerin tamir edilerek ve/veya eski parçaları yeni parçalar ile değiştirerek, bu ürünlerin yeni ürünler ile aynı kalite düzeyine getirilmesini amaçlar (Thierry vd., 1995). Böylece işletmeler üretim faaliyetlerini daha az kaynak ve enerji kullanarak gerçekleştirir. Yeniden üretim başta elektronik sektörü olmak üzere havacılık, otomobil ve tıbbi cihaz gibi birçok sanayi dalında sıkça kullanılan bir geri kazanım faaliyetidir. Örneğin Xerox Büyük Britanya'da yer alan Mitcheldean'daki tesisinde yeni ürünlerinin yanında yaklaşık olarak 400,000 birim fuser filmi yeniden üretmektedir (Andrew vd., 2007).

Yeniden üretim geri dönen ürünlerin son kullanıcılardan toplanması ile başlar. Bu ürünler üretim tesisinde depolandıktan sonra inceleme sürecine girer. İnceleme süreci sonucunda ürünler eğer arzulanan düzeyde kaliteye sahipse, yeni ürün seviyesine getirilmesi için bir dizi işlemden geçer, aksi takdirde ortadan kaldırılır. Tamir edilme ve/veya yeni parça eklenme yoluyla yeni ürün kalitesine getirilen ürünler tüketicilere yeniden sunulur.

Yeniden üretimin avantajlarına rağmen, geri dönen ürünlerin dönüş zamanı, kalitesi ve miktarının belirsiz olması, üretim sisteminin etkili bir şekilde yönetiminin önündeki en büyük engellerden biridir (Fleischmann ve Kuik, 2003). Bu sebeple, yeniden üretim faaliyetine sahip üretim sistemlerinde üretim ve stok miktarlarının tespiti, klasik üretim sistemlerine göre daha karmaşık hale gelmektedir. Ayrıca, geri dönen ürünlerin üreticilere geri taşınması, incelenmesi ya da ortadan kaldırılması gibi çeşitli faaliyetler işletmelere ek maliyet unsuru oluşturur. Yeniden üretim işlemine girecek ürünler için fazladan kapasite ihtiyacı da göz önünde bulundurulması gereken bir diğer durumdur.

Literatürde müşteri taleplerini normal ve yeniden üretim hattı ile karşılayan üretim sistemlerinin planlanması ve kontrolüne yönelik çalışmaların sayısı giderek artmaktadır[3]. Geri kazanım faaliyetlerinin dikkate alan çalışmalar, ilk zamanlarda teknolojik gelişmelerin düşük olmasından dolayı daha çok geri dönüşüm faaliyeti üzerinde durmuştur (Whisler, 1967; Cohen vd., 1980). Özellikle 90'lardan itibaren teknolojik gelişmeler ışığında yeniden üretim oldukça popüler bir geri kazanım faaliyeti olarak literatürde kendine yer bulmuştur. Inderfurth (1997) geri dönen ürünlerin hem depolandığı hem de depolanmadığı durumlarda, her iki üretim yöntemi (normal ve yeniden üretim) için eşit teslimat süresi varsayımı altındaki bir üretim ve stok probleminin optimal çözümünü ortaya koymuştur. Heisig ve Fleischmann (2001) yüksek oranda dönen ürünlerin stok seviyesi ile talep değişkenliği arasında bir ilişki olduğunu belirtmiştir. Buna göre, yüksek oranda ürün dönüşü net talep değişkenliğini arttırıp, daha fazla stok bulundurulmasına neden olmaktadır. Kiesmüller ve Scherer (2003) çalışmalarında Inderfurth (1997)'un optimal çözüm hesaplamalarının uzun zaman aldığını söylemekle birlikte, aynı problem parametrelerini kullanarak optimale yakın sonuçları daha kısa sürede elde eden iki farklı sezgisel yöntem önermiştir. Fleischmann ve Kuik (2003) yeniden üretim yapılan bir üretim ve stok probleminde talep ve geri dönen ürün miktarı arasında stokastik bağımlılığı ele almıştır. Li (2013) benzer problemi Markov tipi talep ve geri dönen ürün miktarları varsayımı altında Markov Karar Süreci (MKS) ile modellemiştir.

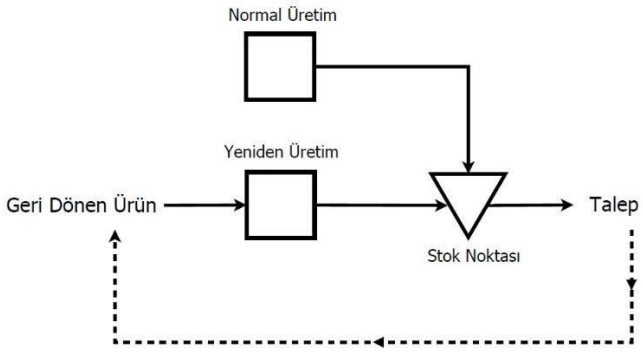
Bu çalışma yeniden üretim varsayımı altında üretim ve stok planlaması problemi için bir karar destek modeli sunmaktadır. Problem MKS olarak modellenmiş ve optimal politikaları belirleyebilmek amacıyla Dinamik Programlama (DP) kullanılarak çözülmüştür. DP ile küçük boyutlu problemler çözülebilse de, problemin boyutu büyüdükçe çözüm süresi ve hafıza ihtiyacı giderek artmaktadır. Bu sebeple, büyük problemlerin çözülebilmesi amacıyla Benzetimsel Dinamik Programlama (Approximate Dynamic Programming - ADP) tabanlı bir sezgisel yöntem önerilmiştir.

2 PROBLEMİN TANIMI VE MODEL

Bu çalışma tek bir ürün çeşidini normal ve yeniden üretim ile üretebilen bir işletmenin üretim planlaması problemini ele almaktadır. Bu probleme ait üretim sistemi Şekil 1'de gösterilmiştir. Üretim probleminde kararlar her dönem başında alınmakta ve sonsuz planlama ufku varsayımı altında çözülmektedir. Hem müşteri taleplerinin hem de geri dönen ürün miktarlarının stokastik (belirsiz) ve Poisson dağılımına sahip

[3] Daha detaylı bilgi için Akçalı ve Çetinkaya (2011)'nın literatür taramasına bakılabilir.

olduğu varsayılmıştır. Her dönem başında üretim sistemine belli bir olasılık dâhilinde talep (D) ve geri dönen ürünler (R) gelmektedir.



Şekil 1 Yeniden üretim varsayımı altındaki üretim ve stok problemine ilişkin model

İşletme müşteri taleplerini normal ve yeniden üretim yoluyla karşılamaktadır. Geri dönen ürünlerin, yeniden üretim işleminden sonra yeni ürünler ile aynı kaliteye sahip olduğu varsayılmıştır. İşletmenin öncelikli amacı, talepleri olabildiğince daha düşük maliyetli olan yeniden üretim yoluyla karşılayabilmektir. Eğer hedeflenen stok miktarına bir önceki dönemden kalan stoklar ve yeniden üretilen ürünlerin toplamı ile ulaşılamıyorsa, yeni ürünler üretilerek aradaki fark kapatılır. İşletmenin her dönem başında vermesi gereken karar, ne kadar yeni ürün üretilmesi gerektiğidir.

Dönem başında geri dönen ürünler yeniden üretilerek doğrudan stok noktasına gönderilmektedir. Her iki üretim şekli ile üretilen ürünler tek bir stok noktasında depolanmaktadır. Yeniden üretim, normal üretim ve stoklar belli kapasite miktarları ile sınırlandırılmıştır. Her iki üretim seçeneğinde de üretim süreleri göz ardı edilmiştir.

Dönem başında geri dönen ürünler c_r kadar birim maliyet ile yeniden üretilmektedir. Yeni ürünler ise, c_p kadar birim maliyete katlanılarak üretilmektedir. Yeniden üretim maliyeti daha az hammadde ve enerji kullandığından dolayı normal üretim maliyetine göre düşüktür ($c_r < c_p$). Dönem sonunda stokta kalan ürünler belli bir birim elde bulundurma maliyeti (c_h) ile bir sonraki döneme aktarılır. Talebin karşılanamadığı durumlarda ise belli bir ceza maliyetine (c_u) katlanılır. Karşılanamayan talebin tamamen kaybedildiği varsayılmıştır.

Bahsedilen problem kesikli zaman MKS olarak modellenmiştir. Sistemin durumu (dönem başı stok miktarı) eşit aralıklara sahip dönemlerde sonsuz planlama ufku ($t = 1, 2, \dots, \infty$) varsayımı altında gözden geçirilmektedir. Bir dönemdeki yeniden üretim miktarı, geri dönen ürünler depolanmadığı için geri dönen ürün miktarına (R) eşittir. Her dönem başında verilecek karar (a) üretilecek olan yeni ürün miktarıdır (p). Dolayısıyla, eğer A tüm olası kararların kümesi olarak tanımlanırsa, bu kümenin elemanlarını $a = p$ oluşturacaktır.

Modelin amacı sonsuz dönemde toplam maliyeti en aza indirecek optimal politikayı elde etmektir. Toplam maliyet yeniden üretim maliyeti, normal üretim maliyeti, elde bulundurma maliyeti ve ceza maliyetinden oluşmaktadır ve şu şekilde gösterilebilir.

$$C = c_r * R + c_p * p + c_h * i^+ + c_u * i^-$$

Burada i^+ ve i^- sırasıyla bir sonraki dönem başında elde bulunan ve karşılanamayan talep miktarlarını göstermektedir. Bu miktarlar talebin Poisson olasılık yoğunluk fonksiyonuna ($\Gamma(D)$) göre ve $i^a = i + R + p$ karar sonrası stok durumu olmak üzere şu şekilde hesaplanır:

$$i^+ = \sum_{D=0}^{i^a} \Gamma(D)(i^a - D) \qquad\qquad i^- = \sum_{D=i^a}^{\infty} \Gamma(D)(D - i^a)$$

Böylece sistemin herhangi bir s durumundaki değer fonksiyonu $V(s)$, Bellmann fonksiyonu olarak şu şekilde ifade edilmektedir:

$$V(s) = \min_a \left\{ C + \gamma \sum_{s'} \beta_{ss'} V(s') \right\}$$

Bu denklemde $\beta_{ss'}$, s durumundaki sistemin a kararı verilerek s' durumuna geçiş olasılığını göstermektedir. Bu denklemin tekrarlanarak değer fonksiyonun optimal değere yakınsayana kadar çözümü ile problem çözülür.

3 BENZETİMSEL DİNAMİK PROGRAMLAMA

ADP algoritması problemi aşamalara bölerek daha küçük hale getirip çözmesi yönünden DP'ye benzese de, DP gibi her aşamada yer alan durumların beklenen değer fonksiyonlarını hesaplamak yerine seçilen belli bir grup durumun tahmini beklenen değerlerini hesaplamaktadır. Böylece hesaplama zamanını büyük oranda azaltır. Bir s durumunun tahmini değer fonksiyonu, tüm değer fonksiyonlarının hesaplanması yerine, s durumunun başlangıç değer olduğu bir simulasyonun (benzetim) n kez çalıştırılması ile elde edilir.

Aşama 1: Başlangıç
Tüm $s \in S$ için değer fonksiyonlarına ($\hat{V}(s)$) ilk değer ata:
$\hat{V}(s) = 0$
Bir s başlangıç durumu seç
i = 1'den N'ye kadar
Aşama 2: Karar Seçimi
Tüm $a \in A$ için beklenen maliyeti ($\overline{C^a}$) hesapla
$\hat{a} \leftarrow \arg\min_a \{\overline{C^a} + \gamma \sum_{s'} \beta^a_{ss'} \hat{V}(s')\}$
Aşama 3: Değer Fonksiyonlarının Güncellenmesi
Bir sonraki durumu (s') ve gerçekleşen ödülü (C) gözlemle
$v_s = C + \gamma \hat{V}(s')$
$\hat{V}(s) \leftarrow \alpha v_s + (1 - \alpha)\hat{V}(s)$
Aşama 4: Bir Sonraki Yinelemeye Git
$s \leftarrow s'$
Döngüyü Bitir

Tablo 1. Kapasite kısıtı ve yeniden üretim varsayımları altında üretim ve stok problemi için geliştirilmiş sezgisel ADP algoritması. N, ADP simülasyonunun uzunluğunu göstermektedir.

Tablo 1'de görüldüğü üzere problemin ADP algoritması dört temel aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada tüm s durumlarının tahmini beklenen değerlerine ilk değer ataması yapılır ve bir s durumu seçilerek N'ninci simulasyona kadar döngüye başlanır. İkinci aşamada tüm kararlar için beklenen maliyet hesaplanarak, bu kararlar arasında en düşük maliyete sahip olan seçilir. Üçüncü aşamada v_s değerinin ve s durumu değer fonksiyonunun mevcut değerinin ağırlıklı ortalaması alınarak değer fonksiyonu güncellenir. α yeni gözlemin ağırlığı olmak üzere yeni tahmînî değer fonksiyonu hesaplanır. Dördüncü aşamada bir sonraki duruma geçilerek simulasyona devam edilir.

4SAYISAL ANALİZLER VE SONUÇ

Yeniden üretim varsayımı altındaki üretim ve stok problemi için öncelikle temel senaryo belirlenerek DP ile optimal politikalara ulaşılmıştır. Temel senaryoda ürüne yönelik aylık talep ortalaması 100 birim olarak belirlenmiştir. Her dönem geri dönen ürün ortalamasının 40 birim olduğu varsayılmıştır. Talep daha sonraki dönemlerde karşılanamadığı için üretilen yeni ürün ortalaması 60 birim olarak belirlenmiştir. Bir ürünün üretim maliyeti 4 TL, yeniden üretim maliyeti 2,5 TL, elde bulundurma 0,8 TL ve ceza maliyeti 8 TL'dir.

Temel senaryonun DP ile çözümünden elde edilen sonuçlar optimal üretim politikasını ortaya koymaktadır. Buna göre, eğer üretim kapasiteleri yeterli ise optimal karar belli bir stok seviyesine kadar üretim yapılmasıdır. Aksi takdirde, optimal karar kapasite sınırına kadar üretmek haline gelmektedir. Bu da optimal üretim politikasının bir eşik politikası olduğuna işaret etmektedir. Tablo 2 temel senaryonun farklı normal üretim ve yeniden üretim kapasitesi durumlarındaki optimal stok seviyelerini ve toplam maliyet açısından değişimlerini göstermektedir. Normal üretim kapasitesinin düştüğü durumlarda toplam maliyetin giderek arttığı ve yetersiz kapasiteden dolayı optimal stok seviyesinin yükseldiği görülmektedir. Normal üretim kapasitesi arttıkça toplam maliyetler giderek azalmaktadır. Yeniden üretim kapasitesinin düşük olduğu durumlarda toplam maliyetler artmaktadır. Diğer yandan, yeniden üretim kapasitesinin arttığı durumlarda hem toplam maliyetler azalmakta hem de optimal stok seviyesi 70 birimden 49 birime kadar düşmektedir.

Örnek No	Normal Üretim Kapasitesi	Yeniden Üretim Kapasitesi	Optimal Stok Seviyesi	Toplam Maliyet (TL)	Çözüm süresi (Dak.)
1	30	40	125	4198.52	70
2	50	40	82	3534.44	144
3	**60**	**40**	**70**	**3367.64**	**161**
4	70	40	69	3346.75	263
5	90	40	69	3346.75	433
6	60	20	118	3535.25	43
7	60	30	91	3556.61	145
8	**60**	**40**	**70**	**3367.64**	**161**
9	60	50	59	3238.47	288
10	60	60	49	3109.02	343

Tablo 2. Temel senaryonun farklı normal üretim ve yeniden üretim kapasitelerine göre analizi (3. ve 8. örnekler temel senaryoyu temsil etmektedir.)

DP küçük boyutlu problemler için optimal çözüm ortaya koymasına rağmen problem boyutu büyüdükçe makul sürelerde çözüm üretemez hale gelmektedir. Bu sebeple, DP ve ADP sonuçları parametreler farklılaştırılarak (bknz. Tablo 3) 144 senaryo üzerinde karşılaştırılmıştır.

Parametreler	Düşük	Normal	Yüksek
Talep	80	100	120
Normal Üretim Kapasitesi[1]	*(D - R)*	-	*(D - R)*1.5*
Yeniden Üretim Kapasitesi[2]	0.3	0.4	0.5
Elde Bulundurma Maliyeti (TL)	0.5	-	1
Yeniden Üretim Maliyeti (TL)	2	-	3
Ceza Maliyeti (TL)	6	-	10

[1]Normal üretim kapasiteleri talep ile geri dönen ürün miktarı farkına eşit ve bu farkın 1.5 katı olarak varsayılmıştır.
[2]Yeniden üretim miktarı talebin belli oranları olarak varsayılmıştır.

Tablo 3. Senaryo analizinde kullanılan parametreler

İlk analizde DP ve ADP, talep ortalamaları dikkate alınarak karşılaştırılmıştır. Talep ortalamalarının düşük, normal ve yüksek olduğu tüm durumlarda ADP algoritmasından elde edilen maliyetler optimalden ortalama en fazla %1.8 (yüksek talep ortalaması) kadar fazladır. Bu ADP'nin problemin boyutu büyüse bile optimal sonuçlara çok yakın sonuçlar sağladığını göstermektedir. Ayrıca, ADP optimale yakın sonuçlara DP algoritmasına göre düşük talep durumunda %55, yüksek talep durumunda ise %76 daha hızlı ulaşmaktadır. ADP'nin sonuçları optimal olmasa da çözüm süresinde sağlanan avantaj bu algoritmanın özellikle büyük boyutlu problemlerde kullanılabilirliğini ortaya koymaktadır.

Normal üretim kapasitesinde artış ortalama toplam maliyetlerde %1.25'lik bir düşüşe neden olmaktadır. Bunun temel sebebi, yüksek normal üretim kapasitesi sayesinde taleplerin karşılanması ve böylece toplam ceza maliyetlerinin düşmesi olarak gösterilebilir. ADP algoritmasından elde edilen ortalama toplam maliyetlere ait sonuçlar optimal sonuçlara %1,1 kadar yakındır. ADP çözüm süresinin DP'nin çözüm süresine nazaran yaklaşık %60 daha kısa olduğu tespit edilmiştir.

Yeniden üretim kapasitesinin düşük seviyeden yüksek seviyeye gelmesi ile ortalama toplam maliyetlerde %7,6'lık bir azalma gerçekleşmiştir. Yeniden üretim kapasitesinin artışı, ucuz üretim alternatifi olan yeniden üretim ile daha fazla talep miktarı karşılanabilmesini sağlamaktadır. Bunun yanında, ADP ile DP arasındaki düşük, normal ve yüksek yeniden üretim kapasitesi varsayımı ile elde edilen ortalama toplam maliyet farkları sırasıyla %1,5, %1,6 ve %1,4'tür. ADP algoritmasının çözüm süresi yaklaşık %70 daha düşüktür. Yeniden üretim maliyetindeki değişime bakıldığında, düşük yeniden üretim maliyetine sahip senaryoların ortalama toplam maliyeti, yüksek olanlara göre %10 daha azdır. DP ve ADP arasındaki ortalama toplam maliyete ilişkin sonuçlar arasındaki fark %1,5'i geçmemektedir. ADP, çözüm süresinde yaklaşık olarak %66'lık düşüş sağlamaktadır.

Son olarak, DP ve ADP sonuçları elde bulundurma ve ceza maliyetleri açısından karşılaştırıldığında, aralarındaki ortalama toplam maliyet farkı her iki maliyetin düşük olduğu durumda %1,1 iken, her ikisinin de yüksek olduğu durum da ise %1,8 olarak belirlenmiştir. ADP ve DP arasındaki çözüm süresi farkları %65 ve %67 arasında değişmektedir.

Sayısal örnekler kapasite kısıtı varsayımının yeniden üretim varsayımı altında üretim ve stok problemi üzerinde etkili olduğu göstermektedir. ADP algoritması çözümünden elde edilen toplam maliyetler, DP'den elde edilen sonuçlardan en çok %1,8 kadar fazladır. Bunun yanında, DP algoritmasının makul sürelerde çözemediği büyük boyutlu problemlerde ADP sezgisel yönteminin kullanılabilirliği gösterilmiştir. Gelecek çalışmalarda yeniden üretim işlemine giremeyen geri dönen ürünleri ortadan kaldırma faaliyeti de dikkate alınarak problemin kapsamı genişletilebilir. Ayrıca, aynı probleme birden çok ürün varsayımı altında çözüm aranması yeni çalışmalar için bir başka araştırma konusu oluşturabilir.

KAYNAKÇA

Andrew, K., Stephen, B., & Andy, C. (2007). Remanufacturing at Xerox: Evaluating the Process to Establish Principles for Better Design. Guidelines for a Decision Support Method Adapted to NPD Processes.

Cohen, M. A., Pierskalla, W. P., & Nahmias, S. (1980). A dynamic inventory system with recycling. Naval Research Logistics Quarterly, 27(2), 289-296.

Fleischmann, M., & Kuik, R. (2003). On optimal inventory control with independent stochastic item returns. European Journal of Operational Research, 151(1), 25-37.

Heisig, G., & Fleischmann, M. (2001). Planning stability in a product recovery system. OR-Spektrum, 23(1), 25-50.

Inderfurth, K. (1997). Simple optimal replenishment and disposal policies for a product recovery system with leadtimes. Operations-Research-Spektrum, 19(2), 111-122.

Kiesmüller, G. P., & Scherer, C. W. (2003). Computational issues in a stochastic finite horizon one product recovery inventory model. European Journal of Operational Research, 146(3), 553-579.

Li, X. (2013). Managing dynamic inventory systems with product returns: a Markov decision process. Journal of Optimization Theory and Applications, 157(2), 577-592.

Thierry, M., Salomon, M., Van Nunen, J., & Van Wassenhove, L. (1995). Strategie issues in product recovery management. California management review, 37(2), 114-135.

Whisler, W. D. (1967). A stochastic inventory model for rented equipment. Management Science, 13(9), 640-647.

SEÇİLMİŞ TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ UYGULAMALARININ FARKLI ÖZELLİKLER TAŞIYAN ZİNCİR PERFORMANSINA ETKİLERİ DEĞİŞİR Mİ?

Papatya S. Bıçakcı
Başkent Üniversitesi

H. Kemal İlter
Yıldırım Beyazıt Üniversitesi

Sevinç Üreten
Başkent Üniversitesi

ÖZET

İşlemler yönetimi literatüründe, tedarik zinciri uygulamalarının işletme performansı üzerindeki etkilerini belirlemeye yönelik çok sayıda çalışma yapılmıştır. Diğer yandan, alandaki çalışmaların değişik boyutları içerecek şekilde sürdürülmekte olduğu görülmektedir. Bu boyutlardan biri, zincir içindeki farklı konulara odaklanmış uygulamaların tedarik zinciri performansına etkisi ve bu uygulamalar arasındaki etkileşim olarak ele alınabilir. Bu çalışmada, öncelikle Ankara'da bulunan yüksek hacimde üretim yapan işletmelerin tedarik zinciri performansı üzerinde (1) tedarik tabanı yönetimi uygulamalarının, (2) talep yönetimi uygulamalarının ve (3) dağıtım yönetimi uygulamalarının etkileri karşılaştırılmıştır. Veri analizi sonucunda, (a) her üç uygulamanın tedarik zinciri performansı üzerinde pozitif yönlü etkisi olduğu; (b) talep yönetiminin dağıtım yönetimine yakın bir etkiye sahip olduğu; (c) tedarik tabanı yönetimi uygulamalarının, talep yönetimi ve dağıtım yönetimi uygulamalarına göre daha güçlü bir etkiye sahip olduğu bulgularına ulaşılmıştır. Çalışmanın bulgularının, benzer çevredeki ve yapıdaki işletmelerin performansının iyileştirilmesine ilişkin çalışmalar açısından önemli olduğu düşünülmektedir. Fisher'in (1997) çalışmasındaki fonksiyonel ürün için verimli tedarik zinciri ve yenilikçi ürün için tepkisel tedarik zinciri ayırımını temel alarak çalışmanın sonraki adımı planlanmıştır. Tedarik tabanı yönetimi, talep yönetimi ve dağıtım yönetimi uygulamalarının verimli ve tepkisel tedarik zincirlerinin performansı üzerindeki etkileri sonraki adımda analiz edilmiştir. Sonuç olarak, (d) tepkisel zincirlerde tedarik zinciri performansı üzerinde talep yönetimi ve dağıtım yönetimi uygulamalarının etkili olduğu; (e) verimli zincirlerde tedarik zinciri performansı üzerinde tedarik tabanı yönetimi uygulamalarının etkili olduğu bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Tedarik Zinciri Performansı, Tepkisel Tedarik Zinciri, Verimli Tedarik Zinciri.

DO AFFECTS OF CHOSEN SCM PRACTICES ON SUPPLY CHAIN PERFORMANCE DIFFER IN DIFFERENTLY FEATURED CHAINS?

ABSTRACT

In operations management literature, abundant studies have been performed to determine the effects of supply chain practices on business performance. On the other hand, it is observed that studies on this topic continue by including different dimensions. One of these dimensions is the effect of practices on supply chain performance and the interaction between these practices. In this study, effects of (1) supply base management practices; (2) demand management practices and (3) distribution management practices on supply chain performance of high volume manufacturing firms in Ankara are compared and the following findings have been achieved: (a) all three practices have positive effects on supply chain performance; (b) demand management has a similar effect to distribution management; (c) supply base management practices have stronger effects than demand management and distribution management. It is believed that findings of the study are significant for enhancing the performance of the firms in a similar environment with a similar structure. The second step of the study is planned based on the Fisher (1997)'s classification as efficient supply chain for functional products and responsive supply chain for innovative products. Effects of supply base management, demand management and distribution management practices on supply chain performance are analyzed in the next step of the study. As a consequence, the following findings are achieved: (d) demand management and distribution management practices have positive effects on supply chain management in responsive chains and (e) supply base management practices have positive effects on supply chain performance in efficient chains.

Keywords: Supply Chain Performance, Responsive Supply Chain, Efficient Supply Chain.

1. GİRİŞ

20. yüzyılın sonlarında ve 21. yüzyılın başlarında meydana gelen teknik, teknolojik ve metodolojik gelişmeler sayesinde işletmelerde kalite, maliyet, esneklik ve hız boyutlarında önemli başarılar elde edilmiştir ve işletme başarısının daha da ileriye taşınabilmesi için, yöneticiler, iyileştirme olanaklarını kendileri dışında çok sayıda aktörün yer aldığı tedarik zinciri içinde aramaya başlamışlardır. Bu durum zincir bazında düşünme ve hareket etme, koordinasyon, işbirliği ve entegrasyon gibi aşılması çok kolay olmayan gereklilikleri önemli kılmış ve bu konularda başarılı işletmelerin performansını önemli ölçüde artırmıştır. Tedarik zinciri yönetimi kavramının ortaya çıkışından bu yana, zincir performansını etkileyen faktörlerin belirlenmesi, performansın ölçülmesi ve iyileştirilmesi konuları gerek uygulamada gerekse literatürde üzerinde durulan önemli konu başlıkları arasında ön sıralarda yerini almıştır. İşlemler yönetimi literatüründe, tedarik zinciri uygulamalarının işletme performansı üzerindeki etkilerini belirlemeye yönelik çok sayıda çalışma yapılmıştır. Diğer yandan, alandaki çalışmaların değişik boyutları içerecek şekilde sürdürülmekte olduğu görülmektedir. Bu boyutlardan biri, zincir içindeki farklı konulara odaklanmış uygulamaların performansa etkisi ve bu uygulamalar arasındaki etkileşim olarak ele alınabilir. Bu çalışmada, Ankara'da bulunan yüksek hacimde üretim yapan işletmelerin (1) tedarik tabanı yönetimi uygulamalarının, (2) talep yönetimi uygulamalarının ve (3) dağıtım yönetimi uygulamalarının tedarik zinciri performansı üzerindeki etkileri karşılaştırılmıştır. Çalışmanın bir sonraki adımı olarak, Fisher (1997)'in ileri sürdüğü, fonksiyonel ürüne uygun verimli ve yenilikçi ürüne uygun tepkisel tedarik zinciri ayrımından yola çıkılarak ve tepkisel tedarik zincirlerinde talep yönetiminin performans üzerinde daha etkili olabileceği düşüncesinden hareketle, yukarıda belirtilen üç uygulamanın zincir performansı üzerindeki etkilerinin verimli ve tepkisel tedarik zincirlerine göre farklılaşıp farklılaşmadığına ilişkin bir analiz ve değerlendirme yapılmıştır.

Çalışmanın bir sonraki bölümünde tedarik zinciri performansı üzerindeki etkilerini araştırmak üzere yola çıktığımız Talep Yönetimi, Dağıtım Yönetimi ve Tedarik Tabanı Yönetimi unsurları hakkında kısa bilgi verilecek, üçüncü bölümde araştırmamızın kavramsal modeli sunulacak ve ampirik çalışmamızın birinci aşamasından elde edilen sonuçlar aktarılacaktır. Dördüncü bölüm Fisher (1997) tarafından ileri sürülen çerçeve içinde yer alan fonksiyonel, yenilikçi ürün ile verimli ve tepkisel tedarik zincirlerine ilişkin birtakım tanım ve açıklamalara ayrılmıştır. Beşinci bölümde ise ampirik çalışmamızın ikinci aşamasından elde edilen sonuçlar aktarılmıştır. Sonuç bölümünde ise elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

2. TEDARİK ZİNCİRİ UNSURLARI

2.1. Talep Yönetimi

Talep yönetimi, işletmelerin müşteri talebini anlama ve bu talep ile tedarik zinciri kapasitesi arasında denge kurma yeteneğidir (Lambert ve Cooper, 2000). Satabileceklerinden fazla üreten işletmeler hem çok fazla stok maliyetine katlanmak, hem de ellerinde kalan ürünleri çok düşük fiyatlara elden çıkarmak

zorunda kalırlar. Bu durum işletmeler için zarar anlamına gelir. Satabileceklerinden az üreten işletmeler ise, hem daha fazla kar elde edebilme şansını kaçırırlar, hem de itibarlarının zarar görmesi durumuyla karşı karşıya kalırlar. Dolayısıyla, hangi miktarda üretim yapılacağı çok önemli bir denge konusudur ve bu dengeyi sağlamanın yolu talep yönetimi uygulamaktır (Madhani, 2015). Croxton ve diğerleri (2002)'ne göre talep yönetimi, tedarik zinciri yönetiminin çok önemli bir unsurudur. İyi uygulanan bir talep yönetimi, müşteri memnuniyeti sağlanmasında etkilidir. Bu çalışmada, talep yönetiminin boyutları olarak talep tahmini (TT), talep sınıflandırması (TS), satış ve işlemler planlaması (S&İP-Sales and Operations Planning: S&OP) ve talep yönetimi sürecine bağlılık (TY Bağlılık) ele alınmıştır (Raxhausen ve diğerleri, 2012).

2.2.Dağıtım Yönetimi

Dağıtım yönetimi, bilginin, hammadde, ara ürün, malzemeler ve nihai ürünlerin tedarik zinciri içindeki hareketlerinin tümünün planlanması, gerçekleştirilmesi ve takip edilmesidir. İşletmelerdeki tüm bu dağıtım hareketleri lojistik faaliyetleri kapsamında ele alınır. Lojistik, tedarik zinciri içerisinde ileri ya da geriye doğru her türlü hareketin kontrolüdür (Childress, 2016). Lojistik, stok tutmaktan, ürünün müşteriye zamanında ve sağlam olarak taşınmasına, daha sonra bakım ve servis hizmetlerinin sağlanmasına kadarki süreci kapsar. Müşteri memnuniyeti açısından büyük etkiye sahip olması nedeniyle dağıtım yönetiminin genellikle işletmelerin en çok önemsediği ve ciddiye aldığı tedarik zinciri unsuru olduğu söylenebilir. Bu çalışmada, dağıtım yönetiminin boyutları olarak depo yönetimi (DY), taşıma yönetimi (TY) ve dağıtım yönetimi sürecine bağlılık (DY Bağlılık) ele alınmıştır (Raxhausen ve diğerleri, 2012).

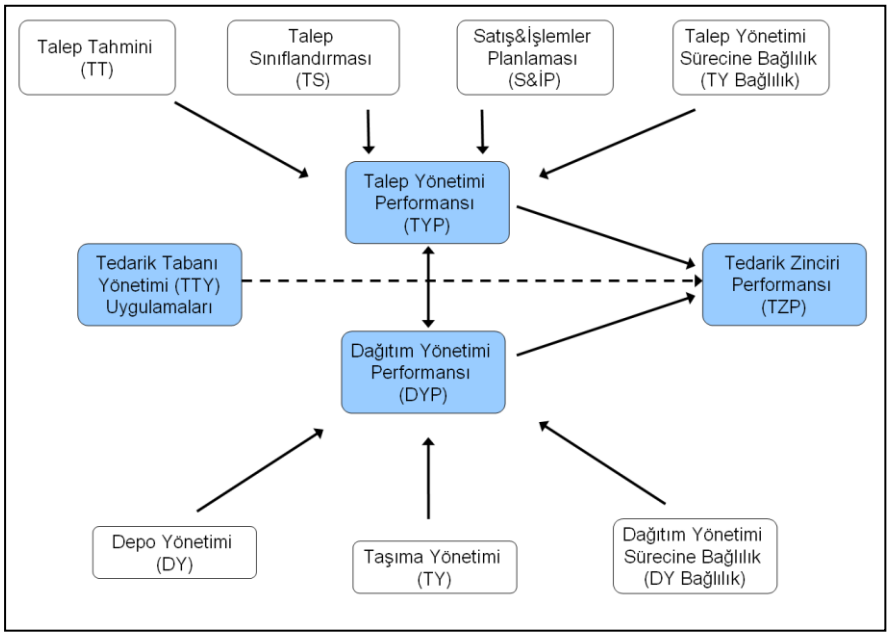
2.3.Tedarik Tabanı Yönetimi

Etkin bir tedarik zinciri yönetimi için ihtiyaç duyulan malzemelerin zamanında, doğru miktarda, istenilen kalitede ve uygun maliyetle temin edilmesi büyük önem taşımaktadır. Bunu gerçekleştirebilmek için, işletmelerin iyi bir tedarikçi seçimi ve değerlendirme politikası izlemeleri gerekmektedir. Tedarik tabanı yönetimi, tedarikçi ilişkileri konusu altında son yıllarda popülerliği artan bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır. Son yirmi yılda, işletmelerin yürüttükleri satın almaya yönelik faaliyetler, basit bir ofis faaliyeti olmaktan çıkmış ve müşteri-tedarikçi ilişkileri yönetimi sayesinde piyasada daha fazla söz sahibi olmak için kullanılan rekabetçi bir silah haline gelmiştir. Tedarik tabanı yönetimi, tedarik zinciri yönetimi içerisinde yer alan anahtar unsurlardan biridir (Choi ve Kreuse, 2006). Choi ve Kreuse (2006), tedarik tabanını "bir işletmenin satın alma aktivitelerinde kullandığı tedarikçi ağı" olarak tanımlamaktadır. Tedarik tabanı yönetimi, tedarikçilerle yakın etkileşim kurmayı gerektiren dinamik bir süreçtir (Bygballe ve Persson, 2015). Tedarik tabanı yönetimi, pek çok işletme tarafından benimsenen, sürdürülebilir rekabet avantajını koruyabilmek için potansiyel bir güç olarak görülen bir uygulamadır (Holmen ve diğerleri, 2007).

3. UYGULAMA ÇALIŞMASI (I. AŞAMA)

3.1. Kavramsal Model

Bu çalışmada dört ana değişken bulunmaktadır. Bunlar: (1) Talep Yönetimi Performansı-TYP; (2) Dağıtım Yönetimi Performansı-DYP; (3) Tedarik Zinciri Performansı-TZP; (4) Tedarik Tabanı Yönetimi uygulamaları-TTY şeklindedir. Talep yönetimi performansının boyutları: (1) Talep Tahmini-TT; (2) Talep Sınıflandırma-TS; (3) Satış ve İşlemler Planlaması-S&İP; (4) Talep Yönetimi Sürecine Bağlılık-TY Bağlılık olarak belirlenmiştir. Dağıtım yönetimi performansının boyutları ise: (1) Depo Yönetimi-DY; (2) Taşıma Yönetimi-TY; (3) Dağıtım Yönetimi Sürecine Bağlılık-DY Bağlılık olarak ele alınmıştır (Rexhausen ve diğerleri, 2012). Kavramsal model Şekil 1'de gösterilmektedir.



Şekil 1: Kavramsal Model

3.2. Veri Toplama

Çalışmada, talep yönetiminin etkileri ön plana çıkarılmak istenmiştir. Bu bağlamda, talep yönetiminin daha değişken ve zor olduğu büyük hacimde imalat yapan işletmeler üzerinde daha net sonuçlar elde edileceği kanaatine varılmış ve Ankara ilinde 150 ve daha fazla sayıda işçi çalıştıran 200 adet işletmenin listesi Ankara Sanayi Odası (ASO)'ndan elde edilmiştir. Bu işletmelerden, hizmet üretimi yapanlar (mimarlık, mühendislik hizmetleri veren işletmeler ve inşaat taahhüt işletmeleri) çıkarıldıktan sonra kalan 107 işletme üzerinden %10 hoşgörü miktarı ile örneklem büyüklüğü hesaplanmış ve 42 adet işletme ile görüşülmesi gerektiği ortaya çıkmıştır. Söz konusu 107 işletme içinden basit rastgele örnekleme yöntemi ile 42 adedi seçilmiş ve bu işletmelere anket uygulanmıştır. Anketler uygulanırken elektronik posta ile veri toplama yönteminden yararlanılmıştır. Anket sorularının anlaşılırlığının ve etkililiğinin tespiti için bazı işletmelerle yüz yüze görüşmeler yapılmış ve ölçeğin yüz geçerliliğine sahip olduğu tespit edilmiştir.

3.3. Analiz ve Değerlendirme

Beşli likert ölçeğiyle elde edilen verilerin soru gruplarına göre ortalamaları alınmıştır. Verilerin çözümlenmesinde basit ve çoklu regresyon analizinden yararlanılmıştır. Anketimizde ana değişkenlerimizi ölçen sorulara da yer verildiğinden, boyutların değişkenleri ölçüp ölçmediği için faktör analizi yapmaya gerek duyulmamıştır. Regresyon analizinin varsayımları olan "normallik" ve "varyansların homojenliği" analizleri yapılmış ve sonuçlar bu yönde değerlendirilmiştir. Normallik koşulunu sağlamayan değişkenlere uygun dönüşüm yöntemi uygulanmıştır. Tüm sonuçlar %95 güven düzeyinde incelenmiştir (Yalçın, 2013). Söz konusu dört ana değişken (TYP, DYP, TTY, TZP) arasındaki etkileşimlerin yanı sıra, ana değişkenlerin boyutları ile aralarındaki etkileşimler de incelenmiştir. Yapılan analizler sonucunda aşağıdaki bulgulara ulaşılmıştır:

- Talep yönetimi performansı, dağıtım yönetimi performansı ve tedarik tabanı yönetimi uygulamaları; tedarik zinciri performansının toplamda %36,9'unu açıklamaktadır. Bu değer, tedarik tabanı yönetimi uygulamaları çıkarıldığında %21,7'ye düşmektedir. Bu çarpıcı bir sonuçtur; tedarik tabanı yönetimi uygulamalarının (%27,8), incelediğimiz değişkenler arasında tedarik zinciri performansı üzerindeki etkisi en yüksek olan değişken olduğuna işaret etmektedir. Tedarik zinciri performansı üzerinde ikinci olarak yüksek etkisi olan değişken dağıtım yönetimi performansı (%15,8) ve son olarak talep yönetimi performansı (%14,7) bulunmuştur.
- Talep yönetimi uygulamaları olan talep tahmini, satış ve işlemler planlaması ve talep yönetimi sürecine bağlılık; talep yönetimi performansının toplamda %37,6'sını açıklamaktadır. Talep sınıflandırma uygulamasının, talep yönetimi performansı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi bulunmamıştır. Talep yönetimi performansı üzerinde en etkili olan boyut talep yönetimi sürecine bağlılık (%34,4) bulunmuştur; ardından sırasıyla talep tahmini (%23,4), satış ve işlemler planlaması (%13,7) gelmektedir.
- Dağıtım yönetimi uygulamaları olan depo yönetimi ve taşıma yönetimi, dağıtım yönetimi performansının toplamda %37,2'sini açıklamaktadır. Dağıtım yönetimi sürecine bağlılık ile dağıtım yönetimi performansı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir etkileşim bulunmamıştır. Bu durum, dağıtım yönetimi sürecinin dinamik bir süreç oluşundan kaynaklanıyor olabilir. Dağıtım yönetimi performansı üzerinde en çok etki sahibi olan taşıma yönetimi (%32,5) bulunmuştur; ardından depo yönetimi (%23,8) gelmektedir.

Çalışmanın bulgularının, benzer çevredeki ve yapıdaki işletmelerin performans göstergelerinin iyileştirilmesine yönelik çalışmalar açısından önemli olduğu düşünülmektedir. Bu sonuçlar, işletmelere ilişkin herhangi bir sınıflandırmaya gidilmeksizin elde edilmiş genel sonuçlardır. Oysa, işletmenin ürettiği ürün türüne uygun tedarik zincirinin belirlenmesi gerektiğini vurgulayan Fisher (1997)'in ileri sürdüğü çerçeveye göre bir sınıflandırmaya gidilerek yeni bir değerlendirme yapılmasının farklı sonuçlar yaratabileceği düşüncesiyle çalışmanın bir adım öteye taşınabileceği değerlendirilmiştir. Bu şekilde özetlenen ampirik çalışmanın ikinci aşamasından önce izleyen bölümde anılan çerçevede yer alan kavramlar tanıtılacaktır.

4. FONKSİYONEL/YENİLİKÇİ ÜRÜN VE VERİMLİ/TEPKİSEL TEDARİK ZİNCİRLERİ

Kavramsal çerçeveyi oluşturma sürecinde Fisher (1997) işletmenin ürününe olan talep düzeninin dikkate alınması gerektiğini ileri sürerek ürünlerin fonksiyonel ve yenilikçi olarak ikiye ayrılabileceğini belirtmektedir. Pek çok perakende satış noktasında kolaylıkla bulunabilen, rekabetin yoğun olması nedeniyle kar marjı düşük, yaşam süresi uzun, temel ihtiyaçları karşılayan, zaman içinde çok fazla tasarım değişikliğine uğramayan, kararlı ve öngörülebilir talebe sahip ürünleri "*fonksiyonel*"; diğer taraftan pazara farklılık sunan, inovasyona dayalı, kar marjı yüksek, çeşitliliği fazla, sık tasarım değişikliklerine uğraması nedeniyle yaşam süreleri kısa, kararlı ve öngörülebilir talebe sahip olmayan ürünleri "*yenilikçi*" ürünler olarak tanımlamıştır. Talepteki belirsizlik nedeniyle yenilikçi ürünlere ilişkin stoksuz kalma oranı yüksektir ve ürün yaşam sürelerinin kısalığı nedeniyle satılamayıp stokta kalan ürünlerin tamamen değerini kaybetmesi söz konusudur. Modaya göre talebi şekillenen ürünler ile elektronik ürünler bu grubun en tipik örnekleri olarak kabul edilebilir.

Fisher fonksiyonel ürünler için "*verimli*", yenilikçi ürünler için "*tepkisel*" tedarik zincirleri oluşturulması gerektiğini savunmuştur. Fiziki olarak verimli tedarik zincirlerinde amaç, öngörülebilir talebin olası en düşük maliyetle verimli bir şekilde karşılanmasıdır, bu nedenle, üretici ve dağıtıcı faaliyetlerinin koordinasyonu önemlidir, dolayısıyla zincir içinde hızlı ve sağlıklı bilgi akışı sağlanmalıdır. Buna karşılık tepkisel zincirlerde büyük ölçüde öngörülebilir nitelik taşımayan talep hızlı bir şekilde karşılanmalıdır. Talep ile kapasite uyumsuzluğu nedeniyle ortaya çıkabilecek maliyetler minimize edilmeli, belirsiz talebin karşılanmasına yönelik hız ve esneklik stratejileri izlenmelidir. Verimli zincirlerde yüksek miktarlarda üretim, yüksek kapasite kullanımı, stokların minimizasyonu sağlanmalı, stok dönüş hızı yüksek tutulmalıdır. Diğer yandan, tepkisel zincirlerde belirsiz talebe cevap verilebilmesi için stokların ve mevcut üretim kapasitesinin yüksek tutulması gerekliliği söz konusu olabilir ve gerek kapasitenin gerekse stokların belirsiz talep karşısında zincir içinde uygun şekilde konumlandırılmaları önemlidir. Verimli zincirlerde maliyetleri yükseltmediği sürece temin sürelerinin kısaltılması yönünde çaba harcanmasına karşılık tepkisel zincirlerde temin sürelerinin kısaltılmasına yönelik çabalara ciddi yatırımlar yapılması önem taşır. Verimli zincirlerde tedarikçi seçiminde maliyet ve kalite boyutları üzerinde durulur, diğer taraftan tepkisel zincirlerde tedarikçi seçiminde hız, esneklik ve kalite boyutları önemlidir. Verimli zincirlerde ürün tasarım stratejisinin en önemli unsurları ürün performansının maksimizasyonu ve maliyetin minimizasyonu iken tepkisel zincirlerde ürünün kişiselleştirilmesinin olabildiğince geciktirilmesine yönelik uygulamalar, örneğin geciktirilmiş farklılaştırma veya modüler tasarım uygulamalarıdır.

Seifert ve Biçer (2014) yenilikçi ürünleri de kendi içlerinde üçe ayırarak her biri için etkili tedarik zincirlerinin özelliklerini ortaya koymuşlardır. Yenilikçi ürünleri, (1) kademeli yeni ürünler; (2) fiilen yeni ürünler; (3) niş ürünler olarak sınıflandırmışlardır. Kademeli yeni ürünler, mevcut ürünlerde değişiklik yaparak meydana çıkan ürünlerdir; orta düzeyde kar marjı ve orta düzeyde talep belirsizliğine sahiplerdir. Fiilen yeni ürünler radikal bir inovasyon sonucu meydana gelirler; yüksek kar marjı, yüksek talep ve yüksek belirsizlik taşıyan ürünlerdir. Niş ürünler ise, bazı özel müşteri isteklerine göre dizayn edilirler; yüksek kar marjına, düşük talebe ve yüksek belirsizliğe sahip özel nitelikli ürünlerdir.

Çalışmanın bundan sonraki bölümünde işletmeleri sınıflandırırken Fisher (1997)'in yanı sıra Seifert ve Biçer (2014)'in çalışmasındaki sınıflandırma biçimlerinden de faydalanılmıştır.

5. UYGULAMA ÇALIŞMASI (II. AŞAMA)

Görüşülmüş olan 42 işletme içerisinde birçok endüstriden yüksek üretim hacmine sahip işletmeler yer almaktadır. Doğru tedarik zinciri yapısına karar vermek için işletmelerin ürettikleri ürün yapılarına bakılarak ürünün fonksiyonel ya da yenilikçi olması durumu dikkate alınmıştır. Yenilikçi ürünlere karar verilirken Seifert ve Biçer (2014)'in çalışmasında belirttiği özelliklerden yararlanılmıştır. Sonuç olarak, 42 işletmeden 24'ünün tepkisel ve 18'inin verimli tedarik zinciri yapısına sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Bu işletmelerden tepkisel tedarik zincirine sahip olanlar otomotiv, tekstil, elektronik, mobilya, yatak, makine, beyaz eşya ve savunma sanayilerinde faaliyet göstermektedir; verimli tedarik zincirine sahip olanlar gıda, içecek, maden, boru, çimento, cam, seramik, ilaç, plastik, döküm ve dokuma sanayilerinde faaliyet göstermektedir. Tepkisel ve verimli tedarik zincirlerine göre yapılan regresyon analizi sonuçları aşağıda verilmiştir.

Genel hipotez:

H_0: Regresyon modeli istatistiksel olarak anlamlı değildir (Model geçerli değildir).
H_1: Regresyon modeli istatistiksel olarak anlamlıdır (Model geçerlidir).

1. Tepkisel Tedarik Zinciri Olan İşletmeler İçin Sonuçlar

Tablo 1: Tepkisel Zincirlerde Tedarik Zinciri Performansı ve Boyutları

TYP	$R^2 = 0,343$	sig=0,003	H_1 Kabul edildi	M11 Geçerli
DYP	$R^2 = 0,318$	sig=0,004	H_1 Kabul edildi	M12 Geçerli
TTY	$R^2 = 0,094$	sig=0,145	H_1 Reddedildi	M13 Geçersiz

Tablo 2: Tepkisel Zincirlerde Talep Yönetimi Performansı ve Boyutları

TT	$R^2 = 0,409$	sig=0,001	H_1 Kabul edildi	M14 Geçerli
TS	$R^2 = 0,053$	sig=0,278	H_1 Reddedildi	M15 Geçersiz
S&İP	$R^2 = 0,035$	sig=0,381	H_1 Reddedildi	M16 Geçersiz
TY bağlılık	$R^2 = 0,422$	sig=0,001	H_1 Kabul edildi	M17 Geçerli

Tablo 3: Tepkisel Zincirlerde Dağıtım Yönetimi Performansı ve Boyutları

DY	$R^2 = 0,359$	sig=0,002	H_1 Kabul edildi	M18 Geçerli
TY	$R^2 = 0,367$	sig=0,002	H_1 Kabul edildi	M19 Geçerli
DY bağlılık	$R^2 = 0,145$	sig=0,067	H_1 Reddedildi	M20 Geçersiz

2. Verimli Tedarik Zinciri Olan İşletmeler İçin Sonuçlar

Tablo 4: Verimli Zincirlerde Tedarik Zinciri Performansı ve Boyutları

TYP	$R^2 = 0,151$	sig=0,112	H_1 Reddedildi	M21 Geçersiz
DYP	$R^2 = 0,066$	sig=0,304	H_1 Reddedildi	M22 Geçersiz
TTY	$R^2 = 0,439$	sig=0,003	H_1 Kabul edildi	M23 Geçerli

Kurulan 10 regresyon modelinden tepkisel tedarik zincirine sahip işletmeler için 6 tanesi geçerli bulunurken, verimli tedarik zincirine sahip işletmeler için 3 tanesi geçerli bulunmuştur.

Tepkisel tedarik zincirinde, tedarik zinciri performansını etkileyen değişkenler sırasıyla talep yönetimi performansı (%34,3) ve dağıtım yönetimi performansı (%31,8) olarak bulunmuştur; tedarik tabanı yönetimi uygulamalarının anlamlı bir etkisi bulunmamıştır. Talep yönetimi performansı üzerinde talep yönetimi sürecine bağlılık (%42,2) ve talep tahmini (%40,9) etkili iken, talep sınıflandırma ve satış ve işlemler planlaması değişkenlerinin etkili olmadığı tespit edilmiştir. Dağıtım yönetimi performansı açısından etki sahibi olan değişkenler taşıma yönetimi (%36,7) ve depo yönetimi (%35,9) olarak bulunmuştur. Sonuçlar Tablo 1, 2 ve 3'de verilmiştir.

Verimli tedarik zincirinde, tedarik tabanı yönetimi uygulamaları (%43,9) tedarik zinciri performansını etkileyen bir değişken olarak karşımıza çıkarken, talep yönetimi performansı ve dağıtım yönetimi performansı değişkenlerinin anlamlı bir etkisi olmadığı tespit edilmiştir. Sonuçlar Tablo 4'de verilmiştir. Talep yönetimi performansı ve dağıtım yönetimi performansı değişkenlerinin tedarik zinciri performansı üzerinde anlamlı bir etkisi bulunmadığından, tablolarda bu değişkenlerin boyutları arası etkileşimlere yer verilmemiştir.

6. SONUÇ

Tüm işletmelerin birlikte ele alındığı ilk çalışma ile (Yalçın, 2013), işletmelerin tedarik zinciri yapısına göre ayrıldığı ikinci çalışmanın sonuçları arasında genel olarak farklılıklar bulunduğu görülmektedir.

İkinci çalışmanın sonuçlarına göre, tepkisel ve verimli tedarik zincirlerine sahip işletmeler arasında tedarik zinciri performansını etkileyen faktörler açısından belirgin farklılıklar bulunmuştur. Tepkisel tedarik zincirinde talep belirsizliği yüksek olduğundan ve tepkisel olma gereği dağıtım süreci büyük önem taşıdığından bu iki değişkenin tedarik zinciri performansı üzerinde etki sahibi olması oldukça tutarlı bir sonuç olarak değerlendirilmektedir. Tedarik tabanı yönetimi uygulamaları, ilk çalışmada oldukça yüksek bir oranda (%27,8) etkili bulunmuştu. Burada, tepkisel tedarik zincirine sahip işletme sayısı (24) verimli tedarik zincirine sahip işletme sayısına (18) göre daha yüksek olmasına rağmen, tepkisel tedarik zincirinde bu değişkenin tedarik zinciri performansı üzerindeki etkisi anlamlı bulunmamıştır. Diğer yandan, verimli tedarik zincirinde tedarik tabanı yönetimi uygulamalarının tedarik zinciri performansı üzerinde oldukça yüksek bir oranda (%43,9) etkili olduğu görülmektedir. Bu durum verimli zincire sahip olan işletmelerin bu değişken üzerindeki etkisini ortaya koymaktadır. Verimli zincirlerde yüksek hammadde alımları ve yüksek stok düzeyleri söz konusu olduğundan tedarikçi ilişkileri oldukça önemlidir. Diğer yandan, talep yönetimi performansı ve dağıtım yönetimi performansı değişkenlerinin verimli tedarik zincirinde tedarik zinciri performansı üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu durum, verimli tedarik zincirlerinde talebin daha durağan ve dağıtım sürecinin daha az dinamik olması ile açıklanabilir.

Talep yönetimi performansında, ilk çalışmadakine benzer sonuçlar bulunmuştur. Tepkisel zincire sahip işletmelerde satış ve işlemler planlaması değişkeni anlamsız bulunurken, verimli zincire sahip işletmelerde talep tahmini değişkeni anlamsız bulunmuştur. Talep yönetimi sürecine bağlılık değişkeninin etkisi ilk çalışmada olduğu gibi anlamsız bulunmuştur. Talep tahmininin talep belirsizliği yüksek olan tepkisel zincirlerde anlamlı bulunması oldukça tutarlı bir sonuç olarak değerlendirilmektedir. Benzer olarak, yüksek ve durağan talebin söz konusu olduğu verimli zincirlerde satış ve işlemler planlaması değişkeninin anlamlı bulunması da oldukça mantıklıdır.

Dağıtım yönetimi performansı açısından, tepkisel tedarik zincirinin sonuçları ilk çalışmanın sonuçlarına oldukça benzerdir. Depo yönetimi ve taşıma yönetimi anlamlı bulunurken, dağıtım yönetimi sürecine bağlılık oldukça dinamik yapıda olan tepkisel zincirler için anlamsız bulunmuştur. Burada sürecin planlananın dışına çıkıyor olması şaşılacak bir durum değildir. Verimli zincirlerde dağıtım yönetimi performansı değişkeni üzerinde hiçbir boyutunun anlamlı bulunmaması uygun bir sonuç olarak değerlendirilmemektedir. Burada araştırmanın sınırlılıklarından bahsetmek yerinde olacaktır. Tepkisel grubu için 24 ve verimli grubu için 18 işletmeye ait veri bulunması araştırmanın sınırlılığı olarak kabul edilebilir. Özellikle verimli zincirler için örneklem sayısının düşük olması büyük etkileri tespit edebiliyor iken bazı küçük etkilerin tespiti açısından eksik kalmış olabilir. Gelecek çalışmalar açısından, Seifert ve Biçer (2014)'in çalışmasında sunulan yenilikçi ürün ayrımı da göz önüne alınarak daha geniş bir örneklem üzerinde detaylı çalışmalar yapılması önerilmektedir.

KAYNAKÇA

Bygballe, L.E., Persson, G. (2015), "Developing Supply Base Strategies", IMP Journal, Vol. 9, pp. 64-84.

Childress, V.W., (2016), "Supply Chain, Logistics, and Global Economics", Resources in Technology and Engineering, December-January, pp. 22-27.

Choi, T.Y., Kreuse, D.R. (2006), "The Supply Base and its Complexity: İmplications for Transaction Costs, Risks, Responsiveness, and Innovation", Journal of Operations Management, Vol. 24, pp. 637-652.

Croxton, K.L., Lambert, D.M., Garcia-Dastugue, S.J., Rogers, D.S., 2002, "The demand management process". *International Journal of Logistics Management*, 13, 51-66.

Fisher, M.L., (1997), "What Is The Right Supply Chain For Your Product?", Harward Business Review, March-April, 105-116.

Holmen, E., Pedersen, A.C. and Jansen, N. (2007), "Supply Network Initiatives: a Means to Reorganize the Supply Base", Journal of Business & Industrial Marketing Management, Vol. 31, pp. 178-186.

Lambert, D.M., Cooper, M.C., 2000, "Issues in supply chain management". *Industrial Marketing Management*, 29, 65–84.

Madhani, P.M., (2015), "Demand Chain Management: Enhancing Customer Lifetime Value Through Integration of Marketing and Supply Chain Management", IUP Journal of Business Strategy, 12, 7-26.

Rexhausen, D., Pibernick, R., Kaiser, G., 2012, "Customer-facing supply chain practices: The impact of demand and distribution management on supply chain success". *Journal of Operations Management*, 30, 269-281.

Seifert, R.W. ve Biçer, I., 2014, "Setting up Supply Chain Strategies for Innovative Products". IMD Learning (*www.imd.org*).

Yalçın, P.S., (2013), "Talep Yönetimi, Dağıtım Yönetimi ve Tedarik Tabanı Yönetimi Uygulamalarının Tedarik Zinciri Performansı Üzerindeki Etkileri", Yüksek Lisans Tezi, Başkent Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Tez Referans No: 333826.

İŞLEM SIRASINI DİKKATE ALAN HÜCRE OLUŞTURMA PROBLEMİ İÇİN BİR GENETİK ALGORİTMA

Yeliz Buruk Şahin
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi

Şerafettin Alpay
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi

Burak Urazel
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi

ÖZET

Hücresel imalat sistemlerinde en önemli kararlar hücre oluşturma, hücresel yerleşim ve hücresel çizelgelemedir. Hücre oluşturma ile makine ve parçaları gruplama ve hücrelere atama amaçlanmaktadır. Literatürdeki pek çok çalışma, oluşturulan hücrelerin performansını gruplama verimliliği, gruplama etkinliği gibi göstergelerle test etmektedir. Bu göstergeler, 0-1 matris yapısı için uygun olsa da, parçaların işlenme sırasını dikkate alan sıralı matris için yeni performans göstergeleri gerekli olmuştur. Bu nedenle, literatürde grup teknolojisi verimliliği ve bağ verimliliği göstergeleri geliştirilmiştir. Bu çalışmada, grup teknolojisi verimliliği ve bağ verimliliğini dikkate alarak işlem sıralı veriyi kullanan hücre oluşturma problemi için bir genetik algoritma önerilmiştir. Önerilen algoritmanın performansı, literatürden alınan veri setleri üzerinde test edilmiş ve bu alanda bazı önemli algoritmalar ile kıyaslanmıştır. Sonuçlar, önerilen genetik algoritmanın başarısını göstermektedir.
Anahtar Kelimeler: hücre oluşturma, grup teknolojisi verimliliği, bağ verimliliği

A GENETIC ALGORITHM FOR CELL FORMATION PROBLEM WITH SEQUENCE DATA

ABSTRACT

Main decisions in the implementation of cellular manufacturing systems are cell formation, group layout and group scheduling. In cellular manufacturing system, cell formation aims to group machine and parts and assign them into cells. Most of the existing studies test the performance of the cell formation results with some popular indicators such as grouping efficiency, grouping efficacy etc. Although these are suitable for a binary matrix, to cope with ordinal matrix including sequence data, new performance measures are required. For this reason, group technology efficiency and bond efficiency are developed. In this paper, a genetic algorithm to solve cell formation with sequence data problem by considering aforementioned measures is proposed. The performance of the genetic algorithm is illustrated on data sets supplied from the literature and compared with the results of some important algorithms. Test results show that proposed genetic algorithm produces better solutions than the other methods.
Keywords: cell formation, group technology efficiency, bond efficiency

1. GİRİŞ

Grup teknolojisi, benzer ve tekrarlayan işlemleri dikkate alan ve bir araya getirmeye çalışan bir yaklaşımdır (Heyer ve Wemmerlöv, 1984). Grup teknolojisinin, üretim sistemlerindeki uygulaması, Hücresel Üretim Sistemi olarak adlandırılır. Hücresel üretimde, benzer işlem gören parça ve makinelerin gruplanması ve böylece hazırlık zamanında kısalma, süreç içi stoklarda azalma, üretim sürelerinde azalma gibi avantajların elde edilmesi amaçlanmaktadır (Choobineh, 1988).

Hücresel üretim sistemlerinde parça makine gruplaması ve böylece hangi parçanın hangi makinede işleneceğinin gösterildiği temas matrisinin oluşturulması önemli bir karardır. Hücre oluşturma probleminde 0-1 şeklinde tanımlanan parça-makine temas matrisinde bazı önemli noktalar/kısıtlar dikkat çekmektedir (Nair ve Narendran, 1998). Bunlardan ilki, işlem sırasının malzeme akışında önemli konulardan biri olmasıdır. Örneğin, işlem sırasına bağlı olarak hücre dışında gerçekleştirilecek ilk ve son işlem birer taşıma oluştururken, ara işlemler iki taşıma (farklı hücrede gerçekleştirilme durumuna bağlı olarak) gerektirebilmektedir. İkincisi, işlem sıralamasını dikkate alan yapı ile aynı makinede gerçekleştirilecek ardışık olmayan işlemlere de izin verilmesidir. Bir diğeri ise, parçaların makinelerdeki işlem sırasının dikkate alınmasıyla, hücrelerarası taşımaların, taşıma büyüklüklerini de dikkate alarak ele alınmasını sağlamasıdır. Söz konusu kısıtlamalar sebebiyle, literatürde 0-1 temas matrisi yerine işlem sırasını dikkate alan, sıralı veri içeren parça-makine ilişki matrisi önerilmiş olup, oluşturulan hücre performansını ölçmek üzere pek çok gösterge türetilmiştir. Bu çalışmada, grup teknolojisi verimliliği ve bağ verimliliği (Nair ve Narendran, 1998) performans göstergeleri ele alınmıştır. Problemin NP-zor yapısı sebebiyle, çözüm aramak üzere bir genetik algoritma meta-sezgiseli geliştirilmiştir.

Çalışmanın ikinci bölümünde, probleme yönelik öne çıkan literatür çalışmaları sunulmuştur. Önerilen genetik algoritma meta-sezgiseli ile ilgili açıklamalar üçüncü bölümde yapılmıştır. Dördüncü bölümde, hücre oluşturma probleminin önerilen genetik algoritma ile elde edilen sonuçlarının literatürdeki problemler için elde edilen çözüm sonuçları ile kıyaslamalarına yer verilmiştir. Beşinci bölümde ise çalışmaya ilişkin sonuçlar ve değerlendirmeler sunulmuştur.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Sıralı veriyi dikkate alan hücre oluşturma problemi işlem sırasının malzeme akışı üzerindeki etkisini ve parçaların özdeş makinelerdeki tekrarlı ziyaretlerini dikkate almayı sağlamaktadır (Harhalakis vd., 1990). Parçaların makinelerdeki işlem sırasını dikkate alan çalışmalardan ilki Nair ve Narendran (1998)'ın yeni bir benzerlik katsayısı tanımlayan çalışmasıdır. Bu çalışmada, hücre oluşturma problemi için geliştirilen bir kümeleme algoritması sunulmuştur. Mahdavi ve Mahadevan (2008), işlem sırasına dayalı yapının yanı sıra hücrelerdeki makine yerleşimini de eşzamanlı olarak dikkate almışlardır. Nouri vd. (2010), işlem sırasını dikkate alan hücre oluşturma problemi için bakteriyel besin arama algoritmasına dayalı bir eniyileme tekniği geliştirmişlerdir. Lee ve Ahn (2013), işlem sırasına bağlı yöntemleri değerlendirmek üzere grup teknolojisi etkinliği performans ölçütünü önermiştir. Bu gösterge ile hücrelerin sıkılık değeri (compactness) ve gerçek hücrelerarası taşımalar ilişkilendirilmiştir. Gruplama problemlerinde çözümün kalitesi temelde iki gösterge ile ölçülmektedir. Bunlar, sıkılığın en büyük olması ve hücreler arası taşımanın en küçük olmasıdır. Söz konusu iki ölçütü bir arada dikkate almak ve birleştirmek üzere Nouri vd. (2010)'da bağ verimliliği performans ölçütünü önermişlerdir. Sıkılık, hücre içindeki işlem sayısının, hücre içerisinde gerçekleştirilebilir olası işlem sayısına oranı olarak tanımlanmıştır. Raja ve Anbumalar (2016), hücre tasarımı, hücreler arası makine yerleşimi, hücre dışı eleman ve hücre içi boşluğu, parçaların makinelerdeki işlem sırası ve parçaların makineler arası taşınma/hareket sayıları ile birlikte dikkate alan sezgisel bir yöntem önermişlerdir.

3. GENETİK ALGORİTMA

Genetik algoritmalar biyolojideki evrim sürecine dayalı, genetik ve seçim mekanizmalarını kullanan rassal arama temelli tekniklerdir. Holland (1975) tarafından önerildiğinden bu yana, pek çok alanda kombinatoryal eniyileme problemleri üzerindeki başarısı gösterilmiştir. Goldberg (1989) genetik algoritmanın temellerini ortaya koyarken, genetik algoritmaların mühendislik problemleri üzerinde kullanımı konusunda Gen ve Cheng (2000) de araştırmalarda bulunmuşlardır. Algoritma, problemin olası bir çözümünü kromozon benzeri bir veri yapısına dönüştürmekte, operatörler aracılığı ile kritik bilgiyi yeni nesillere iletirken daha iyi çözümlerin elde edilmesini de mümkün kılmaktadır.

Çaprazlama ve mutasyon genetik algoritmanın en önemli parametrelerindendir ve çoğunlukla yöntemin başarısı bu operatörlerin seçimine bağlıdır. Çaprazlamanın amacı popülasyonda olmayan bireyleri oluşturarak bireyler arasındaki çeşitliliğin artırılmasıdır. Mutasyon operatörü ise bir sonraki nesle yeni

bilgi iletmeyi amaçlamaktadır. Mutasyon, bir bireyin içerdiği bilginin (genin) rassal olarak değiştirilmesi işlemidir. Genetik algoritmanın yerel bir en iyi noktasına takılmasını engellemeyi amaçlamaktadır.

Problemin Kromozom Gösterimi

Kromozom makine ve parçaların hücrelere atanması için geliştirilmiştir. Kromozomun her bir geni için [0-1) aralığında rassal sayı türetilir. Rassal sayı aralığı, oluşturulacak hücre sayısı kadar parçaya bölünür. Her bir aralığın bir hücreye karşı geldiği varsayılır. Parça ve makinaların, türetilen rassal sayının isabet ettiği aralığa karşı gelen hücreye ataması yapılır. Örnek bir kromozom gösterimi, Şekil 1 üzerinde gösterilmektedir.

makineler			**Parçalar**			
M1	M2	…	P1	P2	P3	…
0.8	**0.2**	**…**	**0.1**	**0.3**	**0.7**	**…**

Şekil 1. Kromozom gösterimi

Uyum Fonksiyonu, Seçim ve Genetik Operatörler

Öncelikle rassal olarak bir başlangıç kromozon oluşturulur ve popülasyonun her bir bireyi için uyum fonksiyonu değeri hesaplanır. Performans göstergesi olarak seçilen grup teknolojisi verimliliği ve bağ verimliliği aynı zamanda uyum fonksiyonu olarak değerlendirmiştir. İlgili problem için, izleyen şekilde ifade edilmektedir. Grup teknolojisi verimliliği (GTV), parçaların hücreler arası olası hareketleri ile sistemin gerektirdiği hücreler arası hareket farkının olası en büyük hücreler arası harekete oranı olarak tanımlanmaktadır. Grup teknolojisi verimliliği, izleyen eşitlikler (1-3) aracığı ile hesaplanmaktadır.

$$I_p = \sum_{j=1}^{N} (n-1) \tag{1}$$

$$I_r = \sum_{j=1}^{N} \sum_{w=1}^{n-1} t_{njw} \tag{2}$$

$$GTV = \frac{I_p - I_r}{I_p} \tag{3}$$

t_{njw} = bir parçaya ait w ve (w+1) işlemleri aynı hücrede gerçekleşiyorsa, 0; dd, 1

I_p = sistemde olası en büyük hücreler arası hareket sayısı

I_r = sistemin gerektirdiği gerçek hücreler arası hareket sayısı

n =işlem sayısı ($\omega = 1,2,3..n$)

N = parça sayısı

GTV = grup teknolojisi verimliliği

Gruplama problemlerinde çözümün kalitesi temelde iki gösterge ile ölçülmektedir. Bunlar, sıkılığın en büyük olması ve hücreler arası taşımanın en küçük olmasıdır. Söz konusu iki ölçütü bir arada dikkate almak ve birleştirmek üzere Nouri vd. (2010)'da bağ verimliliği ölçütünü önermişlerdir. Sıkılık, hücre içindeki işlem sayısının, hücre içerisinde gerçekleştirilebilir olası işlem sayısına oranı olarak tanımlanmıştır. Hücre içerisinde gerçekleştirilebilir en büyük işlem sayısı hesaplanırken, hücredeki her bir makinenin aynı hücredeki parçayı işleyebildiği varsayılmıştır. Sıkılık izleyen eşitlik ile hesaplanmaktadır.

$$SKL = \frac{\sum_{k=1}^{c} TOTOP_k}{\sum_{k=1}^{c} (TOTOP_k + NOP_k)} \tag{4}$$

SKL = Sıkılık

$TOTOP_k$ = k. hücredeki toplam işlem sayısı
NOP_k = k. hücredeki boşlukların sayısı

En iyi durumda, sıkılığın "1" ve hücre içi boşluğun sıfır olması beklenir. Grup teknolojisi verimliliği hücreler arası taşımaları en küçüklemeyi amaçta ve en büyük verimliliği hedeflemektedir. Benzer şekilde, sıkılığın da en büyüklenmeye çalışılmaktadır. Söz konusu iki performans göstergesi izleyen şekilde birleştirilerek bağ verimliliği (β) göstergesi elde edilmiştir.

$$\beta = q(GTV) + (1 - q)SKL \tag{5}$$

Ağırlık faktörü $q, (0 < q < 1)$, problemin özelliğine bağlı olarak amaçlara farklı ağırlık verilmesini sağlamaktadır.
Ele alınan problemde, önerilen kromozom yapısı ile her parça ve makinenin bir hücreye atanması garanti edilmektedir. Her hücreye en az bir parça ve bir makinanın atanması da kısıt olarak dikkate alınmış olup, uyum fonksiyonlarına ceza değeri ile yansıtılmıştır. Bu çalışmada, UF_1 ve UF_2 olmak üzere iki farklı amaç için iki ayrı uyum fonksiyonu tanımlanmıştır. Uyum fonksiyonları, elde edilen çözümlerin kalitesini göstermekte ve ele alınan problem için izleyen şekillerde ifade edilmektedir.

$$UF_1 = -GTV + \varepsilon_1 * \text{toplam (makina kısıtına ilişkin cezalar)} + \varepsilon_2 * \text{toplam (parça kısıtına ilişkin cezalar)} \tag{6}$$

$$UF_2 = -\beta + \varepsilon_1 * \text{toplam (makina kısıtına ilişkin cezalar)} + \varepsilon_2 * \text{toplam (parça kısıtına ilişkin cezalar)} \tag{7}$$

Sonuç olarak geliştirilen uyum fonksiyonlarının değerlerinin en küçüklenmesi yoluyla en iyi çözümler araştırılmaktadır. Grup teknolojisi verimliliği ve bağ verimliliği değerleri en büyüklenmek istenirken, ceza değerlerinin en küçüklenmesi hedeflenmektir. Ceza değerlerinin hesaplanmasında, problemin boyutuna ve amaç fonksiyonu değerine bağlı olarak değişen ε_1 ve ε_2 katsayıları kullanılmıştır. Toplam (makineye/parçaya ilişkin kısıt) değeri, hücreye atanması gerekli makine parça kısıtlarının ihlal edilmesi sonucu oluşmaktadır.
Önerilen genetik algoritmada, turnuva seçim yöntemi kullanılmıştır. Turnuva seçim yönteminde, turnuva büyüklüğüne bağlı olarak iki ya da daha çok birey rassal olarak seçilir. Uyum fonksiyonu değerleri kıyaslanır ve en iyi olan izleyen nesle aktarılır. Böylece oluşturulan yeni nesil, bir önceki neslin kötü bireylerinden arındırılmaya çalışılır (Gopalakrishnan ve Kosanovic, 2015). Bu çalışmada dağıtık çaprazlama yöntemi kullanılmış olup çaprazlama oranı 0,9 olarak seçilmiştir. Mutasyon operatörü olarak, MATLAB yazılımının kısıtlı problemlerin için varsayılan operatörü (mutation-adapt feasible) kullanılmıştır. Mutasyon oranı 0,1 olarak seçilmiştir. Önerilen genetik algoritma için iki farklı durma ölçütü belirlenmiştir. Hem algoritmanın üretebileceği en fazla nesil sayısına hem de iyileşmenin yaşanmadığı en fazla nesil sayısına sınırlama getirilmiştir. Belirlenen nesil sayısı boyunca çözümde iyileşme görülmezse, en fazla nesil sayısına ulaşılması beklenmeden algoritma sonlandırılır. Popülasyon büyüklüğü 750, nesil sayısı 100 olarak seçilmiştir.

4. SAYISAL ÖRNEK VE KIYASLAMALAR

Önerilen genetik algoritmanın başarısını test etmek adına literatürdeki mevcut test problemleri ve önerilen farklı yöntemler dikkate alınmıştır. Test problemleri, Nair ve Narendran (1998)'in 7 parça, 7 makineden, 40 parça 25 makineye kadar farklı boyutlarda türettiği veri setlerinden oluşmaktadır. Söz konusu problemin çözümü için literatürde farklı yazarlar tarafından pek çok yöntem önerilmiştir. Bunlardan erişilenler; CASE (Nair ve Narendran, 1998), ART1 (Park ve Suresh, 2003) ve BFA (Nouri vd., 2010)'dır. Önerilen genetik algoritma, MATLAB yazılımında Intel (R) Core (TM) i5-330, 3.20 GHz, 4 GB RAM özelliklerindeki bilgisayarda kodlanmıştır. Algoritmanın grup teknolojisi verimliliği ve bağ verimliliği performans ölçütleri için örnek literatür problemi çözümlerine Tablo 1 ve Tablo 2'de yer verilmiştir. Tablo 3'te her iki performans ölçütü temelinde elde edilen sonuçlara yer verilmiştir.

Tablo 1. 7x7 boyutlu problem için grup teknolojisi verimliliğine göre çözüm sonuçları

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
P2	1	2					
P5					1	2	3
P7				3	1	2	4
P1	1	3	2				
P3			1	2			
P4			1	2			
P6			2		4	3	1

Tablo 2. 7x7 boyutlu problem için bağ verimliliğine göre çözüm sonuçları (q=0,5)

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
P1	1	3	2				
P2	1	2					
P3			1	2			
P4			1	2			
P5					1	2	3
P6			2		4	3	1
P7				3	1	2	4

Tablo 1-3'deki sonuçlara göre, 7x7'lik örnek veri seti ile yapılan analizde grup teknolojisi verimliliği ve sıkılığın birlikte dikkate alındığı bağ verimliliği performans ölçütüne göre yapılan atamada sıkılığın arttığı, hücre dışı elemanın (HDE) azaldığı ya da aynı kaldığı ve hücreler arası taşımanın (HAT) aynı kaldığı ya da arttığı görülmüştür.

Tablo 3. Literatür problemlerinin GTV ve β'ya göre çözüm sonuçları

			Grup Teknolojisi Verimliliği					**Bağ Verimliliği**				
	Problem	**Hücre Sayısı**	**HDE**	**HAT**	**Sıkılık**	β	**GTV**	**HDE**	**HAT**	**Sıkılık**	β	**GTV**
1	7 x 7	2	9	2	42,30	63,46	84,62	1	2	65,51	75,07	84,62
2	7 x 7	3	15	5	29,41	45,48	61,54	3	6	100	76,92	53,85

Tablo 4'te literatür problemlerinin önerilen GA ile ve literatürdeki diğer yöntemlerle çözüm sonuçlarıyla kıyaslanmasına yer verilmiştir. Grup teknolojisi verimliliği temelinde, her bir problem için literatürdeki en iyi sonuca ya da daha iyisine erişildiği görülmüştür.

Tablo 4. Önerilen GA performansının Nair ve Narendran (1998) veri seti ile literatürdeki çözüm teknikleri ile kıyaslanması (GTV)

	Problem	**Hücre Sayısı**	**CASE**	**ART1**	**BFA**	**Önerilen GA**
1	7 x 7	2	69,2	69,25	84,62	84,62*
2	7 x 7	3	53,85	53,85	61,54	61,54*
3	20 x 8	3	58,54	58,54	58,54	65,85**
4	20 x 20	4	-	74,58	77,97	79,66**
5	20 x 20	5	67,80	69,49	72,88	72,88*
6	40 x 25	5	-	72,04	76,35	78,49**
7	40 x 25	8	60,21	60,21	62,40	64,51**

**erişilen en iyi çözümü yakalama ** erişilen en iyi çözümü geçme*

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmada, grup teknolojisi verimliliği ve bağ verimliliği performans göstergeleri dikkate alınarak, parçaların makinelerdeki işlem sırasını dikkate alan hücre tasarımı için bir genetik algoritma önerilmiştir. Önerilen genetik algoritmanın performansı literatürden alınan problemler üzerinde test edilmiştir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, önerilen yöntemin performansının literatürdeki kıyaslanan yöntemlerle en az aynı başarıda ya da daha iyi olduğu söylenebilir. Yanı sıra önerilen genetik algoritmanın, taşıma hacmi, alternatif makinelerin kullanımı gibi farklı imalat ortamı özelliklerinin dikkate alındığı hücre oluşturma problemlerinin çözümünde de etkili olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

Choobineh, F. (1988). A framework for the design of cellular manufacturing systems. The International Journal Of Production Research, 26(7), 1161-1172.

Gen, M., & Cheng, R. (2000). Genetic algorithms and engineering optimization (vol. 7). John Wiley & Sons.

Gopalakrishnan, H., & Kosanovic, D. (2015). Operational planning of combined heat and power plants through genetic algorithms for mixed 0–1 nonlinear programming. Computers & Operations Research, 56, 51-67.

Harhalakis, G., Nagi, R., & Proth, J. M. (1990). An efficient heuristic in manufacturing cell formation for group technology applications. *The International Journal of Production Research*, *28*(1), 185-198.

Heyer, N. L. & Wemmerlöv, U. "Group Technology and Productivity", Harvard Business Review, 141-149, 1984.

Holland, J. H. (1975). Adaptation in natural and artificial systems: an introductory analysis with applications to biology, control, and artificial intelligence. U Michigan Press.

Holland, J. H., & Goldberg, D. E. (1989). Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning.

Lee, K., & Ahn, K. I. (2013). GT efficacy: a performance measure for cell formation with sequence data. *International Journal of Production Research*,*51*(20), 6070-6081.

Mahdavi, I., & Mahadevan, B. (2008). CLASS: An algorithm for cellular manufacturing system and layout design using sequence data. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, *24*(3), 488-497.

Nair, G. J., & Narendran, T. T. (1998). CASE: A clustering algorithm for cell formation with sequence data. *International journal of production research*,*36*(1), 157-180.

Nouri, H., Tang, S. H., Tuah, B. H., & Anuar, M. K. (2010). BASE: A bacteria foraging algorithm for cell formation with sequence data. Journal of Manufacturing Systems, 29(2), 102-110.

Park, S., & Suresh, N. C. (2003). Performance of Fuzzy ART neural network and hierarchical clustering for part-machine grouping based on operation sequences. International Journal of Production Research, 41(14), 3185-3216.

Raja, S., & Anbumalar, V. (2016). An effective methodology for cell formation and intra-cell machine layout design in cellular manufacturing system using parts visit data and operation sequence data. Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering, 38(3), 869-882.

YAPAY ARI KOLONİLERİ ALGORİTMASI VE BEKLEMESİZ ÇİZELGELEME PROBLEMLERİNİN ÇÖZÜMÜNDE KULLANIMI

Kadir Büyüközkan
Karadeniz Teknik Üniversitesi

Orhan Engin
Selçuk Üniversitesi

Mehmet Emin Baysal
Selçuk Üniversitesi

Ahmet Sarucan
Selçuk Üniversitesi

ÖZET

Günümüzün karmaşık problemlerinin çözümünde geleneksel algoritmalar yetersiz kalmaktadırlar. Son otuz yıldır, bu karmaşık problemlerin çözümünde meta-sezgisel algoritmalar başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. Popülasyon tabanlı, meta-sezgisel grupta yer alan algoritmalardan biri de, Yapay Arı Kolonileri Algoritmasıdır. Bu algoritma, Derviş Karaboğa tarafından ilk defa geliştirilmiştir. Yapay Arı Kolonileri Algoritması, zor olarak bilinen birçok problemin çözümünde, son yıllarda başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. Yapay Arı Kolonileri Algoritması, çizelgeleme problemlerinin çözümünde de son yıllarda kullanılmaya başlanmıştır. Bu çalışmada, çoğunlukla NP(Non Polinomial) kapsamında yer alan çizelgeleme problemlerinin çözümünde, Yapay Arı Kolonileri Algoritmasının kullanımı araştırılmıştır. Beklemesiz akış tipi çizelgeleme problemlerinin Yapay Arı Kolonileri Algoritması ile çözümü için yeni bir metot geliştirilmiştir. Algoritmanın etkin kullanımı için uygun parametre setleri belirlenmiştir. Literatürde bilinen kıyaslama problemleri, önerilen algoritma ile çözülmüştür. Elde edilen sonuçlar, literatürdeki en iyi değerler ile karşılaştırılmıştır. Araştırma sonuçları göstermiştir ki, yapay arı kolonileri algoritması beklemesiz akış tipi çizelgeleme problemlerinin çözümünde etkin bir yöntemdir.

Anahtar Sözcükler: Arı Kolonileri Algoritması, Beklemesiz Çizelgeleme

ARTIFICIAL BEE COLONY ALGORITHM AND USING FOR THE SOLVING OF THE NO-WAIT SCHEDULING PROBLEMS

ABSTRACT

The classical algorithms are insufficient for solving the nowadays complex problems. The meta-heuristic algorithms have been used efficiently to solve these complex problems in the last three decades. One of the population based meta-heuristic algorithm is an artificial bee colony algorithm. This algorithm is first developed by Derviş Karaboğa. The artificial bee colony algorithm is applied successfully to solve the NP-hard problems in recent years. Also the artificial bee colony algorithm has been applied to solve the scheduling problems in recent years. In this study to solve the scheduling problems known as NP the artificial bee colony algorithm usage has been searched. The new method with the artificial bee colony algorithm were developed for solving the no-wait flow shop scheduling problem. The best parameter set was determined for efficient usage of the algorithm. The benchmark problems known in the literature were solved by the proposed algorithm. The obtained solutions were compared with the best solution in

the literature. The results showed that the artificial bee colony algorithm is an efficient technique for solving no-wait flow shop scheduling problems.
Keyword: Bee Colony Algorithm, No-wait Scheduling

1.GİRİŞ

Çizelgeleme, genel olarak üretimin ayrıntılı olarak planlanması şeklinde ifade edilmektedir. Beklemesiz çizelgeleme problemleri, kesintisiz bir şekilde işlem görmek üzere ilerleyen *n* adet işin *m* adet makinede işlenmesi olarak tanımlanır. Bu çalışmada beklemesiz akış tipi çizelgeleme problemleri incelenmiştir. Beklemesiz akış tipi çizelgeleme problemlerinde, *n* adet işin *m* adet makinede aynı sıra ile işlem görmektedir. Endüstriyel alanda yer alan, kimyasal süreçler, metal işleme, yiyecek paketleme işlemleri beklemesiz akış tipi çizelgeleme problemlerine verilebilecek pratik örneklerdir. Beklemesiz çizelgeleme problemlerinde en çok kullanılan performans ölçütü toplam akış zamanı ve ortalama akış zamanıdır.
Bu çalışmada NP-zor kapsamında yer alan beklemesiz çizelgeleme problemlerinin çözümü içi yapay arı kolonileri algoritması geliştirilmiştir. Algoritmanın verimli kullanımı için uygun parametre setleri belirlenmiş ve literatürde yer alan beklemesiz akış tipi çizelgeleme problemleri, önerilen algoritma ile çözülerek elde edilen sonuçlar literatür ile kıyaslanmıştır.

2. YAPAY ARI KOLONİSİ ALGORİTMASI

Meta –sezgisel algoritmalar, son otuz yıldır, NP-zor ve karmaşık endüstriyel problemlerin çözümünde başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. Meta-sezgisel algoritma kapsamında literatürde yer alan Yapay Arı Kolonisi ilk olarak 2005 yılında Karaboğa (2005) tarafından önerilmiştir. Bu algoritma, koloni halinde yaşayan arıların zeki davranışlarının modellenmesi esasına dayanır. Doğada koloni halinde yaşayan arılar, özellikle yiyecek aramada ve diğer karşılaştıkları sorunlarda, en kısa sürede, çok güzel bir koordinasyon sağlayarak çözüm geliştirmektedirler.
Yapay arı algoritması, doğadaki arıların yiyecek arama ve diğer sorunlara geliştirdiği çözümleri taklit etmeye çalışan bir meta-sezgisel yöntemdir. Doğadaki arıların çalışma yöntemleri incelendiğinde iki bileşen ile karşılaşılmaktadır. Bunlar; yiyecek kaynakları ve araştırmacı arılardır (Baykasoğlu vd., 2007). Yiyecek kaynağının değeri; yuvaya olan yakınlığı, nektar kalitesi ve nektarın ayrıştırılma kolaylığına bağlıdır. Araştırmacı arılarda, görevlendirilmemiş araştırıcılar, görevli araştırıcılar ve deneyimli araştırıcılar olmak üzere üç grupta değerlendirilir (Baykasoğlu vd., 2007).
Arıların kovandaki nektarı en verimli şekilde toplayabilmek için yapmış oldukları karar verme davranışları birçok NP-zor ve karmaşık endüstriyel problemlerin çözümünde kullanılmaya çalışılmıştır. Bu çözüm yöntemi klasik sezgisellerden daha başarılı sonuçlar vermektedir. Arı algoritmasında modellerinin büyük çoğunluğunda, model sanal bir arı kolonisi ile başlar ve aşağıdaki işlem adımlarını izleyerek en iyi sonuçlara ulaşmaya çalışır (Yang, 2005);

- Sanal arı popülasyonu oluşturarak her arı ile belirli değişkenlere sahip birer hafıza birimi ilişkilendirilmesi,
- Amaçların veya optimizasyon fonksiyonlarının kodlanması ve birer sanal besine dönüştürülmesi,
- Uzaklık ve yön iletişimi ile ilgili kısıtların tanımlanması,
- Popülasyondaki bireylerin yerlerinin, besin kaynağını bulmak, kaynağı işaretlemek veya titreşimleri yayabilmek için sürekli güncellenmesi,
- Belirli bir zaman sonunda en yüksek ortalamadaki sanal arı sayısının veya en yüksek yoğunluktaki gezici arının en iyi tahminleri getirmesi,
- Problemin çözülmesi, sonuçların değerlendirilmesi olarak tanımlanabilir.

Yapay arı algoritmalarının, optimizasyon problemlerinin çözümünde kullanımı ile ilgili literatürde son yılarda bir çok çalışma yapılmıştır. Bunlar;
Nakrani ve Tovey (2004); internet sunucularının görevlendirilmesi için Arı Algoritmasından faydalanmışlardır. İnternet sunucularında karşılaşılan sunucu sayısı, sunucuların tahsis maliyetleri ve ihtiyacın tahmin edilememesi, sunucu görevlendirme problemlerini zorlaştırmaktadır. Yazarlar bu çalışmada, arıların nektar toplamakta karşılaştıkları sorunlar ile internet sunucularında karşılaşılan sorunların benzerliklerinden yararlanarak yeni bir model geliştirmiştir. Yang (2005); Arı Algoritmasının mühendislik uygulamalarında ortaya çıkan fonksiyon optimizasyonu problemlerinin çözümünde kullanılmasını incelemiştir. Yaptığı çalışmada, Arı Algoritmasının Genetik Algoritma ile benzerliklerinin bulunduğunun fakat arıların birbirinden bağımsız olarak çalışması ile oluşan paralel sistemin Genetik Algoritmadan daha etkin olduğunu belirlemiştir. Chong vd., (2006); evrimsel bir hesaplama yaklaşımı olan arı kolonilerindeki nektar toplama davranışı, atölye tipi çizelgeleme problemlerinde kullanmak amacı ile geliştirmişlerdir. Phama vd., (2006); Arı Algoritmasının çok hedefli optimizasyon problemleri

için uyarlanması üzerinde durmuşlardır. Bu modelde algoritmayı iyi bilinen, iki değişkenli bir mühendislik problemi olan kaynaklı yapı tasarımları için kullanmışlardır. Amaçları, birbirine baskın olmayan, birden fazla optimum çözüme ulaşabilmek olmuştur. Bu çalışmanın sonucunda Arı Algoritması, kısa bir süre içerisinde, arasında seçim yapılabilecek birden fazla optimum çözüm bulmuştur. Návrat (2006); arı hareketlerinin internet arama motorları üzerine uygulanması ile ilgili bir hipotez geliştirmiştir. Çalışmasında modelde bulunan dans alanı ve gösteri alanı terimlerine ek olarak, modele bir de sevk odası eklemiştir. Buradaki düşüncesi, kovandaki arının, yiyecek kaynağını bulan arıyı izlemek için veya takip etmek için hazır olmaması olasılığını da hesaba katmak olmuştur. Bu yenilik modeli daha esnek bir hale getirmiştir. Modeli, internet arama motoru üzerinde uygulayarak, özellikle filtreleme ve aranana uygun sonuçlar getirmede modelin işe yaradığını göstermiştir. Pham vd., (2006a); Arı Algoritmasını Combinatorial ve fonksiyonel optimizasyon problemlerinin çözümü için araştırmışlardır. Deneysel sonuçlar, Arı Algoritmasının *n* boyutlu çok modelli fonksiyonlar üzerinde olağanüstü bir güvenirlik sergilediğini göstermiştir. Ayrıca yine Pham vd.,. (2006b); Arı Algoritmasının veri kümeleme problemi için uygulamıştır. Güney ve Onay (2007); çalışmada, bal arılarının koloni davranışlarını, Boşluk Yönetimi problemi için uygulamışlardır. Karşılaşılan tekli, ikili, ve çoklu boş alan problemlerinde, dizi modelinin oluşturulması için, dizi elemanlarının optimum şekilde yerleştirilmesi işleminde Arı Algoritmasının kullanılmasının, başarılı bir şekilde sonuç verdiğini göstermişlerdir. Zhang (2011) atölye tipi çizelgeleme probleminin çözümünde, Yapay Arı Koloni Algoritmasını kullanmıştır. Farklı boyutlardaki problemlerin çözümünde Yapay Arı Koloni Algoritması etkin ve verimli sonuçlar oluşturmuştur. Banharnsakun vd., (2012) atölye tipi çizelgeleme problemlerinin çözümü için en iyi uzaklığa dayalı Yapay Arı Koloni Algoritmasını önermiştir. Önerilen yöntemin performansı literatürdeki problemler üzerinde test edilmiştir. Lin vd.,.(2014) hazırlık süre bağımlı ve makine sıra bağımlı işler için paralel makine ortamında Yapay Arı Koloni Algoritmasını çözüm olarak önermişlerdir. Hesaplama sonuçları önerilen algoritmanın başarılı olduğunu göstermiştir.

3. UYGULAMA

Bu araştırmada, Engin ve Günaydın (2011) tarafından geliştirilen beklemesiz akış tipi çizelgeleme problemlerinden, işlem süreleri 0-10 aralığında değişen, 3- makine 8, 10, 12, 50, 100, 150, 200 ve 250 iş problemleri önerilen yapay arı kolonisi algoritması ile çözülmüştür. Arıların yiyecek arama modeli dikkate alınarak işler makinelere atanmıştır. Mevcut sıradaki işlerin yerleri değiştirilerek minimum akış süresi belirlenmeye çalışılmıştır. Yer değiştirmede Chong vd., (2007) önerdiği (1) nolu ifadedeki yer değiştirme kuralı dikkate alınmıştır.

$$\boldsymbol{P}_{i,j} = \frac{\left(\boldsymbol{p}_{i,j}\right)^{\alpha} \cdot \left(\boldsymbol{\partial}_{i,j}\right)^{\beta}}{\sum_{i,j \in} \Psi(i,\, j) \left[\left(\boldsymbol{p}_{i,j}\right)^{\alpha} \cdot \left(\boldsymbol{\partial}_{i,j}\right)^{\beta}\right]} \tag{1}$$

(1) nolu ifadede yer alan

$\boldsymbol{P}_{i,j}$ i.ve j. Sırada bulunan işlemlerin yerlerinin değiştirilmesi olasılığıdır.

Beklemesiz akış tipi problemlerin yapay arı kolonisi algoritması ile çözümünde, parametre olarak arı sayısı, adım sayısı, alfa (α) ve beta(β) seçilmiştir. Belirlenen problemlerin çözümünde en uygun parametre setleri tam faktöriyel deney tasarımı yardımıyla belirlenmiştir. Önerilen Yapay Arı Kolonisi (YAK) algoritması ile her bir problem için minimum tamamlanma süreleri hesaplanmıştır. Elde edilen tamamlanma süreleri Engin ve Günaydın (2011) tarafından Adaptiv Öğrenme Yaklaşımı (AÖY) ile bulunan tamamlanma süreleri ile kıyaslanarak (2) nolu formülasyondaki yüzde sapma değerleri hesaplanmıştır.

$$\%Sapma = \frac{C_{max-YAK} - C_{max-AÖY}}{C_{max-AÖY}} \,.\, 100 \tag{2}$$

Tablo 1'de çözülen her bir problem için kullanılan en iyi parametre değerleri ve % sapma oranları sunulmuştur.

Tablo 1. Yapay arı koloni algoritması, parametre setleri ve çözüm değerleri

Örnek Problem	Adım Sayısı	Arı Sayısı	Alfa	Beta	% Sapma	Çözüme Ulaşma Süresi (Sn)
3 x 8	4	4	1	1	0,00	0,00
3 x 10	4	8	1	1	0,00	0,016
3 x 12	6	10	1	1	0,00	0,015
3 x 50	8	15	1	1	0,00	0,781
3 x 100	20	15	1	1	0,00	16,56
3 x 150	20	15	1	1	0,00	54,327
3 x 200	20	15	1	1	0,00	133,764
3 x 250	20	15	1	1	0,00	161,906

Tablo 1'de görüleceği gibi önerilen YAK algoritması sekiz adet beklemesiz akış tipi çizelgeleme problemi için literatürde bilinen en küçük tamamlanma zamanı değerine ulaşmıştır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, popülasyon tabanlı meta-sezgisel olarak bilinen Yapay arı kolonisi algoritmasının NP-zor problemlerin çözümünde kullanımı araştırılmıştır. Çizelgeleme literatüründe yer alan beklemesiz akış tipi çizelgeleme problemleri, yapay arı kolonileri algoritması ile çözülmüştür. Literatürde yer alan toplam sekiz adet beklemesiz akış tipi çizelgeleme problemi önerilen yapay arı kolonisi algoritması ile parametre optimizasyonu yapılarak çözülmüştür. Önerilen algoritmanın bütün problemler için bilinen en iyi tamamlanma zamanına ulaştığı belirlenmiştir. Algoritmanın çözüme ulaşma süresi en uzun 161,906 saniye olarak belirlenmiştir. Gelecekte beklemesiz daha büyük ölçekli problemlerin yapay arı kolonisi algoritması ile çözülebileceği düşünülmektedir.

REFERANSLAR

Banharnsakun, A., Sirinaovakul, B., Achalakul, T., 2012, Job Shop Scheduling with the Best-so-far ABC, Engineering Applications of Artificial Intelligence, 25, 583–593.

Baykasoğlu A., Özbakır L., Tapkan P.,2007, Artificial Bee Colony Algorithm and Its Application to Generalized Assignment Problem, Swarm intelligence, focus on ant and particle swarm optimization, 1TH Edition Vienna, Austria.

Chong S.C., Hean M.Y., Sıvakumar A. I., Gay K. L., 2006, A Bee Colony Optimization Algorithm to Job Shop Scheduling', Proceedings of the 2006 Winter Simulation Conference.

Chong C. S., Yoke M., Hean L., 2007, Usıng A Bee Colony Algorıthm For Neıghborhood Search In Job Shop Schedulıng Problems, Planning and Operations Management, Singapore Institute of Manufacturing Technology, Singapore.

Engin O., Günaydın C., (2011), An adaptive learning approach for no-wait flowshop scheduling problems to minimize makespan, International Journal of Computational Intelligence Systems, 4, 4, 521- 529.

Güney K., Onay M., 2007, Bees Algorithm For Null Synthesizing of Linear Antenna Arrays by Controlling Only The Element Position, Neural Network World, 17, 2, ProQuest Science Journals, 153.

Karaboga, D., An idea based on honey bee swarm for numerical optimization. Technical Report-TR06, Erciyes University, Engineering Faculty, Computer Engineering Department, 2005.

Lin, S. W., Ying, K. C., 2014, ABC-Based Manufacturing Scheduling For Unrelated Parallel Machines with Machine-Dependent And Job Sequence-Dependent Setup Times, Computers & Operations Research, 51, 172–181

Nakranı S., Tovey , 2004, On Honey Bees and Dynamic Server Allocation in Internet Hosting Centers,, Computing Laboratory, University of Oxford, School of Industrial and Systems Engineering, Georgia Institute of Technology.

Navrat P., 2006,Bee Hive Metaphor for Web Search, International Conference on Computer Systems and Technologies , 2006.

Phama D.T., Ghanbarzadeha A., 2006, Multi-Objective Optimisation using the Bees Algorithm Manufacturing Engineering Centre, Cardiff university, Cardiff CF24 3AA, Mechanical Engineering Department, Engineering Faculty, Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran.

Pham D.T., Ghanbarzadeh A., Koç E., Otrı S., Rahim S., Zaidi M., 2006(a), The Bees Algorithm A Novel Tool for Complex Optimisation Problems, Manufacturing Engineering Centre, Cardiff University, UK.(B).

Phama D.T, Otrı S., Afıfy A., Mahmuddın M, Al-Jabboulı H.,2006(b), Data Clustering Using the Bees Algorithm_Intelligent Systems Laboratory, Manufacturing Engineering Centre, Cardiff University, Cardiff CF24 3AA, UK

Yang Xin-She, 2005, Engineering Optimizations via Nature-Inspired Virtual Bee Algorithms, Department of Engineering, University of Cambridge.

Zhang, G., 2010, Investigating memetic algorithm for solving the job shop scheduling problems. International Conference on Artificial Intelligence and Computational Intelligence.

DESIGNING AND IMPLEMENTING EFQM EXCELLENCE MODEL FOR PUBLIC TRANSPORT COMPANIES

Fatih Canıtez
IETT, Public Transport Company in Istanbul

Muhammet Deveci
Yildiz Technical University

Nihan Çetin Demirel
Yildiz Technical University

ABSTRACT

As in many sectors, there are several management systems being implemented in public transport sector to attain sustainable success. The most remarkable feature of EFQM (European Foundation for Quality Management) model is its holistic perspective for corporate performance and its presenting a structural management framework based on continuous improvement approach to surpass the stakeholders' expectations. 5 input criteria and resulting 4 output criteria, which show strong aspects together with aspects open to improvement in a company, provide a strategic assessment approach. EFQM excellence model has been implemented in a public transport company for the first time in IETT(Istanbul Electricity, Tunnel and Tram Enterprises), a public company providing public transit service in Istanbul. In this study, this implementation process through the fundamental concepts of the model is examined to present an applicable management model for other public transport companies.

Keywords: EFQM excellence model, public transport, management systems.

1. INTRODUCTION

European Foundation for Quality Management model, also known as EFQM excellence model, is a widely known and applied model, especially in European companies. Organizations, both private and public, can use that model in order to implement Total Quality Management (TQM) principles with a view to achieving excellence (Anastasiadou and Zirinoglou, 2015). In recent years, many papers on EFQM Excellence Model have been published. Camison (1996) presents empirical evidence on the extent to which the EFQM quality model might assist Valencian hoteliers to know and to close the gap between perceptions of quality and self-assessed ratings of quality performance. Moeller (2001) builds on previous reports by illustrating experiences German health services organizations made in their assessment against the European Foundation for Quality Management (EFQM) Excellence Model. He provides an evaluation of the EFQM method with peer auditing and accreditation concept within health care. Wongrassamee et al. (2003) compare and contrast two widely known and well publicized improvement models: Kaplan and Norton's balanced scorecard (Kaplan and Norton,1996) and the EFQM Excellence Model (EFQM, 2012). Bou-Llusar et al. (2009) analyze the extent to which the EFQM Excellence Model captures the main assumptions involved in the TQM concept, that is, the distinction between technical and social TQM issues, the holistic interpretation of TQM in the firm, and the causal linkage between TQM procedures and organizational performance.

In this paper, the implementation process of the EFQM model will be examined in a public transport company, called IETT, operating in Istanbul. Since IETT is the first public transport company to implement this model, the challenges faced during the process as well as the lessons learned provide a very good case example for not just public transport companies but also for other public companies operating in the service sector. The way IETT has incorporated the fundamental concepts of EFQM model in its management systems is particularly examined in order to elucidate how other public transport companies can adapt to this model so that they can increase their corporate performance and attain organizational excellence. Therefore, this implementation of EFQM model in IETT can be used as a reference case for other public transport companies. Enabler Map, for example, provides useful examples of processes, policies and strategies developed with a view to adapt EFQM model to a public transport context. Besides, results criteria include several examples of Key Performance Indicators (KPIs) which are developed specifically for public transport service providers. These KPIs can be used for other public transport companies with some minor adaptations.

2. BRIEF HISTORY OF EFQM APPLICATION IN IETT

IETT started to launch quality initiatives in 2011 with the introduction of various quality certificates like ISO 9001, OHSAS 18001 and ISO 14001. These management systems created an organizational environment where several management concepts like continuous improvement, total quality management, performance management etc. can easily be applied. In 2012 IETT joined the National Quality Initiative led by KALDER in Turkey, which is EFQM's Turkey Partner. The first self-assessment was carried out according to EFQM assessment criteria and IETT got a score of 300. Figure 1 shows the assessment scores that IETT obtains for consecutive years as well:

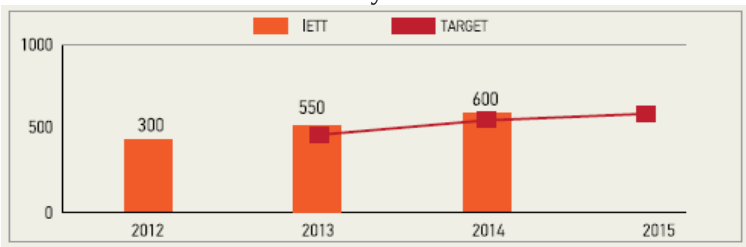


Fig. 1. IETT self-assessment score (IETT, 2015)

After 2012, external assessments done by assessment teams of KALDER gave a score of 550 and 600, for 2013 and 2014, respectively. It was crucial to make "Excelling in the Management Systems" one of IETT's strategic aims in its 5-year strategic plan for 2013-2017.

3. KEY INFORMATION FOR IETT

IETT is a public transport company which operates and regulates public bus services in Istanbul. IETT also operates a Bus Rapid Transit system, called Metrobus, a nostalgic tram and historic tunnel. IETT is responsible to regulate and monitor private bus operations' services as well. As a governmental company, IETT has to abide by many regulations like Procurement Law, Civil Servants Law, municipal law etc. Even if these laws are like a constraint on the operations, IETT tries to improve its performance by several management approaches like balanced scorecard, integrated management systems, project

management approach etc. One of EFQM's fundamental concepts is about "leading with vision, inspiration and integrity. Therefore, IETT set its vision as the following: "To be a leader institution that makes the urban life easier, acts as eco-friendly and manages alternative energy resources". The mission statement is " to regulate and control public transportation in a way to meet the uncovered needs, to have a balancing role in the sector and to lead knowledge nationally and internationally". IETT plans its activities with a view to ensuring that the seven strategic objectives in the 2013-2017 Strategic Plan are achieved. Strategic objectives are the conceptual expression of the results which IETT aims to reach. The strategic objectives of IETT are the following:

1. Excelling in Management Systems,
2. Enhancing Staff Motivation, Satisfaction and Knowledge,
3. Stable and Strong Financial Structure,
4. Being Environmentally-Friendly and Implement New Technologies
5. Improving Service Quality
6. Managing Corporate Knowledge
7. Enhancing Corporate Reputation

4. ENABLER MAP

The EFQM Excellence model provides a framework to understand the relationship between what it does, the Enablers, and what it achieves, the Results. Figure 2 shows the relationship between these criteria:

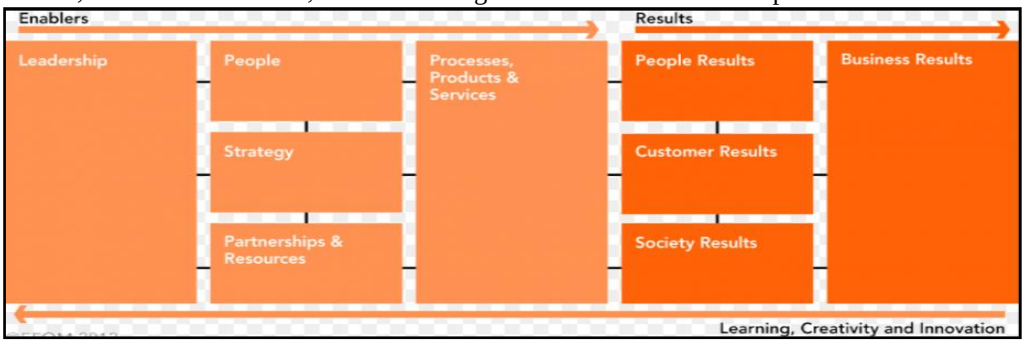


Fig. 2. EFQM excellence model: enablers and results (EFQM, 2012)

Enablers are composed of leadership, people, strategy, partnerships and resources, processes, products and services. These are the things an organization needs to do to develop and implement its strategy.

4.1. Leadership

According to the model, excellent organizations have leaders who shape the future with their actions, acts as role models for its values and ethics and inspiring trust to the stakeholders. They are flexible, enabling the organization to anticipate and react in timely manner to ensure the on-going success of the organization (EFQM, 2012). In IETT, leader is defined as "the person who, in accordance with IETT's vision and strategies, thoroughly puts the team's goals forth, shares the rationales of the goals, mobilizes the team towards the goals and achieve the results" (IETT, 2012).

EFQM model has provided a true understanding of the central role of leaders for organizational change. IETT, as a public company which has committed to becoming an organization truly managing change needed leaders to carry out this transformation within the company. For public transport companies, this is especially needed as they must be very responsive to the changing demand of the customers, employees and the urban transportation context. Creating a flexible and agile organization is only possible by effective leadership, as the EFQM model clearly describes.

4.2. Strategy

According to EFQM excellence model, excellent organizations implement their mission and vision by developing and deploying a stakeholder focused strategy (EFQM, 2012). IETT, as every public company in Turkey, is required to prepare a 5-year strategic plan in accordance with "Public Financial Management and Control Law" issued in 2003. Based on this legal framework, IETT prepared its first strategic plan in 2007 and the second strategic plan in 2012, encompassing the years from 2013 to 2017. IETT has established its own standards by preparing the "Strategic Plan Preparation Guide" in 2007, which takes account of the organization's own characteristics. Strategic planning is accepted as a managerial process of IETT and has been defined with the process "Strategic Plan Management Process". Figure 3 shows how the mission, vision and strategies are deployed in the company:

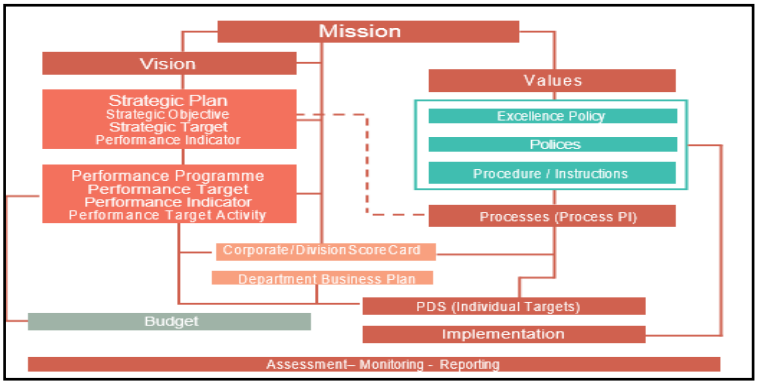


Fig. 3. IETT strategy deployment hierarchy (IETT, 2015)

4.3. People

According to EFQM model, excellent organizations value their people and create a culture allowing the mutually beneficial achievement of organizational and personal goals (EFQM, 2012). They develop the capabilities of their people and promote fairness and equality. "Succeeding through the talent of the people" is a fundamental concept of EFQM. In order to actualize this concept, IETT defined its human resources (HR) policy in its excellence policy. The understanding of personnel management in IETT has been replaced by the human resources management understanding.

The related strategy with regard to this enabler criterion is "enhancing staff motivation, satisfaction and knowledge". The activities necessary for achieving the HR targets are set out in the annual "performance program" and the annual "business plans" of HR and Training Department. In order to implement the HR strategy and HR policy, "People Management Process" has been designed. In 2010, Human Resources processes were systematized and subsequently documented as part of the integrated management systems (IMS). Following the benchmarking studies carried out in 2011 with Turkey Excellence Award winner IGDAS, the approaches on sub-processes were improved and process performance indicators were reviewed and restructured. The process structure was reviewed once again at the end of 2013 and updated with a view to making it simpler and more clear.

4.4. Partnerships and Resources

EFQM model makes it explicit that excellent organizations plan and manage external partnerships, suppliers and internal resources in order to support strategy and policies and the effective operation of processes (EFQM, 2012). Partnerships in IETT are divided into three main categories in order to identify the approaches and responsibilities regarding these partnerships. The category of "Key partnerships" includes law making public institutions, Istanbul Metropolitan Municipality and other transport operators. "Strategic partnerships" consist of those established to attain the strategic objectives and "Support partnerships" involve sub-contractors that IETT cooperate with for service procurement purposes to execute daily activities.

With regard to technology management, which is quite important in public transport providers, to address the changing demands of their customers; IETT plans annual activities regarding information and communication technologies (ICT), intelligent transport systems (ITS), vehicle technologies and energy technologies to achieve its vision and mission. Information and knowledge management is another key factor to increase the effective use of know-how in the public transport sector. Knowledge management is considered to be the basis of the core competency, namely consultant. As part of its mission, IETT tries to be a company which acts like a know-how center for public transport sector both nationally and internationally.

4.5. Processes, Products and Services

EFQM model states that excellent organizations design, manage and improve processes to generate increasing value for customers and other stakeholders (EFQM, 2012). The processes in IETT are defined under three main categories as Customer Oriented, Support and Managerial Processes. The core of the customer oriented processes is the "Service Realization" process; the rest of the customer oriented processes are defined by forming a value chain, taking account of the input-output relation. Support processes are comprised of activities which provide resources for the value chain, while the managerial processes are designed to ensure management support for all processes.

Public transport companies provide generally transport "services" rather than "products". IETT has developed an assessment tool to measure the performance of its and other private operations' services, called "Service Quality Assessment Model". This model measures various criteria like availability,

accessibility, comfort and timeliness of its services. According to this tool, the service commitments made to the passengers are monitored via "Secret Customer Surveys", "Open Inspection" and "Performance Indicators".

5. Results Criteria

Shown on the right-hand side of the model, the Results section details the results the organization achieves, in line with its strategic goals. There are 4 results criteria: Customer results, people results, society results and business results. According to EFQM model, excellent organizations develop a set of KPIs and related outcomes to determine the successful deployment of its strategy, based on the needs and expectations of its stakeholders (EFQM, 2012). The organization also has to set clear targets and segment these results to understand the performance of specific areas. It has to demonstrate a positive and sustained good business results over at least 3 years. The tables below indicating the KPIs of results are taken from IETT (IETT, 2015).

5.1. Customer Results

In order to evaluate passenger (customer) perceptions and determine their expectations, customer satisfactions surveys have been conducted by independent research organizations every year since 2011. Customer satisfaction score is a key result and monitored as vision indicator on organization scorecard.

Table 1 lists all the key performance indicators of IETT related with its customer results. These indicators can also be used by other public transport providers as well.

Table 1. Customer results.

6a0. Customer Satisfaction Score	**6b2. Ratio of Vehicles Accessible for Disabled People (%)**
6a1. Reputation and Image Score	**6b3. Ratio of Electronic Card Use (%)**
6a2. Product and Service Value Score	**6b4. Number of Automatic Vending Machines per Hundred Thousand People**
6a3. Product and Service Delivery Score	**6b5. Number of Dealers per Hundred Thousand People**
6a4. Customer Services, Relations and Support Score	**6b6. Ratio of Air-Conditioned Vehicles (%)**
6a5. Customer Loyalty and Engagement Score	**6b7.Number of Application Centers per 100.000 People**
6b1 .Vehicle Fleet Age	**6b8. Number of Personalized Cards**
	6b9. Rate of Timely Response to Customer Applications (%)

The indicators in the right-hand side are what the organization does in order to improve the indicators on left-hand side as perceived by the customers.

5.2. People Results

People results show how an organization achieve and sustain results that meet or exceed the needs and expectations of its employees. To do this, IETT carries out annual "employee satisfaction survey" and examines its results to improve.

Table 2 lists all the key performance indicators of IETT related with its people results, which can be used by other public transport providers as well.

Table 2. People results.

7a0. Employee Satisfaction Score	**7a7. Working Conditions Score**
7a1. Satisfaction, Involvement, and Engagement Score	**7b1. Occupational Accident Rate**
7a2. Motivation and Empowerment Score	**7b2. Overtime Hours per Personnel**
7a3. Leadership and Management Score	**7b3. Survey Participation Rate**
7a4. Competency and Performance Management Score	**7b4. Personnel Turnover Rate**
7a5. Training and Career Development Score	**7b5. Training Hours per Employee**
7a6. Effective Communication Score	**7b6. Training Satisfaction Rate**

5.3. Society Results

Excellent organizations, according to EFQM model, achieves and sustain results that meet or exceed the needs and expectation of the relevant stakeholders in the society in which it operates. IETT carries out an annual corporate reputation survey to understand the perception of the company as seen by the various stakeholders in the society. Suppliers, non-governmental organizations (NGOs), other transport operators all participate in this survey. The results are analyzed with a view to improve the performance as perceived by the stakeholders.

Table 3 lists all the key performance indicators of IETT related with its people results, which can be used by other public transport providers as well:

Table 3. Society results.

8a1. / 8a1.1 Corporate Reputation Score	**8b1. Low-Emission Vehicles**
8a1a. Environmental Impact	**8b2. Water Consumption**
8a1b. Image and Reputation	**8b3. Electric Power Consumption**
8a1c. Societal Impact	**8b4. Natural Gas Consumption**
8a1d. Workplace Impact	**8b5. Fuel Consumption**
8a2. Media Exposure	**8b6. Management System Documents**
	8b7. Traffic Accidents

5.4. Business Results

Business results shows how the organization meets or exceeds the needs and expectations of its business stakeholder. These indicators are monitored in the Corporate Scorecard of IETT. The following table provides a list of key performance indicators related with business results. These indicators can also be utilized by other public transport companies as well:

Table 4. Business results.

9a1. Operating Incomes	**9a7. Ratio of Line Network Length to Total Road Network**
9a2. Operating Expenses	**9b1. Ratio of Vehicles Available for Service**
9a3. Difference Between Incomes and Expenses	**9b2. Maintenance-Repair Costs per Km**
9a4. Expense Coverage Ratio	**9b3. Lost Trip Ratio (%)**
9a5. Total Number of Journeys	**9b4. Ratio of Actualized Trip Km (%)**
9a6. Number of Lines Length	**9b5. Number of Intelligent Stops**
9a8. Self-Assessment Score	

5.5. Feedback Report and Results

One of the benefits of applying the EFQM excellence model is the feedback report that the organization receives from the Assessment Team. This reports indicates the high level strengths that support the company's strategic drive, highlighting good – or even role model – practices. It also shows the high level opportunities to further improve on strategic challenges.

The Assessor Team has identified the following key strengths, linked to IETT´s management systems and role model practices:

* IETT is a customer oriented organization at all levels, trying to constantly fulfil the needs of customers and to improve service quality, based on new technologies and innovation.

* The use of benchmarking, innovation and internal changes in management systems to adapt the company both to customers' new needs and expectations and to the future scenario of being the sole authority for public transportation in Istanbul.

The assessor team has also identified some key opportunities for further improvement:

* IETT has made considerable progress in developing and implementing the new approach for strategy deployment and process management. In order to ensure that results and indicators management is effectively covering all the company needs to all levels in a systematic way, continued review of structure, management and deployment on results could be considered.

* To consolidate the progress made, a wider deployment of new approaches and the maturation of a stronger learning and improvement culture within the company at all levels.

With the feedback report, organizations have the opportunity to review its strengths and areas for improvement from a third party assessment. EFQM model provides a comprehensive management check-up tool for organizations. Public transport companies can utilize this model with some adaptations as put forward in this paper. This study, we believe, provides a good example for implementation of EFQM model in a public transport company.

REFERENCES

Anastasiadou, S. D., & Zirinoglou, P. A. (2015). EFQM dimensions in Greek Primary Education System. *Procedia Economics and Finance*, *33*, 411-431.

Bou-Llusar, J. C., Escrig-Tena, A. B., Roca-Puig, V., & Beltrán-Martín, I. (2009). An empirical assessment of the EFQM Excellence Model: Evaluation as a TQM framework relative to the MBNQA Model. *Journal of Operations Management*, *27*(1), 1-22.

Camison, C. (1996). Total quality management in hospitality: an application of the EFQM model. Tourism management, 17(3), 191-201.

EFQM (2012). An Overview of EFQM Excellence Model, IETT Corporate Publications.

IETT (2012). IETT Leadership Guide, IETT Corporate Publications.

IETT (2015). IETT Management Document, IETT Corporate Publications.

Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (1996). Using the balanced scorecard as a strategic management system.

Moeller, J. (2001). The EFQM Excellence Model. German experiences with the EFQM approach in health care. *International Journal for Quality in Health Care*, *13*(1), 45-49.

Wongrassamee, S., Simmons, J. E. L., & Gardiner, P. D. (2003). Performance measurement tools: the Balanced Scorecard and the EFQM Excellence Model. *Measuring business excellence*, *7*(1), 14-29.

A DYNAMIC PERFORMANCE EVALUATION MODEL FOR MANUFACTURING SMEs

Merve Cengiz Toklu
Sakarya University

Harun Taşkın
Sakarya University

SUMMARY

Business enterprises need to constantly improve and evaluate their processes. Corporate performance includes all processes in the enterprise such as Research and Development (R&D), Production, Sales and Marketing. In this study we focused on evaluation of production processes in manufacturing small and medium enterprises (SMEs). SMEs play a major role in country's economy. Performance criteria in the model are derived from literature and practitioner. The weights of performance criteria's in the model are determined with hybrid use of Fuzzy DEMATEL and Fuzzy ANP methods. Proposed model was applied in a manufacturing SME and recommends has been developed to open to improvement areas.

Keywords: Fuzzy ANP, Fuzzy DEMATEL, Performance Evaluation, SME

İMALAT KOBİ'LERİ İÇİN DİNAMİK PERFORMANS DEĞERLENDİRME MODELİ

ÖZET

İşletmeler sürekli olarak süreçlerini iyileştirme ve değerlendirme ihtiyacı duyar. Kurumsal performans işletmedeki Araştırma-Geliştirme (ARGE), Üretim, Satış ve Pazarlama gibi tüm süreçleri kapsar. Bu çalışmada imalat KOBİ'lerindeki üretim süreçlerinin değerlendirilmesine odaklanılmıştır. KOBİ'ler ülke ekonomisinde önemli bir role sahiptir. Modelde yer alan performans kriterleri literatürden ve uygulayıcılardan elde edilen bilgilerden derlenmiştir. Performans kriterlerinin ağırlıkları Bulanık DEMATEL ve Bulanık AAS metotları ile belirlenmiştir. Önerilen model bir imalat KOBİ'sinde uygulanmış ve iyileştirmeye açık alanlarına öneriler geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bulanık AAS, Bulanık DEMATEL, Performans Değerlendirme, KOBİ

1. INTRODUCTION

Manufacturing industry has an important role in Turkey's economy and it is a leading sector due to provide input to many industries, create extensive sub-industry network, create employment area and reduce the foreign trade deficit (Republic of Turkey Ministry of Science and Technology Publications, 2014). The manufacturing industry is one of the main drivers of the Turkish economy, accounting for 24.2% of total GDP (Gross Domestic Product). Turkey's 2023 goals include reaching certain benchmarks for exports in various sub-sectors, including: machinery, chemicals, textiles, automotive industry, and electronics (Republic of Turkey Prime Ministry Investment Support and Promotion Agency, 2014). The importance of the manufacturing industry is growing in the countries' development process.

Performance measurement has a crucial role for continuing improvement to make efficient and effective management in the manufacturing companies (Susilawati et al., 2013). Manufacturing enterprises meet challenges in order to be successful. This task is particularly difficult for the nation's smaller manufacturers. These firms often either do not have sufficient understanding of or access to the resources, technologies, and management practices needed to meet these challenges (Walden, 2007). Studies related to performance evaluation system for SME's limited in the literature. The aim of this study is propose a flexible, dynamic and practicable institutional performance evaluation tool for manufacturing SMEs. Proposed model consist of several performance criteria from operational objectives to strategic objectives. This model provides flexibility to companies. They can easily add to their specific performance criteria in the proposed model. In addition to companies can weight their performance criteria according to their own priorities. There by companies can shape the model according to their priorities and strategic objectives. Table 1 shows the brief summary of strengths and weaknesses of various frameworks.

Table 1. Strengths and weaknesses of various framework

Model (Author, year)	Strengths (Ref)	Weaknesses (Ref)
Performance Pyramid System (Cross and Lynch,1988)	• It is structured on levels, which makes it easier to understand both the system itself and the relations among the different indicators and process management (Chalmeta, Palomero, & Matilla, 2012).	• It does not provide any mechanism to identify key performance indicators (KPI) and does not explicitly integrate concept of continuous improvements (Yadav & Sagar, 2013)
Malcolm Baldrige National Quality Award (1989)	• It is used to recognize the "best" company within each of its award categories(Walden, 2007) • Customer oriented (Nguyen, 2010)	• MBNQA requires documentation for all process for this reason may not be adopted by SMEs
Performance Measurement Matrix (Keagen et al.,1989)	• Simple and flexible application. Integrated approach and strategic alignment (Chalmeta et al., 2012).	• Lack of different points of view and relations between objectives and indicators. (Chalmeta et al., 2012).
EFQM (European Foundation, 1991)	• Strengthen the sense of quality and Creating conditions for comparative analysis of business processes with external business (Striteska & Spickova, 2012)	• Criteria are not specific within the company – no possibility for differentiation and Tendency to bureaucracy (Striteska & Spickova, 2012)
Balanced Scorecard (Kaplan and Norton, 1996)	• The most widely known model based on four easily identifiable perspectives (Chalmeta et al., 2012).	• BSC cannot view the performance at manufacturing level (Susilawati et al., 2013) • Customers are analysed but not directly involved in the analysis process(Garengo et al., 2005)
Organizational Perf. Meas.(Chennel et.al, 2000)	• Specifically developed for SMEs (Taticchi et al., 2008)	• Objectives are not clearly defined(Taticchi et al., 2008)
Integrated Perf. Meas. for Small Firms (Laitinen 2002)	• Dynamic and Integrated, Balanced and Logical (Taticchi et al., 2008)	• The industry type may affect the relative importance of alternative factors in the model (Taticchi et al., 2008)
Measuring performance of SMEs (Chong , 2010)	• Model that is valid and reliable as it applies multiple data collection methods (Chalmeta et al., 2012)	• Suggestions for implementation are obtained rather than guidelines (Chalmeta et al., 2012)

2. METHODOLOGY

In this study Fuzzy DEMATEL (Decision Making Trial and Evaluation Laboratory) is used to examine the causal relationships among performance criteria and Fuzzy ANP (Analytic Network Process) is used to determine weights of performance criteria.

2.1. The Fuzzy DEMATEL Method

The DEMATEL method was introduced by Geneva Research Centre. Lin and Wu (Lin & Wu, 2008) developed Fuzzy DEMATEL method for analyzing influence of criteria in fuzzy environments. The linguistic terms and their corresponding triangular fuzzy numbers which are used in Fuzzy DEMATEL method are shown in Table 2.

Table 2. The correspondence of linguistic terms and linguistic values

Linguistic Terms	Linguistic Values
No Influence (N)	(0, 0, 0.25)
Very Low Influence (VL)	(0, 0.25, 0.50)
Low Influence (L)	(0.25, 0.50, 0.75)
High Influence (H)	(0.50, 0.75, 1.0)
Very High Influence (VH)	(0.75, 1.0, 1.0)

The major steps of the Fuzzy DEMATEL were explained as the following;

Obtaining the assessments of all decision-makers

$$\tilde{Z} = \frac{\tilde{Z}_1 + \tilde{Z}_2 + \cdots + \tilde{Z}_p}{p} \quad \textbf{(1)}$$

$$\tilde{Z}(\text{initial direct relation fuzzy matrix}) = \begin{bmatrix} 0 & \tilde{z}_{12} & \cdots & \tilde{z}_{1n} \\ \tilde{z}_{21} & 0 & \cdots & \tilde{z}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{z}_{n1} & \tilde{z}_{n2} & \cdots & 0 \end{bmatrix}$$

Normalized direct-relation fuzzy matrix:

$$\tilde{X} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \cdots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \cdots & \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{x}_{n1} & \tilde{x}_{n2} & \cdots & \tilde{x}_{nn} \end{bmatrix} \text{ where } \tilde{x}_{ij} = \frac{\tilde{z}_{ij}}{r} = \left(\frac{\ell_{ij}}{r}, \frac{m_{ij}}{r}, \frac{u_{ij}}{r}\right) \quad \textbf{(2)}$$

$$r = \max_{1 \le i \le n}\left(\sum_{j=1}^{n} u_{ij}\right) \quad \textbf{(3)}$$

Total-relation fuzzy matrix ($\tilde{T}$):

$$X_\ell = \begin{bmatrix} 0 & \ell'_{12} & \cdots & \ell'_{1n} \\ \ell'_{21} & 0 & \cdots & \ell'_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \ell'_{n1} & \ell'_{n2} & \cdots & 0 \end{bmatrix} \quad X_m = \begin{bmatrix} 0 & m'_{12} & \cdots & m'_{1n} \\ m'_{21} & 0 & \cdots & m'_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ m'_{n1} & m'_{n2} & \cdots & 0 \end{bmatrix} \quad X_u = \begin{bmatrix} 0 & u'_{12} & \cdots & u'_{1n} \\ u'_{21} & 0 & \cdots & u'_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ u'_{n1} & u'_{n2} & \cdots & 0 \end{bmatrix}$$

$$\tilde{T} = \begin{bmatrix} \tilde{t}_{11} & \tilde{t}_{12} & \cdots & \tilde{t}_{1n} \\ \tilde{t}_{21} & \tilde{t}_{22} & \cdots & \tilde{t}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{t}_{n1} & \tilde{t}_{n2} & \cdots & \tilde{t}_{nn} \end{bmatrix} \text{ where } \tilde{t}_{ij} = \left(\ell''_{ij}, m''_{ij}, u''_{ij}\right)$$

$$\left[\ell''_{ij}\right] = X_\ell \times (I - X_\ell)^{-1} \quad \textbf{(4)}$$

$$\left[m''_{ij}\right] = X_m \times (I - X_m)^{-1} \quad \textbf{(5)}$$

$$\left[u''_{ij}\right] = X_u \times (I - X_u)^{-1} \quad \textbf{(6)}$$

$$\tilde{T}^{def} = \begin{bmatrix} \tilde{t}_{11}^{\,def} & \tilde{t}_{12}^{\,def} & \cdots & \tilde{t}_{1n}^{\,def} \\ \tilde{t}_{21}^{\,def} & \tilde{t}_{22}^{\,def} & \cdots & \tilde{t}_{2n}^{\,def} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{t}_{n1}^{\,def} & \tilde{t}_{n2}^{\,def} & \cdots & \tilde{t}_{nn}^{\,def} \end{bmatrix} \quad \text{where } \tilde{t}_{ij}^{\,def} = \left(\ell''_{ij}, m''_{ij}, u''_{ij}\right)^{def}$$

Defuzzification is the conversion of a fuzzy quantity to a precise quantity, just as fuzzification is the

conversion of a precise quantity to a fuzzy quantity (Ross, 2004). Even though several defuzzification methods exist in literature, Converting Fuzzy data into Crisp Scores (CFCS) method is used which is proposed by Opricovic and Tzeng (Opricovic & Tzeng, 2003).

2.2. Fuzzy ANP Method

ANP method was proposed by Saaty (Saaty, 1996). ANP method eliminates the problem of interrelation among criteria. Dependency relationships are obtained from Fuzzy DEMATEL as described above. The pairwise comparisons are implemented to main criteria in order to generate relative importance weights (Uygun et al., 2013). There are several Fuzzy ANP methods for calculating weights. In this study we used Chang's extent analysis method (Chang, 1996). The linguistic terms and their corresponding triangular fuzzy numbers are shown in Table 3.

Table 3. The triangular fuzzy numbers and linguistic variables

Linguistic variables	Fuzzy number	Triangular fuzzy numbers	Triangular fuzzy reciprocal numbers
Equally Important (EI)	$\tilde{1}$	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
Weekly Important (WI)	$\tilde{3}$	(1, 3, 5)	(1/5, 1/3, 1)
Strongly Important (SI)	$\tilde{5}$	(3, 5, 7)	(1/7, 1/5, 1/3)
Very Important (VI)	$\tilde{7}$	(5, 7, 9)	(1/9, 1/7, 1/5)
Absolutely Important (AI)	$\tilde{9}$	(7, 9, 9)	(1/9, 1/9, 1/7)

Chang's extent analysis method is described below.

Let $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ be an object set, and $G = \{g_1, g_2, \dots, g_m\}$ be a goal set.

$M_{g_i}^1, M_{g_i}^2, \dots, M_{g_i}^m, \quad i = 1, 2, \dots, n$ where all the $M_{g_i}^j (j = 1, 2, \dots, m)$ are triangular fuzzy numbers.

$$S_i = \sum_j^m M_{g_i}^j \otimes \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j\right]^{-1} \quad \textbf{(7)}$$

$$\sum_j^m M_{g_i}^j = \left(\sum_{j=1}^m l_j, \sum_{j=1}^m m_j, \sum_{j=1}^m u_j\right) \quad \textbf{(8)}$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j = \left(\sum_{i=1}^n l_i, \sum_{i=1}^n m_i, \sum_{i=1}^n u_i\right) \quad \textbf{(9)}$$

$$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j\right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i}\right) \quad \textbf{(10)}$$

$M_2 = (l_2, m_2, u_2) \geq M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ is defined as

$V(M_2 \geq M_1) = sup\left[min\left(\mu_{M_1}(x), \mu_{M_2}(y)\right)\right]$ and can be equivalently expressed as follows:

$$V(M_2 \geq M_1) = hgt(M_1 \cap M_2) = \mu_{M_2}(d) = \begin{cases} 1, & \text{if } m_2 \geq m_1, \\ 0, & \text{if } l_1 \geq u_2, \\ \dfrac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)}, & \text{otherwise,} \end{cases} \quad \textbf{(11)}$$

where d is the ordinate of the highest intersection point d between μ_{M_1} and μ_{M_2}. Both values of $V(M_1 \geq M_2)$ and $V(M_2 \geq M_1)$ are required in order to compare M_1 and M_2.

$$V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) = V[(M \geq M_1) \text{ and } (M \geq M_2) \text{ and} \dots \text{and } (M \geq M_k)] = \min V(M \geq M_i), \quad i = 1, 2, \dots, k. \quad \textbf{(12)}$$

Assume that $d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_k)$ for $k = 1, 2, \dots, n; k \neq i$. **(13)**

$W' = \left(d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n)\right)^T$, where $A_i (i = 1, 2, \dots, n)$ are n elements. **(14)**

$W = \left(d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n)\right)^T$, where W is a non-fuzzy number. **(15)**

3. CASE STUDY

In the proposed model there are 5 main criteria which are Production Input, Inventory management, Production planning, Manufacturing technology and Process management. Each main criterion has its own sub-criteria and there are 18 sub-criteria in total. The criteria set are given in Table 4.

Table 4. Criteria set

Criteria	Ref.	Sub-Criteria
C1: Production İnput	[1][2][3]	C11: Bill of materials and production flows are defined and up to date
		C12: Standard production time of all parts and sub-parts are measued
		C13: All components are integrated with product serial code
	[1][4][5]	C14: Set-up time for all parts are determined
C2: İnventory Management		C21: Safety stock levels are available for raw materials and half-finished products
	[1]	C22: A stock tracking system to ensure accurate inventory information is available
	[1][6]	C23: The layout of the workshop provides efficient material flow
		C24: inventory management for critical components and spare parts is carried out effectively
C3: Production Planning		C31: Annual production plan is available
	[1]	C32: Capacity planning is carried out
	[1][7][8]	C33: Products are delivered on time
C4: Manufacturing Technology	[1][5]	C41:Efficient use of raw materials techniques are used to reduce the shavings and scrap
	[1][8][5]	C42: Degree of automation is high (AS-RS, robotic, CNC, assembly line etc.)
	[2]	C43:Latest technological innovations is used in products
	[2][8]	C44: Existing technological structure is evaluated periodically and periodic renewal and maintenance is done
C5: Process Management	[1][9][4]	C51: New processes on the current or new products are developed and applied expeditiously
	[1]	C52: Total preventive maintenance is applied to reduce downtime
	[2][8][10]	C53: Products are appropriate to environment, health, safety and regulatory policies

([1]:Shih et.al.,2006; [2]:Canvar Kahveci,2007; [3]:Ho and Fung,1995; [4]:Gunn,1992; [5]:Susilawati et al.,2013; [6]:Laitinen,2002; [7][Bititci,1996]; [8]:Chalmeta et.al.; [9]:Walden,2007; [10]:Deming Prize)

Proposed model was applied in a manufacturing SME. Interactions between criteria are calculated with Fuzzy DEMATEL (Eq. 1-6). The threshold value (0,560) was determined according to the expert opinions in the Company. Values which are above the predefined threshold value are shown in the defuzzified total relation matrix (Table 5). For instance, Criteria 1 affects Criteria 2 (0.621) and Criteria 3 (0,653) and also affected by Criteria 2 (0.610).

Table 1. Defuzzified total relation matrix by using CFCS method

Def	C1	C2	C3	C4	C5	D	R	D+R	D-R
C1	0,385	0,621	0,653	0,424	0,554	2,637	2,492	5,129	0,145
C2	0,610	0,508	0,774	0,580	0,677	3,149	2,794	5,943	0,355
C3	0,476	0,517	0,475	0,452	0,577	2,497	3,276	5,772	-0,779
C4	0,501	0,543	0,658	0,361	0,605	2,668	2,309	4,977	0,359
C5	0,519	0,605	0,716	0,492	0,472	2,803	2,884	5,688	-0,081
R	2,492	2,794	3,276	2,309	2,884				

* threshold value:0,560

After determine the interactions between criteria, weights are calculated with Fuzzy ANP method (Eq. 7-15). According to the expert opinions, the weights of the criteria are calculated. As it can be seen from Figure 1 the most important criteria are listed as C5.1 (New processes on the current or new products are developed and applied expeditiously), C3.3 (Products are delivered on time) and C5.3 (Products are appropriate to environment, health, safety and regulatory policies). The least important criteria were determined as C1.3 (All components are integrated with product serial code), C4.1 (Efficient use of raw materials techniques are used to reduce the shavings and scrap) and C5.2 (Total preventive maintenance is applied to reduce downtime as mentioned before). This does not state that these criteria are unimportant for whole business environment. These criteria weights are specific to the case company.

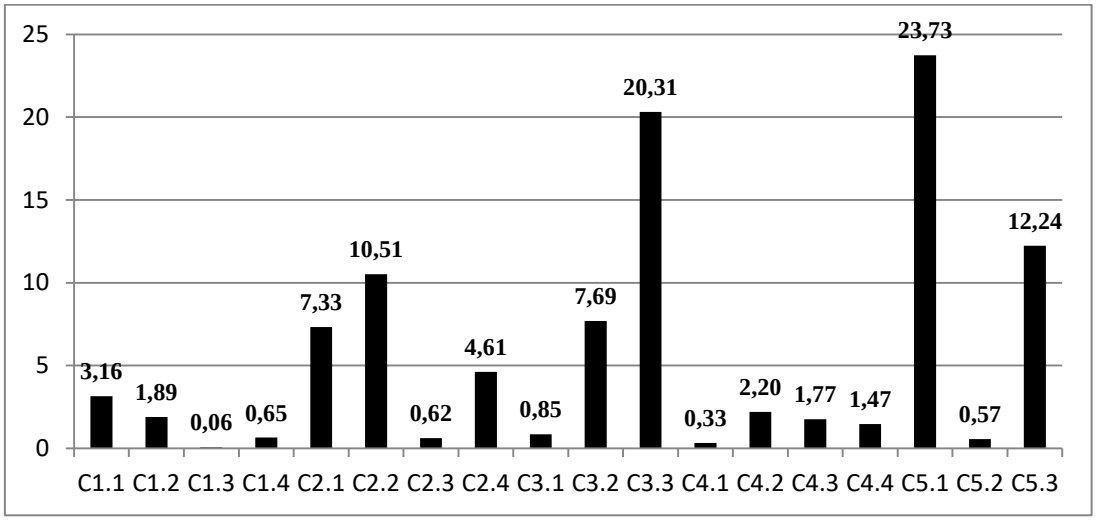


Figure 1. Sub-Criteria weights percentage

Main criteria weights which are based on cumulative relevant criteria are shown in Figure 2. Dimensions, "C5 Process Management" and "C3 Production Planning" are declared more important than those others.

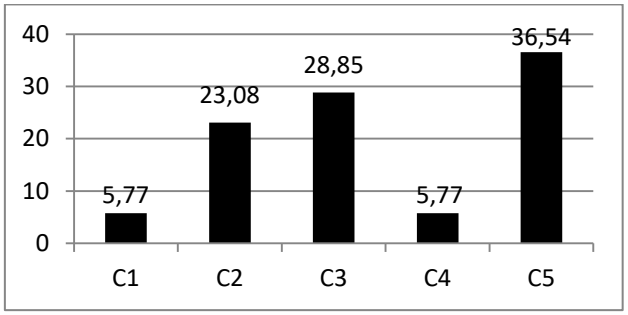


Figure 2. Main criteria weights percentage

As mentioned previously these criteria and criteria weights are specific to the case company. Due to each company's strategic road map are distinctive, performance criteria and criteria weights vary from company to company. Business enterprises can improve organizational performance by giving priority to improvement activities based on the importance of the performance criteria

REFERENCES

Chalmeta, R., Palomero, S., & Matilla, M. (2012). Methodology to develop a performance measurement system in small and medium-sized enterprises. International Journal of Computer Integrated Manufacturing, 25(8), 716–740.

Chang, D.-Y. (1996). Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. European Journal of Operational Research, 95(3), 649–655.

Garengo, P., Biazzo, S., & Bititci, U. S. (2005). Performance measurement systems in SMEs: A review for a research agenda. International Journal of Management Reviews, 7(1), 25–47.

Lin, C. J., & Wu, W. W. (2008). A causal analytical method for group decision-making under fuzzy environment. Expert Systems with Applications, 34, 205–213.

Nguyen, T. H. L. (2010). The usefulness of a Self-assessment approach based on o business excellence model. Newcastle Business School.

Opricovic, S., & Tzeng, G.-H. (2003). Defuzzification Within a Multicriteria Decision Model. International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems, 11(5), 635–652.

Republic of Turkey Prime Ministry Investment Support and Promotion Agency (2014). The Manufacturing Industry in Turkey

Republic of Turkey Ministry of Science and Technology Publications (2014). Turkish Industrial Strategy Document 2015-2018

Ross, T. J. (2004). Fuzzy Logic with Engineering Applications. Wiley (2nd ed.).

Saaty, T. L. (1996). Decision making with dependence and feedback: The analytic network process.

Pittsburgh: RWS Publications.

Striteska, M., & Spickova, M. (2012). Review and Comparison of Performance Measurement Systems. The Journal of Organizational Management Studies, 2012, 1–13.

Susilawati, A. Tan, J., Bell, D., & Sarwar, M. (2013). Develop a Framework of Performance Measurement and Improvement System for Lean Manufacturing Activity. International Journal of Lean Thinking, 4(1), 51–64.

Taticchi, P., Balachandran, K. R., Botarelli, M., & Cagnazzo, L. (2008). Performance Measurement Management for Small and Medium Enterprises : an Integrated Approach. Journal of Applied Management Accounting Research, 6(2), 57–72.

Uygun, Ö., Canvar Kahveci, T., Taşkin, H., & Priştine, B. (2013). A Model for Measuring Institutionalization Level of SMEs. The Online Journal of Science and Technology. Turkish Online Journal of Science & Technology, 3(4), 1–17.

Walden, C. T. (2007). A taxonomy based assessment methodology for small and medium size manufacturers. Mississippi State University.

Yadav, N., & Sagar, M. (2013). Performance measurement and management frameworks. Business Process Management Journal, 19(6), 947–971.

ÜRETİMDE KALİTE HATALARI

Bülent Cerit
İstanbul Teknik Üniversitesi

Dilan Aytaç
İstanbul Teknik Üniversitesi

Anahtar Sözcükler: FK: (Fault Klasse)Hata Türü TKY: Toplam Kalite Yönetimi

1.GİRİŞ

Gelişen ve sürekli değişim içinde olan dünyada her geçen gün yeni ürünler ya da var olan ürünler üzerinde yeni özellikler ortaya çıkmaktadır ve buna bağlı olarak aynı sektörde yer alan şirketler arasındaki rekabet derecesi giderek artmaktadır. Bu rekabetçi ortamda var olmak isteyen şirketler kendilerine göre politikalar izlemektedirler. Bu politikaların içinde önemli bir kısmı kalite doldurmaktadır. Bunun için ilk olarak müşterilere hatalı ürün göndermeme çabasına girilmiştir. Hatalı ürün kavramı firmaların hemen hemen her sektörde ortak olan kaliteli ürün kavramını tartışıp yorumlamasına oluşmasına neden olmuştur. Zamanla organizasyonların farklı aşamalarında süreç ve tasarım aşamalarında çeşitli iyileştirmeler yapılmıştır. Kalite belirlenen standartları ve müşteri beklentilerini hatasız bir şekilde karşılayıp, beklentilerin üzerine çıkma çabası olarak tanımlanır. Toplam kalite yönetimi ise kalitenin bütünsel olarak incelenmesini öngören bir yaklaşım olarak karşımıza çıkar. Kalitenin yönetimi sürecinde müşterinin sürecin dışında olması düşünülemez, nihai kullanıcı göz ardı edilmeden bütün süreç kontrol altında tutulmalıdır. Algılanan kalite ise, toplam kalitenin ölçütlerinden yalnızca biridir. Tüm bunlara bağlı olarak 1990'lı yıllarda ortaya çıkan Toplam Kalite Yönetimi kalitenin yönetimi ve işleyişinin sağlandığı bir yönetim şekli haline gelmiştir. Bu yönetim şekli sıfır hatayı hedef alan, sürekli iyileşmeyi gözeten mükemmelliyetçi bir yönetim şeklidir. Toplam Kalite Yönetimi uygulamalarının özel sektörde göstermiş olduğu başarı bu yönetim şeklinin diğer sektörlere de uygulanmasında bir zemin oluşturmuştur.

Üretimde ise kalite kontrolünün her aşamada yapılması gerekir. Yalnızca üretim rakamlarının hedeflenerek kontrolsüz bir şekilde kalitenin önemsenmemesiyle ulaşılmış hedefler uzun vadede zarar olarak geri dönecektir. Ürünün üretim aşaması kalite kontrolü açısından büyük önem taşımaktadır. BSH'a ait gardrop tipi lüks model soğutucu üretimi yapan fabrikada da üretimde kaliteye ciddi oranda önem verilmektedir.

2. PROJE ÖZETİ

A) Projenin Amacı

Kalite'nin günümüzde kazandığı anlam ve önemi hissettiren bir çalışma yürütülmüştür. Bu çalışmada genel anlamıyla kalite kavramı ve kalite hatalarının analizi yapılarak yorumlanmıştır. BSH firmasına ait Gardrop tipi buzdolabı üreten FRFI2 A-Cool soğutucu fabrikasındaki hatalar üzerinden yapılan analizler ile çalışma daha da özelleştirilmiştir. Toplam Kalite Yönetimi ilkelerinin geçerli olduğu fabrikanın kendi hata sınıflandırması baz alınarak araştırmalar yapılmıştır böylelikle veriler karşılaştırmalı yorumlanmıştır. Temel amaç Audit(denetleme) bölümü tarafından üretimi tamamlanan dolapların paketlenmesinden hemen önce hatalı olduğu tespit edilen soğutucuların neden hatalı olduğu araştırmasının yapılması ve bu hatalara sebep olan problemlerin yakalanması için gerekli sistemlerin kurulması veya süreç iyileştirmelerinin yapılması için altyapının oluşturulmasıdır. Kök nedeni tespit edilen hatanın kök nedenine bulunan çözüm ile sürecin iyileştirilmesinin yanı sıra aynı hata ve benzeri hatalara tekrar sebebiyet vermemek için(hatayı yakalanabilir kılmak için) gerekli kontrol noktaları oluşturulması da amaçlanmıştır.

B) Projenin kapsamı

BSH Türkiye Çerkezköy kampüsünde bulunan FRFI2 fabrikasında gardrop tipi ankastre dolap üretilmektedir. Bu dolaplar genel olarak iki çeşit olup; tek kapılı(SD) ve çift kapılı(BM) dolaplardır. Üretim alanları montaj hatlarına kadar ayrı ayrı olup tüm yarı mamüller montajdan önce tek noktada buluşmaktadır.

Hammadde girişlerinde QMS bölümü tedarikçinin "0 hour PPM" değerine göre getirilen malzemeden örneklem alıp kontrol eder. 0 hour PPM, QMS bölümünün dikkat ettiği bir performans(KPI) kriteridir. Bu değer tedarikçinin güvenilirliğinin sayısal ifadesidir. Ambara gelen hammadde Giriş Kalite Kontrol(QMS) tarafından kontrol edildikten sonra raflara yerleştirilmek üzere ambar çalışanları tarafından alınır. Dolap yapma aşamasında ürün ilk olarak hazırlama hattında şekil almaya başlar. Bir yandan da metal hatlarındaki makineler yardımıyla, hammadde olan saclar işlenerek; Paslanmaz Çelik Kapı (SS Door) hattına besleme yapar. Hazırlama hattı genel olarak dolabın iç tesisatının, genel elektriksel donanımının oluşturulduğu kısımdır. Hazırlama sonrası dolap iskeleti gövde döküm hattına gelir.

Gövde döküm hattı dolapların iç iskeletiyle dış iskeleti arasında kalan alana poliüretan malzemesi enjekte eder. Poliüretan, dolap içerisindeki ısı yalıtımını sağlayan madde görevi görür. Dökümden çıkan dolap manuel olarak araba üzerinde montaj hattına verilir.

Diğer yandan SS Door hattında buzdolabı için paslanmaz çelik kapı yapılmaktadır. Bu kapılar da ayrıca farklı bir döküm makinesine giderek yine poliüretanla doldurulmaktadır. Üretilen kapıların montaj hattında ilgili bölüme teslim edilmesi hafif milkrun sistemi ile sağlanmaktadır.

Montaj hattına araba üzerinde gelen dolap iskeleti çalışanın ergonomik şartları dikkate alınarak leğen kısmı yere 45 derecelik açıyla hatta yerleştirilir. Montaj hattında buzdolabının iç malzemeleri, kompresörleri, motoru vb. monte edilir ve dolap PMS alanına aktarılır.

Buzdolaplarının montajdan sonraki diğer kısımlara aktarılması FIFO yöntemi ile gerçekleştirilir. PMS kısmında ürünün voltaj kontrol ve genel kalite kontrolü yapılır. Bu kısımda olan dolaplardan bir kısmı QMP bölümüne giderek burada detaylı kullanım ve incelemeye tabii tutulur.

PMS alanından çıkan dolap ambalaj alanına verilir. Burada dolabın içinde ve dışında düşebilecek, zarar görebilecek bölgelere göre strafor yerleştirilmesi ve bantlama yapılır. En son paket alanına verilen dolap kartonun içine yerleştirildikten sonra bitmiş ürün ambarına gitmek üzere tırlara aktarılır.
Ayrıca, PMS test ve kontrol alanından dolapların yaklaşık %30 u Audit(denetleme) bölümü tarafından denetleme alanına getirilir burada 6 ile 8 saat arasında değişen soğutma testleri ve yüzey kontrolleri yapıldıktan sonra hata tespiti yapılır tespit edilen hatalar Ağırlıklı Hata Oranları(WFR) belirlenecek şekilde kalite tarafından not edilir. Audit burada üretimden sonraki ilk müşteri gibi davranış gösterir.
BSH A-COOL Audit kalite hatalarını Almancadan gelen 'Fault Klasse' terimi ile önem düzeylerine göre 3 gruba ayırmıştır bunlar; FK1,FK2 ve FK3 hatalarıdır.
FK1: Firma açısından tehlike oluşturacak, müşteriye ulaştığında kesinlikle olumsuz geri bildirimin olduğu düşünülen hatalar.
FK2: Müşterinin yüksek ihtimalle şikayet edeceği düşünülen, bununla birlikte müşteri şikayetinin yapılmayacağı ihtimalinin de olduğu hatalardır.
FK3: Görünürlüğü az olan müşteri açısından sorun olmayacağı öngörülen hatalardır.

C) Projede Kullanılan Metot ve Teknikler

Toplam Kalite Yönetimi

Gelişen ve sürekli değişim içinde olan dünyada her geçen gün yeni ürünler ya da var olan ürünler üzerinde yeni özellikler ortaya çıkmaktadır ve buna bağlı olarak aynı sektörde yer alan şirketler arasındaki rekabet derecesi giderek artmaktadır. Bu rekabetçi ortamda var olmak isteyen şirketler kendilerine göre politikalar izlemektedirler. Bu politikaların içinde önemli bir kısmı kalite doldurmaktadır. Bunun için ilk olarak müşterilere hatalı ürün göndermem çabasına girilmiştir. Zamanla süreç ve tasarım aşamalarında çeşitli iyileştirmeler yapılmıştır.

Kalite belirlenen standartları ve müşteri beklentilerini hatasız bir şekilde karşılayıp, beklentilerin üzerine çıkma çabası olarak tanımlanır. Toplam kalite yönetimi ise kalitenin bütünsel olarak incelenmesini öngören bir yaklaşım olarak karşımıza çıkar. Kalitenin yönetimi sürecinde müşterinin sürecin dışında olması düşünülemez, nihai kullanıcı göz ardı edilmeden bütün süreç kontrol altında tutulmalıdır. Algılanan kalite ise, toplam kalitenin ölçütlerinden yalnızca biridir.

6 Sigma

6 Sigma, süreç geliştrime, yeni ürün, servis geliştirme ve hataların azaltılması ile ilgili istatistiksel metot ve bilime dayanan sistematik bir proje yönetme metodolojisidir (Brady ve Allen, 2006).
Günümüzde 6 Sigma projeyle ilgili karar vermede geniş kapsamlı karar verme mekanizması olarak kullanılan 6 Sigmanın toplam kalite yönetimine benzer yönü ise bu organizasyon içinde yer alan herkesin sorumluluğunda ve ortak amaçlar için yapılmasıdır (Arnheiter ve Maleyeff, 2005).
DMAIC (Define-Tanımlama, Measure-Ölçüm, Analyze-Analiz, Improve-Geliştirme, Control-Kontrol) modelinin kullanıldığı 6 Sigma süreçlerin tasarlanması, iyileştirilmesi ve yönetilmesine yönelik projelerin yapıldığı metodolojidir. 6 Sigma projeleri için izlenmesi gereken yol haritası metodoloji içinde belirlenmiştir (Satı ve Gülay, 2012).

D) Projenin sonuçları

Kompresör Sesli Çalışma Hatası

*Tedarikçiden direk BSH A-Cool fabrikasına gelen Kompresörler giriş kalite kontrol departmanının onayından geçtikten sonra üretimde kullanılmak üzere montaj hatlarına gönderilmektedir. Montaj hattında üretim esnasında hatalı olduğu fark edilen kompresörler ise tekrar giriş kalite kontrol departmanına iletilmekte ve gerekli durumlarda firmaya geri iadesi sağlanmaktadır. Kompresörlerin firmaya girişinden son ürün çıkışına kadar izlediği yol takip edilmiştir. Analizlerde kompresör sesli çalışması hatasının harici bir hata olduğu fakat üretim alanında bu hatayı yakalamak için yeterli koşulların olmadığı, hatanın sistemsel her hangi bir kontrolünün olmadığı tespit edilmiştir.

Evap Fanın Çalışmayı Kesmesi Hatası

*****Tedarik süreci kompleks olan Evap Fan materyalinin fan motoru İtalya'dan bir firmadan BSH a iletilmekte, BSH tarafından teslim alınan Fan motorunun Balkan firmasında montajı sağlanarak Evap Fan elde edilmektedir. Evap Fan'ın üretiminden sonraki ilk testleri firma tarafından gerçekleştirilmektedir. Hatalı olduğu tespit edilen Evap Fanlar doğrudan BSH giriş kalite kontrol departmanına yönlendirilmekte ve ilgili çalışanların kontrolünde açılıp açılmama kararı verilmektedir. Balkan tarafından sorunsuz olduğu belirtilen fanlar ise doğrudan BSH genel depoya iletilmektedir ve tekrar giriş kalite kontrol departmanının sürecinde değerlendirilmektedir. Her hangi bir problem olmadığı belirlenen Evap Fan'lar üretimde kullanılmak üzere montaj hattına iletilmektedir.

Enerji Etiketinin Yanlış Takılması Hatası

*US ve EU Model Enerji etiketlerinde gözlemlenen eleman kaynaklı bir hata olan etiketin eksik takılması hatası, dolap üretilen ülkelerin dolap modellerini kabul etmeleri için izin verdikleri enerji seviyesine

uygun olduğunu teyit edememeleri sonucu fabrika açısından ciddi problemlere sebep olabilmektedir. Üretim hattında enerji etiketleri dolap ambalaja gitmeden önce final bölgesinde takılıyorken, hatanın sıklığının artması ile birlikte görsel kontrol sayısını arttırmak için etiketlerin takılma yeri dikey montaj hatlarının iç aksesuar istasyonları olmuştur. Fakat yapılan bu değişiklik hatanın tamamen önlenmesi için yeterli olmamakla birlikte iş yoğunluğu olan iç aksesuar bölgesine ilave edilen etiket takma işlemi ile birlikte eksik takılma riski ile birlikte yanlış takılması riskini de ortaya çıkarmıştır.

E) Projenin etkisi

Bu çalışma ile kalite hatalarının belirli ölçütler doğrultusunda analizine başlanmıştır ve excelde yapılan hata gruplamaları sonucunda;

-Hataların kaynaklandığı istasyonların çıktıları,

-Yoğun olarak hatalı çıkan malzemelerin çıktıları,

-Hat bazlı hata ağırlığı çıktıları,

-Model, marka, market bazlı analiz çıktıları elde edilmiştir.

Bütün bu analizler sonucunda FK1 hataları değerlendirilmiştir. 2015 yılında %49 oranında yakalanabilir olarak tanımlanan bu hataların yakalanabilirlik oranının %10 oranında arttırılması amaçlanmıştır. Hataların sistemsel olarak kontrolü sağlanmıştır ve %8 oranında bir iyileştirme yapılmıştır.

BSH A-Cool fabrikası kalite hatalarına bakıldığı zaman en yüksek ppm değerine sahip FK1 hata sınıfının hatalarının daha çok fonksiyonel hatalar olduğunu söyleyebiliriz. Fonksiyonel hataların üretim hattında yakalanabilmesi için hem malzemenin hem de sürecin tamamen analizi gerekmektedir. Aynı şekilde FK2 hataları için de bu geçerlidir fakat bu hata sınıfındaki hataların daha çok eleman insiyatifinde olan hatalar olduğu da söylenebilir. Dolayısıyla hataların incelenmesi ve ilgili aksiyonların düşünülmesi sürecinde fabrikanın her türlü süreci incelenmiş ve süreçlerin hatalara etkisi gözlemlenmiştir. Hataların üretimde karşılaşılan hatalar olması yalnızca üretime odaklanılması gerektiği anlamına gelmediğini çalışmalar esnasında gözlemlemiş olduk.

KAYNAKLAR

Mahiroğlu, A., & Buluç, B. (1999). Eğitimde Toplum Kalite Yönetimi ve Kalite Yönetiminin Araçları. *Politeknik Dergisi*, *2*(1), 53-61.

Görener, A., & Yenen, V. Z. (2007). İşletmeler Toplam Verimli Bakım Çalışmaları Kapsamında Yapılan Faaliyetler Ve Verimliliğe Katkıları.

Titu, M. A., Oprean, C., & Grecu, D. (2010). Applying the Kaizen Method and the 5S Technique in the Activity of Post-Sale Services in the Knowledge-Based Organization. *Hong Kong*.

Brady, J. E., & Allen, T. T. (2006). Six Sigma literature: a review and agenda for future research. *Quality and reliability engineering International*, *22*(3), 335-367.

Arnheiter, E. D., & Maleyeff, J. (2005). The integration of lean management and Six Sigma. *The TQM magazine*, *17*(1), 5-18.2

Azevedo, A. (2013). *Advances in Sustainable and Competitive Manufacturing Systems: 23rd International Conference on Flexible Automation & Intelligent Manufacturing*. Springer Science & Business Media.

Ecevit Sati, Z., & Gulay, K. (2012). The Application of Six Sigma Method in a Power Plant. *Business and Economics Research Journal*, *3*(4).

Bilensoy, E., Gürkaynak, O., Doğan, A. L., & Hıncal, A. A. (2008). Safety and efficacy of amphiphilic ß-cyclodextrin nanoparticles for paclitaxel delivery.*International journal of pharmaceutics*, *347*(1), 163-170.

Ergün, A. K. (2015). *Altı Sigma Metodolojisi ve Türkiye'deki Uygulamaları*(Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Murat, B. A. Y., & ÇİÇEK, E. (2007). Tam Zamanında Üretim Sistemlerinde Hata Önleyiciler: Poka. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal Ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, *2007*(3), 53.

Çalışkan, G. (2006). Altı Sigma ve Toplam Kalite Yönetimi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, *5*(17), 60-75.

Chan, A. P., & Chan, A. P. (2004). Key performance indicators for measuring construction success. *Benchmarking: an international journal*, *11*(2), 203-221.

Özden, Y. (2002). Eğitimde yeni değerler. *Ankara: Pegem Yayıncılık*.

Peter N. Golder, Debanjan Mitra,& Christine Moorman(2012). What is quality? An integrative Framework of Processes and States. *American Marketing Association, Journal of Marketing,1-23*

ADAPTING ENGINEERING EDUCATION TO INDUSTRIE 4.0 VISION

Selim Coşkun
Türk-Alman Üniversitesi

Eray Gençay
Türk-Alman Üniversitesi

Yaşanur Kayıkcı
Türk-Alman Üniversitesi

ABSTRACT

Industrie 4.0 is originally a future vision described in the high-tech strategy of the German government that is conceived upon the information and communication technologies like Cyber-Physical Systems, Internet of Things, Physical Internet and Internet of Services to achieve a high degree of flexibility in production, higher productivity rates through real-time monitoring and diagnosis, and a lower wastage rate of material in production. An important part of the tasks in the preparation for Industrie 4.0 is the adaptation of the higher education to the requirements of this vision, in particular the engineering education. In this work, we introduce a road map consisting of three pillars describing the changes/enhancements to be conducted in the areas of curriculum development, lab concept, and student club activities. We also report our current application of this road map at the Turkish-German University, Istanbul.

Keywords: Industrie 4.0, Engineering Education

MÜHENDİSLİK EĞİTİMİNİN ENDÜSTRİ 4.0 VİZYONUNA ADAPTASYONU

ÖZET

Endüstri 4.0, Alman hükümetinin yüksek teknoloji stratejisi kapsamında tanımladığı, üretimde yüksek derecede esneklik sağlamak, gerçek zamanlı ölçüm ve izleme ile yüksek verimlilik sağlamak ve malzeme firelerini azaltmak için, siber-fiziki sistemler, nesnelerin interneti, fiziki internet ve hizmetlerin interneti gibi bilgi ve iletişim teknolojileri temelinde tasarlanmış bir gelecek vizyonudur. Endüstri 4.0 hazırlığında önemli görevlerden biri yüksek öğrenimin, özellikle de mühendislik eğitiminin bu vizyonun gereklerine adaptasyonudur. Bu çalışmada müfredat geliştirme, laboratuvar konsepti ve öğrenci kulübü aktiviteleri alanlarında yapılması gereken değişiklikleri/geliştirmeleri tanımlayan üç sütundan oluşan bir yol haritası önerilmiştir. Ek olarak çalışmada bu yol haritasının Türk-Alman Üniversitesindeki güncel uygulaması rapor edilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Endüstri 4.0, Mühendislik Eğitimi

1. INTRODUCTION

Digitalization is one mega trend of the century and holds the potential to drastically transform various industries and production techniques (Gulati and Soni, 2015). Based on this trend, the term "Industrie 4.0", also known as industry 4.0, has emerged, which is defined as *digitization of the manufacturing sector, with embedded sensors in virtually all product components and manufacturing equipment, ubiquitous cyber-physical systems, and analysis of all relevant data* (McKinsey & Co., 2015). Industrie 4.0 is originally a future vision described in the high-tech strategy of the German government that is conceived upon the information and communication technologies including initiatives such as the *Industrial Internet, Factories of The Future, Internet of Things, Physical Internet, Internet of Services* and *Cyber-Physical Systems*, to achieve a high degree of flexibility in production, higher productivity rates through real-time monitoring and diagnosis and a lower wastage rate of material in production. Cyber-connected manufacturing systems improve efficiency and optimize operations but also have the potential to change the way manufacturers and industrial companies run their business.

Industrie 4.0 as a German strategic initiative took up a pioneering role in industrial IT, which is currently revolutionizing the manufacturing engineering. Many industrialized countries also have already begun with adapting their industrial infrastructure to meet the requirements of the Industrie 4.0 vision. An important part of the tasks in the preparation for Industrie 4.0 is the adaptation of the higher education to the requirements of this vision, in particular the engineering education. As Turkish-German University within this changing industry environment, our ultimate aim is to educate elite engineers who will contribute and grow with the digital world of the future. In this work, we introduce a road map consisting of three pillars describing the changes/enhancements to be conducted in the areas of curriculum development, lab concept, and student club activities. We also report our current application of this road map at the Turkish-German University, Istanbul. According to this, first pillar is the implementation of the Industrie 4.0 concept in the *curriculum* of various engineering and science departments, which reveals the synergistic benefits of different expertise and helps the application and improvement of Industrie 4.0 concept in numerous areas. Second, a *Laboratory - LegoLab* is to be realized, where the students work on Industrial Lego Designs using Lego Mindstorms and understand the application of the Industrie 4.0 concept by simulating real production lines. Additionally, Kolb's Experiential Learning Theory is integrated into this part in order to improve student learning in LegoLab. This theory is designed around four phases: (i) concrete experience, (ii) reflective observation, (iii) abstract conceptualization and (iv) active experimentation. The final and complementary pillar is the establishment of a *student club*, where students work on different aspects of Industrie 4.0. Also, this club serves as an intermedium for various student and research projects, organization of conferences, and events to introduce and disseminate the Industrie 4.0 vision.

2. INDUSTRIE 4.0 EDUCATION FRAMEWORK

In this part a generic framework of Industrie 4.0 engineering education at Turkish-German University seen in Figure 1 is presented. The framework consists of three main stages, namely curriculum, laboratory and student club. These stages are interrelated and even dependent on each other. Furthermore, they are surrounded by the theory of Kolb's Experiential Learning Theory as well as Industrie 4.0 technologies and methods which are conducted along with scientific research including developed ideas and prototypes, realized projects at Turkish-German University.

I. Curriculum: The Industrie 4.0 vision is implemented with a content of curricula into existing seminars or new study modules are designed in order to adapt this vision into the engineering education. The module specifications of existing seminars are explicitly executed and intersection areas to the Industrie 4.0 vision are determined. The seminars are ultimately connected with the practical exercises in the laboratory. Teaching materials for seminars with regard to Industrie 4.0 are prepared in order to train the students. Bringing together theoretical and practical units, the curriculum enables students to obtain basic knowledge of Industrie 4.0 relevant themes and experience real business cases in order to provide hands-on exercises for laboratory stage. Primarily the curricula of all manufacturing related engineering programs are to be adapted in this manner, but also programs like computer science/engineering or material science/engineering should be enhanced with elective courses or study tracks relating to Industrie 4.0.

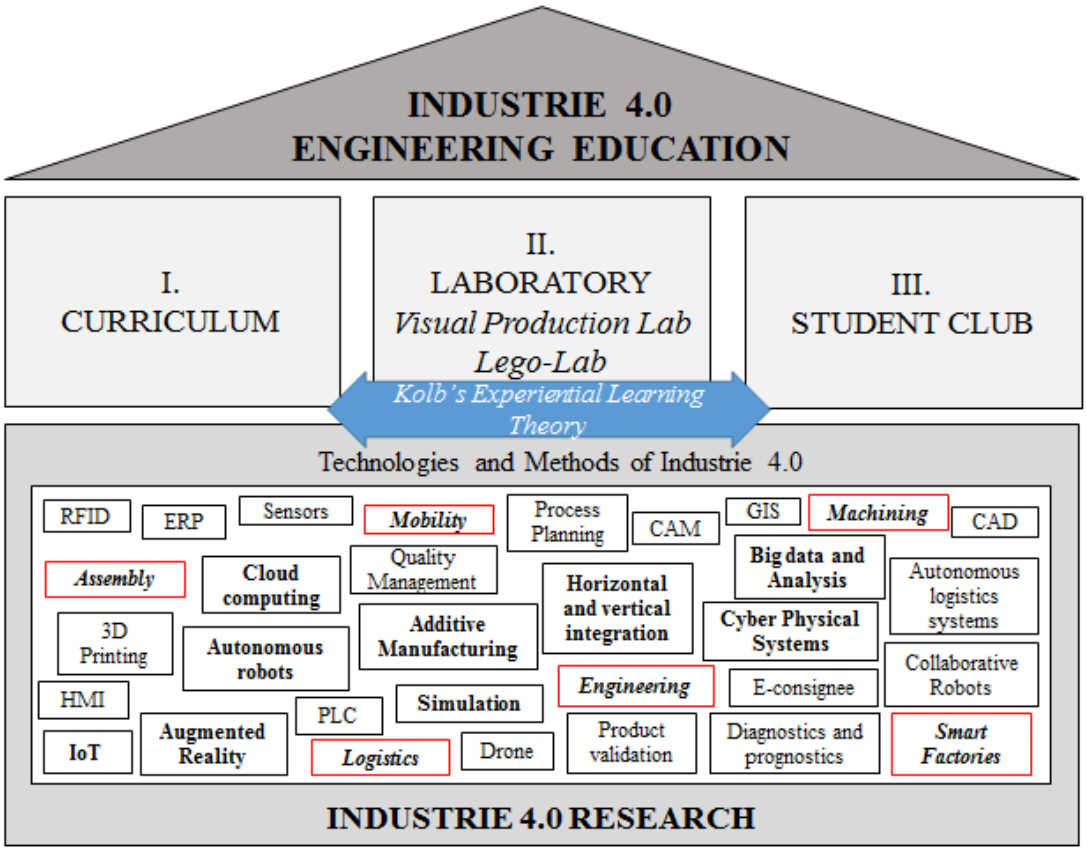


Figure 1 - Generic framework of Industrie 4.0 engineering education

II. Laboratory: The practical units are completed with visualization software tools or with simulators at the laboratory. The foundation of a "Visual Production Lab", where the computer-aided design and manufacturing (CAD/CAM) with enterprise resource planning (ERP) are to be carried out, Materials and Logistics determined and 3D printed factories generated, will be one of the most crucial pillars when adapting the engineering education to Industrie 4.0. The aforementioned Lego Design Concept would also be used to optimize factory design, since it enables dynamic simulation of different production entities with moving parts and supports the static 3D printed factory model. Lego Mindstorm systems provide programmable brick computers, modular motors and sensors, and a variety of Lego Technic elements, which can be used to simulate real production lines. Sensors like touch, light, distance, sound, and servo motor/rotation sensors and programmable brick computers provide the components needed for the development of intelligent manufacturing models and concepts that are central to the Industrie 4.0 vision. A drone will be used to investigate a real life landscape and capture the overlapping images while in motion, images are converted to georeferenced (i.e. geographical information system-GIS) 2D data maps and 3D models via using drone-based mapping software for the foundation of a real factory. This drone-based factory inspection helps to measure the stockpiles, efficiency of factory layout, performance of assembly lines etc. As a result, all the simulation data will be compared to real data and obtained feedback will be used to consummate the whole design. For this purpose, a 3D printing Lab in the Visual Production Lab is to be established. Here, real-like models of digitally designed factory will repeatedly be created and obtained feedbacks will be used to remedy the flaws of the design. Moreover, a research on material properties used in 3D printing (and also 3D pen) can also be carried out. The main aim in material research should be to develop a strong, durable and low melting temperature polymer, which as a result might lead to rapid manufacturing beside rapid prototyping (RP). The rapid prototyping refers to a process used in various industries for rapidly creating a representative system or part before final release or commercialization. Additive manufacturing (AM) is the formalized term for what used to be called rapid prototyping and what is nowadays popularly called 3D Printing. In mass customization, one of the key concepts is the capability of flexible production at the cost of mass production. In order to achieve that, additive manufacturing has been proposed as a flexible production model. So, the developments in 3D printing technology might lead the transformation from rapid prototyping to rapid manufacturing and

ultimately to ideal mass customization. As a result, the synergetic efforts of the students and also researchers in Visual Production Lab and Lego-Lab will make a significant contribution for the adaption of the engineering education to Industrie 4.0, since an ideal engineering education should contain the combination of scientific research and industrial application.

- ***Implementing Kolb's theory to laboratory:***

Experiential and simulation learning techniques are used in a wide range of fields from quality (Wang, 2004) to product development (Holmqvist, 2004), process re-engineering (Smeds and Riis, 1998) and supply chain management (Carbonneau et al., 2008), as contributors in order to create a learning and practicing environment that maximizes learners' skills in learning from their own experience, the full potential for learning can be realized, moreover the costs during learning process in case of failures can be avoided. Basically learning comes from three principal sources: learning from content, learning from experience and learning from feedback (Kolb, 1984; Kirby, 1992):

1. *learning from content:* the dissemination of new ideas, principles and concepts;
2. *learning from experience:* an opportunity to apply content in an experiential environment;
3. *learning from feedback:* the results of actions taken and the relationship between the actions in the experiment and performance

The experiential learning method creates an environment that requires the participant to be involved in some type of personally meaningful activity. Such an environment allows the participant to apply prior knowledge of theory and principles while developing commitment to the exercise and experiencing a real sense of personal accomplishment or failure for the results obtained (Keys and Wolfe, 1990). In order to bring change in behaviour, attitudes and knowledge, a circular four-stage experiential learning cycle model developed by Kolb (Kolb, 1984) is used. Kolb's Experiential Learning Theory depicted in Figure 2 puts emphasis on sensory and emotional engagement in the learning activity. Effective learning is seen when a person progresses through a cycle of four stages: of (i) having a *concrete experience* followed by (ii) *observation* of and *reflection* on that experience which leads to (iii) the formation of *abstract concepts* (analysis) and generalizations (conclusions) which are then (iv) used to test hypothesis in future situations, resulting in new *experiences*.

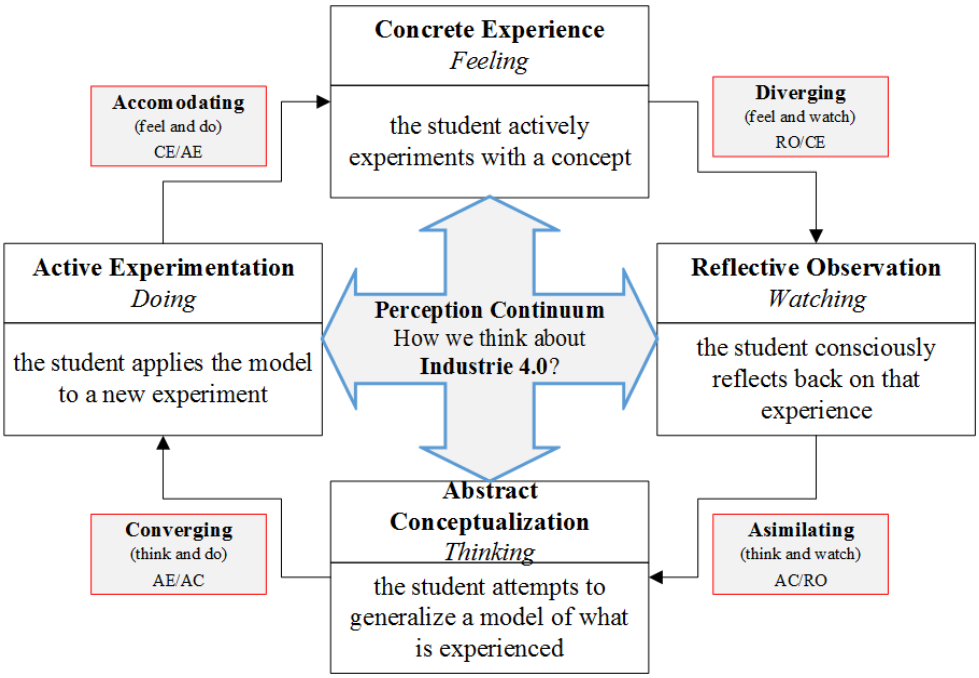


Figure 2 - Kolb's learning styles model and experiential learning theory

At Turkish-German University the learning process at the laboratory in the frame of Industrie 4.0 engineering education is provided by implementation of Kolb's Experiential Learning Theory. The engineering students are divided into the groups at the laboratory and each group needs to get a certain task from the instructor about Industrie 4.0, for example, designing an assembly line of digital car factory. The steps are listed as follows:

(i) *concrete experience:* which means direct practical experience by performing a new task. In our activities, concrete experience corresponds to a set of step-by-step instructions demonstrating a new concept. Originally, all activities in Lego-Lab are designed based on this approach. In the illustrative example, students follow step-by-step instructions to learn and get a broad understanding of Industrie 4.0 and its applications such as assembly line planning with mixed-model scenarios. The activity instructions are written for novice users and are very descriptive so that the students can complete the activity even though they have in previous experience in the field.
(ii) *reflective observation:* which includes activities such discussion and reflective questions that require students to reflect on their hands-on experiences (hands-on exercises) that enable students to work in Industrie 4.0-like environments. Our strategy is to divide an activity into smaller sections and include reflective activities for each section. This strategy also helps the instructor phase the activity across multiple groups. In the illustrative example, after completing the first section, students are asked to analyze components of assembly line and discuss questions such as why and what kind of robotics they have to put into the assembly line. Reflective observation activities should foster student-to-student interaction in order to achieve a higher level of reflection. Group work is a particularly effective strategy to promote meaningful reflection in short classroom activities. For example, instead of asking students to analyze their own response individually, asking them to compare the responses with group members and list similarities and differences may lead to a higher level of reflection.
(iii) *abstract conceptualization:* through abstract conceptualization, students are expected to create a theoretical model and generalization of what was performed. Generally, this stage could be difficult to achieve in short hands-on activities. Class or peer-to-peer discussions are helpful to connect the learning experience to the overall theory. At this stage, instructor intervention is important. In the illustrative example, students are asked to create a digitalization scenario by applying robotics based on the steps that they perform. In this part, also brainstorming applications such as mind-mapping software, etc. are used. After this question, a class discussion led by the instructor may help students solidify a mental picture of robot configurations at the assembly line. Another useful strategy is the utilization of generalization questions. For example, in the illustrative example students are asked to compare what they performed in an earlier activity about robotics (i.e. kinematics) and to list the advantages and disadvantages of a type of robot (i.e. articulated robot, parallel arm robot, SCARA robot etc.). Such generalization questions can be combined with the next stage of active experimentation.
(iv) *active experimentation:* At this stage, the student is ready to plan and try out another concrete experience. We use two strategies in this stage. The first strategy is to give students a new task, albeit similar to what was performed in the concrete experience stage, but without providing step-by-step instructions. For example, students are asked to configure a SCARA robot by applying some program comments. By this time, they should be able to achieve this task without detailed instructions. The second strategy is to combine a few related topics in the same activity such that the later topics build on the former ones.

III. Student Club: A student club will enable the students to study the different aspects of Industrie 4.0. It is considered that the activities of the club should be conducted under the roof of an Innovation Office or research lab, which will operate in parallel with the student club and focus on scientific developments on the topic "Industrie 4.0". The objectives of the student club will include realization of student and research projects, organization of conferences, and events to introduce and disseminate the Industrie 4.0 concepts. One of the first projects that will be carried out by the club is considered to be the application of the Industrie 4.0 scenarios to the production models at a Lego-Lab. The Lego-Lab will be so designed that the students can work on Industrial Lego Designs using Lego Mindstorms and understand the application of the Industrie 4.0 concept by simulating real production lines. An example application on a Lego factory model would be a scenario, where a car product variant is produced individually according to its order code, which is read by robots as it proceeds through the production line. Order codes can be encoded as color sequences that can be recognized by a standard Lego color sensor. The data coming from the sensor will be then processed by a Lego intelligent brick coordinating the individual robot actions. At the end, the production line should function as fast as in the batch production but produce completely individualized cars. Similar to this example, different scenarios can be realized or simulated using the Lego Design Concept. The fact that this approach is very user-friendly and easy to understand makes it an ideal asset for students to embrace and benefit from.

3. CONCLUSION

In this work, we proposed a generic framework for Industrie 4.0 education that consisted of curriculum, laboratory, and student club steps to adapt the engineering education to Industrie 4.0 vision. In the curriculum step, we determined new study modules to be introduced, and changes to the existing study modules. In the next step, we designed two main labs to address the changes we made on the curricula, namely the Visual Production Lab, and the Lego-Lab. While defining the relation between the course hours and hands-on laboratory units, and how these laboratory units are to be conducted, we used Kolb's Experiential Learning Theory. In the last step, we showed how a student club can complement the changes defined in the first two steps. Students can take initiative for Industrie 4.0 related projects under the roof of a student club, which in turn supports the implementation of the active experimentation stage of the Kolb's Experiential Learning Theory. The preliminary results from our implementation of this framework at the Turkish-German University showed that it was feasible to apply such a framework and the adopted underlying theory of Kolb to adapt the engineering education to Industrie 4.0 vision.

REFERENCES

Carbonneau, R., Laframboise, K., and Vahidov, R. (2008), "Application of machine learning techniques for supply chain demand forecasting", European Journal of Operational Research, Vol. 18, No. 3, pp. 1140-1154.

Gulati, R. and Soni, T. (2015), "Digitization: A strategic key to business", Journal of Advances in Business Management, Vol. 1, No. 2, pp. 60–67.

Holmqvist, M. (2004), "Experiential learning processes of exploitation and exploration within and between organizations: an empirical study of product development", Organization Science, Vol. 15, No. 1, pp. 70-81.

Keys, J. B. and Wolfe, J. B. (1990), "The role of management games in education and research", Journal of Management, Vol. 16, No. 2, pp. 307-336

Kirby, A. (1992), Games for Trainers, Vol. 1, Gower, Aldershot.

Kolb, D. A. (1984). Experimental learning: Experience as the source of learning and development. Enlewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

McKinsey & Co. (2015), "How to navigate digitization of the manufacturing sector: WhiteBook", URL: https://www.mckinsey.de/files/mck_industry_40_report.pdf.

Smeds, R. and Riis, J. O. (1998.), Experimental Learning in Production Management, Chapman and Hall, London.

Wang, G.G. (2004), "Bringing games into the classroom in teaching quality control", International Journal of Engineering Education, Vol. 20, No. 5, pp. 678-689.

YAPAY SİNİR AĞLARI VE LOJİSTİK REGRESYON ANALİZİ İLE GİRİŞİMCİLİK PERFORMANSININ TAHMİNLENMESİNE YÖNELİK BİR MODEL GELİŞTİRİLMESİ: KARŞILAŞTIRMALI BİR ANALİZ

Enver Çakın
KOSGEB İzmir Kuzey Müdürlüğü

Aslı Özdemir
Dokuz Eylül Üniversitesi/İşletme Bölümü

ÖZET

Bu çalışmada Yapay Sinir Ağları (YSA) ve Lojistik Regresyon Analizi (LRA) yöntemleri kullanılarak yeni kurulacak bir işletmenin gelecekte başarılı olup olamayacağını tahminleyen bir model geliştirilmiştir. Bunun yanında YSA ve LRA karşılaştırmalı olarak analiz edilmiş, sınıflandırma performansları karşılaştırılmış ve iki yöntem de kullanılarak girişimcilik performansını etkileyen faktörler belirlenmiştir. Analiz sonucunda YSA sınıflandırma performansının % 97,5, LRA'nın açıklama gücünün ise % 85 olduğu görülmüş ve YSA'nın LRA'ya göre daha iyi performans gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca YSA'nın en önemli dezavantajı olarak görülen, kara kutu şeklinde eleştiri getirilen, YSA'nın tahminlemede hangi değişkenleri dikkate aldığı ve bu değişkenlerin önem derecesinin belirlenememesi sorunu 'Perturb' yöntemi kullanılarak aşılmaya çalışılmış ve değişkenlerin önem dereceleri belirlenmiştir. Her iki yönteme göre de net kar/toplam finansman ihtiyacı ve satış geliri/toplam finansman ihtiyacı değişkenlerinin girişimcilik performansını etkileyen en önemli faktörler olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Girişimcilik Yönetimi, Lojistik Regresyon Analizi, Yapay Sinir Ağları

ABSTRACT

In this study, a predictive model is developed to predict whether a newly founded business will be successful or not in the future by using Artificial Neural Network (ANN) and Logistic Regression Analysis (LRA). Besides, ANN and LRA are analyzed comparatively, classification performance is investigated and by using these two methods, the factors affecting the entrepreneurial performance are determined. The analysis concluded that the classification performance of ANN is 97,5% while the explanatory power of the LRA is 85% and ANN shows better performance than LRA. Also, the problem that seen as the most important disadvantage of ANN, brought criticism in the form of "black box", which variables taken into account by ANN and its inability to determine the significance of these variables, is solved by "Perturb" method and the importance of all variables are determined. According to the both methods, it can be concluded that net profit/total financing needs and revenues/total financing needs are the most important factors affecting the entrepreneurial performance.

Keywords: Entrepreneurial Management, Logistic Regression Analysis, Artificial Neural Network

1. GİRİŞ

Küreselleşme ile birlikte rekabet avantajı elde etmek ve sürdürülebilir bir ekonomik kalkınma gerçekleştirmek isteyen her ülkenin en önemli odaklandığı konulardan biri girişimciliktir. Çünkü girişimcilik istihdam, ekonomik büyüme, toplumsal gelişim ve refah, inovasyon gibi birçok konuda önemli iyileştirmeler sağlamaktadır. Girişimciliğin ülke ekonomisine katkı sağlaması açısından başarılı işletmelerin kurulması gerekmektedir. Bunun için de bir işletmenin kurulmadan önce gelecekte başarılı olma olasılığının tahminlenmesi konusu ön plana çıkmaktadır. Çünkü gelecekte başarılı olma olasılığı düşük bir işletmenin kurulması kaynakların verimsiz kullanılmasına sebep olacaktır.

Literatürde yeni kurulan bir işletmenin başarılı olup olmayacağını tahminleyen, işletmelerin performansını ölçen ve işletmelerin başarısını etkileyen faktörleri inceleyen çeşitli çalışmalar mevcuttur. Indarti ve Langenberg (2004), yaptıkları çalışmada KOBİ'lerin başarısını etkileyen faktörleri incelemişler ve çalışmaları sonucunda pazarlama yeteneğinin ve sosyal ağ ilişkilerinin başarıyı pozitif yönde etkilediğini, yasal düzenlemelerin ise başarıyı negatif yönde etkilediğini vurgulamışlardır. Nimoh vd. (2011), girişimcilik performansını etkileyen faktörleri incelemişler ve yaptıkları regresyon analizi sonucuna göre sabit ve değişken maliyetler ile başlangıç sermayesinin girişimcilik performansını en çok etkileyen faktörler olduğunu belirtmişlerdir. Fernandez vd. (2013), 9 nitel ve 5 nicel kriter kullanarak Yapay Sinir Ağları yaklaşımı ile yeni kurulan firmaların başarılı ya da başarısız olabileceğini tahminleyen bir model geliştirmişlerdir. Marom ve Lussier (2014), 101 başarısız ve 104 başarılı işletme olmak üzere 205 küçük işletme üzerinde başarıyı etkileyen faktörleri Lojistik Regresyon Analizi ile belirlemişlerdir. Analiz sonucunda en önemli faktörün planlama kabiliyeti olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Sebikari (2014), yaptığı çalışmada 2000 girişimci ile görüşerek girişimcilik performansını etkileyen faktörleri belirlemiştir. Korelasyon analizi sonuçları, sermaye ve bilgi ile girişimcilik performansı arasında güçlü bir ilişki olduğunu göstermiştir. Umoren ve Udofot (2014), yaptıkları çalışmada gelişmekte olan ekonomilerde girişimcilik başarı göstergelerini belirlemişlerdir. Çalışan birlikteliği, girişimsel motivasyon ve strateji uygulamanın önemli başarı göstergeleri olduğunu vurgulamışlardır. Baluku vd. (2016), başlangıç sermayesi ve girişimcilik başarısı arasındaki ilişkiyi incelemişler ve başlangıç sermayesinin girişimcilik başarısını pozitif yönde etkilediğini belirtmişlerdir.

Ülkemizde girişimcilik konusunda öncü kurumların başında KOSGEB gelmektedir. KOSGEB'in en önemli görevlerinden biri ülkemizdeki girişimcilik kültürünü yaygınlaştırmak, güçlü bir girişimcilik ekosistemi oluşturmak, girişimciliğin geliştirilmesini ve desteklenmesini sağlamaktır. Tabii ki, girişimcileri desteklerken başarılı ve sürdürülebilir girişimlerin desteklenmesi hem kamu kaynaklarının etkin kullanılabilmesi hem de girişimcinin özsermayesi ve kaynaklarını kaybetmemesi açısından önemli bir konudur.

Bu çalışmada Yapay Sinir Ağları (YSA) ve Lojistik Regresyon Analizi yöntemleri kullanılarak yeni kurulacak bir işletmenin gelecekte başarılı olup olamayacağını tahminleyen bir model geliştirilmiştir. Ayrıca her iki yönteme göre de girişimcilik performansını etkileyen faktörler belirlenmiştir. Bu amaç doğrultusunda öncelikle YSA ve Perturb yöntemi ile Lojistik Regresyon Analizi yöntemlerinin teorik çerçevesi anlatılmış ve daha sonra da girişimcilik performansının tahminlenmesine ve performansı etkileyen faktörlerin belirlenmesine yönelik uygulama bölümüne yer verilmiştir.

2. YAPAY SİNİR AĞLARI VE PERTURB YÖNTEMİ

Yapay Sinir Ağları (YSA), biyolojik sinir sisteminden esinlenerek geliştirilmiş bir bilgi işleme paradigmasıdır. Karmaşık ve belirsiz verilerden anlamlı sonuçlar çıkarma gibi önemli bir yeteneğe sahiptir (Zakaria vd., 2014). YSA, insan beyninin özelliklerinden olan öğrenme yolu ile yeni bilgiler türetebilme, yeni bilgiler oluşturabilme ve keşfedebilme gibi yetenekleri herhangi bir yardım almadan otomatik olarak gerçekleştirmek amacı ile geliştirilen bilgisayar sistemleridir (Öztemel, 2012). YSA, doğrusal olmayan problemlere etkin çözüm getirme, örneklere dayalı çıkarım, paralel işleme yeteneği, öğrenme ve öğrendikleri bilgiler sayesinde geleceğe yönelik tahminlerde bulunma yeteneği gibi birçok güçlü özelliği olmasına rağmen en önemli dezavantajlarından biri ağın davranışının açıklanamamasıdır. Yani, ağ içinde işleyişin nasıl olduğu tam olarak bilinememektedir. YSA herhangi bir sonuç ortaya çıkardığında sonuçları nasıl ürettiği, hangi girdileri ne derecede dikkate aldığı, hangi girdileri önemsemediği gibi konulara açıklık getirmek zordur. Ancak gerçek hayattaki hemen hemen tüm problemlerde özellikle de sosyal bilimler alanında girdilerin çıktılar üzerindeki öneminin belirlenmesi büyük önem arzetmektedir. Bu dezavantajı gidermek için çeşitli yöntemler önerilmiştir. Bu yöntemler Sinir Yorumlama Şeması, Garson Algoritması, İlişkili Ağırlıklar Yöntemi, Kısmi Türevler Yöntemi, Perturb, Profile ve Stepwise yöntemidir. Bu yöntemler arasında hata kareleri ortalamasındaki değişimi dikkate alan yöntem perturb yöntemidir. Amaç, diğer değişkenler sabit tutulurken incelenen değişken miktarındaki değişimin ağın hata kareleri ortalaması değeri üzerindeki etkisini incelemektir. Genellikle

girdi değişkeninin miktarı %10'u ile %50'si kadar arttırılabilir. Her bir girdi değişimin hata kareleri ortalaması üzerindeki etkisi girdinin göreceli önemini göstermektedir (Scardi ve Harding, 1999; Gevrey vd., 2003; Olden vd., 2004).

3. LOJİSTİK REGRESYON ANALİZİ

Bağımlı ve bağımsız değişken ayrımının yapıldığı çok değişkenli bir modelde, bağımlı değişken nominal ölçekli bir değişken olduğunda En Küçük Kareler (EKK) tekniğiyle elde edilen tahminler yetersiz kalmaktadır. Çünkü, EKK tekniği bağımlı değişkenin normal dağılıma uyduğunu varsaymaktadır. Bağımlı değişken nominal ölçekli olduğunda ise, bu varsayım sağlanamamaktadır. Bağımlı bir modelde, bağımlı değişken nominal ise, EKK tekniğine alternatif olarak kullanılabilen teknikler arasında lojistik regresyon modelleri yer almaktadır (Albayrak, 2010). Bir değişkenin bağımsız değişkenlere bağlı olarak hangi değeri alacağını tahminlemede doğrusal regresyon analizi kullanılırken, iki sonuçlu bir değişkenin bağımsız değişkenlere bağlı olarak hangi değeri alacağına ilişkin olasılığın tahminlenmesinde lojistik regresyon analizi kullanılmaktadır. Bağımlı değişkenin iki değerinden istenilen sonucun olasılığı *p* ise, istenilmeyen sonucun olasılığı *1-p* olarak belirlenmektedir. x_i değişkeninin değerine bağlı olarak logaritmik model (log-odds) aşağıdaki gibi olmaktadır (Özdemir, 2010):

$$\ln\left(\frac{p_i}{1-p_i}\right) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \ldots + \beta_i x_i \qquad (1)$$

β_i: Lojistik regresyon modelinin katsayılarıdır ve x_i değişkenindeki bir birimlik değişmenin, bağımlı değişkenin olma ihtimalinin olmama ihtimaline oranının logaritmik değerinde meydana getirdiği değişmedir. Lojistik regresyon olabilirlik, odds veya log-odds ile tahminleme yapar. Odds bir ölçümde istenilen durumun gerçekleşme sayısının, gerçekleşmeme sayısına oranıdır. Olasılık ise, olayın gerçekleşme ihtimalidir. Olasılık 0 ile 1 arasında değişirken, odds değeri 0 ile ∞ arasında değişmektedir. Olasılık ile odds arasındaki ilişki aşağıdaki gibi gösterilmektedir:

$$\text{Olasılık } (p) = \frac{odds}{1+odds} \qquad (2)$$

(1) ve (2) numaralı formüller birlikte değerlendirildiğinde doğrudan olasılık değeri ise aşağıdaki formül yardımıyla bulunabilmektedir:

$$p = \frac{e^{(\beta_0+\beta_1 x_1+\beta_2 x_2+\ldots+\beta_i x_i)}}{1+e^{(\beta_0+\beta_1 x_1+\beta_2 x_2+\ldots+\beta_i x_i)}} = \frac{1}{1+e^{-(\beta_0+\beta_1 x_1+\beta_2 x_2+\ldots+\beta_i x_i)}} \qquad (3)$$

Hesaplamalar sonucunda bulunan *p* değeri 0,5'den büyük ise 1, 0,5'den küçük ise 0 olarak örnekler sınıflandırılmaktadır.

4. UYGULAMA

4.1. Araştırmanın Amacı ve Yöntemi

Yapılan bu çalışma ile, YSA ve LRA yaklaşımları kullanılarak girişimcilerin başarı düzeylerini tahminleyen bir model geliştirilmesi amaçlanmıştır. YSA ve LRA karşılaştırmalı olarak incelenmiş ve hangi yöntemin performansının daha iyi olduğu sorusuna cevap aranmıştır. Ayrıca YSA'nın en önemli dezavantajlarından biri olan girdilerin önem derecesinin belirlenememesi sorunu çözülmeye çalışılmış ve her iki yönteme göre de girişimcilik performansını etkileyen faktörler analiz edilmiştir. Bu amaç doğrultusunda öncelikle girişimcilik performansını önemli derecede etkileyebilecek değişkenler belirlenmiştir. Söz konusu değişkenler Tablo 1'de yer almaktadır. Söz konusu değişkenlere ilişkin veriler daha önce destek başvurusunda bulunan 80 girişimcinin iş planlarında yer alan bilgilerden elde edilmiştir. Yaş, iş deneyimi, personel sayısı değişkenleri doğrudan, diğer değişkenler ise analizlerin tutarlı olması açısından oran olarak kullanılmıştır.

Tablo 1: Analizlerde Kullanılan Değişkenler

Bağımsız Değişkenler		Bağımlı Değişken
• Yaş (Y) • İş Deneyimi (İD) • Personel Sayısı (PS) • Net Kar/Başlangıç Yatırımı (NK/BY) • Başabaş Noktasına Ulaşma Süresi (BBN US)	• Özkaynak/Toplam Finansman İhtiyacı (ÖK/TFİ) • Net Kar/Satış Geliri (NK/SG) • Satış Geliri/Toplam Finansman İhtiyacı (SG/TFİ) • Net Kar/Toplam Finansman İhtiyacı (NK/TFİ) • Net Kar/Özkaynak (NK/ÖK)	• İşletmenin iki yıl içinde açık ya da kapalı olması (1 veya 0)

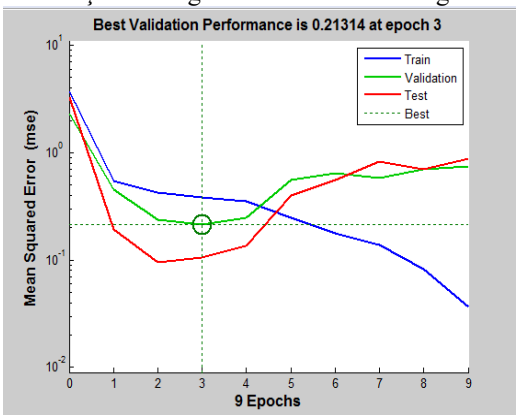
4.2. Yapay Sinir Ağları Analiz Sonuçları

YSA modeli olarak, birçok çalışmada kullanılmış ve kendisini kanıtlamış model olan çok katmanlı ileri beslemeli geri yayılım ağı kullanılmıştır. YSA analizlerini yapmak amacıyla Matlab R2014a programından faydalanılmıştır. Analizlere başlamadan önce ham veriler arasındaki tutarsızlığı gidermek, eğitim sürecini hızlandırmak ve eğitim performansını arttırmak için tüm veriler [-1,1] aralığına indirgenerek normalize edilmiştir. Bağımsız değişken sayısı 10 tane olduğundan girdi nöron sayısı 10, bağımlı değişken de 1 tane olduğundan çıktı nöron sayısı 1 olarak belirlenmiştir. Çok katmanlı ağ tasarımında önemli noktalardan biri ara katman sayısı, her katmandaki nöron sayısı, öğrenme ve momentum katsayılarının belirlenmesidir. Bunun için standart bir yöntem yoktur. Bu sayılar uygulamalarda genellikle deneme-yanılma ile belirlenebilmektedir. 1 ve 2 katman sayısı, 5-10-15-20-25-30 nöron sayıları belirlenerek çeşitli denemeler yapılmış ve hata kareleri ortalaması dikkate alınarak en iyi sonucu veren ağ yapısı saptanmıştır. Eğitim algoritması olarak da hızlı yakınsaması ve güçlü yapısı nedeniyle etkili doğrusal olmayan optimizasyon yöntemlerinden biri olan Levenberg-Marquardt algoritması kullanılmıştır. Tüm denemeler sonucunda en küçük hata kareleri ortalaması değerini veren, en iyi performans gösteren ağ yapısı Tablo 2'de gösterilmektedir. Verilerin %70'i eğitim seti, %15'i doğrulama seti ve %15'i de test seti olmak üzere ayrılmış ve eğitime başlanmıştır. Şekil 1'de yer alan grafikte ağın eğitimine ilişkin performans grafiği görülmektedir. Bu grafiğe göre eğitim setinin hata kareleri ortalaması 0,3846; doğrulama setinin hata kareleri ortalaması 0,2131 ve test setinin hata kareleri ortalaması 0,1046'dır.

Tablo 2: Ağ Yapısı ve Parametreleri

Ağ Mimarisi	Çok Katmanlı İleri Beslemeli Geri Yayılımlı Ağ
Eğitim Tipi	Danışmanlı Öğrenme
Eğitim Algoritması	Levenberg-Marquardt
Performans Fonksiyonu	Hata Kareleri Ortalaması
Girdi Nöron Sayısı	10
Gizli Katman Sayısı	1
Gizli Katmandaki Nöron Sayısı	20
Çıktı Nöron Sayısı	1
Aktivasyon Fonksiyonu	Hiperbolik Tanjant
Momentum Katsayısı	0,8
Öğrenme Katsayısı	0,01

Şekil 1: Eğitim Performans Grafiği



Tahmini değerler ile gerçek değerler arasında korelasyon analizleri de yapılmış olup, eğitim verilerinin korelasyon katsayısı 0,86, doğrulama setinin korelasyon katsayısı 0,89, eğitim setinin korelasyon katsayısı 0,97 ve tüm verilerin korelasyon katsayısı 0,88 olarak bulunmuştur. Bu değerler de, değişkenler arasında güçlü bir ilişkinin olduğunu göstermektedir. Tablo 3'de ise YSA tarafından yapılan sınıflandırma sonuçlarına yer verilmektedir.

Tablo 3: YSA Sınıflandırma Sonuçları

	Gerçek Değerler	Tahmini Değerler		Toplam	Doğruluk Yüzdesi
		1	0		
Eğitim Seti	1	43	2	45	% 95,5
	0	0	11	11	% 100
	Toplam	43	13	56	% 96,4
Doğrulama Seti	1	11	0	11	% 100
	0	0	1	1	% 100
	Toplam	11	1	12	% 100
Test Seti	1	10	0	10	% 100
	0	0	2	2	% 100
	Toplam	10	2	12	% 100
Genel Doğruluk Yüzdesi					% 97,5

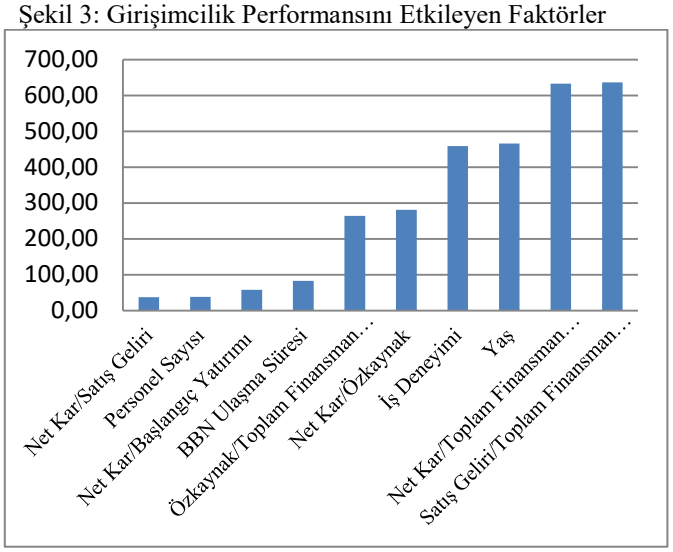
YSA modelinin tahmini bir değer ürettiğinde hangi değişkenleri dikkate alıp hangi değişkenleri dikkate almadığını belirlemek ve değişkenlerin önem derecelerini tespit etmek amacıyla "perturb" yöntemi uygulanmıştır. Diğer değişkenler sabit tutulmak şartıyla her bir değişken % 20 oranında değiştirilerek hata kareleri ortalamasındaki değişimler incelenmiştir. Hata kareleri ortalamasında en fazla değişim oluşturan değişken en önemli değişken olarak belirlenmektedir. Tablo 4 ve Şekil 3 incelendiğinde, girişimcilik performansını en fazla etkileyen değişkenlerin satış geliri/toplam finansman ihtiyacı, net

kar/toplam finansman ihtiyacı, yaş ve iş deneyimi; en az etkileyen değişkenlerin ise net kar/satış geliri, personel sayısı ve net kar/başlangıç yatırımı olduğu görülmektedir.

Tablo 4: Değişkenlerin Önem Derecesi

Değişkenler	HKO Değişim (%)	Normalize (%)
NK/SG	37,62	0,01
PS	38,08	0,01
NK/BY	57,91	0,02
BBN US	83,21	0,03
ÖK/TFİ	264,06	0,09
NK/Ö	280,82	0,09
İD	458,85	0,16
Y	466,13	0,16
NK/TFİ	632,91	0,21
SG/TFİ	636,63	0,22

Şekil 3: Girişimcilik Performansını Etkileyen Faktörler



4.3. Lojistik Regresyon Analizi Sonuçları

Lojistik regresyon analizi SPSS 20 yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Tablo 5'e bakıldığında modelin genel olarak anlamlı olduğu, Hosmer-Lemeshow testine göre de modelin uyum iyiliğinin anlamlı olduğu görülmektedir. Yani, teorik model verileri iyi temsil etmektedir. Ayrıca Tablo 7 incelendiğinde, Cox&Snell istatistiğine göre bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkeni açıklama gücü %26,7 iken, Nagelkerke istatistiğine göre %44,1'dir.

Tablo 5: Omnibus Testi

		Ki-Kare	df	Sig.
Adım 1	Adım	24,82	10	0,006
	Blok	24,82	10	0,006
	Model	24,82	10	0,006

Tablo 6: Hosmer-Lemeshow Testi

Adım	Ki-Kare	df	Sig.
1	8,14	8	0,42

Tablo 7: Model Özeti

Adım	-2 Log likelihood	Cox&Snell R^2	Nagelkerke R^2
1	49,376	0,267	0,441

Tablo 8'de lojistik regresyon analizinin sınıflandırma performansı yer almaktadır. Tüm değişkenler analize dahil edilmiş olup, Tablo 9'da sadece lojistik regresyon modelinde anlamlı olan değişkenler yani girişimcilik performansını etkileyen değişkenlere yer verilmiştir.

Tablo 8: LRA Sınıflandırma Performansı

Gerçek Değerler	Tahmini Değerler		Toplam	Doğruluk Yüzdesi
	1	0		
1	63	3	66	% 95,5
0	9	5	14	% 35,7
Toplam	72	8	80	**% 85**

Tablo 9: Girişimcilik Performansını Etkileyen Faktörler

Bağımsız Değişkenler	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Satış Gelirleri/Toplam Finansman İhtiyacı	-0,699	0,259	7,287	1	0,007	0,497
Net Kar/Toplam Finansman İhtiyacı	3,304	1,257	6,915	1	0,009	27,228

$$\ln\left(\frac{p}{1-p}\right) = 3{,}304(NK/TF\dot{I}) - 0{,}699(SG/TF\dot{I}) = \left(\frac{p}{1-p}\right) = e^{3{,}304(NK/TF\dot{I}) - 0{,}699(SG/TF\dot{I})}$$

Tablo 9 incelendiğinde net kar/toplam finansman ihtiyacı değişkeninin girişimcilik performansını pozitif olarak en fazla etkileyen değişken olduğu görülmektedir. Bu değişkenin değerinin bir birim artması bir işletmenin açık olma olasılığını yani başarı olasılığını 27 kat arttırmaktadır. Diğer anlamlı olan satış

gelirleri/toplam finansman ihtiyacı değişkeninin de girişimcilik performansını olumsuz yönde etkilediği anlaşılmaktadır. Bu tabloya göre lojistik regresyon modeli yukarıdaki gibi yazılmaktadır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada YSA ve Lojistik Regresyon Analizi yaklaşımları kullanılarak girişimcilik performansını tahminleyen bir model geliştirilmesi, iki yöntemin performansının karşılaştırılması ve her iki yöntem kullanılarak girişimcilik başarısını etkileyen faktörlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Analizler sonucunda, YSA'nın, Lojistik Regresyon Analizi'ne göre performansının daha yüksek olduğu bulunmuştur. Ayrıca her iki yönteme göre de girişimcilik performansını etkileyen değişkenler belirlenmiştir. YSA sonuçlarına göre satış geliri/toplam finansman ihtiyacı, net kar/toplam finansman ihtiyacı, yaş ve deneyim değişkenlerinin en fazla etkileyen; net kar/satış geliri, personel sayısı ve net kar/başlangıç yatırımı değişkenlerinin de en az etkileyen değişkenler olduğu bulunmuştur. Lojistik regresyon analizi sonuçlarına göre net kar/toplam finansman ihtiyacı ve satış geliri/toplam finansman ihtiyacı değişkenlerinin en önemli değişkenler olduğu belirlenmiştir. Her iki yönteme göre de öne çıkan değişkenler net kar/toplam finansman ihtiyacı ve satış geliri/toplam finansman ihtiyacı değişkenleridir. Bu sonuçlara göre, girişimcilerin herhangi bir iş fikrini değerlendirirken toplam finansman ihtiyacının düşük ve karlılık oranının yüksek olduğu iş fikirlerine yönelmesi başarıları açısından çok önemli olduğu görülmektedir. Satış geliri/toplam finansman ihtiyacı değişkeninin de başarıyı olumsuz yönde etkilediği tespit edilmiştir. Diğer bir ifadeyle, çok fazla satış geliri elde etmek yerine, önemli olan karlılık yaratacak satışların yapılmasıdır. İşletmelerin büyümesindeki ve gelişmesindeki en önemli faktörün karlılık olduğu düşünüldüğünde bulunan sonuçların tutarlı olduğu görülmektedir. Girişimciler iş planlarını hazırlarken pazar araştırmasını etkin şekilde yaparak pazar profilini doğru belirlemeli ve pazarlama planlamasına gerekli özeni göstermelidirler. Ayrıca karlılık oluşturacak satışlar yapabilmeleri için de satış yapabilmek için katlanacakları pazarlama, satış ve dağıtım maliyetlerini doğru bir şekilde yönetmeli ve bu maliyetleri azaltacak uygun teknikler kullanmalıdırlar.

KAYNAKÇA

Albayrak, A.S. (2010). Lojistik Regresyon Analizi. SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri (ss.273-297). Editör: Şeref Kalaycı. Asil Yayın Dağıtım. 5. Baskı.

Baluku, M.M., Kikooma, J.F. ve Kibanja, G.M. (2016). Does Personality of Owners of Micro Enterprises Matter for the Relationship Between Startup Capital and Entrepreneurial Success?. African Journal of Business Management. 10(1): 13-23

Fernandez, F.G., Los Santos, I.S., Martinez, J.L., Izquierdo, S.I. ve Redondo, F.L. (2013). Use of Artificial Neural Networks to Predict The Business Success or Failure of Start-Up Firms. INTECH. http://dx.doi.org/10.5772/51381

Gevrey, M., Dimopoulos, I. ve Lek, S. (2003). Review and Comparison of Methods to Study The Contribution of Variables in Artificial Neural Network Models. Ecological Modelling. 160(3): 249-264

Indarti, N. ve Langenberg, M. (2004). Factors Affecting Business Success Among SMEs: Empirical Evidences From Indonesia. Proceedings of the Second Bi-Annual European Summer University (19) 20 & 21 September 2004. University of Twente, Enschede. The Netherlands.

Marom, S. ve Lussier, R.N. (2014). A Business Success Versus Failure Prediction Model For Small Businesses in Israel. Business and Economic Research. 4(2): 63-81

Nimoh, F., Tham-Agyekum, E.K.ve Aduamah, E.O. (2011). Factors Influencing the Performance of Entrepreneurs in the Kumasi Metropolis of Ghana. International Journal of Pure and Applied Sciences and Technology. 3(2): 128-140

Olden, J.D., Joy, M.K. ve Death, R.G. (2004). An Accurate Comparison of Methods for Quantifying Variable Importance in Artificial Neural Networks Using Simulated Data. Ecological Modelling. 178(3-4): 389-397

Özdemir, A. (2010). Yönetim Biliminde İleri Araştırma Yöntemleri ve Uygulamalar. İstanbul: Beta Basım Yayın Dağıtım.

Öztemel, E. (2012). Yapay Sinir Ağları. İstanbul: Papatya Yayıncılık

Scardi, M. ve Harding, L.W. (1999). Developing an Empirical Model of Phytoplankton Primary Production: A Neural Network Case Study. Ecological Modelling. 120(2-3): 213-223

Sebikari, K.V. (2014). Entrepreneurial Performance and Small Business Enterprises in Uganda. International Journal of Small Business and Entrepreneurship Research. 2(4): 1-12

Umoren, N.J. ve Udofot, P.O. (2014). Exploring The Measurement of Entrepreneurial Success Indicators in A Developing Economy. International Journal of Development and Sustainability. 3(10): 1988-1998

Zakaria, M., Al-Shebany, M. ve Sarhan, S. (2014). Artificial Neural Network: A Brief Overview. International Journal of Engineering Research and Applications. 4(2): 7-12

SWARA – COPELAND YÖNTEMİ İLE KRİTER AĞIRLIKLARININ BELİRLENMESİ: BİR ÜRETİM İŞLETMESİNDE UYGULAMA

Engin Çakır
Adnan Menderes Üniversitesi

ÖZET

SWARA yönteminde tek bir karar vericinin olduğu durumlar için kriter ağırlıklarının belirlenmesi işlemi, çok sayıda karar vericinin olduğu durumlardan daha kolay yapılabilmektedir. Çok sayıda karar vericinin olduğu ve SWARA yöntemi ile kriter ağırlıklarının belirlendiği çalışmalar ile ilgili literatür incelendiğinde; her bir karar vericinin bireysel olarak yaptığı bu sıralamaların SWARA yöntemi ile yapılan hesaplamalarının ardından ortalaması alınarak, kriterlerin nihai ağırlıklarının bulunduğu gözlenmiştir. Ancak, SWARA yönteminde grup kararı alınırken, karar vericilerin kriterler için belirledikleri sıralamalar birbirinden çok farklı olabilmektedir. Bu durum, kriter ağırlıklarının da karar vericiler düzeyinde birbirinden çok farklı olmasına neden olabilmektedir. Geliştirilen yöntem, grup kararının alındığı çalışmalar için önerilmiş ve SWARA – Copeland yöntemi olarak adlandırılmıştır. Yöntem, Aydın Nazilli'de dişli imalatı yapan ve CNC makinesi almayı planlayan şirkette uygulanmıştır. Çalışmada, grup kararlarını içeren kriter ağırlıklandırılmasında öncelikle klasik SWARA yöntemi, daha sonra geliştirilen SWARA – Copeland yöntemi adımları takip edilmiş ve her iki yöntemden elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Copeland Yöntemi, Kriter Ağırlıklandırma, SWARA Yöntemi, SWARA-Copeland Yöntemi

DETERMINING THE WEIGHTS OF CRITERIA WITH SWARA - COPELAND METHOD: A CASE STUDY ON A MANUFACTURING COMPANY

ABSTRACT

Determination process of criteria weights for conditions with one decision maker in SWARA method weights can be performed more easily than conditions with numerous decision makers. When literature regarding studies including multiple decision makers and in which criteria weights are determined by using SWARA method was examined, it was observed that final weights of criteria were determined by averaging these ordering performed by each decision maker individually after calculations made by using SWARA method. However, ordering determined by decision makers for the criteria can be very different from one another when making a group decision in SWARA method. This situation may lead criteria weights to be very different from one another at the level of decision makers. Developed method was suggested for studies in which group decision is made and named as SWARA – Copeland method. The method was applied in a company manufacturing gears and planning to purchase CNC machine in Nazilli, Aydın. In the study, classical SWARA method was firstly followed for weighing criteria

including group decisions, then steps of developed SWARA – Copeland method were followed, and the results obtained from both methods were compared.
Keywords: Copeland Method, Criteria Weighting, SWARA Method, SWARA-Copeland Method

1. GİRİŞ

Kriter ağırlıklarının belirlenmesinde kullanılan çok sayıda çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemi bulunmaktadır. Bu yöntemlerin genel özelliği, bir karar verici ile kriter ağırlıklarının belirlenmesi ya da grup kararı ile ağırlıkların belirlenmesi şeklindedir. ÇKKV yöntemleri içerisinde yeni bir yöntem olarak karşımızı çıkan SWARA (Step-Wise Weight Assessment Ratio Analysis - Adım Adım Ağırlık Değerlendirme Oran Analizi) yönteminde, tek bir karar vericinin olduğu durumlar için kriter ağırlıklarının belirlenmesi işlemi, çok sayıda karar vericinin olduğu durumlardan daha kolay görünmektedir. Çok sayıda karar vericinin olduğu ve SWARA yöntemi ile kriter ağırlıklarının belirlendiği çalışmalar ile ilgili literatür incelendiğinde; öncelikle karar vericilerin kriterleri sıralarken en önemliden başladıkları, daha sonra her bir karar vericinin bireysel olarak yaptığı bu sıralamaların SWARA yöntemi ile yapılan hesaplamalar sonucunda her bir kriter için karar verici tarafından belirlenen ağırlıklarına ulaşıldığı, son olarak karar vericiler tarafından belirlenen ağırlıklarının ortalaması alınarak, kriterlerin nihai ağırlıkların bulunduğu gözlenmiştir.

SWARA yönteminde grup kararı alınırken, karar vericilerin kriterler için belirledikleri sıralamalar birbirinden çok farklı olabilmektedir. Bu durum, kriter ağırlıklarının da karar vericiler düzeyinde birbirinden farklılık göstermesine neden olabilmektedir. Geliştirilen yöntem, grup kararının alındığı çalışmalar için önerilmiş ve SWARA – Copeland yöntemi olarak adlandırılmıştır. Yöntemde, öncelikle her bir karar verici, kriterleri en önemlisi ilk sırada olacak şekilde sıralama yapmaktadır. Her bir karar vericiden elde edilen bu sıralamalar, Copeland sıralama yöntemi ile tek bir sıralama olacak şekilde bütünleştirilir. Daha sonra, elde edilen bu sıralamalar ile ilgili tekrar karar vericilere başvurularak, nihai sıralamalar için karşılaştırmalı önem düzeylerini belirlemeleri istenir. Her bir kriterin karar vericiler bazındaki karşılaştırmalı önem düzeyleri, SWARA yöntemindeki formüller ile ayrı ayrı hesaplamaya dahil edilir ve böylece her bir karar vericiye ait kriter ağırlıkları ortaya konulur. Son olarak, karar vericiler tarafından belirlenen her bir kriterin ağırlıklarının ortalaması alınarak, nihai kriter ağırlıkları belirlenir.

Çalışmada amaç, grup kararı ile kriter ağırlıklarının belirlenmesi işleminin geliştirilen SWARA – Copeland yöntemi ile yapılmasıdır. Bu amaç doğrultusunda, öncelikli olarak SWARA yönteminin ilk adımı olan kriter sıralamalarının karar vericiler tarafından bireysel olarak yapılması sağlanmış, daha sonra Copeland sıralama yöntemi ile tek bir sıralama olacak şekilde bu sıralamalar birleştirilmiştir. Elde edilen yeni sıralama için SWARA yönteminin ikinci adımından itibaren karar vericilerden değerlendirme yapmaları istenmiş ve elde edilen sonuçların ortalaması alınmıştır. Yöntem, SWARA-Copeland yöntemi olarak adlandırılmıştır. Çalışmanın ilk kez uygulanması nedeniyle, literatüre katkı sağlayıcı nitelikte olduğu düşünülmektedir.

Uygulama çalışması, Aydın Nazilli'de dişli imalatı yapan bir şirkette yapılmıştır. CNC (Computer Numerical Control) makinesi almayı planlayan şirket, CNC için seçim kriterlerini belirlemiştir. Çalışmada, öncelikle SWARA yöntemi, daha sonra geliştirilen SWARA – Copeland yöntemi adımları takip edilerek alınan grup kararı neticesinde kriter ağırlıkları belirlenmiştir. Son olarak, geliştirilen yöntem ile klasik SWARA yöntemi ile elde edilen kriter ağırlıkları arasındaki farklılıklar incelenmiştir. Bu çalışmadaki amaç, kriter ağırlıklarının geliştirilen SWARA – Copeland yöntemi ile belirlenmesi olduğundan, alternatif CNC makinelerinim değerlendirme işlemi yapılmamıştır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Çalışmanın bu bölümünde öncelikle SWARA yöntemi, daha sonra Copeland yöntemi ve en sonunda bu iki yöntemin karması olan SWARA – Copeland yöntemi konusunda bilgiler aktarılmıştır.

2.1. SWARA Yöntemi

Kriter ağırlıklandırma yöntemleri arasında yer alan ve son zamanlarda sıklıkla kullanılmaya başlanan SWARA'nın açılımı "Step-Wise Weight Assessment Ratio Analysis" dır ve Türkçe'de "Adım Adım Ağırlık Değerlendirme Oran Analizi" olarak kullanılabilir. SWARA yöntemi ilk olarak Keršuliene, Zavadskas ve Turskis (2010) tarafından ortaya konulmuştur. SWARA yöntemi ile ilgili literatür incelendiğinde Tablo 1'de gösterilen bir çok problemin çözümünde kullanıldığı bilgisi ile karşılaşılmıştır. SWARA adımları ise aşağıdaki gibidir:

Adım 1: Kriterler en önemliden başlamak üzere sıralanır.

Adım 2: İkinci kriterden başlayarak, her bir kriter için göreli önem düzeyleri belirlenir. Bunun için, j kriteri ile bir önceki kriter (j-1) karşılaştırılır. Kerseliene vd. (2010), bu orana "ortalama değerin karşılaştırmalı önemi" olarak adlandırmışlar ve s_j simgesi ile göstermişlerdir.

Adım 3: Katsayı (k_j) aşağıda yer alan eşitlik 1 ile belirlenir.
Adım 4: Önem vektörü w_j, eşitlik 2 ile hesaplanır.
Adım 5: Kriterlere ait ağırlıkların (q_j) hesaplama işlemi ise, aşağıdaki eşitlikle (eşitlik 3) sağlanır.

$$k_j = \begin{cases} 1 & j=1 \\ s_j + 1 & j>1 \end{cases} \quad (1) \qquad w_j = \begin{cases} 1 & j=1 \\ \dfrac{x_{j-1}}{k_j} & j>1 \end{cases} \quad (2) \qquad q_j = \frac{w_j}{\sum_{k=1}^{n} w_k} \quad (3)$$

Tablo 2. SWARA Literatür Taraması

Keršuliene ve diğerleri, 2010	**Uyuşmazlık çözümü**
Keršulienė ve Turskis, 2011	Mimar seçimi
Zolfani, Esfahani, Bitarafan, Zavadskas ve Arefi, 2013	Mekanik havalandırma alternatifinin seçimi
Alimardani, Zolfani, Aghdaie ve Tamošaitienė, 2013	Tedarikçi seçimi
Zolfani, Zavadskas ve Turskis, 2013	Ürün dizaynı
Aghdaie, Zolfani ve Zavadskas, 2013	Makine parçası seçimi
Zolfani ve Saparauskas, 2013	Enerjide sürdürülebilirlik göstergelerinin önceliklendirilmesi
Zolfani ve Banihashemi, 2014	Personel seçimi
Zolfani ve Bahrami, 2014	SWARA-COPRAS yaklaşımı ile yatırım önceliklendirme
Vafaeipour, Zolfani, Varzandeh, Derakhti ve Keshavarz, 2014	Güneş enerji santrallerinin kurulacağı bölgenin seçimi
Aghdaie, Zolfani ve Zavadskas, 2014a	Tedarikçi kümeleme ve sıralama
Aghdaie, Zolfani ve Zavadskas, 2014b	Satış şubesi seçimi
Dehnavi, Aghdam, Pradhan ve Morshed Varzandeh, 2015	Bölgesel heyelan tehlikesinin değerlendirilmesi
Karabasevic, Stanujkic, Urosevic ve Maksimovic, 2015	İşe alınacak maden mühendisi adaylarının seçimi
Stanujkic, Djordjevic ve Karabasevic, 2015	Personel seçimi
Stanujkic, Karabasevic ve Zavadskas, 2015	Paket tasarımı seçimi

2.2. COPELAND YÖNTEMİ

Alternatifler arasından seçim yapmada Condorcet ilkelerini (Sanver, 2000) kullanan Copeland yönteminde bir alternatifin diğer alternatiflere galip gelme ve mağlup olma sayılarının farkı alınır ve elde edilen skorlar ile alternatifler en iyiden başlamak üzere sıralanır. Bu çalışmada ele alınan Copeland yöntemi için kullanılacak notasyon[4] ve adımlara aşağıda yer verilmiştir (Browne, 2013; Fishburn, 1977; Klamler, 2003):

Adım 1: Copeland yönteminde ilk adım alternatifler arasında ikili karşılaştırmalar yapmaktır. Tablo 2'deki her bir $f_k(i,j)$ değerine, A_i ve A_j alternatifleri karşılaştırmasında A_i alternatifi galip gelmiş ise (diğer ifadeyle sıralamada üstte ise) '1'; A_j alternatifi galip gelmiş ise '0' vermektir. Bu ifadeler $f_k(i,j) = \{0,1\}$ olmak üzere eşitlik 4'de gösterilebilir.

$$f_k(i,j) = \begin{cases} 1 & r_k(A_i) < r_k(A_j) & \text{ve } i \neq j \\ 0 & r_k(A_i) > r_k(A_j) & \text{ve } i \neq j \\ boş\ (-) & r_k(A_i) = r_k(A_j) & \text{veya } i = j \end{cases} \quad (4)$$

Tablo 3. Copeland İkili Karşılaştırma Matrisi

Alternatif	A_1				A_2				...	A_j				...	A_n			
KV / Alternatif	KV 1	KV 2	...	KV m	KV 1	KV 2	...	KV m	...	KV 1	KV 2	...	KV m	...	KV 1	KV 2	...	KV m
A_1	–				$f_1(1,2)$	$f_2(1,2)$	...	$f_m(1,2)$	...	$f_1(1,j)$	$f_2(1,j)$	...	$f_m(1,j)$	...	$f_1(1,n)$	$f_2(1,n)$		$f_m(1,n)$
A_2	$f_1(2,1)$	$f_2(2,1)$	...	$f_m(2,1)$	–				...	$f_1(2,j)$	$f_2(2,j)$	...	$f_m(2,j)$	...	$f_1(2,n)$	$f_2(2,n)$	...	$f_m(2,n)$
⋮	⋮	⋮	...	⋮	⋮	⋮	...	⋮	...	⋮	⋮	...	⋮	...	⋮	⋮	...	⋮
A_i	$f_1(i,1)$	$f_2(i,1)$	...	$f_m(i,1)$	$f_1(i,2)$	$f_2(i,2)$	...	$f_m(i,2)$		–				...	$f_1(i,n)$	$f_2(i,n)$	...	$f_m(i,n)$
⋮	⋮	⋮	...	⋮	⋮	⋮	...	⋮		⋮	⋮	...	⋮	...	⋮	⋮	...	⋮
A_n	$f_1(n,1)$	$f_2(n,1)$	...	$f_m(n,1)$	$f_1(n,2)$	$f_2(n,2)$	...	$f_m(n,2)$		$f_1(n,j)$	$f_2(n,j)$	...	$f_m(n,j)$	...	–			

Adım 2: Bu adımda karar verici bazında skorlar hesaplanmaktadır. $S(i,j)$, A_i alternatifinin A_j alternatifine göre her bir karar vericiden elde ettiği toplam oy sayısını göstermektedir (Tablo 3). Böylece, eşitlik 5 ile i. alternatifin j. alternatife göre aldığı oy sayısı bulunur.

$$S(i,j) = \sum_{k=1}^{m} f_k(i,j) \ \text{ ve } i \neq j \quad (5)$$

Tablo 4. Alternatifler Arası Oy Sayım Sonuçları

Alternatif	A_1	A_2	...	A_j	...	A_n
A_1	–	$S(1,2)$	...	$S(1,j)$	...	$S(1,n)$
A_2	$S(2,1)$	–	...	$S(2,j)$	...	$S(2,n)$

[4] *m: Karar verici sayısı; k: Karar verici sıra değeri; n: Alternatiflerin toplam sayısı; i: Satırda yer alan alternatifin sıra değeri; j: Sütunda yer alan alternatifin sıra değeri; $r_k(A_i)$: A_i. alternatifin k. KV'ye göre sıralamadaki yeri; $f_k(i,j)$: Alternatifler arasındaki karşılaştırmada sıralamadaki üstünlüğü; $S(i,j)$: A_i alternatifinin A_j alternatifine göre elde ettiği toplam oy sayısı; $G(i,j)$: A_i alternatifinin A_j alternatifine göre galip, berabere ya da yenik olma durumu; GP_i: A_i alternatifinin galibiyet puanı; YP_i: A_i alternatifinin yenilgi puanı ve CP_i: A_i alternatifinin Copeland Puanı*

⋮	⋮	⋮	…	⋮	…	⋮
A_i	$S(i,1)$	$S(i,2)$	…	–	…	$S(i,n)$
⋮	⋮	⋮	…	⋮	…	⋮
A_n	$S(n,1)$	$S(n,2)$	…	$S(n,j)$	…	–

Adım 3: Elde edilen $S(i,j)$ yardımıyla alternatifler arasındaki karşılaştırmada, galipler bulunacaktır. Bunun için eşitlik 6'dan yararlanılacaktır. Eşitliğe bakıldığında galip gelen taraf "1" puan, yenilen taraf "-1" puan almaktadır. Eşitlik durumunda ise "1/2" puan verilmektedir. Tablo 4, alternatifler arasındaki galibiyet, yenilgi ve beraberlik durumunu gösteren matrisi vermektedir.

$$G(i,j) = \begin{cases} 1 & S(i,j) > (m - S(i,j)) \quad i \neq j \\ 1/2 & S(i,j) = (m - S(i,j)) \quad i \neq j \\ -1 & S(i,j) < (m - S(i,j)) \quad i \neq j \end{cases} \tag{6}$$

Tablo 5. Galibiyet – Yenilgi ve Beraberlik Matrisi

Alternatif	A_1	A_2	…	A_j	…	A_n
A_1	–	$G(1,2)$	…	$G(1,j)$	…	$G(1,n)$
A_2	$G(2,1)$	–	…	$G(2,j)$	…	$G(2,n)$
⋮	⋮	⋮	…	⋮	…	⋮
A_i	$G(i,1)$	$G(i,2)$	…	–	…	$G(i,n)$
⋮	⋮	⋮	…	⋮	…	⋮
A_n	$G(n,1)$	$G(n,2)$	…	$G(n,j)$	…	–

Adım 4: Elde edilen 1 ve 1/2 puanlarına sahip $G(i,j)$ değerleri alternatifler bazında toplanarak galibiyet puanına (GP_i); -1 puana sahip $G(i,j)$ değerlerinin de toplanması ile alternatifin yenilgi puanına (YP_i) ulaşılır. Bunun için eşitlik 7 ve 8'den yararlanılır.

$$GP_i = \sum_{i=1}^{n} G(i,j) \quad G(i,j) > 0 \text{ olması durumunda,} \tag{7}$$

$$YP_i = \sum_{i=1}^{n} G(i,j) \quad G_i(i,j) < 0 \text{ olması durumunda} \tag{8}$$

Elde edilen $\boldsymbol{GP_i}$ ve $\boldsymbol{YP_i}$ değerlerinin toplanması sonucu Copeland Puanına ($\boldsymbol{CP_i}$) ulaşılır. Tablo 5, alternatiflerin GP_i, YP_i ve CP_i değerlerini göstermektedir.

$$CP_i = GP_i + YP_i \tag{9}$$

Tablo 6. Galibiyet – Yenilgi ve Copeland Puanları

	Galibiyet Puanı	*Yenilgi Puanı*	*Copeland Puanı*
A_1	GP_1	YP_1	CP_1
A_2	GP_2	YP_2	CP_2
⋮	⋮	⋮	⋮
A_i	GP_i	YP_i	CP_i
⋮	⋮	⋮	⋮
A_n	GP_n	YP_n	CP_n

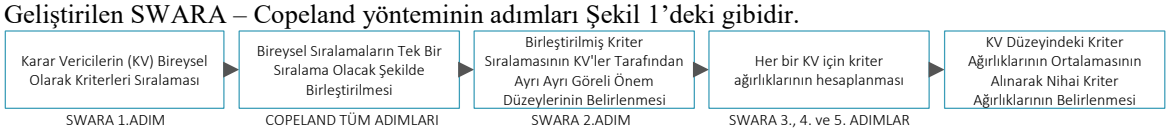
Adım 5: Copeland puanı yüksek olanın en iyi olduğu sonucundan hareketle; alternatifler, elde edilen Copeland puanlarına göre sıralanır. Copeland puanları arasında eşitlik söz konusu olursa, *i* değeri küçük olan sıralamada üstte yer alacaktır.

Tablo 7. Alternatiflerin Copeland Puanlarına Göre Sıralanması

	Copeland Puanı	*Sıralama*
A_1	CP_1	r_1
A_2	CP_2	r_2
⋮	⋮	⋮
A_i	CP_i	r_i
⋮	⋮	⋮
A_n	CP_n	r_n

2.3. SWARA - Copeland Yöntemi

Geliştirilen SWARA – Copeland yönteminin adımları Şekil 1'deki gibidir.



Şekil 10. SWARA - Copeland Yöntemi Adımları

3. BİR ÜRETİM İŞLETMESİNDE ÖRNEK UYGULAMA

Uygulama, Aydın Nazilli'de dişli imalatı yapan bir şirkette yapılmıştır. CNC makinesi almayı planlayan şirket, CNC için seçim kriterleri Tablo 7'deki gibi belirlemiştir.

Tablo 8. CNC Makinası İçin Belirlenen Seçim Kriterleri

K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7
Esneklik	Güvenilirlik	Güvenlik	Kullanım Kolaylığı	Maliyet	Satış Sonrası Servis	Verimlilik

Şirketteki üç üst düzey yönetici ile iki CNC operatörü karar verici olarak atanmıştır. KV'lerden kriter sıralamalarını en önemlisi ilk sırada olacak şekilde yapmaları istenmiş ve Tablo 8 elde edilmiştir.

Beş karar verici ile kriter ağırlıklarının klasik SWARA yöntemi ile belirlenmesi: Öncelikle her bir karar vericinin Tablo 8'deki en önemli kriterden başlayarak önem düzeylerini belirlemeleri istenmiş ve Tablo 9'a ulaşılmıştır. Eşitlik 1, 2 ve 3 kullanılarak her bir karar vericiye ait kriter ağırlıkları ve bu kriterlere ait ortalama alınmak suretiyle nihai kriter ağırlıkları ve sıralamalar belirlenmiştir (Tablo 10).

Beş karar verici ile kriter ağırlıklarının geliştirilen SWARA-Copeland yöntemi ile belirlenmesi: Tablo 8'de yer alan sıralamaların birleştirme işlemi Copeland adımları takip edilerek yapılmış ve Tablo 11'deki gibi birleştirilmiş kriter sıralamalarına ulaşılmıştır. Tablo 11 dikkate alınarak, her bir kriterin önem düzeylerinin KV'ler düzeyinde belirlenmesi aşamasına geçilmiş ve Tablo 12 elde edilmiştir. SWARA adımlarına geri dönülerek, Eşitlik 1, 2 ve 3 yardımıyla her bir KV'ye ait ağırlıklar (q_j) ve her bir KV'ye ait ağırlıkların ortalaması alınarak, nihai kriter ağırlıkları Tablo 13'deki gibi belirlenmiştir.

Tablo 9. KV'ler Düzeyinde Kriter Sıralama

	KV1	KV2	KV3	KV4	KV5
K_1	3	6	5	2	7
K_2	7	5	4	7	6
K_3	2	4	1	1	3
K_4	4	1	3	3	4
K_5	1	3	2	4	2
K_6	6	7	7	5	5
K_7	5	2	6	6	1

Tablo 10. KV Bazında SWARA Önem Düzeyleri

KV1		KV2		KV3		KV4		KV5	
K5	0,00	K4	0,00	K3	0,00	K3	0,00	K7	0,00
K3	0,20	K7	0,10	K5	0,05	K1	0,10	K5	0,15
K1	0,25	K5	0,15	K4	0,15	K4	0,20	K3	0,40
K4	0,30	K3	0,25	K2	0,40	K5	0,05	K4	0,05
K7	0,05	K2	0,10	K1	0,05	K6	0,15	K6	0,15
K6	0,25	K1	0,20	K7	0,10	K7	0,20	K2	0,20
K2	0,10	K6	0,40	K6	0,30	K2	0,15	K1	0,05

Tablo 11. SWARA Sonucu Kriter Ortalaması

	KV1	KV2	KV3	KV4	KV5	Ort.	Sıra
q_1	0,157	0,101	0,116	0,182	0,092	0,130	5
q_2	0,084	0,122	0,122	0,091	0,097	0,103	6
q_3	0,196	0,134	0,207	0,200	0,140	0,175	2
q_4	0,121	0,211	0,171	0,152	0,133	0,158	3
q_5	0,235	0,167	0,197	0,145	0,196	**0,188**	1
q_6	0,092	0,072	0,081	0,126	0,116	0,097	7
q_7	0,115	0,192	0,106	0,105	0,226	0,149	4

Tablo 12. Copeland Sıralama Sonucu

	Kriterler	Copeland Sıralama
K_1	*Esneklik*	4
K_2	*Güvenilirlik*	6
K_3	*Güvenlik*	2
K_4	*Kullanım Kolaylığı*	3
K_5	*Maliyet*	1
K_6	*Satış Sonrası Servis*	7
K_7	*Verimlilik*	5

Tablo 13. KV Bazında SWARA – Copeland Yöntemindeki Önem Düzeyleri

	KV1	KV2	KV3	KV4	KV5
K_5	0,20	0,15	0,05	0,10	0,20
K_3	0,15	0,05	0,35	0,20	0,15
K_4	0,40	0,35	0,30	0,05	0,50
K_1	0,15	0,05	0,25	0,50	0,05
K_7	0,35	0,30	0,20	0,20	0,30
K_2	0,05	0,45	0,15	0,10	0,20
K_6	0,20	0,15	0,05	0,10	0,20

Tablo 14. SWARA-Copeland Sonucu Kriter Ortalaması

	KV1	KV2	KV3	KV4	KV5	Ort.	Sıra
q_1	0,124	0,132	0,126	0,156	0,116	0,131	4
q_2	0,080	0,097	0,084	0,086	0,085	0,086	6
q_3	0,200	0,187	0,221	0,196	0,201	0,201	2
q_4	0,174	0,178	0,164	0,163	0,175	0,171	3
q_5	0,239	0,215	0,232	0,216	0,241	**0,229**	1
q_6	0,076	0,067	0,073	0,079	0,071	0,073	7
q_7	0,108	0,126	0,101	0,104	0,111	0,110	5

4. SONUÇ

SWARA yönteminde grup kararı alınırken, karar vericilerin kriterler için belirledikleri sıralamalar birbirinden çok farklı olabilmektedir. Bu durum, kriter ağırlıklarının da karar vericiler düzeyinde farklılık göstermesine neden olabilmektedir. Geliştirilen yöntem, grup kararının alındığı çalışmalar için önerilmiş ve SWARA – Copeland yöntemi olarak adlandırılmıştır.

Uygulama çalışması, Aydın Nazilli'de dişli imalatı yapan bir şirkette yapılmıştır. CNC makinesi almayı planlayan şirket, CNC için seçim kriterleri "Esneklik", "Güvenilirlik", "Güvenlik", "Kullanım Kolaylığı", "Maliyet", "Satış Sonrası Servis" ve "Verimlilik" olarak belirlenmiştir. Çalışmada, öncelikle her bir karar verici, kriterleri en önemlisi ilk sırada olacak şekilde sıralamasını yapmıştır. Literatürdeki grup kararı içeren SWARA uygulamalarının adımları takip edilerek, yapılan hesaplamalar sonucunda en önemli kriterin 0,188 değeriyle "Maliyet" kriteri olduğu, en düşük öneme sahip kriterin ise; 0,097 değeriyle "Satış Sonrası Servis" olduğu sonucu ile karşılaşılmıştır.

Geliştirilen yöntem ile yapılan uygulamada ise; öncelikle her bir karar vericiden elde edilen sıralamalar, Copeland sıralama yöntemi ile tek bir sıralama olacak şekilde bütünleştirilmiş ve en önemli kriterin "Maliyet" kriteri olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Daha sonra, elde edilen bu sıralamalar ile ilgili olarak, tekrar karar vericilere başvurularak, nihai sıralamalar için karşılaştırmalı önem düzeylerini belirlemeleri

istenmiştir. Her bir kriterin karar vericiler bazındaki karşılaştırmalı önem düzeyleri, SWARA yöntemindeki formüller ile ayrı ayrı hesaplamaya dahil edilmiş ve böylece her bir karar vericiye ait kriter ağırlıkları ortaya konulmuştur. Son olarak, karar vericiler tarafından belirlenen her bir kriterin ağırlıklarının ortalaması alınarak, nihai kriter ağırlıkları belirlenmiştir. Copeland yöntemi sonucunda da en önemli kriter konumunda olan "Maliyet" kriterinin ağırlığının 0,229 olduğu, en önemsiz kriter konumunda olan "Satış Sonrası Servis" kriterinin ağırlığının 0,073 olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Sonuçlar incelendiğinde, grup kararı ile kriter ağırlıkları bulunurken SWARA yöntemi ile SWARA – Copeland yöntemi arasında nihai sıralamalar arasında çok farklılık olmadığı; ancak kriter ağırlık değerlerinde farklılıklar olduğu görülmüştür. Geliştirilen SWARA - Copeland yöntemi, karar vericileri ortak karar almada daha etkin hale getirmesi bakımından, kriter ağırlıklarının belirlendiği çalışmalarda kullanılabilir.

KAYNAKÇA

Aghdaie, M. H., Zolfani, S. H. ve Zavadskas, E. K. (2013). Decision Making in Machine Tool Selection: An Integrated Approach with SWARA and COPRAS-G Methods. *Engineering Economics*, 24(1), 5–17.

Aghdaie, M. H., Zolfani, S. H. ve Zavadskas, E. K. (2014a). Synergies of Data Mining and Multiple Attribute Decision Making. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 110(2014), 767–776.

Aghdaie, M. H., Zolfani, S. H. ve Zavadskas, E. K. (2014b). Sales Branches Performance Evaluation: A Multiple Attribute Decision Making Approach. *8th International Scientific Conference "Business and Management 2014"* içinde (ss. 1–7). Lithuania: Vilnius Gediminas Technical University.

Alimardani, M., Zolfani, S. H., Aghdaie, M. H. ve Tamošaitienė, J. (2013). A Novel Hybrid SWARA and VIKOR Methodology for Supplier Selection in an Agile Environment. *Technological and Economic Development of Economy*, 19(3), 533–548.

Browne, C. (2013). *Pairwise Analysis*. http://www.youtube.com/watch?v=dhv6o9ubHC0, Erişim Tarihi: 18.04.2016.

Dehnavi, A., Aghdam, I. N., Pradhan, B. ve Morshed Varzandeh, M. H. (2015). A New Hybrid Model Using Step-Wise Weight Assessment Ratio Analysis (SWARA) Technique and Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System for Tegional Landslide Hazard Assessment in Iran. *Catena*, 135(2015), 122-148.

Fishburn, P. (1977). Condorcet Social Choice Functions. *SIAM Journal of Applied Maths*, 33, 469–489.

Karabasevic, D., Stanujkic, D., Urosevic, S. ve Maksimovic, M. (2015). Selection of Candidates in the Mining Industry Based on the Application of the SWARA and the MULTIMOORA Methods. *Acta Montanistica Slovaca*, 20(2), 116–124.

Keršulienė, V. ve Turskis, Z. (2011). Integrated Fuzzy Multiple Criteria Decision Making Model for Architect Selection. *Technological and Economic Development of Economy*, 17(4), 645–666.

Keršuliene, V., Zavadskas, E. K. ve Turskis, Z. (2010). Selection of Rational Dispute Resolution Method by Applying New Step-Wise Weight Assessment Ratio Analysis (Swara). *Journal of Business Economics and Management*, 11(2), 243–258.

Klamler, C. (2003). A Comparison of the Dodgson Method and the Copeland Rule. *Economics Bulletin*, 4(8), 1–7.

Sanver, M. R. (2000). Çoğunluk Yöntemi ve Condorcet Galipleri. *Ankara Üni. SBF Dergisi*, 55(3), 133-144.

Stanujkic, D., Djordjevic, B. ve Karabasevic, D. (2015). Selection of Candidates in the Process of Recruitment and Selection of Personnel. *QUAESTUS Multidisciplinary Research Journal*, 7, 53–64.

Stanujkic, D., Karabasevic, D. ve Zavadskas, E. K. (2015). A Framework for the Selection of a Packaging Design Based on the SWARA Method. *Engineering Economics*, 26(2), 181–187.

Vafaeipour, M., Zolfani, S. H., Varzandeh, M. H. M., Derakhti, A. ve Keshavarz, M. E. (2014). Assessment of Regions Priority for Implementation of Solar Projects in Iran: New Application of a Hybrid Multi-Criteria Decision Making Approach. *Energy Conversion and Management*, 86(2014), 653–663.

Zolfani, S. H. ve Bahrami, M. (2014). Investment Prioritizing in High Tech Industries Based on SWARA-COPRAS Approach. *Technological & Economic Development of Economy*, 20(3), 534–553.

Zolfani, S. H. ve Banihashemi, S. S. A. (2014). Personnel Selection Based on a Novel Model of Game Theory and MCDM Approaches. *8th International Scientific Conference "Business and Management 2014"* içinde (ss. 191–198). Lithuania: Vilnius Gediminas Technical University.

Zolfani, S. H., Esfahani, M. H., Bitarafan, M., Zavadskas, E. K. ve Arefi, S. L. (2013). Developing A New Hybrid MCDM Method for Selection of The Optimal Alternative of Mechanical Longitudinal Ventilation of Tunnel Pollutants During Automobile Accidents. *Transport*, 28(1), 89–96.

Zolfani, S. H. ve Saparauskas, J. (2013). New Application of SWARA Method in Prioritizing

Sustainability Assessment Indicators of Energy System. *Engineering Economics*, 24(5), 408–414.
Zolfani, S. H., Zavadskas, E. K. ve Turskis, Z. (2013). Design of Products with Both International and Local Perspectives Based on Yin-Yang Balance Theory and SWARA Method. *Economic Research*, 26(2), 153–166.

BULANIK VERİ ZARFLAMA ANALİZİ YÖNTEMİYLE BİLİŞİM FİRMALARINDA ETKİNLİK ÖLÇÜMÜ[5]

Süleyman Çakır
Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi

Selçuk Perçin
Karadeniz Teknik Üniversitesi

ÖZET

Bilgi ve İletişim Teknolojileri (BİT) sektörüne yapılan yatırımlar ülke ekonomilerinin makroekonomik büyümesini pozitif yönde etkilemekte ve toplam faktör verimliliği artışı sağlamaktadır. Firma düzeyinde ise BİT'in rekabet gücünü ve verimliliği artırdığı tespit edilmiştir. Bu nedenle BİT sektöründe yer alan firmaların göstereceği performans oldukça önemlidir. Günümüzde performans değerleme amacıyla en çok tercih edilen yöntemlerinden biri de Veri Zarflama Analizi (VZA) ile etkinlik ölçümüdür. Bu çalışmada Borsa İstanbul (BİST)'a kote olmuş ve bilişim sektöründe faaliyet gösteren 16 firmanın bulanık ortamda etkinliğini ölçmek amaçlanmıştır. Uygulamada Wang vd. (2005) tarafından geliştirilen ve literatürde Wang-Greatbanks-Yang modeli olarak bilinen Bulanık VZA tekniği kullanılmıştır. 2011-2013 yılı arasındaki üç yıllık veriler kullanılarak gerçekleştirilen etkinlik analizinde ayrıca etkinsiz çıkan firmaların etkin duruma gelebilmeleri için referans almaları gereken firmalar belirlenmiştir. Uygulama sonucunda elde edilen bulguların BİT sektörünün gelişimine katkı sağlayacağı umulmaktadır.
Anahtar Sözcükler: Bulanık Veri Zarflama Analizi, Etkinlik Ölçümü, BİT sektörü

MEASURING EFFICIENCY IN INFORMATICS COMPANIES VIA FUZZY DATA ENVELOPMENT ANALYSIS

ABSTRACT

The investments made in Information and Communication Technology (ICT) sector positively affect a country's macroeconomic growth and increase total factor productivity. ICT has been found to increase productivity and competitiveness in the firm level, as well. Therefore, the performances of the companies in the ICT sector are crucial. Today, efficiency measurement using data envelopment analysis (DEA) is one of the most preferred methods for performance appraisal. In this study, it is aimed to measure the fuzzy efficiencies of the 16 firms operating in ICT sector and listed in Borsa Istanbul (BIST). In the application, The fuzzy DEA method developed by Wang et al. (2005), which is referred to as Wang-Greatbanks-Yang model, is conducted. In the analysis that is performed using the three years' data between the years 2011-2013, the refererence sets required for the innefficient companies to be efficient

[5] Bu çalışma "Bütünleşik Bulanık Shannon Entropi-Bulanık Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Teknoloji Firmalarında Etkinlik Ölçümü" başlıklı doktora tezinden üretilmiştir.

were designated, as well In conclusion, the findings of this study are expected to contribute to the development of the ICT sector.
Keywords: Fuzzy DEA, Efficiency Measurement, ICT sector

1.GİRİŞ

Bilgi ve İletişim Teknolojileri (BİT) sektörüne yapılan yatırımlar ülke ekonomilerinin büyümesini pozitif yönde etkilemekte ve toplam faktör verimliliği artışı sağlamaktadır. Firma düzeyinde ise BİT'in rekabet gücünü ve verimliliği artırdığı tespit edilmiştir. Ayrıca BİT kullanımı yenilikçilik düzeyini artırarak yeni ürün ve hizmetlerin geliştirilmesini ve yeni iş alanlarının ortaya çıkmasını sağlamaktadır. İşsizliği ve yoksulluğu azaltmada, sağlık ve eğitim hizmetlerini yayma ve geliştirmedeki pozitif rolü de dikkate alındığında BİT günümüzde ülkelerin gelişmişlik düzeylerinin önemli bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Uluslararası alanda saygın kuruluşların geliştirdiği BİT endekslerine göre Türkiye BİT sektörü göstergelerinin Türkiye'nin rekabet ettiği ülkelere göre çok zayıf kaldığı görülmektedir. Bu nedenle, BİT sektöründe yer alan firmaların göstereceği performans oldukça önem kazanmaktadır. Firmaların performansını artıran faktörlerden biri de etkin bir performans değerlendirme sisteminin varlığıdır.

Günümüzde performans değerleme amacıyla en çok tercih edilen yöntemlerinden biri de etkinlik ölçümüdür. Amaca ulaşmada kullanılan kaynakların ne derece etkin kullanıldığının bir göstergesi olan etkinlik ölçümüyle ilgili literatür incelendiğinde en sık kullanılan yöntemin Veri Zarflama Analizi (VZA) (Charnes vd. 1978) olduğu görülmektedir. Aynı endüstri içinde faaliyet gösteren farklı ölçüm birimlerindeki çoklu girdi-çoklu çıktı değişkenlerine sahip karar verme birimleri (KVB)'nin etkinliğini ölçen klasik VZA modellerinde girdi ve çıktı değişkenlerinin belirli (kesin) değerler alması gerekmektedir. Ancak gerçek hayattaki bazı üretim ortamlarında gözlenen girdi ve çıktı değişkenlerine ait veriler belirsiz veya kesin olmayan türde olabilmektedir. Söz konusu belirsizlik, verilerin ölçülemeyen, tam olmayan, elde edilemeyen veya dilsel değişkenlerle ifade edilen veriler olmasından kaynaklanmaktadır. Bunun yanında klasik VZA modelleri, uç değerlere (outliers) ve ölçüm hatalarına karşı aşırı duyarlıdır. Geleneksel VZA modelleri bu çeşit belirsiz veya kesin olmayan verilere sahip üretim birimlerinin etkinlik ölçümünde yetersiz kaldığından ilk kez Sengupta (1992)'nın çalışması olmak üzere literatürde araştırmacılar tarafından bazı bulanık VZA (BVZA) modelleri önerilmiştir. BVZA modelleri gerçek hayat problemlerini klasik VZA modellerine göre daha rasyonel biçimde modellemekte ve bulanık kavramlarla ifade edilen dilsel değişkenlerin kullanılmasına olanak sağlamaktadır.

BİT sektörünün Türkiye açısından stratejik öneminden hareketle bu çalışmada BVZA yöntemiyle Borsa İstanbul (BİST)'a kote olmuş ve bilişim sektöründe faaliyet gösteren 16 firmanın bulanık etkinliği ölçülmüştür. Uygulamada Wang vd. (2005) tarafından geliştirilen ve literatürde Wang-Greatbanks-Yang modeli olarak bilinen Bulanık VZA tekniği kullanılmıştır. 2011-2013 yılı arasındaki üç yıllık veriler kullanılarak gerçekleştirilen etkinlik analizinde ayrıca etkinsiz çıkan firmaların etkin duruma gelebilmeleri için referans almaları gereken etkin firmalar da belirlenmiştir.

Çalışmanın bundan sonraki bölümleri aşağıdaki gibi organize edilmiştir. İkinci bölümde BİT sektörüyle ilgili daha önce yapılmış olan çalışmaların özetlendiği bir literatür incelemesi yapılmıştır. Üçüncü bölümde uygulamada kullanılan Wang-Greatbanks-Yang BVZA modeli tanıtılmıştır. Çalışmanın dördüncü bölümü uygulamaya ayrılmıştır. Sonuç ve öneriler kısmında uygulama sonucunda elde edilen bulgular ışığında genel bir değerlendirme yapılmıştır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Literatürde BİT sektöründe yer alan firmaların performansını ölçmeyi amaçlayan çalışmalarda çoğunlukla VZA yönteminin kullanıldığı görülmektedir. Bu çalışmalara örnek olarak Koski ve Majumdar (2000), Uri (2001), Tsai vd. (2006), Koçak (2006), Baysal vd. (2007), Liu ve Wang (2008) ile Neshati (2013) tarafından yapılan çalışmalar gösterilebilir. Literatürde VZA dışındaki yöntemlerle BİT sektöründe performans ölçümü yapılan az sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalar arasında Dumanoğlu ve Ergül (2010) TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) yöntemini; Zolfani vd. (2012) bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), TOPSIS ve SAW (Simple Additive Weighting) yöntemlerini bütünleşik olarak; Rohman (2013) ise Girdi-Çıktı Analizi (Input-Output Analysis) tekniğini kullanarak performans ölçümü gerçekleştirmişlerdir.

Literatürde BVZA yöntemleriyle BİT sektöründe etkinlik ölçümü gerçekleştiren çalışmalar oldukça az sayıdadır. Bu çalışmalara örnek olarak aşağıdaki çalışmalar gösterilebilir. Cooper vd. (2001), Kore'de faaliyet gösteren bir telekomünikasyon firmasının şubelerinin performansını BVZA tekniğiyle ölçmüştür. Çalışmada Cooper vd. (1999) tarafından geliştirilmiş olan belirsiz VZA (Imprecise DEA-IDEA) tekniği, güven bölgesi (Assurance Region-AR) yaklaşımı kullanılarak AR-IDEA olarak adlandırılan bütünleşik

yönteme genişletilmiştir. Burada amaç, yöneticilerin yargılarına dayalı olarak çalışmada kullanılan girdi-çıktı değişkenlerinin ağırlıklarına kısıtlandırma getirmektir. Reucher ve Roedder (2004), maksimum iyilik (maximal-fairness) olarak adlandırdıkları ve klasik CCR modelini bulanıklaştırarak her karar birimi için aynı ağırlık setinin kullanıldığı bir yöntem geliştirmişler ve bu yöntemi kullanarak Tayvan yarı iletken endüstrisinde faaliyet gösteren 5 firmanın etkinliğini ölçmüşlerdir. Kuo ve Wang (2007), Kao ve Liu (2000) tarafından geliştirilen BVZA modelini kullanarak Tayvan'daki 48 BİT firmasının 2003 yılı etkinliğini ölçmüşlerdir. Yamuk bulanık sayıların kullanıldığı çalışmada α-kesimlere göre elde edilen etkinlik skorları Chen ve Klein (1997)'ın geliştirdiği bulanık sıralama yöntemi kullanılarak durulaştırılmıştır. Sonuç olarak, 48 firmadan yalnızca 10 firmanın etkin çalıştığını tespit etmişlerdir. Azadeh vd. (2010), Uluslararası Telekomünikasyon Birliği (ITU)'ne üye 42 ülkenin kablosuz iletişim sektörlerinin performansını VZA, BVZA ve Temel Bileşenler Analizi (TBA) yöntemlerini kullanarak ölçmüşlerdir. Sonuç olarak Orta Asya ülkelerinin en iyi performansı gösterdiği tespit edilmiştir. Türkiye BİT sektöründe etkinlik ölçümü amacıyla BVZA yönteminin kullanıldığı herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

3. WANG-GREATBANKS-YANG BVZA MODELİ

Etkinliği ölçülecek n sayıda KVB'nin x_{ij} (i=1,…,m, j=1,…,n) ile gösterilen m sayıda girdi değişkeniyle y_{rj} (r=1,…,m, j=1,…,n) ile gösterilen s sayıda çıktı değişkeni ürettiği varsayılsın. BVZA modelinde x_{ij} ve y_{rj} değişkenlerinin bulanıklık içerdikleri ve bu bulanıklığın $\lfloor x_{ij}^L, x_{ij}^U \rfloor$ ve $\lfloor y_{rj}^L, Y_{rj}^U \rfloor$ aralıkları ile gösterildiği varsayılmaktadır. Bu aralıklardaki x_{ij}^L KVB$_j$'ye ait girdilerin alt sınırını, y_{rj}^L ise çıktıların alt sınırını gösterirken x_{ij}^U ile y_{rj}^U sırasıyla girdi ve çıktıların üst sınırlarını ifade etmektedir. Wang vd. (2005), aralık aritmetiğine dayalı olan ve tüm karar birimleri için aynı kısıt kümesinin kullanıldığı bir çift aralık VZA modeli önermişlerdir. Kesin, aralık ve sıralı veriler için kurulabilen ve literatürde Wang-Greatbanks-Yang modeli olarak bilinen BVZA modelinin zarflamalı alt ve üst sınır modelleri eşitlik (1a) ve eşitlik (1b) ile gösterilmektedir.

Alt sınır Etkinlik

$$\begin{aligned} &min\ \theta_o^L \\ &\sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{ij}^L \le \theta_o^L x_{io}^U, \quad i = 1,...,m \\ &\sum_{j=1}^{m} \lambda_j y_{rj}^U \ge y_{ro}^L, \quad r = 1,...,s \qquad (1a) \\ &\lambda_j \ge 0, \quad j = 1,...,n. \end{aligned}$$

Üst sınır Etkinlik

$$\begin{aligned} &min\ \theta_o^U \\ &\sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{ij}^L \le \theta_o^U x_{io}^L, \quad i = 1,...,m \\ &\sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_{rj}^U \ge y_{ro}^U, \quad r = 1,...,s \qquad (1b) \\ &\lambda_j \ge 0, \quad j = 1,...,n. \end{aligned}$$

4.UYGULAMA

Çalışmanın uygulama bölümünde Wang-Greatbanks-Yang BVZA modeli kullanılarak Türkiye bilişim sektöründe faaliyet gösteren ve BİST'e kote 16 firmanın bulanık etkinliği ölçülmüştür. VZA uygulamasında kullanılan girdi-çıktı değişkenleri Tablo 1'de verilmektedir.

Tablo 1. BVZA uygulamasında kullanılan girdi-çıktı değişkenleri

Girdi Değişkenleri	Çıktı Değişkenleri
Borç-Öz sermaye Oranı	Esas Faaliyet Kar Marjı
Cari Oran	Aktif Kar Marjı (ROA)
Asit-test Oranı	Net Kar Marjı
Nakit Oran	Fiyat-Satış Oranı

Firmaların girdi ve çıktı değişkenlerine ait veriler Kamuoyu Aydınlatma Platformu (KAP)'ın internet sitesinde yayımlanan 2011-2013 yıllarına ait finansal tablolardan elde edilen kesin değerli verilerdir. Klasik VZA yöntemleri ölçüm hatalarına ve uç (aşırı) değerlere duyarlı teknikler olduğundan firma verilerinin üçgensel bulanık sayılar şeklinde ifade edilmesinin doğru olacağı düşünülmüştür. Buna göre firmaların söz konusu yıllardaki girdi ve çıktı değişkenleri içindeki minimum değer firmanın ilgili girdi ve çıktısının alt sınırını (l), üç yılın aritmetik ortalaması orta noktasını (m), üç yılın maksimum değeri ise ilgili üst sınırını (u) oluşturmaktadır. Wang-Greatbanks-Yang BVZA modeli aralık sayılara dayalı

olduğundan üçgensel sayılarla (*l,m,u*) ifade edilen girdi-çıktı değişkenleri eşitlik (2) ile gösterilen Zimmermann (1991)'ın α-kesim kümeleri yaklaşımından yararlanılarak aralık sayılara dönüştürülmüştür.

$$\tilde{X}_{ij} = \left[\alpha x_{ij}^{m} + (1-\alpha)x_{ij}^{l}, \alpha x_{ij}^{m} + (1-\alpha)x_{ij}^{u}\right] \quad (2a)$$

$$\tilde{Y}_{rj} = \left[\alpha y_{rj}^{m} + (1-\alpha)y_{rj}^{l}, \alpha y_{rj}^{m} + (1-\alpha)y_{rj}^{u}\right] \quad (2b)$$

Bu çalışmada firmaların etkinlik skorları (α = 0.5) için hesaplanmıştır. Firmalara ait girdi ve çıktı değişkenleri sırasıyla Tablo 2 ve Tablo 3'te gösterilmektedir.

Tablo 15. BVZA uygulamasında kullanılan girdi değişkenleri

	Borç-Özs. Oranı		**Cari Oran**		**Asit-test Oranı**		**Nakit Oran**	
KVB	l	u	l	u	l	u	l	u
F1	3,303	4,118	1,511	1,660	1,284	1,481	0,254	0,325
F2	2,658	5,081	0,908	1,164	0,856	1,030	0,305	0,664
F3	1,357	2,234	1,423	1,513	1,008	1,044	0,149	0,208
F4	2,632	3,395	1,312	1,414	1,036	1,133	0,136	0,175
F5	1,417	1,556	2,418	2,949	1,617	1,847	0,224	0,408
F6	1,824	2,509	1,441	1,583	1,271	1,290	0,367	0,402
F7	0,418	0,443	3,280	3,409	2,347	2,580	0,341	0,623
F8	0,171	0,193	5,389	6,201	5,007	5,713	1,218	3,200
F9	1,083	1,467	1,204	1,292	0,906	0,936	0,027	0,047
F10	3,712	4,026	1,197	1,231	0,956	1,003	0,109	0,128
F11	0,712	0,819	1,865	2,054	1,275	1,381	0,490	0,600
F12	0,339	0,489	2,671	5,147	2,594	5,023	0,620	1,683
F13	0,071	0,092	12,321	16,745	12,219	16,488	10,289	15,211
F14	0,567	0,896	1,950	2,064	1,933	2,034	0,524	0,620
F15	0,841	1,390	1,557	1,817	1,413	1,667	0,149	0,295
F16	0,129	0,155	8,927	9,956	6,103	6,812	2,483	3,579

Tablo 3. BVZA uygulamasında kullanılan çıktı değişkenleri

	Esas Faal. K. Marjı		**Aktif Kar Marjı**		**Net Kar Marjı**		**Fiyat-Satış Oranı**	
KVB	l	u	l	u	l	u	l	u
F1	0,014	0,334	0,021	0,071	0,011	0,043	0,301	0,370
F2	0,034	0,110	0,007	0,021	0,137	0,220	1,537	3,045
F3	0,027	0,032	0,077	0,107	0,037	0,040	0,112	0,210
F4	0,049	0,094	0,077	0,106	0,045	0,070	0,143	0,339
F5	0,116	0,158	0,098	0,159	0,800	1,129	0,340	0,794
F6	0,071	0,149	0,160	0,310	0,069	0,128	0,109	0,188
F7	1,652	6,256	0,626	1,697	0,904	3,308	0,895	3,091
F8	0,523	1,173	0,653	1,372	0,341	0,670	1,085	2,875
F9	0,041	0,058	0,071	0,101	0,062	0,064	0,203	0,348
F10	0,017	0,021	0,037	0,050	0,033	0,038	0,107	0,151
F11	0,136	0,185	0,093	0,136	0,107	0,143	0,511	0,720
F12	0,651	1,669	0,382	0,967	0,308	0,866	1,505	2,014
F13	3,101	7,036	0,819	1,628	1,907	3,565	3,674	6,568
F14	0,435	0,617	0,292	0,386	0,362	0,401	1,367	1,790
F15	0,044	0,083	0,034	0,054	0,033	0,067	0,461	0,991
F16	0,191	0,313	0,349	0,555	0,142	0,176	0,780	0,833

Eşitlik (1) ile gösterilen BVZA modeli kullanılarak elde edilen aralık etkinlik skorları Tablo 4'te gösterilmektedir.

Tablo 4. Wang-Greatbanks-Yang BVZA modeli ile elde edilen aralık etkinlik skorları

KVB	α = 0.5	KVB	α = 0.5
F1	(0.093, 0.154)	**F9**	(0.390, 1)
F2	(0.432, 1)	**F10**	(0.087, 0.142)
F3	(0.102, 0.154)	**F11**	(0.226, 0.351)
F4	(0.106, 0.257)	**F12**	(0.351, 0.802)
F5	(0.307, 0.520)	**F13**	(0.432, 1)
F6	(0.195, 0.416)	**F14**	(0.549, 0.848)
F7	(0.355, 1)	**F15**	(0.170, 0.692)
F8	(0.421, 1)	**F16**	(0.236, 0.461)

Tablo 4'e göre üst sınır etkinlik skoru 1'e eşit olan ($\theta_o^{U*} = 1$) F2, F7, F8, F9 ve F13 firmaları Wang-Greatbanks-Yang BVZA modeline etkin olarak değerlendirilmektedir. Bununla birlikte, söz konusu firmaların alt sınır etkinlik skorları farklılık gösterdiğinden performansları birbirinden farklıdır. Etkinsiz çıkan firmaların etkin olabilmeleri için referans almaları gereken firmalar ile girdi ve çıktı değişkenlerinin alması gereken değerlerin hesaplanmasında kullanılan dual değişkenler Tablo 5'te sunulmaktadır.

Tablo 5. Üst sınır etkinlik için elde edilen dual değişkenler ve referans kümeleri

KVB	Ref.Küm.	Dual Değişkenler				
		λ_2	λ_7	λ_8	λ_9	λ_{13}
F1	2, 7	0.0685	0.0522			
F3	2, 7, 9	0.0048	0.0627		0.0045	
F4	2, 7, 9	0.0434	0.0563		0.0941	
F5	7		0.3413			
F6	7		0.1827			
F10	2, 7, 9	0.0168	0.0258		0.583	
F11	2, 7	0.068	0.166			
F12	7, 13		0.65			0.0007
F14	2, 7	0.1062	0.4745			
F15	2, 7	0.1995	0.124			
F16	8, 13			0.3171		0.0737

Tablo 5'e göre F7 firması etkinsiz firmalar için en çok referans gösterilen (10 kez) firma olmuştur. Etkinsiz bir firma olan F1 firması etkin duruma gelebilmek için F2 ve F7 firmalarını referans almalıdır. F1 firmasının kullandığı girdi değişkenlerinden biri olan borç-özsermaye oranının (X_1) optimal değeri referans kümesindeki dual değişken (λ) değerlerinden yararlanılarak aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$X_{1(\mathrm{F1})} = \lambda_2 * X_{1(\mathrm{F2})} + \lambda_7 * X_{1(\mathrm{F7})} = (0.0685*5{,}081) + (0.0522*0.443) = 0.3712 \quad (3)$$

Etkinsiz çıkan F1 firmasının X_1 değişkeni için potansiyel iyileştirme miktarı (potential improvements-PI) eşitlik (4) ile gösterildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$\mathrm{PI} = \frac{\text{Hedef} - \text{gerçekleşen}}{\text{gerçekleşen}} = \frac{0.3712 - 4{,}118}{4{,}118} = -0{,}91 \quad (4)$$

Buna göre F1 firması etkin olabilmek için borç-özsermaye oranını %91 oranında azaltmalıdır. F1 firmasının diğer girdi ve çıktı değişkenlerinin alması gereken optimal değerler dual değişkenler yardımıyla aynı şekilde hesaplanmaktadır. Diğer etkinsiz firmaların da etkin duruma gelebilmeleri için referans kümelerindeki dual değişkenler yardımıyla girdilerini hangi miktarda azaltmaları ve çıktılarını hangi miktarda artırmaları gerektiği benzer şekilde hesaplanır.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Günümüzde BİT sektöründe yer alan firmalar yoğun rekabet şartlarında faaliyet gösterdiklerinden kaynaklarını etkin kullanmak durumundadırlar. Bu çalışmada Türkiye bilişim sektöründe faaliyet gösteren ve BİST'e kote olmuş 16 firmanın 2011-2013 yılı verilerine göre bulanık etkinliği ölçülmüştür. Ayrıca yönetsel katkı olarak, etkinsiz çıkan firmaların etkin duruma gelebilmeleri için örnek almaları referans kümeleri belirlenmiştir. Uygulamada kullanılan Wang-Greatbanks-Yang BVZA modeli α-

kesimlere dayalı bir yöntemdir. α-kesimler yaklaşımı üretim sürecindeki belirsizliğin tamamını içermediğinden etkinlik ölçümü sırasında bir miktar bilgi kaybı olmaktadır. Bunun yanında, uygulama sonunda elde edilen aralık etkinlik skorlarının sıralanması için bir aralık sayı sıralama yöntemine ihtiyaç duyulmaktadır. BVZA modelleri genellikle farklı varsayımlara sahip olduğu için birbirinden oldukça farklı etkinlik sıralamaları elde edilebilmektedir. İleriki çalışmalar bağlamında farklı BVZA yaklaşımları kullanılarak bilişim firmalarının etkinliği ölçülebilir ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılarak performans açısından daha sağlıklı çıkarımlar yapılabilir.

KAYNAKÇA

Azadeh, A., Asadzadeh, S.M., Bukhari, A., Izadbakhsh, H.R. (2010), "An Integrated Fuzzy DEA Algorithm for Efficiency Assessment and Optimization of Wireless Communication Sectors With Ambiguous Data", *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 52(5), 805–819.

Baysal, M.E. (2007), "An Efficiency Study in Turkish Telecommunication Company using Data Envelopment Analysis", *Journal of Science and Technology*, 1(1), 58-71.

Charnes, A., Cooper, W.W., Rhodes, E. (1978), "Measuring the Efficiency of Decision Making Units", *European Journal of Operational Research*, 2, 429-444.

Chen, C.B., Klein, C.M. (1997), "A Simple Approach to Ranking a Group of Aggregated Fuzzy Utilities", *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics – Part B: Cybernetics*, 27, 26–35.

Cooper, W.W., Park, K.S., Yu, G. (1999), "IDEA and AR-IDEA: Models for Dealing with Imprecise Data in DEA", *Management Science*, 45, 597- 607.

Dumanoğlu, S., Ergül, N. (2010), "İMKB'de İşlem Gören Teknoloji Şirketlerinin Mali Performans Ölçümü", *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, 48,101-111.

Kao, C., Liu, S.T. (2000), "Fuzzy Efficiency Measures in Data Envelopment Analysis", *Fuzzy Sets And Systems*, 113 (3), 427–437.

Koçak, S. (2006), Türk Telekom Erişim Şebekelerinde Performans Ölçümü: Veri Zarflama Analizi Uygulaması, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Koski, H.A., Majumdar, S.K. (2000), "Convergence in Telecommunications Infrastructure Development in OECD Countries", *Information Economics and Policy*, 12, 111–131.

Kuo, H.C., Wang, L.H. (2007), "Operating Performance by the Development of Efficiency Measurement Based on Fuzzy DEA", *Proceedings of Second International Conference on Innovative Computing, Information and Control*, (196-199), Shangai.

Liu, F.H.F., Wang, P.H. (2008), "DEA Malmquist Productivity Measure: Taiwanese Semiconductor Companies", *International Journal Of Production Economics*, 112(1), 367–379.

Neshati, R. (2013), "Benchmarking R&D in the Semiconductor Industry using DEA", *Proceedings of PICMET '13: Technology Management for Emerging Technologies*, (2749-2756), Portland.

Reucher, E., Rödder, W. (2004), "A Fuzzy DEA Approach-Ranking Production Units in Taiwanese Semiconductor Industry", *Operations Research Proceedings*, 393-399.

Rohman, I.K. (2013), "The globalization and stagnation of the ICT sectors in European countries: An input-output analysis", *Telecommunications Policy*, 37(4), 387-399.

Sengupta, J.K. (1992), "A Fuzzy Systems Approach in Data Envelopment Analysis", *Computers and Mathematics with Applications*, 24 (8-9), 259–266.

Tsai, H.C., Chen, C.M., Tzeng, G.H. (2006), "The Comparative Productivity Efficiency For Global Telecoms", *International Journal of Production Economics*, 103, 509–526.

Uri, N.D. (2001), "Changing Productive Efficiency in Telecommunications in the United States", *International Journal of Production Economics*, 72, 121–137.

Wang, Y.M., Greatbanks, R., Yang, J.B. (2005), "Interval Efficiency Assessment Using Data Envelopment Analysis", *Fuzzy Sets and Systems*, 153, 347-370.

Zimmermann, H.J. (1991), Fuzzy Set Theory and Its Applications, Boston: Kluwer Academic Publishers.

Zolfani, S.H., Sedaghat, M., Zavadskas, E.K. (2012). Performance evaluating of rural ICT centers (Telecenters), applying Fuzzy AHP, SAW-G and TOPSIS grey, a case study in Iran. *Technological and Economic Development of Economy*, 18 (2), 364–387.

OPTIMIZATION OF AXLE SHAFT IN LOCOMOTIVE MANUFACTURING PROCESS USING DESIGN OF EXPERIMENTS

Beyzanur Cayir Ervural
Istanbul Technical University

Ramazan Evren
Istanbul Technical University

Selim Zaim
Istanbul Technical University

ABSTRACT

Design of experiments (DOE) is an extremely important tool for improving the performance of a manufacturing process. DOE provides a great advantage to measure a system situation by performing experiments in a systematic way. In real world problems, to analyze a problem which effects the product quality and process progress, there is not possible to try all combinations of the factors by conducting all experiments. This way is not accepted as a reasonable method owing to the time consuming, expensive and high percentage error.

In this study, Design of Experiments is applied to obtain an optimal design of axle shaft used in locomotives for measuring surface roughness. The problem leads to a significant quality issue in the company due to losing of clients, prestige and market share. There are three main factors that affect the quality of the axle shaft during the milling process: Cutting speed, number of mirror cycle and cutting tool life with different factor levels. The aim of this study is to minimize surface roughness with conducting all combination of the factors in an optimized design. Full factorial design is implemented and blocking effect is also considered. The obtained results are demonstrated with various statistical and graphical tools.

Keywords: Design of experiment, optimization, quality management

ÖZET

Deney tasarımı (DT), imalat süreçlerinin iyileştirilmesinde kullanılan önemli bir araçtır. DT, sistemdeki olayların sistematik bir yolla ölçülmesinde büyük avantaj sağlar. Gerçek hayat problemlerinde, sürecin iyileştirilmesi ve ürün kalitesini etkileyen bir problemin analizinde, tüm faktör kombinasyonlarının denenmesi mümkün değildir. Bu yol zaman alıcı, pahalı ve yüksek yanılma payından dolayı makul kabul edilen bir yöntem değildir.

Bu çalışmada deney tasarımı, lokomotiflerde kullanılan dingil akslarının optimal tasarımının elde edilmesinde yüzey pürüzlülüğünü ölçmek için uygulanmıştır. Bu üretim problemi müşteri, prestij ve pazar kayıplarından dolayı firmada önemli bir kalite sorununa yol açmaktadır. Dingil akslarının frezelenmesi esnasında yüzey kalitesine etki eden farklı seviyelerde üç temel faktör bulunmaktadır. Bu faktörler, kesme hızı, ayna devir adedi ve kesici uç ömrüdür. Bu çalışmanın amacı, yüzey pürüzlülüğünü azaltmak için tüm faktörler kombinasyonlarının uygun biçimde tasarlanmasıdır. Çalışmada tam faktöriyel tasarım uygulanmış ve blok etkisi de göz önünde tutulmuştur. Elde edilen sonuçlar farklı istatistiksel ve grafiksel araçlarla gösterilmiştir.

Anahtar Sözcükler*: *Deney tasarımı, optimizasyon, kalite yönetimi

1.INTRODUCTION

Experimental design is an extremely important tool for engineers and scientists who are interested in improving the performance of a manufacturing process. It also has extensive application in the development of new processes and in new product design (Montogomery, 2009). In real world problems, to analyze a problem that effect the product quality and process progress, there is not possible to try all variable with all combinations with conducting experiments. This method is not accepted as a wise way due to the time consuming, high cost, long procedure steps and high mistake-error percentage.

In the literature, there are various studies that concentrate on the implementation of design of experiments (DOE) methodology. DOE has been successfully applied to different areas such as biotechnology (Weuster-Botz, 2000) analytical chemistry (Gheshlaghi, 2008), nanotechnology (Xu et al.,2009; Kukovecz et al., 2005), manufacturing (Griffiths et al., 2016) and petroleum industries (Mahdi et al., 2008).

In this study we aim to analyze the surface quality of axle shaft is used in locomotives which effects the mounting of the related components. When a surface roughness has occurred at a shaft face of locomotive, other parts which are connected to axle shaft will not able to keep their places firmly. Thus, other mounting stages of the wheel axle could not be completed successfully. This leads to a significant quality problem in the company and it causes loss of clients, prestige and market share. We try to minimize surface roughness which affects performance of the product seriously with an optimal design of axle shaft by utilizing Design of Experiments (DOE). This design of experiment is intended to identify the impact of design tolerances and process variables that affect the surface area. Optimization with DOE will allow the adjustment of tolerance limits and better defined process control parameters.

The rest of this study proceeds as follows. Design of Experiments is given in Section 2. Section 3 explains the methodology is utilized in this study. Section 4 shows the details of the model adequacy. Response Optimization is presented in Section 5 and finally some concluding remarks and future research directions are given in Section 6.

2.DESIGN OF EXPERIMENTS

2.1. Selection of Response Variable

Surface roughness is selected as a response factor for the experiment as it leads to significant quality problem. Unless this manufacturing defect is eliminated, other manufacturing processes cannot proceed successively. Depending on the precise degree of surface smoothness, roughness or tolerance limits, other components of the product are placed on the surface area accurately.

The required data have been collected by using Surface Roughness Testing (Rugo test) device during the manufacturing process in order to determine quantity of surface roughness. The device is designed for cylindrical surfaces. Its probe moves back and forward with an accurate sensitiveness. This tool used in connection with its proper software can measure any length, radius or arc of circle on any parts. Surface area can measured in millimeters / inches (mm/in) with a sensitive probe which provide enough response to measure the impact of the factors. The calibration of the device is provided at the quality control laboratory of the factory periodically in order to provide accurate and correct results.

2.2. Choice of Factors, Levels, and Ranges

Three main factors are determined as cutting speed, number of mirror cycle and cutting tool life with different factor levels which affect the quality of the axle shaft during the milling process. The goal of this study is to minimize surface roughness with conducting all combination of factors in an optimized design. Full factorial design is implemented using MINITAB statistical software.

The affected factors are determined based on the operators' knowledge and experience. The levels of factors are determined as follows: cutting speed has three levels (high, mid, low), number of mirror cycle has two levels (high and low) and cutting tool life has two levels (new, old) as seen in Table 1.

Milling is a basic machining process by which surface is generated progressively by the removal of chips from a work piece as it is fed a rotating cutter. Axle shaft be processed in milling machine (face milling). The mentioned factors are determined according to face milling. The parameters of face milling leads to surface roughness.

Cutting speed of milling is defined by the movement of each cutting edge per minute (m/min).

Number of mirror cycle is defined as the rotational speed in cycles per minute or the amount of the constant cutting speed (m/min).

Cutting tool life is defined as the length of cutting time that the tool can be used. Operating tool until final catastrophic failure is also defined as tool life (categorical variable: new, old).

Table 4. DOE factors and factor levels

Level	Factors		
	Cutting speed (m/min)	# of mirror cycle (m/min)	Cutting tool life
High (1)	0.6	200	new
Mid (0)	0.4	-	-
Low (-1)	0.2	160	old

2.3. Experimental Design

A full factorial design has been implemented because it is possible to run all the tests for a complete replicate of the design. $3^1 * 2^2$ factorial design with five replicates has been selected for the experiment. It requires 60 runs (in Table 2). Blocking is not required since there are no nuisance factors involved, which may affect the results as the experiment is performed in a face milling tool. Further, only one operator is involved in the experimentation which makes it unnecessary to block the operator effect as well.

Table 5. Design Matrix

Std. Order	Run Order	Blocks	Cutting Speed (m/min.)	Num. of mirror cycle (m/min.)	Cutting tool life	Surface Roughness (mm)	Std. Order	Run Order	Blocks	Cutting Speed (m/min.)	Num. of mirror cycle (m/min.)	Cutting tool life	Surface Roughness (mm)
42	1	1	1	1	1	2.923	49	31	1	2	2	1	3.426
5	2	1	1	1	2	2.711	57	32	1	2	2	2	3.498
1	3	1	1	2	1	2.971	59	33	1	3	1	1	3.369
37	4	1	1	2	2	3.112	18	34	1	3	1	2	3.852
2	5	1	2	1	1	3.130	19	35	1	3	2	1	4.010
38	6	1	2	1	2	3.513	27	36	1	3	2	2	3.885
4	7	1	2	2	1	3.351	28	37	1	1	1	1	2.932
41	8	1	2	2	2	3.420	33	38	1	1	1	2	2.756
13	9	1	3	1	1	3.321	30	39	1	1	2	1	2.991
16	10	1	3	1	2	3.421	44	40	1	1	2	2	3.113
8	11	1	3	2	1	4.039	50	41	1	2	1	1	3.210
15	12	1	3	2	2	3.875	48	42	1	2	1	2	3.521
40	13	1	1	1	1	2.952	12	43	1	2	2	1	3.480
29	14	1	1	1	2	2.711	39	44	1	2	2	2	3.606
20	15	1	1	2	1	2.973	43	45	1	3	1	1	3.505
25	16	1	1	2	2	3.078	35	46	1	3	1	2	3.882
45	17	1	2	1	1	3.156	23	47	1	3	2	1	4.021
52	18	1	2	1	2	3.257	14	48	1	3	2	2	3.923
60	19	1	2	2	1	3.417	47	49	1	1	1	1	2.921
56	20	1	2	2	2	3.598	55	50	1	1	1	2	2.725
17	21	1	3	1	1	3.396	32	51	1	1	2	1	2.983
22	22	1	3	1	2	3.701	46	52	1	1	2	2	3.094
11	23	1	3	2	1	4.027	51	53	1	2	1	1	3.336
3	24	1	3	2	2	3.941	7	54	1	2	1	2	3.480
9	25	1	1	1	1	2.961	34	55	1	2	2	1	3.457
53	26	1	1	1	2	2.723	54	56	1	2	2	2	3.557
24	27	1	1	2	1	2.992	58	57	1	3	1	1	3.422
31	28	1	1	2	2	3.084	6	58	1	3	1	2	3.609
26	29	1	2	1	1	3.185	10	59	1	3	2	1	4.051
36	30	1	2	1	2	3.157	21	60	1	3	2	2	3.953

3. METHODOLOGY

3.1. Initial ANOVA Analysis

According to Table 3, values of "Prob > F" less than 0.0500 indicate the model terms are significant. In this case Cutting Speed, Num. of mirror cycle, Cutting tool life, Cutting Speed*Num. of mirror cycle (second level interactions), Cutting Speed*Cutting tool life (second level interactions), Cutting Speed*Num. of mirror cycle*Cutting tool life (third level interactions) are significant model terms.

Table 3. Initial ANOVA analysis

```
Analysis of Variance
Source                                                DF Adj SS  Adj MS   F-Value
  Cutting Speed                                          2  6.82514  3.41257   478.87
  Num. of mirror cyle                                    1  1.11739  1.11739   156.80
  Life of cutting tool                                   1  0.05692  0.05692     7.99
  Cutting Speed*Num. of mirror cyle                      2  0.17386  0.08693    12.20
  Cutting Speed*Life of cutting tool                     2  0.10043  0.05021     7.05
  Num. of mirror cyle*Life of cutting tool               1  0.00943  0.00943     1.32
  Cutting Speed*Num. of mirror cyle*Life of cutting tool  2  0.33529  0.16764    23.52
Error                                                   48  0.34206  0.00713
Total                                                   59  8.96051
```

Source	P-Value
Cutting Speed	0.000
Num. of mirror cycle	0.000
Life of cutting tool	0.007
Cutting Speed*Num. of mirror cycle	0.000
Cutting Speed*Life of cutting tool	0.002
Num. of mirror cycle*Life of cutting tool	**0.256**
Cutting Speed*Num. of mirror cycle*Life of cutting tool	0.000
Error	
Total	

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.0844176	96.18%	**95.31%**	**94.04%**

The "Pred. R-Squared" of 0.9404 is in reasonable agreement with the "Adj. R-Squared" of 0.9531. Values greater than 0.05 indicate the model terms are not significant. For this reason, Num. of mirror cycle*Cutting tool life (second level interactions) is not significant term. Hence, we will reduce insignificant terms according to hierarchy in order to improve our model. The next step, we will eliminate insignificant factor starting with the highest level interaction. For this reason, the third level interaction will be eliminated besides Num. of mirror cycle*Cutting tool life, since it depends on Num. of mirror cycle*Cutting tool life (second level interactions). Finally, revised ANOVA tables are obtained and presented in the next section.

3.2. Revised ANOVA Analysis

According to the last ANOVA table, all factors are significant. And the value of R^2 is 0. 9234. This shows that the percentage of the variability explained by the model is 92.34% and thus, the design is a good fit to the model. A high value of predicted R^2 (89.39) indicate that the model can satisfactorily predict the variability in new data. The regression equation is generated by Minitab in terms of significant variables including all levels of the factors is given in Table 4.

Table 4. Final ANOVA analysis

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Cutting Speed	2	6.82514	3.41257	253.42	0.000
Num. of mirror cyle	1	1.11739	1.11739	82.98	0.000
Life of cutting tool	1	0.05692	0.05692	4.23	0.045
Cutting Speed*Num. of mirror cyle	2	0.17386	0.08693	6.46	0.003
Cutting Speed*Life of cutting tool	2	0.10043	0.05021	3.73	0.031
Error	51	0.68678	0.01347		
Lack-of-Fit	3	0.34471	0.11490	16.12	0.000
Pure Error	48	0.34206	0.00713		
Total	59	8.96051			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.116044	92.34%	**91.13%**	**89.39%**

3.3. Regression Model

Surface Roughness =3.3611-
0.4258 Cutting Speed_1+ 0.0267 Cutting Speed_2+ 0.3991 Cutting Speed_3-
0.1365 Num. of mirror cyle_1+ 0.1365 Num. of mirror cyle_2- 0.0308 Cutting tool life_1+ 0.0308 Cutting tool life_2+ 0.0327 Cutting Speed*Num. of mirror cyle_11-
0.0327 Cutting Speed*Num. of mirror cyle_12+ 0.0432 Cutting Speed*Num. of mirror cyle_21-
0.0432 Cutting Speed*Num. of mirror cyle_22-
0.0759 Cutting Speed*Num. of mirror cyle_31+ 0.0759 Cutting Speed*Num. of mirror cyle_32+ 0.0554 Cutting Speed*Cutting tool life_11- 0.0554 Cutting Speed*Cutting toollife_12-
0.0422 Cutting Speed*Cutting toollife_21+ 0.0422 Cutting Speed*Cutting toollife_22-
0.0132 Cutting Speed*Cutting toollife_31+0.0132 Cutting Speed*Cutting tool life _32

Eq. 1

From *Eq. 1*, it can be inferred that the estimation of effects of each factor

i. Cutting Speed_1, Num. of mirror cyle_1, Cutting tool life_1, (main factors)

ii. Cutting Speed*Num. of mirror cyle_1 2, Cutting Speed*Num. of mirror cyle_3 1, Cutting Speed*Cutting tool life_1 2, and Cutting Speed*Cutting tool life_2 1, (second level interactions) ***have negative effect***

while the factor

iii. Cutting Speed_2, Cutting Speed_3, Num. of mirror cyle_2, Cutting tool life_2, (main factors)

iv. Cutting Speed*Num. of mirror cyle_1 1, Cutting Speed*Num. of mirror cyle_2 1, Cutting Speed*Num. of mirror cyle_3 2, Cutting Speed*Cutting tool life_1 1, Cutting Speed*Cutting tool life_2 2 and Cutting Speed*Cutting tool life_3 2 (second level interactions) have positive effect on the surface roughness model.

4. MODEL ADEQUENCY

There are three assumptions of Analysis of variance (ANOVA) that need to be satisfied for the experiment. Thus, in the following part we checked for ***normality assumption, constant variance and independence*** to confirm the model adequacy (Fig. 1).

- **Checking for Normality Assumption*:*** Assumption of normality does not seem to be violated since the data appear to fall along a straight line (The first graph).
- **Checking for Constant Variance:** No serious departure from assumption of constant variance. This is evident by the random pattern of the residuals. There is no noticeable pattern (like outward or inward funnel). This indicates that the constant variance assumption is also reasonable (The second graph).
- **Checking for Independence**: From the plot it is observed that residuals are randomly scattered, and it shows no obvious pattern which means our model passes the assumption of independence (The last graph).

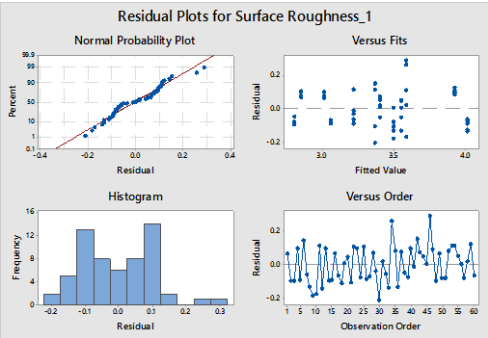
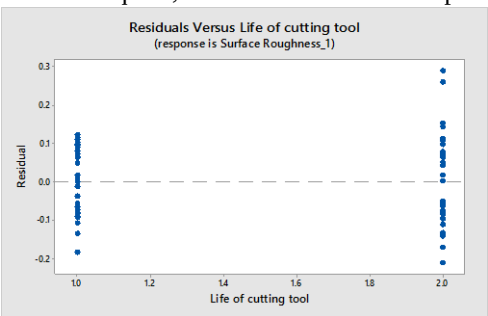
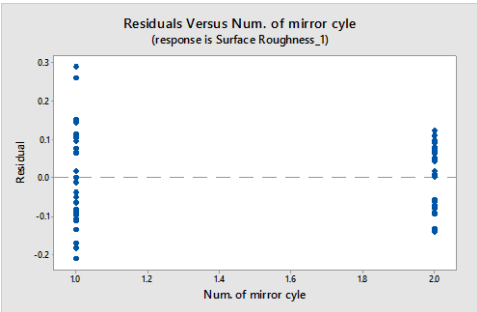
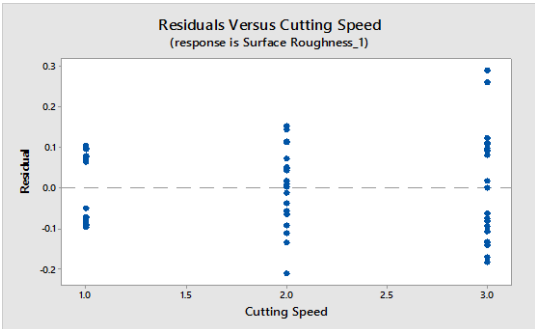


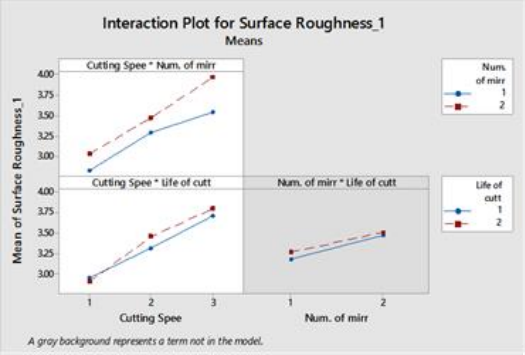
Fig. 1. Residual Plots for adequacy checking

The variance test is performed for each factor whether or not there is a constant variance.
All plots support the constant variance assumption. Figure 2 confirms that there is no abnormality in the behavior of the residuals with the factors. To conclude all the figures as shown above, we can say that our model is adequate, and it satisfies all assumptions of ANOVA.









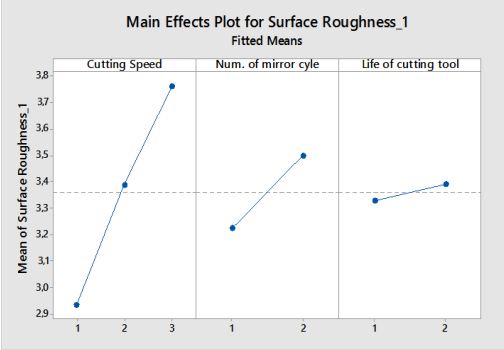


Fig. 2. Residuals vs. cutting tool life, num. of mirror cycle, cutting speed

Fig. 3. Interaction effect and main effect plots for surface roughness

When we analyze the interaction and main effect plots in Fig. 3, the following results can be obtained: We aim to reach low surface roughness. In the left graph, cutting speed is at low level (coded by 1) and cutting tool life is at high level (coded by 2), surface roughness (response) is lower than 3.0 mm. If cutting speed is at low level and cutting tool life is at low level (coded by 1), the surface roughness has emerged lower than 3.0 mm.

When cutting speed is at low level (coded by 1) and number of mirror cycle is at low level (coded by 1), surface roughness is lower than 3.0 mm. If cutting speed is at low level and number of mirror cycle is at high level (coded by 2), the surface roughness has emerged slightly higher than 3.0 mm.

When cutting speed is at high level (coded by 3) and number of mirror cycle is at low level, the surface roughness is nearly 3.50 mm. If the number of mirror cycle is at high level, the surface roughness has reached 4.00 mm.

There is no interaction between number of mirror cycle and cutting tool life. This can be observed from the almost parallel nature of the curves.

For main effect plots, the surface roughness is lower when cutting speed is at low level, and we aim to minimize surface roughness, as well. When cutting speed is at mid. level, the surface roughness is at mid. level. And lastly, if cutting speed is at high level, the surface roughness is higher.

When number of mirror cycle is at low level, the surface roughness is lower than 3.25 mm and if number of mirror cycle is at high level, the surface roughness is higher than 3.45 mm. The lower level of the factor is adequate for the model due to the aim of minimization.

5. RESPONSE OPTIMIZATION

To identify the set of optimal variables, response optimization has been applied to problem as seen in Table 5. According to the results, when we combine combinations of the cutting speed is 1, num. of mirror cycle is 1 and cutting tool life is 2, the minimum surface roughness has emerged as 2.8069.

Table 5. Response optimization

Response Optimization: Surface Roughness_1

Parameters

Response	Goal	Lower	Target	Upper	Weight	Importance
Surface Roughness_1	Minimum		2.711	4.051	1	1

Solution

Solution	Cutting Speed	Num. of mirror cyle	Life of cutting tool	**Surface Roughness_1 Fit**	Composite Desirability
1	1	1	2	**2.8069**	0.928433

Multiple Response Prediction

Variable	Setting
Cutting Speed	1
Num. of mirror cyle	1
Life of cutting tool	2

Response	Fit	SE Fit	95% CI	95% PI
Surface Roughness_1	2.8069	0.0449	(2.7167, 2.8971)	(2.5571, 3.0567)

6. CONCLUSION

DOE provides a systematic and efficient method for the design optimization of the milling parameters compared to other optimization tools. The objective of this study is to establish the optimal conditions for the design of axle shaft for locomotives. With analyzing the experimental results, it can be concluded that the conditions that would yield minimum surface outputs are: *Cutting speed= 0.2 m/min. (meter per minute), Number of mirror cycle= 160 m/min, Cutting tool life= new*

Performing a $3^1 2^2$ experiment have resulted in 60 runs with five replicates. The higher number of replications the better estimation of model in the form of the R^2 value. We have implemented a full factorial design to define a set of optimum conditions for minimization the surface output with the adjusted R^2 of 91.13%. It is a good fit for the model.

For further research, we propose to utilize Response Surface Method (RSM), Taguchi Methodology and Central Composite Design (CCD) approaches to analyze such engineering problems consistently and extensively.

REFERENCES

Douglas C. Montogomery, Design and Analysis of Experiments, John Wiley & Sons Ltd Publication, 2009

Gheshlaghi R, Scharer JM, Moo-Young M, Douglas PL. Application of statistical design for the optimization of amino acid separation by reverse-phase HPLC. Anal Biochem 2008;383:93–102.

Griffiths C.A., J. Howarth, G. De Almeida-Rowbotham, A. Rees, R. Kerton A design of experiments approach for the optimisation of energy and waste during the production of parts manufactured by 3D printing. Journal of Cleaner Production 139 (2016) 74-85.

Kukovecz Á, Méhn D, Nemes-Nagy E, Szabó R, Kiricsi I. Optimization of CCVD synthesis conditions for single-wall carbon nanotubes by statistical design of experiments (DoE). Carbon 2005;43:2842–9.

Mahdi K, Gheshlaghi R, Zahedi G, Lohi A. Characterization and modeling of a crude oil desalting plant by a statistically designed approach. J Petrol Sci Eng 2008; 61:116–23.

Weuster-Botz D. Experimental design for fermentation media development: statistical design or global random search. J Biosci Bioeng 2000;90:473–83.

Xu S, Adiga N, Ba S, Dasgupta T, Wu CFJ, Wang ZL. Optimizing and improving the growth quality of ZnO nanowire arrays guided by statistical design of experiments. ACS Nano 2009;3:1803–12.

TÜRK ÜNİVERSİTELERİ'NİN İŞLETME BÖLÜMLERİNDE ÜRETİM/İŞLEMLER YÖNETİMİ (ÜİY) DERSİNDE KULLANILAN ÖĞRETİM VE DERS DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİNE İLİŞKİN AMPİRİK BİR ÇALIŞMA

Bülent Çekiç
Hacettepe Üniversitesi

Mine Ömürgönülşen
Hacettepe Üniversitesi

ÖZET

Üretim/İşlemler Yönetimi (ÜİY) eğitimine ilişkin ilginin teknolojik gelişmelere paralel olarak, 4. Sanayi Devrimi'nde de artacağı düşünülmektedir. Bu çalışmanın amacı, Türkiye'deki İşletme Bölümlerinde bu alanda görev alan öğretim elemanlarının ÜİY derslerinde kullandıkları öğretim ve ders değerlendirme yöntemlerinin içinde bulunduğumuz çağın gereklerine uygun olarak değerlendirilmesidir. Çalışmada öncelikli olarak, Türkiye'deki tüm üniversitelerin İşletme Bölümlerinde görev yapan öğretim üyelerinin profili (öğretim üyesinin unvanı, sayısı, vb. bilgiler) ortaya konmaktadır. Sonrasında, anket yöntemi kullanılarak, oluşturulan veri tabanındaki ÜİY öğretim üyelerinin bu derste işledikleri konular, okuttukları kitaplar, derste hangi öğretim ve değerlendirme yöntemleri kullandıkları tespit edilerek, istatistiksel yöntemler yardımıyla çalışmanın sonuçları analiz edilmektedir. Çalışmanın bir diğer amacı da, ÜİY eğitiminde yaşanan sıkıntıların ortaya çıkartılmasıdır. Çalışmanın sonuçlarının, Türkiye'deki mevcut ÜİY eğitiminin 4. Sanayi Devrimi'nin gereklerini yerine getirip getirmediği konusunda bir katkı sağlaması beklenmektedir.

Anahtar Sözcükler: Üretim/İşlemler Yönetimi Eğitimi, Öğretim Yöntemi, İşletme Bölümleri.

AN EMPIRICAL STUDY OF PRODUCTION AND OPERATIONS MANAGEMENT (POM) TEACHING IN TURKISH UNIVERSITIES: FACULTY PROFILE, TEACHING AND ASSESSMENT METHODS

ABSTRACT

With the rise of technological developments, the importance of Production and Operations Management (POM) teaching has grown up in Industry 4.0. The purpose of this study is to evaluate the teaching and assessment methods of POM academicians in Business Administration Departments of Turkey in accordance with the requirements of 21st century. First of all, the profile (the academic position, number etc.) has been introduced. Then, via using a questionnaire, the chapters of POM course, textbooks and assessment methods during POM teaching have been asked and the results have been analyzed with statistical methods. Another purpose of this study is to present the difficulties encountered in POM teaching. The results of this study are expected to contribute whether the current POM teaching in Turkey can fulfill the requirements of Industry 4.0.

Keywords: POM Teaching, Teaching Method, Business Administration Departments

1. GİRİŞ

Endüstri 4.0 dönemi adı verilen siber fiziksel sistemlerin ve bu dönemi tanımlayan büyük veri, 3-D yazıcılar, nesnelerin interneti ve akıllı fabrikalar gibi kavramların mevcut üretim sitemlerinde önemli değişikliklere neden olacağı tahmin edilmektedir. Bu durum, hiç şüphesiz, Üretim/İşlemler Yönetimi (ÜİY) Öğretiminin de, Üretim/İşlemler Yönetimi'nde yaşanan bu değişime ayak uydurma zorunluluğunu da beraberinde getirmektedir. Ancak, sanayinin bu gelişen ihtiyacına paralel olarak, literatürde ÜİY Öğretiminin mevcut durumu hakkında yeteri kadar çalışma yapılmamış olması dikkat çekicidir. İşte bu çalışmanın amacı da, Türkiye'deki İşletme Bölümlerinde bu alanda görev alan öğretim elemanlarının ÜİY derslerinde kullandıkları öğretim ve ders değerlendirme yöntemlerinin içinde bulunduğumuz çağın gereklerine uygun olarak değerlendirilmesidir.

Çalışmada öncelikle, ÜİY öğretimi ile ilgili dünyada ve Türkiye'de yapılan çalışmalardan bahsedilmektedir. Sonrasında, Türkiye'deki tüm üniversitelerin İşletme Bölümlerinde görev yapan öğretim üyelerinin profili (öğretim üyesinin unvanı, sayısı, vb. bilgiler) ortaya konmaktadır. Daha sonra, anket yöntemi kullanılarak, oluşturulan veri tabanındaki ÜİY öğretim üyelerinin bu derste işledikleri konular, okuttukları kitaplar, derste hangi öğretim ve değerlendirme yöntemleri kullandıkları tespit edilerek, istatistiksel yöntemler yardımıyla çalışmanın sonuçları analiz edilmektedir. Çalışma, sonuç bölümü ve genel bir değerlendirme ile sona ermektedir.

2. YAZIN ALANINDA ÜİY ÖĞRETİMİ İLE İLGİLİ ÇALIŞMALAR

Dünyada ÜİY ile ilgili yapılan çalışmalara bakıldığında, bu çalışmaların ÜİY öğretiminin içeriği, öğretim şekli ve ÜİY öğretimi ile ilgili sorunlar olarak sınıflandırılması mümkündür. Türkiye'de ise ÜİY öğretimi ile ilgili az sayıda çalışmaya rastlanmaktadır ve çalışmalar genelde ÜİY öğretiminin içeriği konusunda yoğunlaşmıştır (Bkz. Tablo 1). Türkiye'de yapılan diğer çalışmalara bakıldığında, bunların ÜİY öğretiminin mevcut durumu, sorun alanları ve gelişme potansiyeli üzerinde durduğu görülmektedir.

Tablo 1. Dünyada ve Türkiye'de ÜİY Öğretimi ile İlgili Çalışmalar

DÜNYA	Yılı	Çalışmanın Konusu
Green	1997	ÜİY öğretiminin içeriği
Chase ve Zhang	1998	ÜİY öğretiminin içeriği, öğretim şekli
Hayes	1998	ÜİY öğretiminin içeriği, öğretim elemanı yetiştirme
Meredith ve Roth	1998	ÜİY öğretimindeki sorunlar
De Toni ve Filippini	1998	ÜİY öğretiminin gelişimi ve güncel durumu
Vrat	1998	ÜİY öğretiminin gelişimi ve güncel durumu
Ribera	1998	ÜİY öğretiminin içeriği
Voss vd.	2002	ÜİY öğretimindeki sorunlar, çözüm önerileri
Schellekens vd.	2003	ÜİY öğretimindeki sorunlar
Luque ve Machuca	2003	ÜİY öğretiminin gelişimi ve güncel durumu, ÜİY öğretimindeki sorunlar, öğretim şekli
Machuca ve Luque	2003	ÜİY öğretiminin gelişimi ve güncel durumu, ÜİY öğretimindeki sorunlar, öğretim şekli
Lewis ve Maylor	2007	Öğretim şekli
Pal ve Busing	2008	ÜİY öğretiminin içeriği, öğretim şekli
Pasin ve Giroux	2011	Öğretim şekli
Piercy	2012	ÜİY öğretiminin içeriği
Brandon-Jones vd.	2012	Öğretim şekli
Abdulrahman Yousef	2012	ÜİY öğretiminin içeriği
TÜRKİYE	**Yılı**	**Çalışmanın konusu**
Baki ve Gözlü	2004	ÜİY öğretim elemanlarının profili, ÜİY öğretimine bakış açısı
Yılmaz vd.	2004	ÜİY öğretiminin içeriği
Özdil vd.	2005	ÜİY öğretimindeki sorunlar, ÜİY öğretiminin içeriği
Şahin vd.	2009	ÜİY öğretiminin içeriği
Ömürgönülşen ve Çekiç	2013	ÜİY öğretiminin gelişimi ve güncel durumu, ÜİY öğretimindeki sorunlar, çözüm önerileri
Tonus ve Paşaoğlu	2013	ÜİY öğretiminin içeriği, çözüm önerileri
Ömürgönülşen ve Çekiç	2014	ÜİY araştırma alanlarının yönü
Çekiç ve Ömürgönülşen	2015	ÜİY bilimsel yayın performansı
Çekiç ve Ömürgönülşen	2015	ÜİY öğretiminin içeriği, içerik analizi

3. AMPİRİK ÇALIŞMA

Bu kısımda, çalışmanın hipotezleri, anket formunun hazırlanması, verinin toplanması ve analiz edilmesi ve anket çalışmasının sonuçlarına yer verilmektedir.

3.1. Hipotezler

Çalışmanın hipotezlerini şu şekilde sıralamak mümkündür:

H1: Mühendislik, istatistik, matematik vb. sayısal alanlarda derecelere sahip olan öğretim üyeleri, derslerinde sayısal konulara[6] daha fazla ağırlık vermektedirler.

H1a: Mühendislik, istatistik, matematik vb. sayısal alanlarda lisans derecesine sahip olan öğretim üyeleri, derslerinde sayısal konulara daha fazla ağırlık vermektedirler.

H1b: Mühendislik, istatistik, matematik vb. sayısal alanlarda yüksek lisans derecesine sahip olan öğretim üyeleri, sayısal konulara daha fazla ağırlık vermektedirler.

H1c: Mühendislik, istatistik, matematik vb. sayısal alanlarda doktora derecesine sahip olan öğretim üyeleri, derslerinde sayısal konulara daha fazla ağırlık vermektedirler.

H2: Sektör deneyimi olan öğretim üyeleri ile sektör deneyimi olmayan öğretim üyelerinin, "ÜİY dersinde hangi öğretim yöntemlerini kullanıyorsunuz?" sorusuna verdikleri cevaplar arasında anlamlı bir fark olması beklenmektedir.

H3: Mühendislik, istatistik, matematik vb. sayısal alanlarda derecelere sahip olan öğretim üyeleri, derslerinde güncel öğretim yöntemlerine daha fazla ağırlık vermektedirler.

H3a: Mühendislik, istatistik, matematik vb. sayısal alanlarda derecelere sahip olan öğretim üyeleri ile sahip olmayan öğretim üyelerinin "ÜİY dersinde bilgisayar programı kullanıyor musunuz?" sorusuna verdikleri cevaplar arasında anlamlı bir fark olması beklenmektedir.

H3b: Mühendislik, istatistik, matematik vb. sayısal alanlarda derecelere sahip olan öğretim üyeleri ile sahip olmayan öğretim üyelerinin "ÜİY dersinde yeni eğitim yöntemlerini kullanıyor musunuz?" sorusuna verdikleri cevaplar arasında anlamlı bir fark olması beklenmektedir.

H4: ÜİY dersini İngilizce verenler, örnek olaylara daha çok yer vermektedirler.

3.2. Anket Formunun Hazırlanması

Bu çalışmada, nicel bir veri toplama yöntemi olarak anket yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada, daha önce uygulanan bir anket kullanılmamış ve yeni bir anket hazırlanmıştır. Anket formunun oluşturulmasında çeşitli çalışmalardan yararlanılmıştır (bkz. Bahl, 1989; Raiszadeh ve Ettkin, 1989; Baki ve Gözlü, 1994; Goffin 1998). Anket, dört bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde, ankete cevap veren öğretim üyesi ile ilgili genel bilgiler, çalıştığı kurum, lisans, yüksek lisans ve doktora derecelerini aldığı üniversite bölümler ile sektör deneyimine sahip olup olmadıklarına ilişkin sorular yer almaktadır. İkinci bölümde, ÜİY dersine ilişkin sorular (hangi konuların işlendiği, hangi kitapların kullanıldığı, derste kullanılan öğretim yöntemleri, derste bilgisayar programları kullanılıp kullanılmadığı, vb.) yer almaktadır. Üçüncü bölümde, ders değerlendirme yöntemlerine ilişkin sorular mevcuttur. Dördüncü ve son bölümde ise, bu dersi veren öğretim elemanlarının yaşadıkları zorluklara ilişkin bir soru ve bu dersle ilgili öğretim üyelerinin önerilerini içeren bir adet açık uçlu soru bulunmaktadır.

3.3. Veri Toplanması ve Verilerin Analizi

Çalışmanın veri toplama aşaması, yaklaşık olarak 5 ay (Eylül 2014- Ocak 2015) sürmüştür. Bu süre boyunca hazırlanan anket formları gerek yüz yüze ve telefonla yapılan görüşmeler, gerekse e-posta yoluyla yapılan yazışmalar sonucu elde edilmiştir. Çalışmada tamsayım yapılmıştır. Bir başka deyişle, 157 ÜİY öğretim elemanın tamamına ulaşılmıştır. 128 kişi ankete yanıt vermiştir. Bu durumda, % 80'e yakın bir geri dönüş oranı olduğunu söylemek mümkündür.

Türkiye'de Nisan 2016 tarihi itibariyle, YÖK'ün resmi rakamlarına bakıldığında, devlet üniversitelerinde 127 adet, vakıf üniversitelerinde 60 adet toplamda da 187 adet İşletme Bölümü vardır (Yüksek Öğretim Kurulu, https://istatistik.yok.gov.tr/, 2016). Türkiye'deki İşletme Bölümlerinde, 2015 yılı itibariyle, ÜİY alanında çalışan 157 adet öğretim elemanı bulunmaktadır.

3.3.1. Tanımlayıcı İstatistikler

Anketi cevaplayan 128 öğretim üyesinin öğretim geçmişine ait veriler incelendiğinde, cevap dağılımlarının dört farklı kategoride olduğu görülmüştür. Bunlar İşletme Bölümleri, Endüstri Mühendisliği Bölümleri, Diğer İİBF Bölümleri ve Diğer Mühendislik Bölümleri olarak ayrılmıştır. Anket sonuçlarından yola çıkarak, ÜİY Öğretim elemanlarının lisans öğrenimlerini % 40,7'lik oranda İşletme bölümlerinde, % 23,6 Endüstri Mühendisliğinde, % 21,1 diğer mühendislik bölümlerinde ve %14,6 da İİBF'nin diğer bölümlerinde tamamladıkları görülmüştür. Bu verilere bakıldığında, daha sayısal bir öğrenim geçmişinden gelen kitlenin ÜİY alanına ilgisinin daha yoğun olduğu söylenebilir. ÜİY Öğretim

[6] Sayısal konular: Karar verme, stok yönetimi, sayısal yöntemler, talep tahmini, üretim planlama vb.

elemanlarının Yüksek Lisans ve Doktora geçmişlerine bakıldığında, farklı lisans alanlarından gelenlerin, yüksek lisans ve doktora çalışmalarında daha ziyade İşletme alanına kaydıkları anlaşılmaktadır. ÜİY Öğretim elemanlarının İşletme Bölümlerinden mezun olanların oranı, Yüksek Lisans öğreniminde % 55,8'e, Doktora öğrenimindeyse de % 61,7'e çıkmaktadır. ÜİY Öğretim elemanlarının %46,8'i sektör deneyimleri olduğunu belirtmiştir. Anket sonuçlarına bakıldığında, ÜİY dersi kapsamında işlenen konuların aşağıdaki Tablo 2'deki gibi sıralandığı görülmüştür.

Tablo 2. ÜİY Dersi Kapsamında İşlenen Konular

	Evet		**Hayır**		**Toplam**	
	Frekans	**Yüzde**	**Frekans**	**Yüzde**	**Frekans**	**Yüzde**
1. Kapasite Planlama	111	89,5	13	10,5	124	100
2. Üretim Sistemleri	109	87,9	15	12,1	124	100
3. Stok Yönetimi	109	87,9	15	12,1	124	100
4. Kuruluş Yeri Seçimi	102	82,3	22	17,7	124	100
5. Üretim Planlama	99	79,8	25	20,2	124	100
6. Talep Tahmini	95	76,6	29	23,4	124	100
7. Fabrika İçi Düzenleme	93	75	31	25	124	100
8. Kalite Yönetimi	93	75	31	25	124	100
9. Verimlilik Yönetimi	66	53,2	58	46,8	124	100
10. Proje Yönetimi	65	52,4	59	47,6	124	100
11. Karar Verme Yöntemleri	58	46,8	66	53,2	124	100
12. Ürün Yönetimi	57	46	67	54	124	100
13. İş Etüdü	56	45,2	68	54,8	124	100
14. Diğer	52	41,9	72	58,1	124	100
15. Sayısal Yöntemler	44	35,5	80	64,5	124	100

Bu konuların haricinde, "Diğer" kısmı detaylı incelendiğinde, burada yer alan konuların Tedarik Zinciri Yönetimi, Yalın Üretim, Süreç Yönetimi, Ürün Tasarımı ve Malzeme İhtiyaç Planlaması gibi konular olduğu belirlenmiştir.

Ankete cevap veren öğretim elemanlarının tümü, ders anlatırken örnek vermektedir. İmalat sektöründen verilen örnekler, hizmet sektörüne göre biraz daha ağır basmaktadır. Ankete katılan öğretim elemanlarının % 54'ü dersi Türkçe, % 30'u İngilizce, % 15'i hem Türkçe, hem İngilizce olarak dersi işlemektedir.

Anket sonuçları incelendiğinde, Türkiye'de lisans düzeyinde en çok kullanılan ÜİY dersi temel kaynaklarının, İngilizce ÜİY kitapları arasında sırasıyla Heizer ve Render, Krajewski vd., Stevenson ve Türkçe kitaplar arasında da sırasıyla Bülent Kobu, Mahmut Tekin ve Sevinç Üreten'in kitapları olduğu görülmektedir.

Ankete katılanlara hangi öğrenim yöntemlerini kullandıkları da sorulmuştur. Buna göre, ilk sırada ders anlatma (% 100), ikinci sırada örnek olay çalışması (% 76,6), üçüncü sırada video gösterimi (% 58,1) ve dördüncü sırada fabrika gezileri (% 28,2) yer almaktadır.

ÜİY derslerinde bilgisayar kullanım oranı arasında yaklaşık % 50'dir. Bu programlar arasında en çok kullanılan üç program sırasıyla MS Excel, WinQSB ve LINDO'dur.

Ankete katılan öğretim üyelerinin yaklaşık yarısı ÜİY dersinde yeni öğretim yöntemlerini kullandıklarını ifade etmişlerdir. Sırasıyla "E-Posta Grupları Oluşturma" (% 57,9), "Uzaktan Eğitim" (% 36,8) ve "Sosyal Ağları Kullanma" (% 35,1) yöntemleri en çok kullanılan seçenekler olarak işaretlenmiştir.

ÜİY dersinde en çok kullanılan değerlendirme yönteminin "Yazılı Sınav" (% 99,2) olduğu, bunu sırasıyla "Ödev" (% 69,4), "Derse Katılım" (% 58,9) ve "Proje Çalışması" (% 37,9) yöntemleri izlemiştir.

3.4. Anket Çalışmasının Sonuçları

Uygulanan anketlerden toplanan veriler, IBM SPSS Statistics 23 programı aracılığıyla Ki-Kare analizine tabi tutulmuştur; çünkü Ki-Kare analizi, çeşitli gruplara dâhil olan deneklerin veya yanıtların sayısı ile ilgilenilir (Levine, 1999). Analiz sonuçları Tablo 3'de belirtilmiştir.

Tablo 3. Ki-Kare Analiz Sonuçları

Hipotez	Kabul	Ret	Pearson Ki-Kare
H1			
H1a		X	$\chi 2$ (sd=1, n=123) = 1,583; p = 0,257 > 0,05
H1b		X	$\chi 2$ (sd=1, n=120) = 0,684; p = 0,503 > 0,05
H1c		X	$\chi 2$ (sd=1, n=120) = 1,266; p = 0,282 > 0,05
H2		X	$\chi 2$ (sd=1, n=124) = 0,301; p = 0,690 > 0,05
H3			
H3a		X	$\chi 2$ (sd=1, n=121) = 0,154; p = 0,186 > 0,05
H3b		X	$\chi 2$ (sd=1, n=120) = 0,005; p = 1,000 > 0,05
H4		X	$\chi 2$ (sd=1, n=104) = 0,069; p = 1,000 > 0,05

Tablo 3 detaylı incelendiğinde çalışmanın tüm hipotezlerinin reddedildiği görülmektedir. Öğretim üyelerinin mezun olduğu lisans, yüksek lisans ve doktora bölümleriyle derslerde işledikleri sayısal konular arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır (p>0,05). Buna göre, sayısal alanlarda derecelere sahip olan öğretim üyelerinin, derslerinde sayısal konulara daha fazla ağırlık verdiği hipotezi reddedilmektedir (H1). Analiz sonuçlarına göre, sektörel deneyime sahip olma ile öğretim metotları kullanımı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki yoktur (H2). Öğretim üyelerinin mezun olduğu lisans bölümü ile derslerde bilgisayar programı kullanımı ve yeni eğitim yöntemlerini kullanımı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki yoktur (H3). ÜİY dersini İngilizce veren öğretim üyelerinin örnek olaylara daha çok yer verdiği hipotezi de reddedilmiştir (H4).

4. SONUÇ

Bu çalışma betimsel bir tarama çalışması niteliğindedir. Eğitim alanındaki çalışmalarda en yaygın bilimsel yöntem taramadır; çünkü bireylerin ya da grupların ya da fiziksel ortamların özelliklerini (yetenek, davranış, tercih) özetlemektedir (Büyüköztürk vd., 2014).

ÜİY dersini veren öğretim elamanlarının bu derste karşılaştıkları en büyük zorluklar arasında öğrencilerin yabancı dil yetersizliği ve bu derse olan ilgilerinin az olması yer almaktadır. Bunların haricinde, derslerde kullanılacak lisanslı yazılım yetersizliği, üretimle ilgili mesleki terim birliğinin olmayışı, üretimle ilgili temel kaynakların sayıca yetersiz oluşu, dersliklerdeki altyapı yetersizliği ve özellikle yerli örnek olayların sayısının az olması da dersle ilgili yaşanan sıkıntılar olarak öğretim elemanlarınca sıralanmıştır.

Anketi dolduran öğretim elemanlarına, ÜİY dersinin içeriğiyle ilgili önerileri için açık uçlu bir soru sorulmuştur. Bu öneriler, fabrika gezileri yapılması, güncel olayların ve teknolojik değişikliklerin ÜİY ders içeriğine yansıtılması, dersin 2 ve/veya daha fazla dönem okutulması, ders anlatımında yazılım ve video kullanımının arttırılması, derse alanında profesyonel birinin davet edilmesi, tüm üniversiteler için ortak bir müfredat tanımlanmasıdır. Ayrıca, dersi alan öğrencilerin sayısal yöntemlerle ilgili altyapılarının geliştirilmesi de tavsiyeler arasında yer almaktadır. Üretim/İşlemler Yönetimi dersiyle ilgili temel kaynakların sayısının az olması, ders içeriği ve örneklerde imalat ve hizmet sektörleri arasındaki dengenin sağlanması gereği, Üretim/İşlemler Yönetimi dersinin, işletmenin diğer fonksiyonlarıyla entegre bir biçimde anlatılması da, ankete cevap veren öğretim üyelerinin üzerinde durduğu noktalar arasındadır.

KAYNAKÇA

Abdulrahman Yousef, D. (2012). The state of production and operations management (P/OM) teaching in United Arab Emirates universities. *Education, Business and Society: Contemporary Middle Eastern Issues*, *5*(2), 112-123.

Bahl, H. C. (1989). Teaching production and operations management at the MBA level - A survey. *Production and Inventory Management Journal*, *30*(3), 5-7.

Baki B. ve Gözlü S. (2004). Türkiye'deki Üniversitelerde ÜİY Öğretimi: Bir Alan Araştırması, *IV. Ulusal Üretim Araştırmalar Sempozyumu, T.C. Selçuk Üniversitesi, 8–10 Ekim, Konya,* 684–690, Günay Ofset Matbaacılık ve Tic. Ltd. Şti.

Brandon-Jones, A., Piercy, N., & Slack, N. (2012). Bringing teaching to life: Exploring innovative approaches to operations management education, *International Journal of Operations & Production Management*, *32*(12), 1369–1374.

Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E. K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2014). Bilimsel Araştırma Yöntemleri. 17. Baskı. Ankara: Pegem Akademi.

Chase, R. B., & Zhang, A. (1998). Operations management: internationalization and interdisciplinary integration. *International Journal of Operations & Production Management*, *18*(7), 663–667.

Çekiç, B ve Ömürgönülşen, M. (2015). Türkiye'de İşletme Bölümlerinde Üretim/İşlemler Yönetimi Alanında Çalışan Öğretim Üyelerinin Bilimsel Yayın Performansının Türkiye Geneli İle Karşılaştırılması. *Finans Politik & Ekonomik Yorumlar, Cilt: 52, Sayı: 601*, 59-70.

Çekiç, B ve Ömürgönülşen, M. (2015). Lisans Düzeyinde Üretim/İşlemler Yönetimi Ders Kitaplarının Görsel İçerik Analizi. *15. Üretim Araştırmaları Sempozyumu (ÜAS 2015)*, İzmir, Türkiye.

De Toni, A., & Filippini, R. (1998). Operations management in Italy.*International Journal of Operations & Production Management*, *18*(7), 644-648.

Green, F. B. (1997). Operations Management Education - A Curriculum at the Crossroads. *Internatıonal Conference Proceedıngs - American Productıon And Inventory Control Socıety,* 80–82.

Goffin, K. (1998). Operations management teaching on European MBA programmes. *International Journal of Operations & Production Management*,*18*(5), 424-451.

Hayes, R. H. (1998). Developing POM faculties for the 21st century. *Production and Operations Management*, *7*(2), 94–98.

Levine, D. M., Berenson, M. L., & Stephan, D. (1999). Statistics for managers using Microsoft Excel (Vol. 660). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

Lewis, M. A., & Maylor, H. R. (2007). Game playing and operations management education. *International Journal of Production Economics*, *105*(1), 134–149.

Luque, R. A., & Machuca, J. A. (2003). An empirical study of POM teaching in Spanish universities (II): faculty profile, teaching and assessment methods.*International Journal of Operations & Production Management*, *23*(4), 375-400.

Machuca, J. A., & Luque, R. A. (2003). An empirical study of POM teaching in Spanish universities (I): Content of POM courses. *International Journal of Operations & Production Management*, *23*(1), 15-43.

Meredith, J., & Roth, A. (1998). Operations management in the USA.*International Journal of Operations & Production Management*, *18*(7), 668-674.

Ömürgönülşen M. ve Çekiç B. (2013). Türkiye'de İşletme Bölümlerinde Lisans Düzeyi Üretim/İşlemler Yönetimi Öğretiminde Mevcut Durum, Sorun Alanları ve Gelişme Potansiyeli. *13. Üretim Araştırmaları Sempozyumu (ÜAS 2013)*, Sakarya, Türkiye

Ömürgönülşen M. ve Çekiç B. (2014). Türkiye'de İşletme Bölümlerinde Üretim/İşlemler Yönetimi Alanında Çalışan Öğretim Elemanlarının Araştırma Alanlarının Yönü. *14. Üretim Araştırmaları Sempozyumu (ÜAS 2014)*, İstanbul, Türkiye.

Özdil T, Yılmaz C. & Akdoğan G. (2005). Öğrencilerin Üretim Konuları Hakkındaki Bilgilerini ve Yönetim Dersini Değerlendirmeleri, *V. Ulusal Üretim Araştırmalar Sempozyumu, İstanbul Ticaret Üniversitesi, 25–27 Kasım, İstanbul,* 684-690, Ayhan Matbaası.

Pal, R., & Busing, M. E. (2008). Teaching operations management in an integrated format: Student perception and faculty experience. *International Journal of Production Economics*, *115*(2), 594-610.

Pasin, F., & Giroux, H. (2011). The impact of a simulation game on operations management education. *Computers & Education*, *57(1)*, 1240–1254.

Piercy, N. (2012). Business history and operations management. *Business History*, *54*(2), 154–178.

Raiszadeh, F.M.E. ve Ettkin, L.P. (1989). POM in academia: some causes for concern. *Production and Inventory Management Journal*, *2nd Quarter*, 37-40.

Ribera, J. (1998). Regional report on operations management in Spain.*International Journal of Operations & Production Management*, *18*(7), 639-643.

Şahin M., Tonus, H. Z. & Paşaoğlu, D. (2009). Potansiyel İnsan Kaynaklarının Niteliği Açısından Üretim Yönetimi Ders İçerikleri ve Türkiye'deki Üniversitelerde Bir Araştırma. *IX. Ulusal Üretim Araştırmalar Sempozyumu, T.C. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, 15–17 Ekim, Eskişehir,* 273–282, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Basımevi.

Schellekens, A., Paas, F., & van Merriënboer, J. J. (2003). Flexibility in higher professional education: A survey in business administration programmes in The Netherlands. *Higher Education*, *45*(3), 281–305.

Tonus, H. Z. & Paşaoğlu, D. (2013). The Contents of Operations Management Courses in Terms of the Quality of Potential Human Resources and Research in Turkish Universities. *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, *Yıl:1, Cilt:1, Sayı:2,* 37–50.

Voss, C., Tsikriktsis, N., & Frohlich, M. (2002). Case research in operations management. *International journal of operations & production management*,*22*(2), 195-219.

Vrat, P. (1998). A report on operations management in India. *International Journal of Operations & Production Management*, *18*(7), 651-653.

Yılmaz C., Akdoğan G., Özdil T. & Ecevit Z. (2004). Bilgi Teknolojileri Gelişiminde Üretim Yönetimi Dersi *IV. Ulusal Üretim Araştırmalar Sempozyumu, T.C. Selçuk Üniversitesi, 8–10 Ekim, Konya*, 67–73, Günay Ofset Matbaacılık ve Tic. Ltd. Şti.

TÜRKİYE ULUSAL YÜK TAŞIMACILIĞI SİSTEMİ İÇİN BİR MODEL ÖNERİSİ

Dilay Çelebi
İstanbul Teknik Üniversitesi

Çağlar Tabak
T.C. Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı

ÖZET

Dünyadaki ekonomi ve ticaret yapılarındaki gelişmelerin paralelinde, Türkiye'nin rekabet gücünü koruması ve gelişen dünya ticaretinden yüksek pay alabilmesi için, ulusal ve uluslararası yük taşımacılığı koridorlarının maliyet, hız ve kalite açısından küresel ve bölgesel kapsamda gelişen standartlarda veya bu standartların üzerinde etkinlik göstermesi gereklidir. Bu kapsamda lojistik alanında yapılacak yatırımların ve düzenlemelerin etkin ve verimli bir şekilde planlanmasına destek olacak ve fiziksel ve ekonomik kısıtlar altında ileri vadede yük akışlarının gelişim tahminleri doğrultusunda sonuçlar üretecek ve farklı etkenlerin ve yatırım kararlarının etkilerinin ölçülebildiği kapsamlı bir etki analiz sistemine gereksinim vardır. Bu çalışma kapsamında, Türkiye için ilk defa bu doğrultuda kullanılabilecek, Türkiye'nin coğrafi ve ekonomik özelliklerine göre özelleştirilmiş bir ulusal yük taşıma modeli önerisi geliştirilmiştir. Geleneksel dört aşamalı ulaştırma modeli temel alınarak geliştirilen model, talep oluşturma, yük dağıtımı ve türel dağılım ve atama olarak belirlenen üç aşamadan oluşmaktadır. Bu öneri doğrultusunda geliştirilecek model, mevcut durumun doğru bir temsilini sağlayarak, sistemin genel işleyişinin yeterli bir benzetimini oluşturmak ve altyapı, teknoloji, sosyo-ekonomik durum ve politika ve düzenlemelerdeki değişikliklerin etkilerinin izlenebileceği bir senaryo analizi aracı olarak kullanılabilecektir.

Anahtar sözcükler: Ulusal yük taşımacılığı modeli, lojistik ağlar, ulaştırma modelleri

A PROPOSED MODEL FOR NATIONAL FREIGHT TRANSPORT SYSTEM OF TURKEY

ABSTRACT

In line with global developments in economic and trade structures, Turkey may only keep its competitive positon in international trade by reaching or exceeding high international standards in efficiency of logistics corridors in terms of cost, speed, and quality. This context raises the need of a comprehensive analysis system to develop accurate forecasts of freight transportation and to support decisions related to transportation infrastructure development. This study presents a comprehensive and specialized national freight transportation model for Turkey to serve fulfilling above mentioned needs. Using the traditional four level transportation model as a basis, proposed model constitutes three stages, namely demand generation, freight distribution, and modal split and assignment. The model is expected to represent the actual freight transportation system and work as a simulation tool to monitor effects of infrastructure investments, changes in socio-economic or technological structures or related policy actions and regulations.

Key Words: National freight transport model, logistics networks, transportation models

1.GİRİŞ

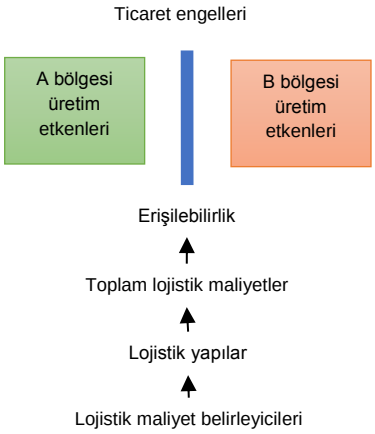
Türkiye'nin kıtalararası ulaştırma ve taşıma yollarının üzerinde yer alan coğrafi konumu itibariyle birçok ticaret ve lojistik koridoru projesi ile doğrudan veya dolaylı ilişki içinde bulunmaktadır. Özellikle Asya ülkelerinin yaşanan ekonomik, sosyal ve siyasal gelişmeler sonrasında bu ülkelerin ticari çekiciliklerinin artması sonucu, Asya'nın üretim ve tüketim pazarlarından yararlanmak isteyen Batı Avrupa ülkeleri ulaştırma ağlarını bu yöne doğru genişletme kararı almış ve Asya-Avrupa yeni ulaştırma koridorları oluşturulmaya ve mevcut koridorlar geliştirilmeye başlanmıştır. Trans-Avrupa Ulaştırma Ağlarının (TEN-T) yapısı incelendiğinde, Avrupa, Asya, Afrika ve Orta Doğu'nun geçiş koridoru üzerinde yer alan ve deniz ulaşımında ve lojistik sektöründe önemli avantajlara sahip olan Türkiye'nin bu gelişmelerden ticari ve ekonomik fayda sağlayacağı beklenmektedir. Bu beklenti doğrultusunda, Türkiye'nin ihracat, büyüme ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşması için ulaştırma altyapısını güçlendirecek birçok projeye başlanmış ve 10. Kalkınma Planında "Taşımacılıktan Lojistiğe Dönüşüm Programı" faaliyetleri belirlemiştir. Fakat bu kapsamda gerçekleştirilecek altyapı projelerinin değerlendirilmesi, maliyet-fayda analizlerinin yapılması ve uzun ve kısa vadede yaşanacak gelişmelerin ekonomik ve ticari etkilerinin tahminlerinin oluşturulması için başvuru kaynağı olarak kullanılacak geniş kapsamlı bir ulusal yük taşımacılığı modeli bulunmamaktadır.

Bu çalışmada önerilen model ile Türkiye'nin uluslararası ticaret yolları üzerindeki çok-türlü (multi-modal) lojistik ağların geçiş noktaları ile birlikte kapsamlı bir jeo-uzamsal bir haritası çıkarılarak, bu ağlar üzerindeki rotaların yük çekim parametreleri belirlenecektir. Böylece gerçek sistemin mevcut yük miktarları için doğrulanmış bir temsili oluşturulacaktır.

2. ULUSAL VE BÖLGESEL YÜK TAŞIMACILIĞI

Ulaştırma sistemlerinin yük ve yolcu taşımacılığı bütünleşik olarak yer almasına rağmen, sistemlerin yapılarındaki farklılıklar ve analiz için kullanılan yöntemler farklı olduğu için, ulaştırma modellerinde genellikle yük ve yolcu taşımacılığı ayrık olarak ele alınmaktadır. Bu iki sistemin bir arada ele alındığı çalışmalar genellikle demiryolu hatları, köprüler, tüneller ve otoyollar gibi ortak kullanım yaratacak altyapı yatırımlarının sosyo-ekonomik olarak değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Bu çalışmaların çoğunda, yük taşımacılığı ortaya çıkaracağı trafik miktarı üzerinden değerlendirilmektedir ve yolcu taşımacılığına kıyasla ürettiği trafik çok düşük miktarlarda olduğu için bu modellerde yük taşımacılığı hesaplamalara katılmamaktadır (de Jong, 2004). Benzer sebeplerden dolayı, yük taşımacılığı modellerinde ise, yolcu taşımacılığı iki nokta arasındaki bağlantının süresi gibi diğer lojistik etkenlerin içindeki parametreler aracılığıyla modele katılmaktadır.

Uluslararası ticaretin gelişimi bölgeler arası üretim faktörlerinin farklılıkları ve bu bölgeler arasındaki uzaklık ve düzenlemeler aracılığıyla belirlenen ticaret engelleri tarafından belirlenir (Bkz. Şekil 1). Uluslararası ticaret kapsamında ulusal yük taşımacılığı sistemlerinin modelleri genellikle yük taşıma tahminleri, ulaştırma incelemeleri ve politika analizi gibi özelleştirilmiş ulusal amaçlar için tasarlanmaktadır. Bu modeller çoğu zaman ulaştırma ve uluslararası ticaret istatistikleri, nakliye maliyet verileri ve lojistik ticaret ağ haritalarını kullanmaktadır. Bunun sebebi, iki bölge arasındaki ticaret miktarının, bölgesel üretim faktörlerindeki farklılıkların yanı sıra, lojistik maliyetler ve altyapı özellikleri gibi lojistik etkenlerinin belirlediği ticaret engelleri dolayısıyla belirlenmesidir.



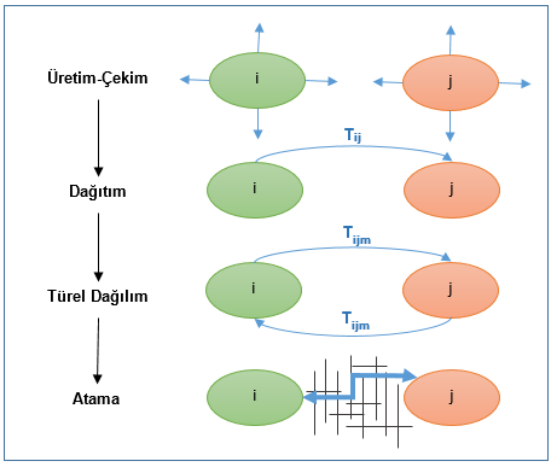
Şekil 1 – Uluslararası ticareti etkileyen faktörler

Yük taşımacılığı modellenmesinde kullanılan birçok kavram temel olarak yolcu taşımacılığı modellerine dayanmaktadır. Özellikle yolcu taşımacılığı için geliştirilmiş olan dört-aşamalı ulaşım modelleme yapısı, yük taşımacılığının modellemesinde en çok kullanılan yöntemdir. İki tür model için de dört aşamalı yapı aynı olsa bile, yük ve

yolcu taşımacılığı modelleri bu aşamaların uygulama detayında aşağıdaki sebeplerden dolayı farklılık gösterir:

1. Yolcu modellerinde yolculuk talebi taşınan birimlerin (yolcuların) kararları doğrultusunda oluşur, yük hareketi talebi tüketim yerlerinin gereksinimlerine bağlı olarak ortaya çıkar
2. Yük taşımacılığında taşıma türü seçimini etkileyen faktörler yolcu taşımacılığına kıyasla daha çok daha karmaşıktır. Yük taşımacılığında iki bölge arasındaki taşıma türü dağılımı yapılırken, uzaklık, maliyet, uluslararası anlaşmalar, ekonomik faktörler, kapasite gibi birçok etken göz önünde bulundurulmalıdır.
3. Yük hareketi taşınan ürünün türüne ve dışsal ekonomik etkilere daha duyarlıdır ve yönetim kararları ya da kurum politikalarıyla ilişkisi daha yüksektir.

Bu sebeplerden dolayı, genel model yapısı olarak yük taşımacılığı modelleri yolcu taşımacılığı modellerine benzerlik gösterse de, yük akışlarının doğru tahmin edilebilmesi için yolcu taşımacılığı modellerinin yeterli olmadığı bilinmektedir (Müller et al., 2012) yük taşımacılığı modellerinde, bu amaç doğrultusunda özelleştirilmiş yöntemlerin kullanılması gereklidir. Şekil 2'de şematik temsili verilen geleneksel 4-aşamalı ulaştırma modelinin yük taşımacılığı bağlamında aşamaları aşağıdaki gibidir:



Şekil 2 – Geleneksel dört aşamalı yük taşımacılığı modeli

1. Üretim ve çekim: Bu adımda, çeşitli üretim merkezlerinden alınıp çeşitli tüketim merkezlerine taşınan ürünlerin değer olarak miktarı belirlenir (OD matrisinin sınırları belirlenir).
2. Dağıtım: Başlangıç noktalarından varış noktalarına gönderilecek ürün miktarları ağırlık-hacim cinsinden miktarları (OD matrisinin hücreleri) belirlenir.
3. Türel dağılım: Ürün akışları, ürün özelliklerine göre farklı taşıma türlerine (karayolu, demiryolu, suyolu, havayolu) paylaştırılır.
4. Atama: Taşıma miktarları araç birimlerine çevrilerek lojistik sistem üzerindeki taşıma ağlarına atanır.

Son yıllarda, yük taşımacılığı için ulusal ulaştırma modellerinin gelişimini inceleyen birçok çalışma yayınlanmıştır. Örneğin, De Jong (2013) Avrupa için geliştilen yük taşımacılığı modellerini derlemiş, Chow ve diğ. (2010) ABD için yapılmış çalışmaları ele almıştır. Tavassy ve diğ. (2012) özellikle lojistik etkenleri göz önüne alarak oluşturulmuş yük taşımacılığı modellerine odaklanan bir literatür çalışması sunmuştur. Bu çalışmalar incelendiğinde, genel olarak, Avrupa için geliştirilmiş sistemler, ABD için geliştirilmiş sistemlerden daha kapsamlı ve detaylı olduğu görülebilir. Bunun sebebi olarak, bölgesel yük taşımacılığı modellerinin büyük miktarlarda ve detaylı veri gerektirmesi ve bu verinin ABD'de bölgesel temelde bulundurulmaması gösterilmektedir (Chow ve diğ., 2010).

Ulusal yük taşımacılığı modellerinin geliştirilmesi alanında yapılan çalışmalar genel olarak incelendiğinde elde edilen bulgular aşağıdaki gibi özetlenebilir:

1. Yolcu ve yük taşımacılığının dinamiklerinin modellenmesi için kullanılacak bir ulaştırma modelinde, talep yapısının tahmin edilebilmesi için geleneksel zaman serileri analizi gibi geleneksel tahmin modelleri yeterli olmamaktadır. Bunun yerine ulaştırma talebini oluşturan etkenlerin birbirleri ile etkileşimlerini ve ilişkilerini, zamana bağlı talep değişimleri ile birlikte ele alan özelleştirilmiş modeller kullanılmalıdır.
2. Yük trafiği talebinin tahmin edilmesi ve hesaplaması için uygun bir model seçimi zordur. Literatürde birçok farklı türde yük talep tahmin modeli, ve bu modellerle ilişkili birçok amaç fonksiyonu bulunmaktadır. Geliştirilen modeller genellikle ele aldıkları problem gereksinimlerine, bölge veya ülkenin ekonomik ve coğrafi yapısına, cevap aradıkları araştırma sorusunun özelliklerine göre özelleştirilmiştir. Bu sebeple, bir lojistik ağ üzerinde yük trafiği talebinin modellenmesi için genel amaçlara uygun ve temel soruların tümünü yanıtlayan, genel geçer bir yük taşımacılığı modeli bulunmamaktadır. Avrupa'da yük taşımacılığı ve ticaret modellemesi için yapılan çalışmaların genel bir özeti de Jong ve diğ. (2004) ve Tavasszy (2012) içinde verilmiştir. İlişkili diğer referanslar da bu makalelerde bulunmaktadır. Amerika Birleşik

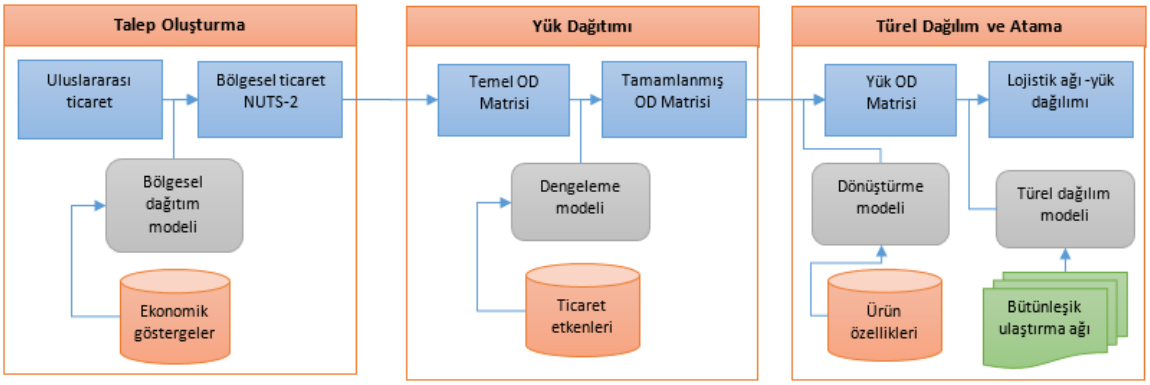
Devletleri Yük Modeli Geliştirme Programı (U.S. DOT) (2016) aynı zamanda yük modelleme kaynakçasında mevcut modelleme yöntemleri hakkında kapsamlı bir bakış sunmaktadır.

3. Mevcut modeller sadece tanımlandıkları (uluslararası, ulusal, bölgesel, yerel ve kentsel) ölçek açısından değil, ayrıca kullandıkları veri, bütünleştirme derinliği, kullanılan ölçüm değişkenleri (araç sayısı, yük akışı ölçütleri) ve analiz seviyesi (makro, mezo, mikro) açılarından da farklılık göstermektedir. Bölgesel kapsam farklılıklarına ve bu bölgesel birimlerin özellikleri gereksinimleri değiştiği için (örneğin şehir içi yük taşımacılığı, kıtalar arası uzak mesafe yük taşımacılığından çok farklı özellikler gösterir), model gereksinimleri kapsadığı bölgenin özelliklerine göre değişiklik göstermektedir. Bu sebeple, modeller uygulama alanlarına göre değiştiği için genel modelleme gereksinimlerini belirlemek oldukça zordur.

3. TÜRKİYE'NİN YÜK TAŞIMACILIĞI SİSTEMİ İÇİN BİR MODEL ÖNERİSİ

İkinci bölümde verilen açıklamalar doğrultusunda çalışma kapsamında, Türkiye'nin coğrafi ve ekonomik özelliklerine göre özelleştirilmiş bir yük taşımacılığı modeli oluşturulması için geleneksel dört aşamalı ulaştırma modeli temel alınarak yeni bir model önerisi geliştirilmiştir. Bu yöntemde, bölgeler arası yük taşıma miktarlarının türlere ve rotalara dağıtımı bütünleşik olarak yapılacağı için, türel dağılım ve atama aşamaları tek bir aşama içinde birleştirilmiştir.

Bu doğrultuda, önerilen proje talep oluşturma, yük dağıtımı ve türel dağılım isimleri verilen, birbirleri ile girdi-çıktı ilişkileri ile bağlanmış üç ayrı aşamada gerçekleştirilecektir. Bu aşamalarda kullanılacak yöntemlerin genel yapısı Şekil 3'de gösterilmiş ve kullanılacak girdiler ve elde edilecek sonuçlar aşağıda detaylı şekilde açıklanmıştır.



Şekil 3- Ulusal yük taşımacılığı model yapısı

1. Talep oluşturma:
   Bu aşamada, aralarındaki karşılıklı ticaret miktarları bilinen başlangıç-varış noktalarının bilgileri, geliştirilecek bölgesel dağıtım modeli kullanılarak, bölgeler arasındaki ticaret miktarları hesaplanır. EUROSTAT tarafından tanımlanan NUTS-2 seviyelerine göre tanımlanan bölgelerin ürün grupları temelinde ikili ticaret miktarlarını hesaplamak için bölgelerin ekonomik göstergelerini temel alarak çalışacak bir bölgesel dağıtım modeli geliştirilir. NUTS-2 bölgelerinin bulunmadığı veya bu bölgelerdeki veriye erişilemediği durumlarda, Martinez (2014) tarafından geliştirilen yöntem kullanılarak, geniş coğrafi bölgeler ekonomik etkinliklerine göre daha küçük birim bölgelere ayrılabilir.

   Bölgesel dağıtım modeli:
   Diğer yük talep modellerinde olduğu gibi, yük miktarlarının hesaplanması için ulusal hesaplardan alınan ekonomik veri ve milli hasıla değerleri kullanılır. Bölgeler arası ticaret miktarlarının hesaplanması için, Birleşmiş Milletler Comtrade (UN-Comtrade) istatistikleri kullanılarak ülkelerarası mal ticareti miktarları belirlenebilir. Daha sonraki aşamada, mal ticaretinin kurumlar arasında yapıldığı varsayımına bağlı olarak, bölgeler temelindeki işgücü, işyeri sayısı, GDP katkı oranı gibi ekonomik göstergeler kullanılarak, ulusal ticaret bilgileri, geliştirilecek bir ağırlıklı dağıtım modeli aracılığıyla bölgesel seviyeye dağıtılır.

2. Yük dağıtımı:
   Bu aşamada öncelikle bölgelerin ürün grupları temelinde ikili ticaret miktarları kullanılarak bölgesel Başlangıç-Varış (OD-Origin/Destination) matrisinin uç değerleri hesaplanır. Daha sonra, lojistik maliyetleri, uzaklık, taşıma kolaylığı gibi ticaret etkenleri arasından seçilecek değişkenler kullanılarak geliştirilecek çekim modeli (gravity model) temelli bir dengeleme modeli ile tamamlanmış O/D matrisinin hücre değerleri oluşturulur.

Dengeleme modeli:
Modelde maliyet, lojistik hizmetler, uzaklık, süre gibi bölgeler arası ticaret etkenleri bağımsız değişkenler olarak alınmaktadır. Sayısal olarak ifade edilemeyen değişkenler kukla (dummy) değişken olarak kabul edilir. Bu değişkenlerin etkileri, çekim modeli tabanlı olarak oluşturulan ticaret fonksiyonu üzerinden, OD matrisinin uç değer koşullarını sağlayacak şekilde oluşturulan bir matematiksel model aracılığıyla hata miktarlarını en az yapacak şekilde hesaplanabilir. Elde edilen değişken katsayıları kullanılarak OD matrisinin hücre değerleri hesaplanır ve matris tamamlanır.

3. Türel Dağılım ve Atama:

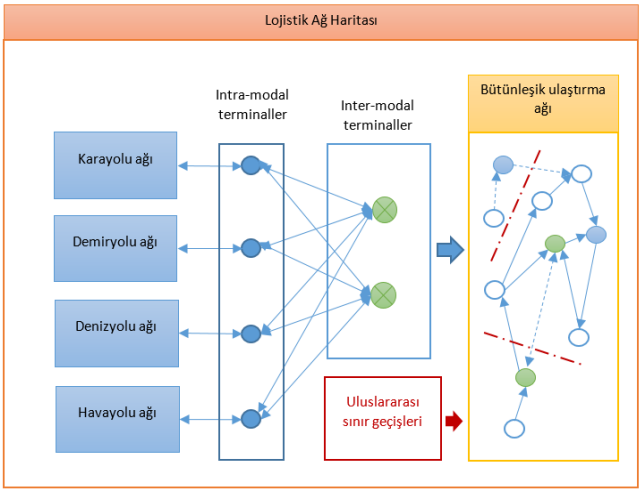
Bu aşamada öncelikle çok sayıda farklı üretim noktasından, çok sayıda farklı tüketim noktasına taşınacak ürünlerin toplam miktarlarının belirlenmesi için bir miktar dönüştürme modeli geliştirilir.

Dönüştürme modeli:
Bu model ile bölgeler arasındaki ticaret miktarları, taşınacak ürünlerin türlerine göre belirlenen değer öz-kütleleri kullanılarak fiziksel taşıma miktarlarına çevirmektedir. Böylece ürün grupları için değer temelinde oluşturulmuş OD matrisini, her ürün grubu için yük miktarı (ton) temelindeki yük matrisine dönüştürülür. Ürün grupları sınıflamasında, Standard International Trade Classification (SITC) içinde tanımlanmış ticaret sınıfları temel alınabilir.

Son aşamada kapsamlı bir türel dağılım modeli geliştirilerek, OD matrisindeki her başlangıç ve varış kombinasyonu için belirlenen yük miktarlarının, lojistik değişkenlerine bağlı olarak ağ üzerindeki rotalara ataması yapılır.

Türel dağılım modeli:
Bu model için oluşturulacak bütünleşik lojistik ağ haritası üstünde, en kısa rotaları belirleyen bir optimizasyon modeli ve algoritması geliştirilir. Modelin amacı lojistik değişkenlere bağlı olarak, rota üzerindeki bağlantıların ve bu bağlantılar arasındaki transfer noktalarının maliyet, süre ve kapasite değerlerini göz önüne alarak, iki nokta arasındaki en iyi rotanın hesaplanmasıdır. Bunun için jeo-uzamsal yapıda oluşturulacak lojistik ağ haritası üzerinden çalışacak bir optimizasyon modeli kullanılabilir. Modelin çözümü için öncelikle *Dijkstra en kısa yol algoritması* veya *sütun oluşturma yöntemi* gibi kesin optimal sonuç veren algoritmaların kullanımı sınanmalıdır. Eğer problem karmaşıklığına bağlı olarak uygulanabilir bir çözüm bulunamazsa, tabu arama veya genetik algoritma gibi meta-sezgisel yöntemler kullanılabilir.

Lojistik ağ haritası:
OD matrisinde belirlenen bölgesel üretim ve tüketim noktaları arasındaki farklı taşıma türlerine ait jeo-uzamsal ulaşım haritaları, türler arası transfer istasyonları ve sınır geçişleri de göz önünde bulundurularak, lojistik bağlantıların kapasite, süre ve maliyet bilgilerini içeren lojistik ağ haritalarına dönüştürülür. Bunun için, farklı ulaştırma türleri için oluşturulmuş haritalar türler-içi (intra-modal) ve türler arası (inter-modal) terminaller üzerinden birleştirilerek, türler arası geçiş noktaları belirlenir. Harita üstündeki her bağlantının ve transfer noktasının maliyet, süre ve kapasite değerleri hesaplanarak ağ veri tabanı üstünde işlenir.



Şekil 4 - Bütünleşik lojistik ağ haritasının oluşturulması

4. SONUÇ

Fiziksel nesnelerin günümüzdeki üretim, nakliye, elleçleme, tedarik ve kullanım şekilleri ekonomik, çevresel ve sosyal olarak sürdürülebilir yapıda değildir. Bilgi ve iletişim teknolojileri alanında geçtiğimiz birkaç on yıl içinde yaşanan dönüşüme benzer olarak, bundan en çok birkaç on yıl sonra dünyada lojistik işlemleri çok farklı şekillerde yapılıyor olacaktır. Başta ABD ve Avrupa Birliği (AB) ülkeleri olmak üzere, gelişmiş ülkeler standartlaştırılmış paket birimlerinin, esnek olarak yapılandırılabilen bağlantılı küresel lojistik ağları üzerinde türler-arası (inter-modal) ve senkro-modal taşımacılık sistemlerine geçiş hazırlığı yapmaktadır. Dünyadaki bu gelişmelerin paralelinde, Türkiye'nin rekabet gücünü koruması ve gelişen dünya ticaretinden yüksek pay alabilmesi için, ulusal ve uluslararası yük taşımacılığı koridorlarının maliyet, hız ve kalite açısından küresel ve bölgesel kapsamda gelişen standartlarda veya bu standartların üzerinde etkinlik göstermesi gereklidir.

Bu çalışmada önerilen model ile Türkiye'nin içinde bulunduğu uluslararası ticaret ağlarının yapısının ortaya çıkarılması ve bu ağlar üzerinde bulunan mevcut ve planlanan lojistik koridorlarının yük taşıma hacmi, kapasite, süre ve maliyetler açısından detaylı bir analizini ortaya koymak mümkün olacaktır. Bu çerçevede, uluslararası lojistik koridorlar üzerinde bulunan farklı ulaştırma türleri arasındaki bağlantılar kullanılarak, her ulaşım şeklinin avantajlı özelliklerini en iyi bir şekilde bir araya getirecek bütünleşik bir lojistik sistemi şekillendirilebilecektir. Burada sunulan yapıya göre geliştirilecek modelin tahmin oluşturma ve senaryo değerlendirme özellikleri sebebiyle, yoğunlukla ekonomi, ulaştırma ve kalkınma alanında çalışan politika yapıcılar tarafından kullanılacağı düşünülmektedir. Model kullanılarak yapılan analizler sonucu, Türkiye'nin sürdürülebilir büyümesini sağlamak için atılacak adımlar daha doğru değerlendirilip, ekonomik, sosyal ve çevresel açıdan en faydalı yatırımların yapılabilmesi sağlanacaktır.

KAYNAKLAR

Chow, J. Y., Yang, C. H., & Regan, A. C. (2010). State-of-the art of freight forecast modeling: lessons learned and the road ahead. Transportation, 37(6), 1011-1030.

De Jong, G., Gunn, H., & Walker, W. (2004). National and international freight transport models: an overview and ideas for future development. Transport Reviews, 24(1), 103-124.

De Jong, G., Vierth, I., Tavasszy, L., & Ben-Akiva, M. (2013). Recent developments in national and international freight transport models within Europe. Transportation, 40(2), 347-371.

Martinez, L., J Kauppila, MC Gachassin (2014). International Freight and Related CO2 Emissions by 2050: A New Modelling Tool, OECD Publishing

Tavasszy, L. A., Ruijgrok, K., & Davydenko, I. (2012). Incorporating logistics in freight transport demand models: state-of-the-art and research opportunities.Transport Reviews, 32(2), 203-219.

USDOT (2016) https://www.transportation.gov/freight/NFSP

ENTROPİ İLE AĞIRLIKLANDIRILMIŞ SEZGİSEL BULANIK-GRİ ANALİZ TABANLI DIŞ MEKAN SÜS BİTKİSİ ÜRETİM YERİ SEÇİM MODELİ

Numan Çelebi
Sakarya Üniversitesi

ÖZET

Dış mekan süs bitkisi yetiştiriciliği son yıllarda ülkemizde önemli bir sektör haline gelmiştir. Bitki üretimi çevre ve hava şartlarına çok duyarlıdır. Bundan dolayı üretim tesisi için uygun olan alanlara yatırım yapmak gerekir. Dış mekan süs bitkisi üretim yeri seçimi kalitatif ve kantitatif kriterleri içine alan çok kriterli bir karar verme problemidir. Bu çalışmada yatırım yapacak firmalara yardımcı olmak amacıyla dış mekan süs bitkileri üretim yeri seçimi için hibrit bir metot sunulmuştur. Önerilen metotta alternatif yerlerin topoğrafik, iklim ve toprak vb kriterlere ait verileri göz önüne alınmıştır. Model insan yargısının belirsizliğini elimine etmek için bulanık–gri aralık-değerli sayılar ve entropi temeline dayanmaktadır. İlk olarak, reel sayılar biçimindeki karar verisi bulanık mantık yardımıyla dilsel değerlere dönüştürülmüştür. Sonra her bir alternatifin grey ilişkisel değerleri ağırlık olmaksızın hesaplanmıştır. Daha sonra kriterlerin ağırlıkları entropi yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Önerilen metot Türkiye'nin bir ilindeki alternatif dış mekan süs bitkisi üretim yerlerinin sıralanmasında kullanılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Bulanık-Gri Analiz, Entropi, Yer Seçimi

ENTROPY WEIGHTED INTUITIONISTIC FUZZY-GREY BASED METHOD FOR ORNAMENTAL PLANTS SITE SELECTION

ABSTRACT

Recently, production of ornamental plants has especially been a significant sector in Turkey. Plant production is so sensitive both environment and meteorological conditions. Therefore, it is need correct investment to apprpriate places for plant production. Ornamental site selection is a multi criteria decision making problem which comprises both qualitative and quantitive criteria. In this study, we present a hybrit metot in order to help to investers which plan to invest for ornamental plant productions. It is taken into account topographic, meteorological and soil as criteria for ornamental plant production site selection. The proposed approache is based on both fuzzy-grey interval-valued numbers and entropy method. First decisions are respresented as a decision matrix and after that it is fuzzified. Second, grey relation values are calculated, then the attribute's weights are determined by entropy. Finally, the propsed method is applied to an ornamental plant site selection problem in Turkey.

Keywords: Entropy, Fuzzy-Grey Analysis, Site Selection

1. GİRİŞ

Dış mekân süs bitkileri genellikle, parklarda, yollarda, yeşil alanlarda ve çevre düzenlenmesinde kullanılan bitkilerdir. Bu bitkiler; kullanıldıkları alanı güzelleştirmenin dışında sosyal, kültürel, insan-çevre sağlığı ve turizm açısından büyük öneme sahiptir. Günümüzde değişen sosyal ihtiyaçlar, yerel yönetimlerin yeşil yaşam alanları oluşturma istekleri, kent yaşamı ve insanlardaki çevre bilincinin artması dış mekân süs bitkilerine olan talebi önemli ölçüde artırmıştır. Ülkemiz, son yıllarda ithalatın azaltılması amacıyla dış mekan süs bitkiciliği yatırımlarına önemli destekler vermektedir. Bu desteklerden faydalanmak için öncelikle bitki üretimine uygun alanların seçilmesi gerekmektedir. Bu nedenle üretim yapılacak bölge (yer) dış mekân bitki yetiştiriciliğine imkân veren özelliklere sahip olmalıdır. Bunlar topografya, eğim, denizden uzaklık ve yükseklik ile iklim ve toprak olarak sıralanabilir. Yer seçim problemi, kullanıcıların ihtiyaçlarını en uygun biçimde karşılamak amacıyla verilen kısıtları sağlayan ve farklı kriterleri göz önüne alarak bir grup aday nokta içerisinden belli bir alanı belirleme ile ilgilidir. Bu çalışmada da dış mekan süs bitkisi üretim yeri seçimi, birçok alternatif arasından hem sayısal hem de sayısal olmayan kriterleri içine alan çok kriterli bir karar verme problemi olarak göz önüne alınmıştır.
Çalışma aşağıdaki biçimde organize edilmiştir. İkinci bölümde çalışmada kullanılan yöntem(ler)e ait kısa bir literatür araştırması sunulmuştur. Üçüncü bölümde önerilen modelin şematik yapısı verilerek, modelin adımları ve gerekli hesaplama formülleri verilmiştir. Dördüncü bölümde önerilen modelin uygulaması dış mekan süs bitkisi üretim yeri seçimine ait sayısal bir örnek verilerek açıklanmıştır. Çalışma, elde edilen çıktıların açıklandığı ve gelecek çalışması için önerilerin verildiği sonuç kısmı ile bitirilmiştir.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Yer seçimi ya da alternatiflerin sıralanması eski bir problem olmasına rağmen, günümüzde birçok araştırmacı tarafından hala üzerinde çalışılan bir araştırma alanıdır. Yer seçimi/alternatiflerin sıralanması ile ilgili literatürde çok sayıda çalışma vardır ve bu çalışmalara erişmek mümkündür. Ancak yazarın yaptığı araştırmaya göre dış mekan süs bitkisi üretim yeri seçimi için yapılmış bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bundan dolayı bu bölümde, sadece çalışmada kullanılan yöntemleri göz önüne alan çalışmalara yer verilmiştir. Zhang ve Liu, (Zang ve Liu, 2011) personel seçiminde gri ilişki analiz tabanlı sezgisel bulanık çok kriterli bir karar modeli önerdiler. Wei' de (Wei, 2011) benzer bir çalışmada çok kriterli karar verme problemlerinin çözümü için gri ilişki analiz metoduna dayalı bir optimizasyon modeli geliştirdi ve sayısal bir örnekle modelin çalışmasını açıkladı. Zang ve arkadaşları (Zhang vd., 2011) çok kriterli karar verme problemi için, kriter ağırlıklarının belli olmadığı aralık-değerli bulanık esaslı genişletilmiş gri ilişi analiz yöntemi geliştirdiler. Onar ve arkadaşları (Onar vd., 2015) rüzgar enerjisi yatırımları için uygun enerji teknolojilerini seçmede yatırımcılara yardımcı olmak için aralık-değerli sezgisel bulanık esaslı bir yaklaşım önerdiler. Yazarlar önerdikleri yöntemi, dört alternatifli, sekiz kriterli örnek bir problem yardımıyla açıkladılar. Ashtiani ve arkdaşları (Ashtiani vd., 2009) çok kriterli karar problemlerini çözmek amacıyla kriter ağırlıklarının eşit olduğunu göz önüne alan aralık-değerli bulanık mantık temeline dayalı genişletilmiş bulanık TOPSIS metodu önerdiler. Pramanik ve Mukhopadhyaya (Pramanik ve Mukhopadhyaya, 2011) yükseköğretimde eğitmen seçimi için gri ilişkisel temelli sezgisel bulanık çok kriterli grup karar yaklaşımı geliştirdiler. Modellerinde kriter ağırlıklarını uzman görüşüne dayanan anket çalışması sonucu belirlediler. Liu ve Lin (Liu ve Lin, 2015) sezgisel bulanık yöntemini kaba küme teorisi ile birleştirerek gerçek yaşamdan alınmış bir çatışma probleminin çözümünde karar verici olarak kullandılar. İlgi duyan araştırmacılar sezgisel bulanık temelli karar modelleri için literatürde yer alan çalışmaların daha geniş ve güncel incelemesini (Xu ve Zhao, 2016) yazarların çalışmasında bulabilir.

3. ÖNERİLEN MODEL

Önerilen modelin şematik yapısı Şekil 1'de verilmiştir. Model üç aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada kriterler ve alternatifler belirlenmiştir. İkinci aşamada, ilk olarak başlangıç karar matrisi oluşturulmuş ve bu karar matrisi bulanık sayılarla ifade edilmiştir. Daha sonra gri ilişkisel analiz matrisi elde edilerek, entropi yöntemiyle ile kriterlerin ağırlıkları hesaplanmıştır. Üçüncü aşamada, alternatifler arasındaki gri ilişkisel dereceler hesaplandıktan sonra alternatiflerin sıralaması gerçekleştirilmiştir. Modelin işleyişi ve gerekli adımlar aşağıda açıklanmıştır.

Şekil 1. Önerilen modelinin şematik yapısı

Adım 1: Performanslarının Değerlendirilmesi ve Karar Matrisinin Elde Edilmesi.
Çok kriterli karar verme probleminde, A=$\{A_1, A_2, \dots, A_m\}$ uygun alternatiflerin ve C=$\{C_1, C_2, \dots, C_n\}$ ise kriterlerin sonlu bir kümesidir. C_i kriterine göre A_i alternatifinin performansı C_{ij} çoklu alt kriterlerinin sayısal puanları $C_i = \frac{1}{m}\sum_{\substack{i=1\\j=1}}^{n,m} c_{ij}$ formülü ile hesaplanarak $X = [x_{ij}]_{mxn}$ karar matrisi oluşturulur.
Adım 2: Bulanık Karar Matrisinin Elde Edilmesi ve Normalizasyonu
Karar matrisindeki x_{ij} puan değerleri, aralık-değerli üçgensel bulanık sayılar $\tilde{x}$ =$[(x_1, x_1^{'}); x_2; (x_3^{'}, x_3)]$ biçiminde ifade edilebilir. Bu işlem için, Tablo 1' de verilen dönüştürme ölçeği kullanılır ve $\tilde{X}$=$[\tilde{x}_{ij}]_{mxn}$ sezgisel bulanık karar matrisi elde edilir.

Tablo 1. Oranlar için sözel değişkenlerin tanımları (Zhang ve vd., 2011, adapte edilmiştir)

Sözel Değişkenler	Interval-Değerli Üçgensel Bulanık Sayılar	Değerlendirme Puanı
Hiç Uygun Değil (HUD)	[(0,0);0;(1,1.5)]	2
Uygun Değil (UD)	[(0,0.5);1;(2.5,3.5)]	4
Az Uygun (AU)	[(0,1.5);3;(4.5,5.5)]	5
Koşullu Uygun (KU)	[(2.5,3.5);5;(6.5,7.5)]	6
Orta Uygun (OU)	[(4.5,5.5);7;(8,9.5)]	7
Uygun (U)	[(5.5,7.5);9;(9.5,10)]	8
Çok Uygun (ÇU)	[(8.5,9.5);10;(10,10)]	10

Daha sonra bulanık karar matrisi $\tilde{r}_{ij} = [\left(\frac{a_{ij}}{c_j^+}, \frac{a_{ij}^{'}}{c_j^+}\right); \frac{b_{ij}}{c_j^+}, \left(\frac{c_{ij}^{'}}{c_j^+}, \frac{c_{ij}}{c_j^+}\right)]$ $\quad \tilde{r}_{ij} = [(\frac{a_j^-}{c_{ij}}, \frac{a_j^-}{c_{ij}^{'}}); \frac{a_j^-}{b_{ij}}; (\frac{a_j^-}{a_{ij}^{'}}, \frac{a_j^-}{a_{ij}})]$ (1)
formülleri kullanılarak normalize edilir. Bu formülde c_j^+= $max_i\{c_{ij}$, i=1, …, m} fayda ve a_j^-=$min_i\{a_{ij}, i = 1, \dots, m\}$ maliyet fonksiyonunu ifade eder. $\tilde{R}$=$[\tilde{r}_{ij}]_{mxn}$ normalize bulanık karar matrisini, $\tilde{r}_{ij}$=$[(g_{ij}, g_{ij}^{'})$; h_{ij}; $(l_{ij}, l_{ij}^{'})]$ ise bulanık sayı değerlerini temsil eder.

Adım 3: Referans Serisinin Belirlenmesi ve Uzaklık Matrisinin Oluşturulması
r_{0j} = $max_j r_{ij}$, j=1,2, …, n de olacak şekilde referans serisi aşağıdaki gibi tanımlanır.
$R_0 = (r_{01}, r_{02}, \dots, r_{0n}) = ([(g_{01}, g_{01}^{'}); h_{01}; (l_{01}, l_{01}^{'})], \dots \dots \dots, [(g_{0n}, g_{0n}^{'}); h_{0n}; (l_{0n}, l_{0n}^{'})]$ (2)
$r_{ij} = r_{0j} - r_{ij}$iki sayı arasındaki fark olmak üzere, $\bar{\delta}_{ij}$=$[\delta_{ij}^{(1)}$, $\delta_{ij}^{(2)}]$ aralık-değerli bulanık sayı formatında karşılaştırma değeri ile referans değeri arasındaki uzaklığı ifade eder ve aşağıdaki formüller yardımıyla hesaplanır.

$$\delta_{ij}^{(1)} = \sqrt{\frac{1}{3}[(g_{ij}' - g_{0j})^2 + (h_{ij} - h_{0j})^2 + (l_{ij}' - l_{0j})^2} \quad \delta_{ij}^{(2)} = \sqrt{\frac{1}{3}[(g_{ij} - g'_{0j})^2 + (h_{ij} - h_{0j})^2 + (l_{ij} - l'_{0j})^2} \quad (3)$$

Hesaplamalar sonucunda $\Delta = \begin{bmatrix} \delta_{11} & \delta_{12} \cdots & \delta_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \delta_{m1} & \delta_{m2} \cdots & \delta_{mn} \end{bmatrix}$ biçimde uzaklık matrisi elde edilir.

Adım 4: Gri İlişki Katsayısının Hesaplanması.
$\xi_{ij}^{(1)}$ ve $\xi_{ij}^{(2)}$ gri ilişkisel katsayılar aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanır.

$$\xi_{ij}^{(1)} = \frac{\delta_{min}^{(1)}+\zeta\delta_{max}^{(1)}}{\delta_{ij}^{(1)}+\zeta\delta_{max}^{(1)}} \quad \xi_{ij}^{(2)} = \frac{\delta_{min}^{(2)}+\zeta\delta_{max}^{(2)}}{\delta_{ij}^{(2)}+\zeta\delta_{max}^{(2)}} \qquad i = 1,\dots,m; j = 1,\dots,n \tag{4}$$

Bu formülde δ_{max} ve δ_{min}, sırasıyla δ_{ij}'nin maksimum ve minimum değeridir. ζ ise, 0 ve 1 arasında ayırt edici katsayıdır ve bu katsayı hesaplamalarda genellikle 0.5 olarak alınır.

Adım 5: Gri İlişkisel Derecenin Tahmin Edilmesi ve Entropi ile Ağırlıkların Hesaplanması.
w_j j kriterinin ağırlığı ve $w_j \geq 0$, $\sum_{j=1}^{n} w_j = 1$ ilişkisine göre $\gamma_i = \sum_{j=1}^{n} w_j \xi_{ij}$, $i = 1,\dots,m$, gri ilişki derece formülüyle tahmin edilir.

$$\gamma_i^{(1)} = \sum_{j=1}^{n} w^{(1)}{}_j \xi_{ij}^{(1)}, \qquad \gamma_i^{(2)} = \sum_{j=1}^{n} w^{(2)}{}_j \xi_{ij}^{(2)} \qquad i = 1,\dots,m \tag{5}$$

Gri ilişki analiz metodunda "gri ilişkinin en büyük derecesine" sahip olan alternatiflerin seçilmesi amaçlanır. Ancak kriter ağırlıkları başlangıçta bilinmemektedir. Bundan dolayı $\gamma_i^{(1)}$ve $\gamma_i^{(2)}$ değerlerini belirlemek için, ilk olarak ağırlık katsayılarının hesaplanması gerekir. Bu çalışmada, ağırlıkları hesaplamak için Entropy yönteminden (Zeshui ve Hui, 2009) yararlanılmıştır. Entropi ve ağırlık değerleri $\bar{s}_{ij} = \frac{s_{ij}-min_j\{s_{ij}\}}{max_j\{s_{ij}\}-min_j\{s_{ij}\}}$, $\dot{\bar{s}}_{ij} = \frac{\bar{s}_{ij}}{\sum_{j=1}^{n}\bar{s}_{ij}}$, $E_i = -\frac{1}{\ln n}\sum_{j=1}^{n}\dot{\bar{s}}_{ij}\ln\dot{\bar{s}}_{ij}$ ve $W_i = \frac{1-E_i}{\sum_{i=1}^{m}(1-E_i)}$ denklemleri yardımıyla hesaplanır ve modele entegre edilir.

Adım 6: Gri İlişkisel Derecenin Değerine Göre Alternatiflerin Sıralanması.
Daha büyük γ_i değerine sahip olan A_i belirlemek için alternatifler karşılaştırılır. Alternatif A_s'nin A_t'den küçük olmadığı, $A_s \succeq A_t$ ifadesiyle gösterilir. $A_s \succeq A_t$'nın olasılığı şeklinde tanımlanır ve $\overline{\gamma}_s \succeq \overline{\gamma}_t$ ile ölçülür. Burada $\overline{\gamma}_s$ ve $\overline{\gamma}_t$, A_s ve A_t alternatifleri ile ilgili gri ilişkisel dereceyi gösteren aralıklı sayılarıdır. Aralıklı sayılar için olasılık kavramını kullanarak A_s ve A_t alternatifleri için $A_s \succeq A_t$'nin olasılığı $p(A_s \succeq A_t) = p(\overline{\gamma}_s \succeq \overline{\gamma}_t)\max\left\{1 - \max\left\{\frac{\gamma_t^{(2)}-\gamma_s^{(1)}}{L(\overline{\gamma}_s)+L(\overline{\gamma}_t)}, 0\right\}, 0\right\}$ biçiminde tanımlanır. (6)

Bu formülde $\overline{\gamma}_s$=[$\gamma_s^{(1)}$, $\gamma_s^{(2)}$], $\overline{\gamma}_t = [\gamma_t^{(1)}, \gamma_t^{(2)}]$, $L(\overline{\gamma}_s)$=$\gamma_s^{(2)} - \gamma_s^{(1)}$ ve $L(\overline{\gamma}_t)$=$\gamma_t^{(2)} - \gamma_t^{(1)}$'dir. Bu notasyonlara göre olasılık matrisi, $\mathrm{P} = (P_{st})_{mxn} = \begin{bmatrix} p_{11} & \cdots & p_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{m1} & \cdots & p_{mm} \end{bmatrix}$ şeklinde temsil edilir.

A_s ve A_t alternatifleri için P_{st}= $p(A_s \succeq A_t)$ $(s,t = 1,2,\dots,m)$ bulanık tamamlayıcı bir karar matrisidir. Bu matrise göre A_i $(i = 1,\dots,m)$ alternatiflerin optimal üyelik dereceleri aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanır. $V_i = \frac{1}{m(m-1)}(\sum_{r=1}^{m} p_{ir} + \frac{m}{2} - 1)$ (7)

Böylece, alternatiflerin bir çeşit vektörü ($V = (V_1, V_2, \dots, V_m)$ elde edilir. Tüm Alternatiflerin sıralanması A_i(i=1,2, …, m) ve $V_i(i = 1,2,\dots,m)$ değerine göre yapılır. V_i değeri büyük olan değer daha uygun olan A_i alternatifini ifade eder.

4. MODELİN SAYISAL UYGULAMASI

Bu bölümde, önerilen modelin çalışması sayısal bir örnekle açıklanmıştır. Çalışma,Türkiye'nin dış mekan yetiştiriciliğinin önemli merkezlerinde biri olan Sakarya ilinde gerçekleştirilmiştir. Alternatif üretim yeri olarak beş bölge seçilmiş ve üretimi etkileyen üç temel kriter ve bu kritelere ait sekiz adet alt kriter belirlenmiştir (Eşitken vd., 2012). Göz önüne alınan üç kriter ve onların alt kriterleri şu şekilde ifade edilmiştir: **İklim** (K_1)→*Sıcaklık, Yağış*; **Topoğrafya** (K_2)→*Yükseklik* ve **Toprak Katmanı** (K_3)→*Arazi kullanım kabiliyeti, Büyük Toprak Grubu, Toprak Özellikleri Kombinasyonu, Diğer Toprak Özellikleri, Arazinin Mevcut Kullanım Şekli*. Bu kriterlere göre aday yerlerin performans değerleri belirlenerek Tablo 2'deki çoklu alt kriterli karar matrisi elde edilmiştir.

Tablo 2. Çoklu alt kriterli karar matrisi (X)

	K_1		K_2	K_3				
	K_{11}	K_{12}	K_2	K_{31}	K_{32}	K_{33}	K_{34}	K_{35}
A1	6	10	10	2	6	10	6	6
A2	6	6	6	10	10	10	10	10
A3	10	6	6	6	3	5	5	6

A4	10	10	6	6	7	6	10	6
A5	6	10	10	8	8	10	8	6

Adım 1' deki formül kullanılarak hesaplanan alt kriter değerleri, Tablo 1'de verilen dilsel değişken değerlerine göre bulanık karar matrisine dönüştürülür. Daha sonra bu matris (1) numaralı formül yardımıyla normalize edilir.

Tablo 3. Bulanık karar matrisi ($\tilde{x}$)

	K_1	K_2	K_3
A1	[(5.5,7.5);9;(9.5,10)]	[(8.5,9.5);10;(10,10)]	[(2.5,3.5);5;(6.5,7.5)]
A2	[(2.5,3.5);5;(6.5,7.5)]	[(0,1.5);3;(4.5,5.5)]	[(8.5,9.5);10;(10,10)]
A3	[(5.5,7.5);9;(9.5,10)]	[(2.5,3.5);5;(6.5,7.5)]	[(0,1.5);3;(4.5,5.5)]
A4	[(8.5,9.5);10;(10,10)]	[(5.5,7.5);9;(9.5,10)]	[(4.5,5.5);7;(8,9.5)]
A5	[(5.5,7.5);9;(9.5,10)]	[(4.5,5.5);7;(8,9.5)]	[(5.5,7.5);9;(9.5,10)]

Tablo 4. Normalize bulanık karar matrisi ($\tilde{R}$)

	K_1	K_2	K_3
A1	[(0.55,0.75);0.90;(0.95,1)]	[(0.85,0.95);1;(1,1)]	[(0.25,0.35);0.50;(0.65,0.75)]
A2	[(0.25,0.35);0.50;(0.65,0.75)]	[(0,0.15);0.30;(0.45,0.55)]	[(0.85,0.95);1;(1,1)]
A3	[(0.55,0.75);0.90;(0.95,1)]	[(0.25,0.35);0.50;(0.65,0.75)]	[(0,0.15);0.30;(0.45,0.55)]
A4	[(0.85,0.95);1;(1,1)]	[(0.55,0.75);0.90;(0.95,1)]	[(0.45,0.55);0.70;(0.80,0.95)]
A5	[(0.55,0.75);0.90;(0.95,1)]	[(0.45,0.55);0.70;(0.80,0.95)]	[(0.55,0.75);0.90;(0.95,1)]

Referans serisi $R_0 = ([(0.85, 0.95); 1; (1,1)], [(0.85,0.95); 1; (1,1)], [((0.85,0.95); 1; (1,1)]$ olarak belirlenir. Sonra her bir alternatifin referans serisinden uzaklığı hesaplanarak uzaklık matrisi elde edilir ve (3) nolu formül yardımıyla min, max değerleri belirlenir.

Tablo 5. Uzaklık matrisi (Δ) ve min ve max değerler

	K_1	K_2	K_3		$[min_i\delta_{ij}^{(1)}, min_i\delta_{ij}^{(2)}]$	$[max_i\delta_{ij}^{(1)}, max_i\delta_{ij}^{(2)}]$
A1	[0.24,0.08]	[0.06,0.06]	[0.54,0.43]		[0.06,0.06]	[0.54,0.43]
A2	[0.54,0.43]	[0.75,0.63]	[0.06,0.06]		[0.06,0.06]	[0.75,0.63]
A3	[0.24,0.08]	[0.54,0.43]	[0.75,0.63]		[0.24,0.08]	[0.75,0.63]
A4	[0.06,0.06]	[0.24,0.08]	[0.36,0.25]		[0.06,0.06]	[0.36,0.25]
A5	[0.24,0.08]	[0.36,0.25]	[0.24,0.08]		[0.24,0.08]	[0.36,0.25]

Yukarıdaki tabloya göre $\delta_{min}^{(1)}$=0.06; $\delta_{min}^{(2)}$=0.06 ve $\delta_{max}^{(1)}$=0.75; $\delta_{max}^{(2)}$=0.63 olarak elde edilir. Formül (4) yardımıyla gri ilişkisel katsayılı karar matrisi oluşturulur.

Tablo 6. Gri ilişki katsayı değerleri ($\gamma_i^{(1)}$, $\gamma_i^{(2)}$)

		K_1	K_2	K_3			K_1	K_2	K_3
$\gamma_i^{(1)}$	S1	0.70	1.00	0.48	$\gamma_i^{(2)}$	S1	0.94	1.00	0.50
	S2	0.48	0.38	1.00		S2	0.50	0.39	1.00
	S3	0.70	0.48	0.38		S3	0.94	0.50	0.39
	S4	1.00	0.70	0.59		S4	1.00	0.94	0.66
	S5	0.70	0.59	0.70		S5	0.94	0.66	0.94

Entropi ile ağırlıkların hesaplanabilmesi için gri ilişi katsayılı matris normalize edilir ve Adım 5'teki entropi formülleri yarmıyla entropili gri ilişkili karar matrisi elde edilir.

Tablo 7. Entropi için normaliz edilmiş gri ilişki katsayı matrisi

	K_1	K_2	K_3			K_1	K_2	K_3
A1	0.32	0.46	0.22		A1	0.39	0.41	0.20

A2	0.26	0.21	0.54		A2	0.26	0.21	0.53
A3	0.45	0.3	0.25		A3	0.51	0.27	0.22
A4	0.44	0.31	0.26		A4	0.38	0.36	0.25
A5	0.35	0.30	0.35		A5	0.37	0.26	0.37

Entropi değerleri Tablo 7'ye göre $E_1^{(1)} = 0.34$,$E_2^{(1)}$=*0.35*, $E_3^{(1)} = 0.36$ ve $E_1^{(2)} = 0.35$,$E_2^{(2)}$=*0.35*, $E_3^{(2)} = 0.36$ elde edilir. Bu değerler daha sonra $W_i = \frac{1-E_i}{\sum_{i=1}^{m}(1-E_i)}$ formülü kullanılarak kriterlerin ağırlıkları $w_1^{(1)} = 0.34$; $w_2^{(1)} = 0.33$; $w_2^{(1)} = 0.33$ ve $w_1^{(2)} = 0.34$; $w_2^{(2)} = 0.33$; $w_2^{(2)} = 0.33$ hesaplanır ve gri ilişkisel dereceler matrisi elde edilir .

Tablo 8. Gri ilişkisel derece değerleri

$\gamma_1^{(1)}$-$\gamma_1^{(2)}$		$\gamma_2^{(1)}$-$\gamma_2^{(2)}$		$\gamma_3^{(1)}$-$\gamma_3^{(2)}$		$\gamma_4^{(1)}$-$\gamma_4^{(2)}$		$\gamma_5^{(1)}$-$\gamma_5^{(2)}$	
0.73	0.81	0.62	0.63	0.52	0.61	0.77	0.87	0.67	0.85

Son adımda olasılık matrisini oluşturmak için (6) nolu formül kullanılarak alternatiflerin optimal değerleri hesaplanır.

Tablo 9. Olasılık matrisi

	A1	A2	A3	A4	A5
A1	0.50	0.00	0.00	0.84	0.46
A2	1.00	0.50	0.00	1.00	1.00
A3	1.00	1.00	0.50	1.00	1.00
A4	0.23	0.00	0.00	0.50	0.28
A5	0.54	0.00	0.00	0.71	0.50

Olasılık matrisindeki değerler (7) numaralı formül kullanılarak alternatiflerin dereceleri $V_1 = 0.17$; $V_2 = 0.25$; $V_3 = 0.30$; $V_4 = 0.13$; $V_5 = 0.16$. biçiminde elde edilir. Bu sonuçlara göre en uygun bölge V_3 olarak elde edilmiş olup, alternatif sıralaması V_3>V_2>V_1>V_5>V_4 şeklinde gerçekleşmiştir.

5. SONUÇ

Bu çalışmada dış mekan süsbitkisi üretim yeri seçimi için kriter ağırlıklarının entropi ile belirlendiği gri ilişki analiz ve aralık-değerli sezgisel bulanık esaslı bir yöntem sunulmuştur. Yöntem ülkemizin önemli dış mekan süs bitkisi üretim merkezlerinden bir ilimize ait sayısal veriler kullanılarak açıklanmıştır. Coğrafi bilgi sistemleri teknolojisinin konum belirleme ve veri analizi özellikleri modele eklenerek yöntemin geliştirilmesi gelecek çalışması olarak devam etmektedir.

KAYNAKLAR

Ashtiani, B., Haghighirad, F., Makui, A., Montazer, G.A., Extension of fuzzy TOPSIS method based on interval-valued fuzzy sets, Applied Soft computing, 9, 2009, 457-461.

Eşitken, A., Çelik, Y., Polat, A. T., Katayakacı, Z, Konya'da dış mekan süs bitkileri, iç mekan süs bitkileri, kesme çiçekler ve çiçek soğanları yetiştiriciliği yatırımlarına yönelik fizibilite çalışması, 2012,

Liu, Y., Lin, Y., Intuitionistic fuzzy rough set model based on conflict distance and applications, Applied Soft computing, 31, 2015, 266-273.

Onar. S.C., Oztaysi, B., Otay, I., Kahraman, C., Multi-expert wind energy techonology selection using interval-valued intuitionistic fuzzy sets, Energy, 2015, 1-12.

Pramanik, S., Mukhopadhyaya, D., Grey Relational based Intuitionistic Fuzzy Multi-criteria Group Decision-making Aprroach for Teacher Selection in Higher Education, International Journal of Computer Applications, Vol. 34, No. 10, 2011, 21-29.

Wei, G., Gray relational analysis method for intuitionistic fuzzy multiple attribute decision making, Expert Systems with Applications, 38, 2011, 11671-11677.

Xu, Z., Zhao, N., Information fusion for intuitionistic fuzzy decision making: An overview, Information Fusion, 28, 2016, 10-23.

Zeshui, X., Hui, H., Entropy-based procedures for intuitionistic fuzzy multiple attribute decision making, Journal of Systems Engineering and Electronics, Vol. 20, No. 5, 2009, pp. 1001-1011.

Zhang, S., Liu, S., A GRA-based intuitionistic fuzzy multi-criteria group decision making method for personnel selection, Expert Systems with Applications, 38, 2011, 11401-11405.

Zhang, S., Liu, S., Zhai, R., An extended GRA method for MCDM with interval-valued triangular fuzzy assessments and unknown weights, Computer & Industrial Engineering 61, 2011, 1336-1341

MEVCUT DURUM ANALİZİ VE PAZARA YAYILIM STRATEJİSİ İLE İŞ ORTAKLIĞI KANALI MODELİNİN OLUŞUMU

Cemil Çelik
Kocaeli Üniversitesi

Aylin Kılıç
Kocaeli Üniversitesi

Zerrin Aladağ
Kocaeli Üniversitesi

ÖZET

Bu çalışmada; işletmenin çalışabileceği bölgeler ve şehirler tespit edilerek buralarda en aktif çalışan bayiler tespit edilmiş ve bu bayilerin partner olarak kazandırılması amaçlanmıştır. Çalışmanın ilk aşamasında; müşteri memnuniyet anketi hazırlanmış, mevcut durum analizi yapılmış ve sonuç verileri düzenlenip anlamlı hale getirilmiştir. Bu çerçevede oluşturulan SWOT analizi ile pazara yayılma politikaları ve aksiyon planları oluşturulmuştur. İkinci aşamada ise mevcut pazar analizi yapılmış ve potansiyel iş ortaklarına e-posta yolu ile ulaşılmıştır. Bu aşamayla eş zamanlı olarak şirket web sayfasında bayiler için oluşturulan partner sayfasının düzenlemeleri yapılmıştır. Çalışmanın son aşamasında eş zamanlı olarak gerçekleştirilen mevcut bayi memnuniyet anketleri ve partner sayfasının düzenlenmesi işlemleriyle iyileştirmeler yapılarak, mevcut müşterilerin beklentilerinin daha iyi karşılanabilmesi sağlanmaya çalışılmıştır. Çalışmanın sonucunda en efektif iş ortakları, şehirler bazında tespit edilmiştir.
Anahtar Kelimeler: Mevcut Durum Analizi, Pazara Yayılım Stratejisi, SWOT Analizi.

THE FORMATION OF THE PARTNERSHIP CHANNEL MODEL WITH ANALYSIS OF CURRENT SITUATION AND MARKET RELEASE STRATEGY

ABSTRACT

In this study; regions and cities business can work have been identified, the most active dealers have been identified around and aims to teach these dealers as partner. In the first stage of study; customer satisfaction survey was prepared, current situation analysis was made and outcome data was edited and has become meaningful. With the SWOT analysis created with this framework have been created market penetration policies and action plans. In the second stage current market analysis have made and reached to potential business partners by e-mail. Simultaneously with stage, the company has made arrangements with the partner page on the web page created for dealers. The final stage of work; it has tried to be better available to meet the customers' expectations, with the improvements of performed simultaneously existing dealer satisfaction surveys and the process of editing the partner web pages. As a result of the study most effective partners have been determined on the basis of the cities.
Keywords: Analysis of the Current Situation, Market Release Strategy, SWOT Analysis.

1. GİRİŞ

Pazarlama karmasının ilk olarak Neil Borden tarafından ortaya atıldığı ve söz konusu karmanın; ürün planlama, ücretlendirme, markalandırma, dağıtım kanalı, kişisel satış, reklâm, tanıtımlar, paketleme, gösteri, hizmet verme, insan gücü ve analiz olduğu ifade edilmektedir (Öztürk, 1998). Bu bileşenlerin sadeleşmesi sonucunda 1962 yılında geliştirilen pazarlama karması, pazarlamada kullanılan önemli kavramlardan biri olarak literatürde yerini almıştır. Pazarlama karmasında yer alan dört elemanı; ürün, yer, fiyat, tanıtım ifade eden ingilizce baş harflerinden yola çıkarak, pazarlama karması "4P (product, place, price, promotion)" şeklinde sembolleştirilmiştir (Cemalcılar, 1987). Ürün pazarlama karmasının temel öğesidir. Yer ise ürünün müşteriler tarafından elde edilebilmesi ve erişilebilmesi için gerekli faaliyetleri içerir. Fiyat; müşterilerin sunulan ürün veya hizmeti satın almak için ödemeleri gereken paradır. Pazarlama karmasının dördüncü elemanı olan tanıtım, kuruluşların ürettiklerini hedef pazara tanıtmak ve hedef pazarla iletişim kurmak için yaptıkları çeşitli faaliyetleri içermektedir (Kotler, 1997). Stratejik yönetim konularından biri "strateji oluşturma" konusudur. 1980'ler ve öncesinde strateji oluşturma; iç ve dış çevre analizi analizlere, uzun dönemli planlama ve bütçeleme çalışmalarına, alınmak istenen pozisyona ve biçimsel bir işleyişe dayandırılarak gerçekleştirilmektedir. Bu düşüncenin ürünü olan stratejik planlama bu dönemlerde özellikle büyük işletmelerde oldukça başarılı bir uygulama olarak görülmüş ve uygulanmıştır. Ancak bu dönemden sonra, yani 1990'lar ve sonrasında literatürde ciddi tartışmalar yaşanmaya başlamıştır.

Bu çalışmada; işletmenin çalışabileceği bölgeler ve şehirler tespit edilerek buralarda en aktif çalışan bayiler tespit edilmiş ve bu bayilerin partner olarak kazandırılması amaçlanmıştır. Çalışma üç aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada; müşteri memnuniyet anketi hazırlanmış, mevcut durum analizi yapılmış ve sonuç verileri düzenlenip anlamlı hale getirilmiştir. İkinci aşamada; mevcut pazar analizi yapılmış ve şirket web sayfasında bayiler için oluşturulan partner sayfasının düzenlemeleri yapılmıştır. Üçüncü aşamada ise mevcut bayi memnuniyet anketleri ve partner sayfasının düzenlenmesi işlemleriyle iyileştirmeler yapılarak, mevcut müşterilerin beklentilerinin daha iyi karşılanabilmesi sağlanmaya çalışılmıştır. Çalışmanın sonucunda yazılım şirketinin mevcut durum analizi ve pazara yayılma stratejisi iş ortaklığı modeli ele alınarak geniş bir çerçeveyle şirketin bulunduğu konumu, fırsatları, zayıf yönleri ve tehditleri tespit edilmiş ve potansiyel olabilecek bayilere ulaşılması sağlanmıştır. Böylece en efektif iş ortakları, şehirler bazında tespit edilmesi hedeflenmiştir.

2. ÇALIŞMADA KULLANILAN YÖNTEMLER

2.1. Mevcut Durum Analizi- SWOT Analizi

Mevcut durum analizi, Learned, Christensen, Andrews ve Guth'a göre (1991), ilk kez 1961 yılında bazı Harvard araştırmacıları tarafından ortaya konulmuştur. 1970'lerde, işletme yöneticilerinin kendi içsel varsayımlarından hareketle, mevcut durum analizini, işletme kaynaklarını çevre şartlarına uygun hale getirmek için yaptıkları çalışmalarını planlarken kullanmalarıyla analiz daha da bilinir hale gelmiştir (Novicevic, Harvey, Autry ve Bond III, 2004). Mevcut durum analizinin tanımında da bahsedildiği gibi işletmelerin üstünlük, zayıflık, tehdit ve fırsatları tek tek SWOT analizi ile açıklanacaktır. İş yönetimi amacıyla kullanılmaya başlanan SWOT analizi 1970'li yıllarda ortaya çıkmış ve ileriki yıllarda farklı uygulama alanları için de bir analiz ve planlama aracı olarak ele alınmıştır. SWOT; güçler (Strengths), zayıflıklar (Weaknesses), fırsatlar (Opportunities) ve tehditler (Threats) kelimelerinin baş harflerini içeren bir kısaltmadır. SWOT analizi; sistemlerin sahip oldukları kaynakların ideal bir şekilde kullanılmasını sağlayacak bilgileri elde etmenin en önemli aracı olarak geliştirilmiştir. Kısaca SWOT analizi, planlamada etkin temel bilgilerin elde edilmesi için kullanılmaktadır. İşletme ve işletme çevresinin analizi, stratejik planlama sürecinin temel bir parçasıdır. Bu doğrultuda mevcut durum analizi, yöneticilere karar süreçlerinde ve uygulamalarında yol gösterici bir rol oynar (Pickton ve Wright, 1998).

2.2. Pazara Yayılım Stratejisi

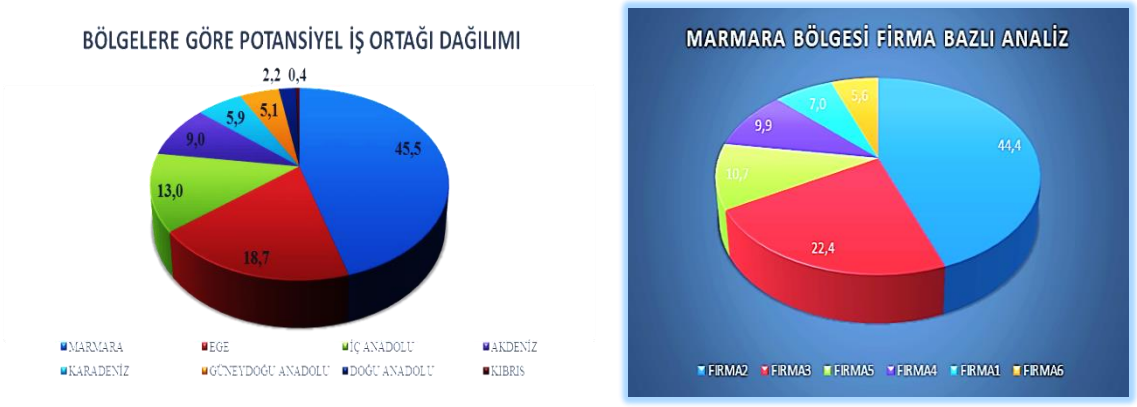
Stratejik kararlar alırken faaliyet gösterilen veya gösterilecek pazarı doğru değerlendirmiş olmak en önemli ön koşullardan biridir. Rekabetin ve rakiplerden daha iyi performans göstermenin anahtarı, öne çıkan büyüme alanlarını ve pazar trendlerini iyi anlayabilmektir. Başarılı bir iş stratejisi geliştirmek; işin, piyasanın ve müşterilerin kapsamlı bir şekilde anlaşılmasını gerektirmektedir. Piyasa dinamiklerini çok iyi takip etmek, rekabetçi ortamda uzun vadeli dayanabilmek, dış çevrede oluşan hızlı gelişmelere tepki verebilmek için pazar araştırmalarının doğru ve sağlıklı yapılması gerekir. Pazar araştırmasının amacına bağlı olarak çeşitli araştırma yöntemleri geliştirilmiştir. Bunlar arasında satıcıların beklentileri ya da geçmişteki satışlar temelinde bir malın gelecekteki talebiyle ilgili tahminler, tüketici davranışları ya da ürün tercihleri konusunda ülke çapında ya da belli bir bölgede yürütülen anketler, yeni bir malın özel olarak seçilmiş bir bölgede deneme amacıyla piyasaya sürülmesi sayılabilir (Rafiq ve Ahmed, 1995).

3. UYGULAMA

Çalışmanın ilk aşamasında; firmanın durum analizini yapabilmek ve geliştirilecek ana konuların tespitini sağlamak için firmaya ait bir SWOT analizi çalışması yapılmasına karar verilmiştir. Bu doğrultuda firmanın güçlü olduğu ve zayıf olduğu noktaların bulunması adına bu konuda etkili olduğu düşünülen kriterler firma yöneticileri ile birlikte tespit edilmiştir. Ardından bu konuda en iyi bulguları elde edebilmek amacıyla firma çalışanları ile çoklu oylama sistemi ışığında kriterler puanlandırılmıştır. Puanlanan kriterler; ürün-hizmet kalitesi, müşteri durumu, pazarlama, satış ve satış ekibi, destek hizmetleri, finans, muhasebe faaliyetleri, genel ekonomi durumu, trendler, verimlilik, yönetim kalitesi, insan kaynakları yeterliliği, AR-GE/ÜR-GE, bayileşme hacmi, ihracat, müşteri ilişkileri yönetimi(CRM), veri kalitesi, rekabet edebilirlik düzeyi, yatırım alma/yatırım yapma seviyesi, fırsat/teklif/iş/proje yönetimi, kategori yönetimi, dijital pazarlama durumu ve dijitalleşme indeksi olarak belirlenmiştir. Bu kriterlere göre gerekli araştırmalar yapılmış ve SWOT Analizi aşağıdaki gibi hazırlanmıştır.

Şekil 1. İşletmeye ait SWOT Analizi

Çalışmanın ikinci aşamasında; bölge ve il bazında potansiyel iş ortaklarının detaylı analizi gerçekleştirilmiştir. *İkinci aşamanın ilk adımında*; firma açısından iş ortağı potansiyeli taşıyan bayilerin bölgesel analizi yapılmış ve Şekil 2 a)'de gösterilmiştir. Bu analiz yapılırken alanlarında başarılı ve firma ile benzer dallarda hizmet vermekte olan beş adet yazılım şirketi seçilmiş, bu şirketlerin çalışmakta oldukları iş ortakları tespit edilmiştir. Bu analize göre, Marmara Bölgesi 514 firma ile Türkiye dağılımının % 45,5 ini oluşturmaktadır. Marmara Bölgesini 211 firma ile Ege Bölgesi ve 147 firma ile de İç Anadolu Bölgesi takip etmektedir.



(a) **(b)**

Şekil 2. a) Bölgelerin potansiyel iş ortağı dağılımı yüzdeleri**, b)** Marmara Bölgesi için dağılım yüzdesi

İkinci aşamanın ikinci adımında; Marmara Bölgesi için il bazlı firma adedi incelendiğinde firma dağılımları Şekil 2 b)'de gösterilmiştir. Yapılan firma bazlı analiz sonucunda; Marmara bölgesinde Firma 2' nin üstünlüğü göze çarpmaktadır.

(a) **(b)**

Şekil 3. a) Marmara Bölgesi için firmaların il bazında dağılım yüzdeleri, **b)** İl bazında firma analizi

Yapılan firma bazlı analiz belirledikten sonra daha açıklayıcı sonuçlar elde etmek amacıyla Marmara Bölgesi için firmaların her bir ildeki etkinlikleri araştırılmış ve Şekil 3 a)'da gösterilmiştir. Bayi adedi açısından üstünlüğe sahip olan beş il değerlendirmeye alınmıştır. Beş ilin firma analizi yapılmış ve Şekil 3 b)' de gösterilmiştir. Buradan her bir ilde farklı firmaların pazar payının daha yüksek olabileceği sonucu çıkmıştır. Diğer bölgeler için yapılan analiz sonuçları aşağıda verilmiştir.

Ege Bölgesi için firma bazlı analiz yapıldığında *Firma 4'ün* üstünlüğü göze çarpmaktadır. Daha açıklayıcı sonuçlar elde etmek amacıyla Ege Bölgesi için firmaların her bir ildeki etkinlikleri araştırılmıştır. Bayi adedi açısından üstünlüğe sahip olan 5 il değerlendirmeye alınmıştır. İncelendiğinde genel olarak Firma 3 ve Firma 4 'ün pazar payında hâkimiyet gösterdiği tespit edilmiştir.

İç Anadolu Bölgesi için firma bazlı analiz yapıldığında *Firma 2'nin* üstünlüğü göze çarpmaktadır. Daha açıklayıcı sonuçlar elde etmek amacıyla İç Anadolu Bölgesi için firmaların her bir ildeki etkinlikleri araştırılmıştır. Bayi adedi açısından üstünlüğe sahip olan 5 il değerlendirmeye alınmıştır. İncelendiğinde genel olarak Firma 2'nin pazar payında hâkimiyet gösterdiği tespit edilmiştir.

Karadeniz Bölgesi için firma bazlı analiz yapıldığında *Firma 2, Firma 5, Firma 3 ve Firma 6'nın* pazar paylarında yakınlık olduğu görülmüştür. Daha açıklayıcı sonuçlar elde etmek amacıyla Akdeniz Bölgesi için firmaların her bir ildeki etkinlikleri araştırılmıştır. Bayi adedi açısından üstünlüğe sahip olan 5 il değerlendirmeye alınmıştır. İncelendiğinde genel olarak Firma 5 ve Firma 3'ün pazar payında hâkimiyet gösterdiği tespit edilmiştir. Artvin ilinde sadece Firma 5'in var olduğu görülmüştür.

Akdeniz Bölgesi için firma bazlı analiz yapıldığında *Firma 2'nin* pazarda hâkimiyet gösterdiği görülmüştür. Daha açıklayıcı sonuçlar elde etmek amacıyla Akdeniz Bölgesi için firmaların her bir ildeki etkinlikleri araştırılmıştır. Bayi adedi açısından üstünlüğe sahip olan 5 il değerlendirmeye alınmıştır. İncelendiğinde genel olarak Firma 2'nin pazar payında hâkimiyet gösterdiği tespit edilmiştir.
Doğu Anadolu Bölgesi için firma bazlı analiz yapıldığında *Firma 2'nin* pazarda hâkimiyet gösterdiği görülmüştür. Onu %28'lik Pazar payı ile Firma 5 takip etmektedir. Daha açıklayıcı sonuçlar elde etmek amacıyla Doğu Anadolu Bölgesi için firmaların her bir ildeki etkinlikleri araştırılmıştır. Bayi adedi açısından üstünlüğe sahip olan 5 il değerlendirmeye alınmıştır. İncelendiğinde genel olarak firmaların illere göre dağılımlarının farklı olduğu görülmüştür.
Güneydoğu Anadolu Bölgesi için firma bazlı analiz yapıldığında *Firma 2'nin* pazarda hâkimiyet gösterdiği görülmüştür. Onu % 25,9'luk Pazar payı ile Firma 3 takip etmektedir. Daha açıklayıcı sonuçlar elde etmek amacıyla Güneydoğu Anadolu Bölgesi için firmaların her bir ildeki etkinlikleri araştırılmıştır. Bayi adedi açısından üstünlüğe sahip olan 5 il değerlendirmeye alınmıştır. İncelendiğinde genel olarak firmaların illere göre dağılımlarının farklı olduğu görülmüştür.
Çalışmanın üçüncü aşamasının ilk adımında; mevcut müşterilere; memnuniyet seviyelerinin ölçülmesi, eksik kalınan yanların ortaya çıkarılması amacıyla bir anket çalışması yapılmıştır. Bu anket çalışmasında, müşterilerin firmadan hangi hizmetleri aldıkları sorulmuştur. Firmanın internet sitelerini değerlendirmeleri beklenmiş, firmadan duydukları memnuniyeti puanlandırmaları istenmiştir. Akabinde memnuniyetlerinin tam olarak anlaşılması adına tavsiye puanları da alınmıştır. Firmadan farklı beklentileri var ise bunları paylaşmaları talep edilmiştir. Anket sonuçları göz önünde bulundurularak internet sitesinin partner sekmesi düzenlenmiştir. İnternet sitesinde bulunan partner sayfasının daha düzenli ve anlaşılır bir forma ulaştırılması adına aşağıdaki gibi bir içerik hazırlanmıştır.
Üçüncü aşamanın ikinci adımında; potansiyel iş ortaklarına e-posta pazarlama stratejileri uygulanması gerçekleştirilmiştir. Stratejik bayi edinme çalışmasının son ve aslında en vurucu noktası olan e-posta gönderme aşamasında beş ana adım belirlenmiş ve burada nokta atışı yapılan sorularla (1.Bayi olduğunuz/olacağınız yazılım şirketlerinden neler beklersiniz? 2.Potansiyelinizi doğru değerlendiremediğinizi mi düşünüyorsunuz? 3.YSM Yazılım Firmasını tanıyor musunuz? 4.YSM' nin bayisi olur musunuz? 5. YSM' nin bayisi olmak ister misiniz?) veri tabanında yer alan bayi adaylarının ilgisini uyandırmak amaçlanmıştır. Bu çalışmanın etkili ve doğru bir sonuç verebilmesi adına e-postalar arası süre potansiyel iş ortaklarını bıktırmayacak diğer bir yandan da planlanan e-posta formatının akışından koparmayacak şekilde belirlenmiştir. E-postalara yapılan geri dönüşler doğrultusunda konum olarak önceliklendirilmiş bayiler arasından en uygun olan bayi adayları seçilmiştir.
YSM yazılımın iç stratejilerine, vizyon ve misyonuna uygun bulduğu firmaların seçilebilmesi amacıyla e-postalara geri dönüş yapan firmalar arasından katma değeri en yüksek olanlar tercih edilecektir. Bu aşamada belirleyici olacak kriterler şirket yönetimi tarafından saptanacak ve seçimler bu doğrultuda şekillendirilecektir. Mevcut durum analizi ve pazara yayılım stratejisi ile iş ortaklığı kanalı modelinin oluşumu Şekil 4'de gösterilmiştir.

Şekil 4. İş ortaklığı kanalı modelinin oluşumu

4. SONUÇ

Hedef müşteri kitlesini belirleyen firmaların uygun ve etkili bir pazar stratejisi izlemeleri kaçınılmazdır. Bu da ancak yaşanan değişim ve oluşumların tüm boyutlarıyla incelenmesi ve analizi ile mümkün olmaktadır. Bu çalışmada mevcut durum analizi yapılarak geniş bir çerçeveyle şirketin bulunduğu konum, fırsatları, zayıf yönleri ve tehditleri tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu tespitin ardından gerekli düzenlemeler ve aksiyon planları oluşturulup web sitesindeki partner sayfasına yeni bir yüz kazandırılmıştır. Memnuniyet anketleriyle müşterilerin istek ve görüşleri alınmış ve yeni kurulacak bayi sistemi için bu bilgiler baz alınarak yol haritası belirlenmiştir. Pazara yayılım stratejisi uygulanarak gerçekleştirilen iş ortaklığı modeli oluşturulmuş ve potansiyel olabilecek bayilere ulaşılması sağlanmıştır. Bu süreçte yapılan pazar araştırmaları anlamlı veriler haline getirilip hazırlanan *pivot tablolar* yardımıyla en efektif iş ortakları, şehirler bazında tespit edilmiştir. En son adım ise işletmenin, olumlu geri dönüş yapan bayi adayları arasından en uygun seçimleri yapması olacaktır.

Çalışmanın sonucunda işletmenin mevcut durum analizi ve pazara yayılma stratejisi iş ortaklığı modeli Şekil 4'de gösterildiği gibi ele alınarak geniş bir çerçeveyle şirketin bulunduğu konumu, fırsatları, zayıf yönleri ve tehditleri tespit edilmiş ve potansiyel olabilecek bayilere ulaşılması sağlanmıştır. Böylece en efektif iş ortakları, şehirler bazında tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

Cemalcılar, İ. (1987). Pazarlama karması (4'P) kavramında yeni gelişmeler. Pazarlama Dünyası, 1(4), 23-24.

Kotler, P. (1997). Marketing management: Analysis, planning, implementation, and control, New Jersey: Prentice-Hall

Novicenic, M. M., Harvey, M., Autry, C. W., Bond III, Edward U. (2004). "Dual-perspective SWOT: A Synthesis of Marketing Intelligence and Planning", Marketing Intelligence & Planning, 22(1), 84-94.

Öztürk, S.A. (1998). Hizmet pazarlaması, Eskişehir: Anadolu Üniversitesi.

Rafiq, M. ve Ahmed, P.K. (1995). Using the 7Ps as a generic marketing mix: An exploratory survey of UK and European marketing academics. Marketing Intelligence & Planning, 13(9), 4-15.

Pickton, D.W., Sheila Wright, (1998), "What's Mevcut durum in Strategic Analysis?", Strategic Change, John Wiley & Sons, Ltd., 7, 101-109.

DARBOĞAZI ORTADAN KALDIRACAK ÇÖZÜM ÖNERİSİNİN SEÇİMİ VE KARAR VERME TEKNİKLERİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Cemil Çelik
Kocaeli Üniversitesi

İpek Önder
Kocaeli Üniversitesi

Zerrin Aladağ
Kocaeli Üniversitesi

ÖZET

Bu çalışmanın ilk aşamasında; bir lastik fabrikasında yapılan kök neden analizleri sonucunda konfeksiyon bölümünü besleyen yarı mamul makinesinde darboğaz oluştuğu tespit edilmiş ve bu makinenin düşük, orta ve yüksek talep dönemlerinde üretim miktarları belirlenmiştir. Ayrıca yöneticilerin ve çalışanların kararları doğrultusunda darboğaz makine için beş farklı çözüm önerilerinde bulunulmuştur. Çalışmanın ikinci aşamasında yöneticilerin ve çalışanların belirsizlik ve riskin söz konusu olduğu durumlarda kullanılan karar verme teknikleri ile darboğazı ortadan kaldıracak çözüm önerisi seçiminin nasıl yapıldığının üzerinde durulmaktadır. Çalışmanın son aşamasında karar problemini değerlendirmek için planlama uzmanlarından görüş alınmış ve karar verme sürecine ek bilgiyi de dâhil ederek verilen kararın verimliliği hesaplanıp yorumlanmıştır. Bu çalışma ile verimliliği artırmak için karar analizi teknikleri kullanılmış ve karar verme süreci kolaylaştırılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Darboğaz Makine, Karar Verme Teknikleri.

SELECTION OF SOLUTION SUGGESTION WILL ELIMINATE THE BOTTLENECK AND EVALUATION WITH DECISION MAKING TECHNIQUES

ABSTRACT

In the first stage of the study; as a result of a root-cause analysis carried out in a tire factory; it has been identified as bottleneck in the semi-finished machine that feeds the apparel division and determined the production quantities of this machine in low, medium and high demand periods. In addition; in accordance with the decisions of managers and employees it has been found five different solutions to bottleneck machine. In the second phase of the study it focuses on decision-making techniques used in cases where there is uncertainty and risk managers and employees concerned with the how made choice of solutions to eliminate bottlenecks. Final stage of the study; planning expert opinions were taken for evaluate the decision problem and additional information on the decision-making process has been reviewed by integrating the calculated efficiency of decision. With this study used decision analysis techniques to improve efficiency and the decision-making process is simplified.

Keywords: Bottleneck Machine, Decision Making Techniques.

1. GİRİŞ

İşletmeler, problem çözme ve doğru karar alma konusunda süreli başarılı olmak isterler. Ancak alınan karar sonuçlarının geleceğinin belirsizlik içermesi karar verme sürecinin zor bir süreç olduğunu göstermektedir (Ulucan, 2004). İşletmeler mevcut verilerine göre belirlilik altında karar verebilecekleri gibi, belirsiz durumlarda ve risk altında da karar vermektedirler. Günümüzde verilen kararların çok azı kesin belirli bilgilere dayanmaktadır. Bunun en önemli nedeni ise çevresel, sosyal, politik ve ekonomik birtakım belirsizliklerdir. Günümüzde rekabet dünyasında işletmelerin işletmenin kuruluşundan, fonksiyonlarını idare ettiği döneme hatta iflasına kadarki tüm aşamaları bir karar verme sürecinin ürünüdür. Karar verme, karar vericinin seçenekler arasından bir sıralama sınıflandırma ya da seçim yapması gibi bir sorunu çözmesi süreci olarak tanımlanmaktadır (Topçu, 2007).

İşletmeler mevcut durumlarını korumak ve bunu sürekli geliştirmek için dinamik bir yapıda olmak zorundadırlar. Üretim sürecinde ortaya çıkan kısıtların giderilmesi ile sürecin daha verimli olmasına, dolayısıyla ürün maliyetlerinin azalmasına ve kârlılığın artmasına yardımcı olabilecek yeni bir yaklaşım olan Kısıtlar Teorisi 1980'li yıllarda Eliyahu M. Goldratt tarafından geliştirilmiştir. Bu teorinin temel konusu, her firmanın en az bir kısıta sahip olduğu ve firmaların kârlılıklarını arttırabilmesi için tüm sistemin performans ve verimliliğini sınırlayan bu kısıtların tespit edilip ortadan kaldırılmasına yönelik düzenlemeler yapması gerektiğidir (Goldratt ve Fox, 1986)

Günümüzde özellikle üretim yapan işletmeler ekonomik ve sosyal açıdan büyük öneme sahiptir. Üretim yapan işletmelerin en büyük sorunu talepleri karşılayamaması yani makinelerinin yeterli verimli olmamalarıdır. Yapılan araştırmalara göre işletmelerde yeterli üretimi engelleyen hep bir kıstın olduğu görülmektedir. Bu da işletmenin karını ve verimliliğini etkilemekte olup ayrıca çalışanların performansını da etkilemektedir.

Bu çalışmada; bir lastik fabrikasında konfeksiyon bölümünü besleyen yarı mamul makinesi ele alınmıştır. İşletme darboğaz olan yarı mamul makinesi için iyileştirme yapıp karlılığı ve verimliliği artırmayı planlamaktadır. İşletmede yöneticilerin ve çalışanların kararları doğrultusunda darboğaz makine için beş farklı çözüm önerilerinde bulunulmuştur. Bu öneriler düşük, orta ve yüksek talep dönemlerinde üretim miktarları ile beraber analiz edilmiş ve karar analizi teknikleri kullanılmış ve karar verme süreci kolaylaştırılmıştır.

2. KARAR VERMEDE KULLANILAN TEKNİKLERİ

Karar vermede birçok farklı teknik kullanılabilir. Bu çalışmada yöneticilerin ve çalışanların tercihleri doğrultusunda, işletmenin karlılığını ve verimliliği artırmak için darboğaz olan yarı mamul makinesi ele alınmış ve çözüm önerileri karar analizi teknikleri ile analiz edilmiş ve karar verme süreci kolaylaştırılmıştır. Yapılan araştırmalara göre de dört çeşit karar verme tekniği bulunmaktadır. Bunlar; belirlilik altında, belirsizlik altında, risk altında ve belirsizlik ve risk altında karar vermedir (Tekin, 1999). Risk altında karar verme durumu, kararın olası bütün sonuçlarının karar verici tarafından bilinmesini ve her bir sonucun ortaya çıkma olasılıklarına karar alıcının sahip olmasını gerektirmektedir. Risk ortamında karar verici, doğa koşullarının belirli bir ihtimalle meydana geldiğini kabul ederek, en iyi alternatifi seçebilmektir. Risk altında karar vermede kullanılan beş temel teknik vardır; bu teknikler beklenen değer karar ölçütü, beklenen fırsat kaybı (pişmanlık) karar ölçütü, en olası olay ölçütü ve karar ağacıdır (Clemen, 1996). Karar ağacı analizi bir karar probleminin gelecekteki belirsiz olaylara bağlı olan tüm olası alternatif hareketlerinin yapılandırılmasını mümkün kılan bir yöntemdir. Karar ağacı analizinde, belirli bir başlangıç noktası gövde olarak alınıp olası alternatifler gövdeden çıkan dallar şeklinde yapılandırılarak, tüm alternatif çözüm yolları açıkça ifade edilmektedir. Her bir alternatifin gerçekleşme olasılığı dalların üzerinde gösterilmektedir. Karar ağacının çözümü, sağdan sola doğru (sondan başa doğru) yapılır ve kararın net bugünkü değeri ağacın kökünde yer alan değerdir (Aladağ, 2011). Karar ağacında dallandırma, olay ve karar noktası şeklinde olabilir. Olay noktaları, yuvarlak düğüm noktaları olarak gösterilir ve karar noktaları ise, kare düğüm noktaları olarak gösterilir (Okka, 2000). Karar vericiler kişisel yargılarına veya geçmiş kayıt bilgileri temel alarak olayların ortaya çıkma olasılıklarını belirleyebilmektedir. Verilecek kararın; etkileyeceği kitlenin büyüklüğü, parasal boyutuna sahip olması gibi nedenlerle karar verici, konu hakkında yapılacak bir araştırma ile daha fazla bilgi edinme ihtiyacı duyabilir. Böylece olayların ortaya çıkma olasılıkları, ek bilgi ile düzeltilecek ve güvenilirlik düzeyleri artacaktır (Aladağ, 2011).

3. DARBOĞAZI ORTADAN KALDIRACAK ÇÖZÜM ÖNERİSİNİN SEÇİMİ

Çalışma kapsamında karar analizi uygulaması bir lastik fabrikasında kapasite artırım çalışmalarından istenen verimi elde edebilmek için gerçekleştirilmiştir. *Bu çalışmanın ilk aşamasında;* bir lastik fabrikasında yapılan kök neden analizleri sonucunda konfeksiyon bölümünü besleyen yarı mamul

makinesinde darboğaz oluştuğu tespit edilmiş ve bu makinenin düşük, orta ve yüksek talep dönemlerinde üretim miktarları Tablo 1'de belirlenmiştir. Ayrıca yöneticilerin ve çalışanların kararları doğrultusunda darboğaz makine için beş farklı çözüm önerilerinde bulunulmuştur. Bu öneriler; kayıplar kabul edilerek üretime devam edilmesi, iyileştirme yapılan başka bir makineye sidewall malzemesinin taşınması, iyileştirme yapılan başka bir makineye tallonatrice malzemesinin taşınması, iyileştirme yapılan başka bir makineye rsc malzemesinin taşınması ve aynı makinede malzemelerin kottimum sürelerinin kısaltılmasıdır.

Tablo 1. Seçeneklere ait karar matrisi ve dönem olasılıkları

Karar Seçenekleri / Dönem Olasılıkları	Düşük Talep Dönemi (0,3)	Orta Düzey Talep Dönemi (0,3)	Yüksek Talep Dönemi (0,4)
Kottimum Sürelerinin Kısaltılması	36507	40158	43809
Yanak Malzemesinin Taşınması	58200	68981	72000
RSC Malzemesinin Taşınması	59031	61336	65433
RT Malzemesinin Taşınması	58367	60954	66709
Değişiklik Olmazsa	35608	39169	42730

Çalışmanın ikinci aşamasında yöneticilerin ve çalışanların belirsizlik ve riskin söz konusu olduğu durumlarda kullanılan karar verme teknikleri ile darboğazı ortadan kaldıracak çözüm önerisi seçiminin nasıl yapıldığının üzerinde durulmuştur. *Karar verme sürecinin ikinci aşamanın ilk adımında*; belirlenen çözüm önerilerinden uygun olanı öncelikle belirsizlik altında karar verme' yöntemleri ile belirlenmiştir. Belirsizlik altında karar vermeye başlamadan karar matrisi incelendiğinde, 1. ve 5. seçeneklerin basılgın olduğu Tablo 2'de görülmüştür.

Tablo 2. Basılgın seçeneklerin belirlenmesi

Karar Seçenekleri	Düşük Talep Dönemi	Orta Düzey Talep Dönemi	Yüksek Talep Dönemi
~~Kottimum Sürelerinin Kısaltılması~~	~~36507~~	~~40158~~	~~43809~~
Yanak Malzemesinin Taşınması	58200	68981	72000
RSC Malzemesinin Taşınması	59031	61336	65433
RT Malzemesinin Taşınması	58367	60954	66709
~~Değişiklik Olmazsa~~	~~35608~~	~~39169~~	~~42730~~

Tablo 3. Karar seçeneklerinin iyimserlik ve kötümserlik değerleri

	Karar Seçenekleri	Sonuç	Olay (Durum)
Maksimaks (İyimserlik) Ölçütü	Yanak Malzemesinin Taşınması	**72000***	Yüksek Talep Dönemi
	RSC Malzemesinin Taşınması	65433	Yüksek Talep Dönemi
	RT Malzemesinin Taşınması	66709	Yüksek Talep Dönemi
Maksimin (Kötümserlik) Ölçütü	**Karar Seçenekleri**	**SONUÇ**	**OLAY (DURUM)**
	Yanak Malzemesinin Taşınması	58200	Düşük Talep Dönemi
	RSC Malzemesinin Taşınması	**59031***	Düşük Talep Dönemi
	RT Malzemesinin Taşınması	58367	Düşük Talep Dönemi

Belirsizlik altında karar verme yöntemlerinden; iyimserlik ve kötümserlik ölçütü ile seçenekler arasında gibi tercih yapılmış ve Tablo 3'de gösterilmiştir. Maksimaks (İyimserlik) ölçütü göz önüne alındığında 'Yanak Malzemesinin Taşınması' seçeneği tercih edilir. Maksimin (Kötümserlik) ölçütü göz önüne alındığında 'Rsc Malzemesinin Taşınması' seçeneğinin tercih edilmesi uygun olur.

Tablo 4. Karar seçeneklerinin pişmanlık değerleri matrisi

Karar Seçenekleri	Düşük Talep Dönemi	Orta Düzey Talep Dönemi	Yüksek Talep Dönemi	Maksimum Sütün
Yanak Malzemesinin Taşınması	59031-58200 = 831	68981-68981 = 0	72000-72000 = 0	**831***
RSC Malzemesinin Taşınması	59031-59031 = 0	68981-61336 = 7645	72000-65433 = 6567	7645
RT Malzemesinin Taşınması	59031-58367 = 664	68981-60954 = 8027	72000-66709 = 5291	8027

Belirsizlik altında karar verme yöntemlerinden; pişmanlık ölçütü göre tercih yaptığımızda en düşük değere sahip olan 'Yanak Malzemesinin Taşınması' seçeneği tercih edildiği; Tablo 4'de gösterilmiştir.

Tablo 5. Karar seçeneklerinin Laplace değerleri matrisi

Karar Seçenekleri	Düşük Talep Dönemi (033)	Orta Düzey Talep Dönemi (0,33)	Yüksek Talep Dönemi (0,33)	Toplam
Yanak Malzemesinin Taşınması	58200*0,33 = 19400	68981*0,33 = 22994	72000*0,33 = 24000	**66394***
RSC Malzemesinin Taşınması	59031*0,33 = 19677	61336*0,33 = 20445	65433*0,33 = 21811	61933
RT Malzemesinin Taşınması	58367*0,33 = 19456	60954*0,33 = 20318	66709*0,33 = 22236	62010

Belirsizlik altında karar verme yöntemlerinden eş olasılık ölçütüne göre tercih yaptığımızda en yüksek değere sahip olan 'Yanak Malzemesinin Taşınması' seçeneği tercih edildiği, Tablo 5'de gösterilmiştir. *Karar verme sürecinin ikinci aşamanın ikinci adımında*; belirlenen çözüm önerilerinden uygun olanı öncelikle risk altında karar verme' yöntemleri ile belirlenmiştir.

Tablo 6. Karar seçeneklerinin beklenen değerleri.

Karar Seçenekleri / Dönem Olasılıkları	Düşük Talep Dönemi (0,3)	Orta Düzey Talep Dönemi (0,3)	Yüksek Talep Dönemi (0,4)	Toplam
Yanak Malzemesinin Taşınması	58200*0,3 = 17460	68981*0,3 = 20694	72000*0,4 = 28800	**66954***
RSC Malzemesinin Taşınması	59031*0,3 = 17709	61336*0,3 = 18401	65433*0,4 = 26173	62283
RT Malzemesinin Taşınması	58367*0,3 = 17510	60954*0,3 = 18286	66709*0,4 = 26684	62480

Risk altında karar verme yöntemlerinden; beklenen değer ölçütüne göre tercih yaptığımızda (Talepler ile dönem olasılıkları çarpılarak her bir seçenek için beklenen değerler bulunur.) en yüksek değere sahip olan 'Yanak Malzemesinin Taşınması' seçeneği tercih edildiği, Tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 7. Karar seçeneklerinin beklenen fırsat kaybı değerleri.

Karar Seçenekleri / Dönem Olasılıkları	Düşük Talep Dönemi (0,3)	Orta Düzey Talep Dönemi (0,3)	Yüksek Talep Dönemi (0,4)	TOPLAM
Yanak Malzemesinin Taşınması	249	0	0	**249***
RSC Malzemesinin Taşınması	0	2293	2627	4920
RT Malzemesinin Taşınması	199	2408	2116	4724

Risk altında karar verme yöntemlerinden; beklenen fırsat kaybı değer ölçütüne göre tercih yaptığımızda (Pişmanlık tablosunda bulunan talepler ile dönem olasılıkları çarpılarak her bir seçenek için beklenen fırsat kayıpları bulunur.) en düşük değere sahip olan 'Yanak Malzemesinin Taşınması' seçeneği tercih edildiği, Tablo 7'de gösterilmiştir. Buradan; tam bilginin beklenen kazancı: 59031*0,3+68981* 0,3+72000*0,4= 67203 ve tam bilginin beklenen değeri BD (Tam Bilgi): 67203-66954= 249 bulunur. 67203 'lük kazanç sağlayabilecek öneri için tam bilginin beklenen değeri 249 olmaktadır.

Tablo 8. En Olası olay ölçütü matrisi

Karar Seçenekleri	P=1 En iyi talep (0,4)
Yanak Malzemesinin Taşınması	**72000***
RSC Malzemesinin Taşınması	65433
RT Malzemesinin Taşınması	66709

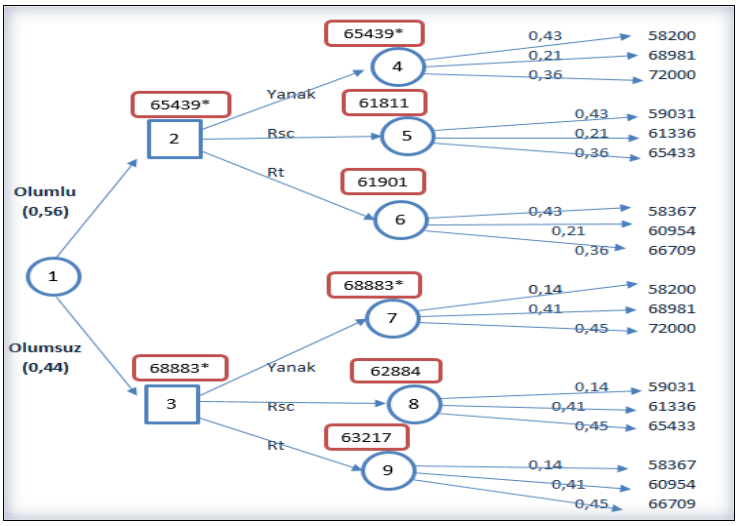
Risk altında karar verme yöntemlerinden; en olası olay ölçütüne göre tercih yaptığımızda en iyi talep olasılığını 1 kabul ettiğimizde en uygun seçeneğin 'Yanak Malzemesinin Taşınması' seçeneği tercih edildiği, Tablo 8'de gösterilmiştir.

Çalışmanın son aşamasında; ek bilginin dâhil edilmesi ile bayes analizi yapılmış ve karar ağacı oluşturulmuştur. Karar vermede ek bilgiye ihtiyacın olup olmayacağı yapılan analiz ile değerlendirilmiştir. Karar problemini değerlendirmek için planlama uzmanlarından görüş alınmış ve karar verme sürecine ek bilgiyi de dâhil ederek verilen kararın verimliliği hesaplanıp yorumlanmıştır. Karar probleminin çözümü için firma yöneticilerinden alınan ek bilgi I_1 olumlu ve I_2 olumsuz durumları göstermek üzere; $P(I_1,S_1)$= 0,8, $P(I_2,S_1)$= 0,2, $P(I_1,S_2)$= 0,4, $P(I_2,S_2)$= 0,6, $P(I_1,S_3)$= 0,5, $P(I_2,S_3)$= 0,5 gibidir. Son olasılıkların, ön olasılıklardan yola çıkarak ek bilginin katkısıyla nasıl elde edildiği incelenmiştir. Ek bilgi ile olumlu ve olumsuz rapor için son olasılık değerlerinin hesaplanması ve sonuçları Tablo 9'da gösterilmiştir.

Tablo 9. Ek bilgi ile son olasılık değerleri

Olumlu Durum	Ön Olasılık	Koşullu Olasılık	Birleşik Olasılık	Son Olasılık	Olumsuz Durum	Ön Olasılık	Koşullu Olasılık	Birleşik Olasılık	Son Olasılık
Düşük	0,3	0,8	0,3*0,8=0,24	0,24/0,56=0,43	Düşük	0,3	0,2	0,3*0,2=0,06	0,14
Orta	0,3	0,4	0,12	0,21	Orta	0,3	0,6	0,18	0,41
Yüksek	0,4	0,5	0,2	0,36	Yüksek	0,4	0,5	0,2	0,45
			0,56					0,44	

Karar verme sürecinde ek bilgi ışığında son olasılıklar belirlendikten sonra Şekil 1'de karar ağacı oluşturulmuştur. Karar ağacında dallanma olumlu ve olumsuz rapor doğrultusunda gerçekleşmiş ve karar ağacında her bir düğümün değeri hesaplanmıştır. Olumlu ve olumsuz rapor için en büyük düğüm değeri seçilir. Olumlu raporda 4 no'lu düğümden; 65439 ve olumsuz raporda 7 no'lu düğüm; 68883 seçilir. Seçilen getiriler 2 ve 3 no'lu karar düğümlerine taşınır. 1 no'lu düğüme taşınacak değer ise aşağıdaki gibi hesaplanır. BD(1) = 65439*0,56 + 68883*0,44 = **66954** bulunur.



Şekil 1. Bayes analizi ve karar ağacı

Düğüm değerleri; BD(4) = 58200*0,43+68981*0,21+72000*0,36 = 65439* olmak üzere, BD(5) = 61811, BD(6) = 61901, BD(7) = 68883*, BD(8) = 62884 ve BD(9) = 63217 hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre ek bilginin beklenen değeri; **66954** – 66954 = 0 bulunduğu için ek bilgiye ihtiyaç duyulmadığı sonucuna varılır.

$$\text{Verimlilik} = \frac{\text{BD (Ek Bilgi)}}{\text{BD(Tam Bilgi)}} = \frac{0}{249} = 0$$

Bu sonuca göre uzman görüşünün işletmeye verimli olmayacağı söylenebilir. Eğer karar verici diğer kaynaklardan ek bilgi arayışına girerse, bu bilgiden endişe duyduğunu göstermektedir. Bu durum karar vericinin ek bilgi için ödemeye hazır olduğu bedele bağlıdır.

4. SONUÇ

İşletmelerde darboğaz (kısıt) tabanlı karar verme gerek karar vericileri gerekse bunun sonuçlarına katlanan kişileri ve gerekse işletmeyi etkileyen, önemli bir süreçtir. İşletmenin farklı kısıtlara sahip olması ve buna göre farklı seçimler yapabilme olanağının olması ve seçeneklerin tüm işletmenin üzerindeki etkisinin saptanmasının gerekliliği, karar vermeyi oldukça zorlaştırıp, karmaşık bir hale getirmektedir. Bu nedenle işletmelerin darboğazlarını iyi tanımlayıp, karar verme sürecine başlanması ile birlikte karar verme yöntemlerinin kullanılması kaçınılmazdır.

Çalışmaya konu olan karar problemi, bir lastik fabrikasında darboğaz (kısıt) tabanlı kararlar verilirken üretim miktarları göz önünde bulundurularak beş farklı çözüm seçeneğinin belirlenmesi için nihai karara ulaşması ile ilgilidir. Belirsizlik ve risk altında karara ulaşmak amacıyla kullanılan tekniklerle elde edilen sonuçlar ikinci aşamada tespit edilmiştir. Tablo 10'de belirsizlik ve risk altında karar verme ölçütleri ile önerilen kararlar gösterilmiştir.

Tablo 10. Belirsizlik ve Risk altında karar verme ölçütleri ile önerilen kararlar

Ölçütler		Çıkan Sonuçlar
Belirsizlik Altında Karar Verme	Maksimaks (İyimserlik) Ölçütü	Yanak Malzemesinin Taşınması
	Maksimin (Kötümserlik) Ölçütü	RSC Malzemesinin Taşınması
	Pişmanlık (Minimaks) ölçütü	Yanak Malzemesinin Taşınması
	Laplace (Eş Olasılık) ölçütü	Yanak Malzemesinin Taşınması
Risk Altında Karar Verme	Beklenen Değer Ölçütü	Yanak Malzemesinin Taşınması
	Beklenen Fırsat Kaybı Ölçütü	Yanak Malzemesinin Taşınması
	En Olası Olay Ölçütü	Yanak Malzemesinin Taşınması

Sonuç olarak, kötümserlik ölçütü hariç bütün ölçütler üretim miktarları yönünden bize *"Yanak Malzemesinin Taşınmasını"* tercih etmeyi önermiştir. Karar ölçütleri de bu seçeneği desteklediği için, yönetici "Yanak Malzemesinin Taşınması" ile iyileştirme yapmalıdır. Ek bilgi ile değerlendirildiğinde uzman görüşünün işletmeye bir fayda sağlamadığı görülmüştür. Bu sonuçlara göre ek bilginin üretim miktarında bir değişiklik yapmayacağı söylenebilir. Eğer karar verici diğer kaynaklardan ek bilgi arayışına girerse, bu bilgiden endişe duyduğunu göstermektedir. Ayrıca bu sonuç karar vericinin ek bilgi için ödemeye hazır olduğu bedele bağlıdır.

Bu çalışmada çalışan ve yöneticilerin kararları doğrultusunda, bir lastik fabrikasında kapasite artırım çalışmalarından istenen verimi elde edebilmek için karar analizi teknikleri kullanılmış ve karar verme süreci kolaylaştırılmıştır.

KAYNAKÇA

Aladağ, Z. (2011). Karar Teorisi, Umuttepe Yayınları, Umuttepe Yayın No:45

Baslo, M. (2002). Ofis Ergonomisi - Sırt ve Boyun Ağrılarını Önlemek için Ofis Ortamını Düzenlemek, İ.Ü. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Sürekli Tıp Eğitimi Etkinlikleri, Bel, Boyun, Bel Ağrıları Sempozyum Dizisi No: 30, s. 155-165.

Clemen, R.T. (1996), Making Hard Decisions: An Introduction to Decision Analysis, Druxbury Press, New York.

Goldratt, E.M. ve Fox R.E. (1986). The Race, First Edition, North River Press, Inc., USA.

Okka, O. (2000), Mühendislik Ekonomisi, Nobel Yayınları, Ankara.

Tekin, M. (1999) , Kantitatif Karar Verme Teknikleri, Konya.

Topçu, İ. (2007) , Karar Verme Yöntemleri, www.isl.itu.edu.tr/ya/

Ulucan, A. (2004), Yöneylem Araştırması: İşletmecilik Uygulamalı Bilgisayar Destekli Modelleme, Ankara: Siyasal Kitabevi.

İNOVASYON YÖNETİMİ STANDARTI

Müjgan Çetin
SİSTEM Yönetim Danışmanlığı Ltd.Şti

ÖZET

İnovasyon; ürün, hizmet, süreç, iş modeli ve organizasyon yeniliğinin toplumsal veya kurumsal fayda, kazanç sağlaması olarak tanımlansa bile; toplumda sadece teknolojik yenilik içeren ürün olarak algılanmaktadır. Bu sebeple inovasyon ile standart kelimeleri bir araya geldiğinde kafalar karışmaktadır. Avrupa birliği 20062012 yılları arasında desteklediği IMP^{3}rove isimli inovasyon yönetimi değerlendirme metodolojisini, 2013 yılında teknik spesifikasyon haline getirerek CEN/TS 16555:2013 İnovasyon Yönetimi Standartı adı altında yayınlamıştır. IMP^{3}rove metodolojisi, Türkiye'de TIM (Türkiye İhracatçılar Meclisi) tarafından da kabul görerek, 2014 yılından itibaren INOVALIG adı altında düzenlenen bir inovasyon yarışmasında öz değerlendirme modeli olarak kullanılmaktadır.
2014 yılından itibaren ISO (Uluslararası Standartlar Örgütü) bir teknik çalışma grubu kurarak, İnovasyon Yönetimi Standartı'nı ISO-50500 kodu altında yazım çalışmalarını başlatmıştır. Bu bildiride; 2014 yılından bu yana Türkiye'yi temsil ederek katkı sağladığımız; inovasyon yönetimi standartı çalışmalarında gelinen aşamalar değerlendirilecektir. 4-7 Nisan 2016 da Bergamo-İTALYA' da gerçekleşen son çalışma toplantısında; 2018 sonu itibari ile standartın uluslararası kamuoyuna yayınlanması planlanmıştır. İnovasyon yönetimi alanında her büyüklükte ve her alanda faaliyet gösteren kuruluşlar için bir yol haritası sunacak olan bu önemli standart; inovasyon yönetiminin eşik değerlerini içerecek şekilde uygulayıcılara kılavuz olacaktır.
Anahtar Sözcükler: inovasyon, inovasyon yönetimi, inovasyon yönetimi standartı

1.GİRİŞ

Son yıllarda, kuruluşların ve ülkelerin sürdürülebilir kalkınma hedeflerine erişebilmeleri için inovasyon çalışmaları giderek önem kazanmıştır. İnovasyon; para kazandıran yenilik olarak tanımlanmakta ve hem üründe-hizmette hem de süreçlerde, yapılanmalarda ve iş modellerinde yaygın bir şekilde uygulanmaktadır. Kamuoyu nezninde; inovasyon denince, şaşırtan son derece farklı, teknolojik yenilik içeren ürün akla gelmektedir. Bu sebeple, her çalışma öncesinde tanım yeniden yapılmakta ve sonrasında konu içeriğine girilmektedir. Zihinlerdeki bu karışıklık, 2005 yılında yayınlanan OSLO kılavuzu ile açıklığa kavuşturulmak istenmiş ve herkesin üzerinde mutabık olduğu tanımlara ulaşılmıştır. Ancak yine de sosyal hayatta kullanımında, helen teknolojik yenilikçi ürün ile veya buluş ile bir tutulmaya devam etmektedir. Ayrıca, inovasyonun aykırı, sıradışı, yaratıcı, çılgın, hesapsız, tesadüfen, sistematik olmayan bir davranış sonucu üretildiği gibi de bir algı da söz konusudur. Bu sebeple inovasyon ile standart kelimeleri bir araya geldiğinde inovasyon standartlaştırılabilir mi soruları sorulmaktadır. Bu bildiride, inovasyon yönetim sistemi ve bu sistemin standartlaştırma çalışmalarında gelinen son durum değerlendirmeye alınmıştır.

2.İNOVASYON YÖNETİMİ STANDARTI

İnovasyon uzun zamandır, globelleşen ve standartlaşan dünyada, farklılaşarak değer katmanın, dolayısı ile sürdürülebilir ekonomik büyümenin motoru olarak kabul edilmektedir. Bu konuda hem akademi, hem de iş dünyası tarafından yapılan yoğun inceleme, araştırma, geliştirme, uygulama, değerlendirme çalışmaları; kuruluşlar ve ülke ekonomileri bazında inovasyonun katkılarını tartışmasız bir şekilde ortaya koymuştur. "İnovasyon", Türk Dil Kurumu'nun (TDK) sözlüğünde ve yazım kılavuzunda yer bulmaktadır. TDK sözlüğünde, kelimenin eşanlamlısı olarak 'yenileşim' sözcüğüne yer verilir. Inovasyon, Latince innovatus kelimesinden türemiş ve 'toplumsal, kültürel ve idari ortamda yeni yöntemlerin kullanılmaya başlanması' olarak tanımlanmıştır.

İnovasyon tarihte ilk defa 16. Yüzyıl İngiltere'sinde Magna Carta belgesi olarak karşımıza çıkmaktadır. (Gürsu, 2014) Avusturyalı ekonomist Josph A.Shumpeter'in kapitalizmin gelişimini ve çöküşünü temelde 'inovasyon' kavramına dayandırma çabaları ile inovasyonun önemi giderek görünür ve tartışılır bir güce dönüşmüştür. Schumpeter 1911 yılında 'M*üşterilerin henüz bilmediği bir ürünün veya varolan bir ürünün yeni bir niteliğinin pazara sürülmesi; yeni bir üretim yönteminin uygulanmaya başlanması; yeni bir pazarın açılması; hammaddelerin veya yarı mamüllerin tedariği konusunda yeni bir kaynağın bulunması; bir sanayinin yeni organizasyona sahip olmasıdır.'* şeklinde tanımlamıştır. OSLO kılavuzunda (OECD and Eurostat, 2005) ise; *'İnovasyon, yeni veya önemli ölçüde değiştirilmiş ürün (mal veya hizmet), veya sürecin, yeni bir pazarlama yönteminin, ya da şirket içi uygulamalarda, işyeri organizasyonunda veya dış ilişkilerde yeni bir organizasyonel yöntemin uygulanmasıdır.'* şeklinde tanımlamaktadır. Geçen yıllar içerisinde, bu kavram, küresel ekonomik kalkınmanın stratejik bir yapıtaşı haline gelmiştir.

Yönetişim, diğer tüm alanlarda olduğu gibi, istenilen sonucun alınabilmesi için gerekli planlama, koordinasyon, yönetim, kontrol çalışmalarının adıdır. Böylece; İnovasyon yönetimi 'yeniliği ekonomik ve toplumsal faydaya dönüştürecek şekilde ürün, hizmet, süreç, iş modeli, pazarlama yöntemi, organizasyon modelinin elde edilebilmesi için gerekli olan planlama, koordinasyon, yönetim ve kontrol faaliyetlerinin bütünü olarak tanımlanır. Bu tanımdan yola çıkarak; inovasyon yönetimi, kuruluşların hedef ve stratejilerine uygun şekilde yenilikçi fikirlerin oluşturulması ile başlayan, yenilikçi ürün ve/veya hizmeti üreterek pazara tanıtan ve satışı gerçekleştirerek ekonomik bir fayda sağlayan; teknik, ekonomik ve sosyal süreçlerin bütünü olarak özetlenebilir.

Sürdürülebilirlik ve yönetim kavramları, inovasyon kelimesi ile bir araya gelince; inovasyonun aykırı, sıradışı, yaratıcı, çılgın, hesapsız, tesadüfen, sistematik olmayan faaliyetler sonucu üretilemeyeceği görülmektedir. Süreçleri doğru bir şekilde uygulayarak hedeflenen inovasyon sonuçlarına erişebilme yeteneği, ancak süreçleri doğru ve etkin yönetmek ile mümkündür. Bu

sebeple, başarının tekrarlanabilmesi ve sürdürülebilmesi için, üzerinde uzlaşılmış şekilde inovasyon yönetim standartının hazırlanması gerekli olmuştur.

2.1 Uluslararası yönetim sistemleri standartları

Standardizasyon, toplumun kalite ve ekonomikliği arama çalışmalarının sonucu olarak ortaya çıkan bir faaliyettir. **Uluslararası Standartlar Örgütünün - ISO** (1947 tarihinde kurulmuş, 135 üye ülkeden oluşmaktadır. Her ülkeden bir üye tarafından temsil edilmektedir.) yapmış olduğu standardizasyon tanımı, 'Standardizasyon; belirli bir faaliyetle ilgili olarak ekonomik fayda sağlamak üzere bütün ilgili tarafların yardımı ve işbirliği ile belirli kurallar koyma ve bu kuralları uygulama işlemidir.' toplumsal uzlaşmayı öne çıkarmaktadır. (wikipedia, 2016)

Küresel ekonomi geliştikçe, mal ve hizmet ticaretinde kalite yönetimi öncelik kazanmış ve ulusal ve uluslararası standartları hazırlayan kurumlar bir araya gelerek, herkesin üzerinde hem fikir olabileceği ve gelişmelere göre revize edilebilecek dokümanları hazırlamaya başlamışlardır. Çalışmalar sonucunda, ISO 9000 Kalite yönetim sistemi standartları, Mart 1987'de yayınlanmış ve bir çok ülke tarafından benimsenerek uygulamaya alınmıştır. Ülkemizde Türk Standartları Enstitüsü (TSE) tarafından 2001 yılında yayınlanarak kabul edilmiş ve öncelikle kamu ihalelerinde zorunlu şart olarak uygulamaya konulmuştur. Sonrasında; ISO-14001 çevre, ISO-45001 iş sağlığı ve güvenliği, ISO-27001 bilgi güvenliği, ISO-22000 gıda güvenliği, ISO-50001 enerji yönetimi, ISO-10001 müşteri memnuniyeti ve şikayeti v.b gibi yönetim sistemlerinin standartları hazırlanmış ve yayınlanarak hayata geçmeye başlamıştır. Yönetim sistemleri standartlarının önemi, konusunda uzman kişiler tarafından uzlaşma ile hazırlanmış olması, hayata geçirilebilecek bir model sunması ve bu modelin bağımsız denetçiler tarafından denetlenerek müşteri veya kamu yönetimi için yönetim modelinin uygulandığının göstergesi olabilecek belgelendirme imkanı sağlamasıdır. Ayrıca, sürekli iyileşme kavramı ile revize edilerek sürdürülebilirlik anlayışına olanak sağlamasıdır. (ISO, 2016)

Tüketiciler, üreticiler, kamu kuruluşları, Sivil Toplum Kuruluşları (STK)'lar, ar-ge kuruluşları arasında bir uzlaşma sağlayacak şekilde, standardizasyon çalışmalarının amaçlarını, TSE; çeşitliliğin kontrolü, kullanılabilirlik, uyumluluk, birbiri yerine geçebilirlik, sağlık-güvenlik ve çevrenin korunması, ürünün korunması, ticari engellerin aşılması, teknolojik işbirliğinin kolaylaştırılması şeklinde sıralamaktadır. (TSE, 2015)

Bir dokümana standart diyebilmek için; üzerinde uzlaşma sağlanmış, yetkili bir kurumca onaylanmış, tüm ilgili tarafların katılımıyla geliştirilmiş, ortak ve tekrarlanan kullanımlar için hazırlanmış, uygulaması tüketicinin-müşterinin veya kamu yönetiminin isteğine bağlı olması gibi kriterler sayılmaktadır.

2.2 İnovasyon yönetimi standartı

İnovasyon yönetimi alanındaki küresel gelişmeler, inovasyonun yaygınlaşarak sürdürülebilir büyümeyi sağlanabilmek için, inovasyon alanında gerçekleştirilen çalışmaların objektif değerlendirmesi ihtiyacını ortaya çıkarmıştır. Bu ihtiyaç kamunun sağladığı inovasyon ve ar-ge alanındaki destekleri (Horizon2020, TUBİTAK, KOSGEB v.b) de objektif değerlendirmeler ile sunabilmek için gereklidir. Bu sebeple; ülkelerin standartlar ofisleri çalışmalarını sürdürmüşler, düzenleme ve kılavuz olma anlamında kendi standartlarını yayınlamışlardır. İnovasyon, ar-ge, ürün geliştirme, fikri haklar alanlarında standartlarını hazırlayan ve yayınlayan ülkeler ve standartları şöyle sıralanabilir: **Portekiz:** NP 4457:2007-Management of Research, Development and Innovation (RDI) management system requirements, **İngiltere:** BS 7000-1:2008 -Guide to managing innovation, **Irlanda** : NWA 1: 2009 - Guide to good practice in innovation and product development processes, **Almanya :** DIN 77100 :2010 –Patent valuation, **Rusya :** GOST R 54147 : 2010 Strategic and innovation management, **Fransa:** FD X50 - 052: 2011 –innovation management, **Çin :** GB-T 294902013 Enterprise intellectual property management, **İspanya:** UNE 166001:2014 : R&D&i management, **Brezilya:** ABNT NBR 16500 Activities to management of research, development and innovation (R&D&I), **Kolombiya:** NTC 5800 – R&D&I -management systems requirements

Ülkelerin 2007 yılında başladığı çalışmalar, hızla devam etmiştir. İngiltere standartlar örgütü

Birleşik Krallık Ulusal Standartlar Kuruluşu (BSI, 2016) bu konudaki çalışmalarını, 2008 de BS 70001:2008 'Part 1: Guide to managing innovation' adı ile inovasyon yönetimine kılavuz olarak yayınlanmıştır. (Standart, 2008) Bu standart; inovasyon yönetimi tanımlarını yapmakta ve öz değerlendirme için bir çerçeve sunmaktadır. Organizasyon içerisindeki Ar-ge den başlayan, tasarım, üretim, dağıtım, pazarlama, satış, satış sonrası hizmetlere uzanan bir değer zinciri yönetimi içerisinde kilit faaliyetleri aşağıdaki gibi tanımlanmıştır.

a) **Organizasyonel tutum:** Bu başlıkta üst yönetimin sorumlulukları tanımlanmaktadır. inovasyon politikalarını harekete geçirme, uzun vadeli açık bir vizyon ve hedeflerin tanımlaması, inovasyon stratejilerini iş stratejileri ile uyumlaştırması, kültürün oluşturması kuruluşun üst yönetiminin sorumlulukları alanına girmektedir.

b) **Çevreyi tarama :** Rakiplerin yenilikçi faaliyetlerinden haberdar olarak; pazar, teknoloji ve fikri haklar daki yönelimleri ve izlenimleri takip ederek, yeniliği planlamak bu başlıkta açıklanmaktadır.

c) **Problem çözme yaklaşımı :** *B*ütünsel yaklaşımı kullanarak, fikir yönetim sistemini müşteri ihtiyaçları, istekleri, ilgileri ve problemlerin yaratıcı çözümü için harekete geçirmek, tasarım çalışmalarının temelinde ürünün yaşam çevrimi süresince fırsat ve riskleri değerlendirerek; müşteri deneyimi ile hayata geçirmek, inovasyon için önemli faaliyetler olarak anlatılmaktadır.

d) **Yönetim sistemleri :** Örgütün sınır ve yeteneklerilerini anlayarak, bütün çalışanlar için inovasyon çalışmalarının yönetilmesi, inovasyon plan ve programlarının uygulamaya konulması, bu başlıkta açıklanmaktadır.

e) **Ayrılan kaynaklar :** Kuruluşun yetenek, bilgi-birikim ve deneyimlerini etkin ve verimli kılmak, ihtiyaç duyulan yeni yetenekleri geliştirmek ve inovasyon performansını geliştirmek için bilgi teknolojileri ve insan, finansal ve altyapı kaynaklarını ayırmak, inovasyonun zorunlu şartları arasında sayılmaktadır.

f) **Deneyim inşaa etmek:** Kuruluşun inovasyon performansını arttıracak şekilde gelecek öngörüsünü sistematik biçimde kullanarak, deneyim kazanmasını sağlamak, bu başlıkta kapsanmaktadır.

2.3 Avrupa birliği İnovasyon yönetimi standartı çalışmaları Avrupa Birliği, ar-ge ve inovasyon projelerine hibe verme programı kapsamında, 2006 yılında, 6th Çerçeve Programı ile inovasyon yönetimini ölçmek ve değerlendirmek istemiş ve bu konuda bir projeye fon sağlamıştır. 6 yıl süren IMP^{3}rove Methodu olarak adlandırılan AT-Kearney 'in liderlik ettiği çok katılımlı bir proje ekibi (IMProve Academy, 2016), 2012 yılında projeyi başarı ile sonuçlandırmıştır. Proje sonunda geliştirilen web tabanlı inovasyon yönetim sistemi değerlendirme metodu; 2013 yılı itibari ile Avrupa Standartlar Komitesi (CEN) tarafından CEN/TS 16555 numaralı inovasyon yönetimi teknik specifikasyonu olarak kabul edilmiştir. (Standartlar terminolojisinde; teknik spesifikasyon; üzerinde çalışılan ve hâlâ gelişme aşamasında bir konu olarak tanımlanmaktadır.) Sonrasında; Avrupa Birliği inovasyon değerlendirme akademisi 'IMProve Academy' adı altında bir STK oluşturarak, bu metodolojinin kullanımının yaygınlaşmasına olanak sağlamıştır. TSE; 2013 Aralık ayında bu teknik spesifikasyonu kabul ederek, web sitesinde duyurmuştur. Aynı zamanda; 2014 yılında Avrupa Birliği HORİZON 2020 programı içerisinde, KOBİ kuruluşlarının inovasyon çalışmalarına hibe vermek amacıyla devreye alınan KOBİ Araçları (SME Instrument) programı tarafından da CEN/TS 16555, desteklerden faydalanma aracı olarak kabul edilmiştir.

İnovasyon yönetiminin değerlendirilmesi ile ilgili, değişik yaklaşımlar mevcuttur. Bu değerlendirmelerin yapılmasının amacı; öncelikle kuruluşların kendilerine yön çizerek sürüdürülebilir büyümeleri için yol haritası hazırlamaları veya yatırımcıların, finansörlerin, hibe veren kuruluşların neye yatırım yaptığını anlamasıdır. Avrupa Birliği'nin Joint Research Center (JRC) merkezi tarafından, 2015 yılında hazırlanan raporda 'İnovasyon Radar'ı değerlendirme methodolojisi ile Avupa Birliği'nin desteklediği proje ve programların ne kadar inovatif olduğu belirlenmeye çalışılmıştır. Bu methodolojide inovasyonun kendisi ve inovatör-yenilikçi değerlendirilmektedir. Bu kriterler; pazar potansiyelini, inovasyonun hazırlığını, inovasyon

yönetimini ölçmektedir. Değerlendirme methodolojileri süreç bazlı ve kültür bazlı iki kategoriye ayrılarak incelenmiştir. (Giuditta De Prato, Daniel Nepelski,, 2015) Özellikle; hükümetlerin ve kuruluşların yaptığı değerlendirmeler süreç bazlı olup web tabanlı anketler aracılığı ile gerçekleştirilmektedir. Bunlardan biri de; Portekiz devletinin hazırladığı (Portekiz Hükümeti, 2016) değerlendirme sayfasıdır. Kuruluşların öz değerlendirme yapmasına olanak sağlayacak şekilde, kriterler bazında sorular sorulmakta ve kuruluşlara özdeğerlendirme yapma imkanı tanınmaktadır. Bir başak örnek ise; Toplam İnovasyon Yönetimi Derneği (TIM Foundation, 2016)'nin sunduğu değerlendirmedir. TIM Foundation, inovasyon doygunluk modeli adını verdiği bir model ile, ölçme ve değerlendirme yapmaktadır. Her bir model de ortak olan; inovasyon stratejisi, liderlik, kültür, kaynakların kullanımı ve yönlendirilmesi, süreçler, izleme-değerlendirme sistemleri, sürekli gelişme ve inovasyon sonuçları başlıklarıdır.
Bu süreç tabanlı değerlendirme sistemlerini kullanarak, inovasyon yönetimi alanında hizmet sunan danışmanlık şirketleri de kendi değerlendirme modellerini oluşturmuşlardır. Oxford üniversitesinin kurduğu Oxford Innovation (Oxford Innovation, 2016) ve IMP^{3}rove metodunu hayata geçiren EU 6th Frame destekli projenin lideri AT Kearney in (AT Kearney, 2016) kullandığı metodolojiler buna örnek gösterilebilir.

2.4 ISO-50500 İnovasyon yönetimi standartı çalışmaları

Ulusal ve uluslararası bazda yapılan çalışmalar neticesinde, Uluslararası Standartlar Örgütü (ISO) Teknik Komitesi 2014 yılında inovasyon yönetimi alanında Çalışma Grubu oluşturarak, inovasyon yönetim sistemine ilişkin, üzerinde uzlaşılan bir standart hazırlığı çalışmalarını başlatmıştır. Ulusal ve uluslararası standart hazırlama faaliyetlerine aktif katılımı sağlamak, standart hazırlama faaliyetleri konusunda tüm ilgilileri bilgilendirmek, ulusal görüşün standartlarda yer almasını sağlamak amacı ile TSE bünyesinde İnovasyon Yönetimi Ayna Komitesi kurulmuştur. Bu komitenin üyesi olarak, 2014 yılından itibaren ISO'nun her seferinde bir başka ülkede gerçekleştirdiği, Teknik Komite çalışmalarında Türkiye'yi temsil ederek, yazım çalışmalarına katkı sağlanmaktadır. Her bir toplantıda, ülkelerin standartları incelenerek, ISO High Level Structure (HLS) adı verilen uyulması gereken genel yapı ve karekteristiklere uygun şekilde yazım çalışmaları yapılmaktadır.
İnovasyon yönetimi süreci; potansiyel gelişme fırsatlarını tanımlayabilmek için mevcut yapının ve uygulamaların değerlendirilmesi ile başlamaktadır. Geleceği planlamadan önce faaliyetler, prosedürler, organizasyonel kültür, kaynaklar ve fikri haklar ile entellektüel sermayenin mevcut durumunun tanımlanması gereklidir. Kuruluşun içerisinde bulunduğu ve sahip olduğu temel alanlar, teknolojiler ile hedef pazarın anahtar karakeristikleri ile mevcut ürün ve hizmetlerdeki müşteri deneyimleri, rakip analizleri ile birlikte detaylı olarak değerlendirilir. Ayrıca; pazar eğilimleri, talep, mevcut ürün ve hizmetlerin yaşam eğrisi, gelecek iş hedefleri ile mevcut durum arasındaki farkboşluk, zayıf-güçlü alanlar ile tehdit ve fırsatlar detaylı bir şekilde analiz edilir. Sonuçlar; rakipler ile veya en iyiler ile karşılaştırılarak potansiyel iyileşme alanları belirlenir. Mevcut durumun değerlendirilmesini takiben, kuruluşun iş hedefleri ve stratejileri ile uyumlu bir inovasyon stratejisi ve vizyonu oluşturulur. Sonrasında, İnovasyon proje portföyü ve zaman planı hazırlanarak, kuruluş tarafından inovasyonun doğru anlaşılıp hayata geçirilmesi için iletişim dahil olmak üzere bütün mekanizmalar, altyapılar kurulur. İnovasyon kültürünün beslenip büyümesi için; personelin yetkinliklerini geliştirecek eğitim ve yetiştirmeler ile işlerini kolaylaştıracak sistemler, yazılımlar kurulur ve güçlendirilir. İnovasyon programları oluşturulur ve ilerlemeler izlenerek değerlendirilir. Başarılar kutlanır ve dokümante edilerek paylaşılır.
Bütün bu inovasyon yönetimi sürecinin detayları ışığında; ISO-50500 İnovasyon yönetimi standartı hazırlanması çalışmaları kapsamında, öncelikle inovasyon yönetimi prensiplerinin belirlenmesi aşaması tamamlanmıştır. Bu prensipler;

a) **Yaratılan değerin gerçekleştirilmesi:** İnovasyon sonucu oluşan fikri haklar, ticari markalar, patentler, iş süreçleri, bilgi sistemleri, paydaşlarla ilişkilerin (iş ortakları, müşteriler, tedarikçiler, üniversiteler, ar-ge merkezleri v.b) yönetimi gibi entellektüel varlıklara ilaveten finanasal varlıkların da (siparişler, mallar, altyapılar, v.b)

değer kazanmış olması ve bütün paydaşlar ile, ilgili pay sahipleri için inovasyonun değer yaratmış olması beklenmektedir.

b) **Gelecek odaklı liderlik:** Müşterilerinin karşılanmayan ihtiyaçlarından esinlenen her seviyedeki liderler, merak ve cesaretle statüleri yok ederek sürekli yenilikçi hedeflere odaklanarak değer yaratır. Bu prensipte; gelecek odaklı vizyonun yayılımının her seviyede sağlanması, yeniliğin derecesine göre oluşturulan inovasyon projeleri portfolyosunun eyleme geçme davranışına sürüklemesi ve organizasyonel öğrenme sürecinin olgunluğundan bahsedilmektedir. Liderlerden beklenen, etkin inovasyon yönetiminin gerçekleşebilmesi için, iletişimi kurması, geliştirmesi, yönetmesi ve desteklemesidir. Ayrıca, sürekli iyileştirme bilincini ödüllendirerek ilgili yönetsel rolleri cesaretlendirmesidir.

c) **Hedeflere yönelim:** İnovasyonun yönünü; amaç ve başarma tutkusu, hevesin seviyesi belirler. İnovasyon hedeflerinin kuruluşun stratejik iş yönü ile uyumlu olması ve inovasyon projelerine uygun yetkinlikteki kişilerin atanması, kaynakların bu projelere ayrılması, yönlendirilmesi gereklidir. Bu presip doğrultusunda, kuruluşun inovasyon amaç ve hedeflerine yönelimi nasıl sağladığı, hangi yöntem ve teknikleri kullandığı ve bu tekniklerin sonuçlarının nasıl değerlendirildiği öne çıkartılmaktadır.

d) **İnovasyon kültürü :** Değerler , inançlar ve davranışlar; açık fikirli olmayı, değişime istekli olmayı ve başarısızlığı deneyerek öğrenecek şekilde değerlendirmeyi, kuruluşun içinde ve dışında işbirliğine yakın olmayı gerektirir. Bu kültür; yaratıcılığı destekler ve ihtiyaçları tanımlamayı ve yenilikçi çözümler sunmayı geliştirir. Kuruluş; inovasyon amaç ve hedeflerine göre rekabet dinamiklerini dikkatte alarak, organizasyonun mevcut kültürünü tespit etmek ve dönüştürmek zorundadır. İnovasyon kültürünün varlığını; teşvik sistemleri, karar alma hızı ve işbirliğindeki yenilikçi tekniklerin varlığı belirler.

e) **Hayata geçirilebilir öngörüler :** İnovasyon yönetiminde; disiplinlerarası iç ilişkilerin ve paydaşlarla işbirliklerinin verdiği bilgilerin geniş specturumunda sistematik olarak üretilen öngörüler önemlidir. Müşterilerin farkında olup ilettiği veya farkında dahi olmadığı istek, beklenti ve ihtiyaçları ancak bu şekilde tespit edilebilir ve potansiyel inovasyon alanları bulunabilir. Bu prensibin hayata geçirilmesi için, müşteri taleplerinin veya söylenmeyen ihtiyaçların nasıl tespit edilebildiğine ilişkin yaklaşım ve yöntemler çok önemlidir. Aynı zamanda problemlerin nasıl fırsatlara dönüştürüldüğü, kuruluşun bu fırsatları nasıl proses ederek potansiyel çözümlere ulaştırdığı önem kazanmaktadır.

f) **Belirsizliğin yönetimi :** Belirsizlik ve risk; sistematik olarak değerlendirilmeli ve potansiyel fırsatlara dönüştürülmelidir. Bu prensipte risk ve/veya fırsatları tespit edecek şekilde yönetsel prosedürlerin varlığı ve bu fırsatların inovasyon projeleri portfolyosuna dönüştürülmesi önemlidir. Radikal inovasyon projelerindeki başarının nasıl değerlendirildiği, risk-fırsat yönetim sisteminin varlığı inovasyon yönetimindeki başarıyı etkilemektedir.

g) **Uyum yeteneği:** Kuruluşun amacına uygun hedeflerine ulaşabilmesi için; zaman içerisinde uyum sağlama yeteneği ve bunu destekleyen yapıları, sistemleri ve süreçleri kurması, inovasyon yönetimi için önemli bir yetenektir. Bu yetenek; değişime açıklık, değişimi izleme, değişimin geçerliliğini değerlendirebilme ve esneklik gerektirir.

18-23 Eylül 2016 da, Pekin-Çin'de beşinci toplantısı gerçekleştirilecek olan ISO çalışma grubunun iş planına göre; 2016 sonunda yazılan standartın ülkelere gönderilmesi ve görüşlerin alınmasının gerçekleşmesi planlanmaktadır. 2017 yılı içerisinde ülkelerden gelecek görüşlere göre, revizyon çalışmaları sonlandırılacak ve 2018 Ekim ayında ISO-50500 İnovasyon Yönetimi Standartı yayınlanacaktır.

3. SONUÇ

Ülkemizin sürdürülebilir ekonomik kalkınmasına katkı sağlayacak şekilde, yenilikçi ürün, hizmet, süreç, iş modellerinin değer yaratarak çoğalması için inovasyon yönetiminde başarılı olmak gerekmektedir. Bu başarı için ise, uluslararası kabul görmüş, üzerinde uzlaşılmış, ekonomik fayda sağlamak üzere bütün ilgili tarafların yardımı ve işbirliğiyle hazırlanan, inovasyon yönetimi standartına uygun uygulamaların çoğalması önemlidir.

Standartın yazım çalışmaları sürecinde ülkemizin temsil edilmesi çok önemli bir avantajdır. Bu avantajı, ülkesel ekonomik faydaya dönüştürmek için; standartın yaygınlastırılması ve uygulamaya alınmasında; kamu, üniversite, STK'lar ve kar amaçlı bütün kuruluşların öncü olması gereklidir. Akademik dünya'da standartın müfredatta yer almasinin sağlanmasi gelecek nesiller için faydalı olacaktır. Böylece, yeni nesiller mezun olmadan önce inovasyon kavram ve süreçlerini öğrenmiş olacaklar ve hem kişisel hedeflerinde hem de iş yaşamındaki kurumsal hedeflere ulaşmada onemli roller alabileceklerdir. Ayrıca, TUBITAK, KOSGEB, TTGV, Sanayi Bakanlığı, Ekonomi Bakanlığı, Kalkınma Ajansları'nın v.b hibe-destek-finansman sağlayan kurumların inovasyon ve ar-ge hibeleri ile yenilikçi projeleri desteklemelerinde, bu standartı referans olarak kullanmaları çok önemlidir. Böylece; standart yaygınlaşacak ve kuruluşların uluslararası pazara sunacakları yenilikçi ürünhizmetler ve yenilikçi iş modelleri-süreçler ile fark yaratmaları sağlanacaktır. TIM gibi ihracatımızı arttırmak ve inovasyon alanında farkındalık yaratarak, yeniliği geliştirmek için INOVASYON HAFTASI adı altında bütün ülkemizi kapsayan etkinlikleri düzenleyen STK'ların; standart hazirlik surecinde de bu bildiri ile yapılan paylaşımlara destek olması, geri bildirim sunması, ülkemizin aktif olarak bu çalışmada yer almasının onemini de vurgulayacaktır.

Bütün paydaşların ve ilgili tarafların inovasyon yönetimi standartının hazırlanmasındaki ve uygulamasındaki bireysel gayretlerimize destek vermesini umut ederiz.

KAYNAKLAR

AT Kearney. (2016). AT Kearney. Retrieved Temmuz 2, 2016, from https://www.atkearney.com/innovation/internationalinnovation-management-roundtable

BSI. (2016). Birleşik Krallık Standartlar Kuruluşu. Retrieved Temmuz 2, 2016, from BSI: http://www.bsigroup.com/trTR/BSI-Hakkinda/Birlesik-Krallik-Ulusal-Standartlar-Kurumu/Birlesik-Krallik-Standartlar-Kurulusu-Plarak-BSIin-Gorevi/

Giuditta De Prato, Daniel Nepelski. (2015). JRC Science and Policiy Report - Innovation Radar: Identifiying

Innovations and Innovators with High Potential in ICT FP7, CIP and HORİZON2020. Spain: EU.

IMProve Academy. (2016). IMProve Academy. Retrieved Temmuz 2, 2016, from https://www.improve-innovation.eu/about/our-story/

ISO. (2016). ISO. Retrieved Temmuz 2, 2016, from International Standardization ofice: http://www.iso.org/iso/standards

OECD and Eurostat. (2005). Manual . OECD.

Oxford Innovation. (2016). Oxford Innovation. Retrieved Temmuz 2, 2016, from http://www.oxford-innovation.com/

Portekiz Hükümeti. (2016). Innovation Scoring. Retrieved Temmuz 2, 2016, from http://www.innovationscoring.org/

Standart, B. (2008). BS-7000-1:2008 Part 1: Guide to Managing Innovation. London: British Standart.

TIM Foundation. (2016). Innovation Maturity Model. Retrieved Temmuz 2, 2016, from http://timfoundation.org/innovation-maturity-model/

TSE. (2015). ULUSAL, AVRUPA, ULUSLARARASI STANDARDİZASYON FAALİYETLERİ. STANDARD HAZIRLAMA MERKEZİ BAŞKANLIĞI. Ankara: TSE.

wikipedia. (2016). wikipedia. Retrieved Temmuz 2, 2016, from https://tr.wikipedia.org/wiki/ISO_9000

BİR İMALAT HÜCRESİNDEKİ ÇİZELGELEME PROBLEMİ İÇİN META SEZGİSEL YÖNTEMLERİN KARŞILAŞTIRILMASI: OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA

Ural Gökay Çiçekli
Ege Üniversitesi

Fatma Demircan Keskin
Ege Üniversitesi

Murat Kocamaz
Ege Üniversitesi

ÖZET

Bu çalışmada, hücresel yerleşime sahip üretim süreçlerindeki çizelgeleme problemleri için meta sezgisel yöntemlerden Dağınık Arama, Genetik Algoritma ve GRASP yöntemlerinin performans kıyaslaması bir örnek uygulama üzerinde yapılmıştır. Otomotiv sektöründe yer alan bir işletmede yapılan çalışmada ardışık 8 operasyon için gün içinde planlanması gereken 48 iş ele alınmıştır. Hücresel imalat mantığını uygun olarak 48 işin tamamı aynı sırada 8 operasyon görmektedir. Operasyonlar arasında geri dönüş veya tekrar bulunmamaktadır. Tüm işler için operasyon süreleri bilinmekte ve üründen ürüne geçiş sırasında herhangi bir hazırlık yapılmasına gerek olmamaktadır. Amaç işlerin tümünün tamamlanma sürelerinin en küçüklenmesidir. Çalışmada ele alınan problem NP- Zor sınıfında yer alan ve çözüm yöntemleri olarak kesin algoritmalar veya yaklaşık algoritmalardan yararlanılan bir problemdir. Kesin algoritmalar optimal sonucu garanti etmektedir; ancak problemin boyutu ve karmaşıklık düzeyi arttıkça kesin algoritmalar ile kabul edilebilir sürelerde çözüm bulmak mümkün olmamaktadır. Günümüzde karmaşık yapılı çizelgeleme problemlerinin çözümünde meta sezgisel yöntemler ile başarılı sonuçlar elde edilmektedir. Bu çalışmada bu noktadan hareketle Dağınık Arama, Genetik Algoritma ve GRASP meta sezgisel yöntemleri uygulanmış ve yöntemlerin performansları karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Dağınık Arama, Genetik algoritma, GRASP

COMPARISON OF METAHEURISTICS FOR A SCHEDULING PROBLEM IN A MANUFACTURING CELL: AN APPLICATION IN AUTOMOTIVE INDUSTRY

ABSTRACT

In this study, we compared the performances of Scatter Search, Genetic Algorithm and GRASP metaheuristics for the problem of scheduling in a manufacturing cell with a firm application. The addressed problem involves 48 jobs need to be planned within a day and processed through 8 operations.

Fitting to the cellular manufacturing conditions, each job is processed through 8 operations with the same operation order. The processing time of each job is known before scheduling and jobs do not require any set up. The objective is to minimize the makespan. The addressed problem in this study is known to be NP-hard. Exact and approximation algorithms are used to solve this problem. Exact algorithms are guaranteed to find the optimal solution but for NP-hard problems obtaining optimal results using these algorithms may not be possible within a reasonable time due to those problems' size and complexity. Metaheuristics have been used successfully on complex scheduling problems. From this point of view in this study we applied Scatter Search, Genetic Algorithm and GRASP and compared their performances.
Keywords: Scatter Search, Genetic Algorithm, GRASP

1. GİRİŞ

Üretim çizelgeleme problemleri uzun yıllardır literatürde kendisine yer bulan karmaşık yapılı problemlerdendir. Bu çalışmada hücresel yerleşime sahip üretim süreçlerindeki bir çizelgeleme problemi incelenmektedir. Problem, otomotiv sektöründe yer alan bir işletmenin ardışık 8 operasyon içeren ve gün içinde planlaması gereken 48 işin çizelgelenmesi problemidir. Tüm işler tüm operasyonlardan geçmekte ve operasyonlarda iş sıralaması farklılaşmamaktadır. Operasyonlar arasında geri dönüş ya da tekrar bulunmamaktadır. Amaç işlerin tümünün tamamlanma sürelerinin en küçüklenmesidir. Ele alınan bu problem operasyonların seri olarak sıralandığı ve işlerin bu sırayı izlediği bir permütasyon akış tipi çizelgeleme (PFSP-permutation flow shop scheduling problem) problemidir. Akış tipi çizelgeleme problemleri n işin m makinede aynı işlem sırasını takip ederek işlendiği problemlerdir. Tüm makinelerde iş sıralamasının aynı olduğu akış tipi çizelgeleme problemleri PFSP olarak sınıflandırılmaktadır (Kumar ve Jadon, 2014). Tipik bir kombinatoryal optimizasyon problemi olan PFSP'nin NP-Zor sınıfında yer alan bir problem olduğu bilinmektedir (Zhao vd., 2015).

Akış tipi çizelgeleme problemleri ile ilgili literatüre bakıldığında, bu alanda ilk çalışmanın Johnson(1954) tarafından yapıldığı görülmektedir. Johnson (1954) n iş ve 2 makineli akış tipi çizelgeleme problemleri için toplam tamamlanma süresini minimize eden bir algoritma ortaya koymuştur. Üç ya da daha fazla makine içeren akış tipi çizelgeleme problemlerinin çözümü için literatürde çeşitli sezgisel ve meta sezgisel yöntemler kullanılmıştır. Bu çalışmada meta sezgisel yöntemlerden Dağınık Arama (Scatter Search –SS), Genetik Algoritma (Genetic Algorithm – GA) ve GRASP (Greedy Randomized Adaptive Search Procedures - Açgözlü Rasgele Adaptif Arama Yöntemi) meta sezgisel yöntemleri uygulanmış ve yöntemlerin performansları karşılaştırılmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde PFSP tanımlanacak ve literatürde bu problemlerin çözümünde SS, GA ve GRASP meta sezgisellerini kullanan çalışmalardan bahsedilecektir. Üçüncü bölümde çalışmada ele alınan problem tanımlanacak, yapılan varsayımlar açıklanacak ve Dağınık Arama, Genetik Algoritma ve GRASP meta sezgisel yöntemlerinin uygulanması ile elde edilen bulgular sunulacaktır. Son bölümde ise sonuçlar değerlendirilecektir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Permütasyon akış tipi çizelgeleme probleminde bir dizi makinede M={1,2,…,m} işlenmesi gereken bir dizi iş J={1,2,…,n} bulunmaktadır. Her iş i $\in$ J bu m makinede, birinci makineden başlayıp son makinede sonlanacak şekilde aynı makine sıralaması ile işlenmelidir. Tüm işlerin i $\in$ J tüm makinelerde j $\in$ M işlenme süresi p_{ij} çizelgelemeden önce bilinmekte ve negatif olmamaktadır. Tüm işlerin işlenmeden önce hazır olduğu ve bir işin işlenmeye başlandıktan sonra durdurulamayacağı varsayılmaktadır. Herhangi bir zamanda bir makineden sadece bir iş işlenebilmekte ve bir makinede aynı anda birden fazla iş gerçekleştirilememektedir. Bir işin j+1 makinesinde işlenmeye başlayabilmesi için j makinesindeki işlemi tamamlanmış olmalı ve o sırada j+1 makinesi boş olmalıdır. Amaç n işin belirlenmiş olan amaç fonksiyonunu eniyileyecek şekilde sıralanmasıdır (Zhang ve Wu, 2014).

Literatürde akış tipi çizelgeleme problemlerinin çözümünde sıklıkla meta sezgisel yöntemlerden yararlanıldığı görülmektedir. Bu bölümde, çalışmada kullanılan SS, GA ve GRASP meta sezgisel yöntemlerini akış tipi çizelgeleme problemlerinde uygulayan çalışmalara değinilmektedir. Meta sezgisel yöntemler optimal sonucu garanti etmezler, fakat genellikle optimal sonuca yakın değerler elde edilmektedir. Bunun yanında, tüm uzayı taramadıklarından dolayı etkin arama yaparak geleneksel yöntemlere göre çok daha kısa bir sürede çözüme ulaşmaktadırlar (Goldberg, 1989). Günümüzde, rekabetin yoğun bir şekilde yaşandığı iş ortamı, işletmeleri optimum fakat yavaş olan bir çözüm yerine, hızlı ve kabul edilebilir bir çözüm bulmaya yönlendirmektedir (Kocamaz ve Çiçekli, 2010).

Popülasyon temelli meta sezgisellerden biri olan SS literatürde kendine çizelgeleme, rotalama, kümeleme, atama gibi birçok problemin çözümünde yer bulmuştur (Çiçekli ve Bozkurt, 2015). SS çeşitlendirme, yerel arama, tabu arama, rota birleştirme gibi farklı stratejileri temel alan çözüm prosedürleri

içermektedir. SS diğer evrimsel algoritmalardan farklı olarak rasgeleleştirmeye başvurmak yerine, stratejik tasarımlar yoluyla çözümleri bir araya getirerek çözümler elde etmektedir (Haq vd., 2007). Literatürde akış tipi çizelgeleme problemlerinin çözümünde bu algoritmayı kullanan çalışmalar bulunmaktadır. Rahimi Vahed vd. (2008) beklemesiz akış tipi çizelgeleme problemini ağırlıklı ortalama tamamlanma süresi ve gecikmeyi eş zamanlı olarak minimize etmeye çalışarak ele almışlardır. Problemin yerel Pareto optimal sınırını bulmak için çok amaçlı bir SS algoritması kullanmışlardır. Bozejko ve Wodecki (2008) işlerin tamamlanma sürelerinin toplamını minimize etmeyi amaçlayan bir akış tipi çizelgeleme problemini SS tabanlı bir paralel algoritma ile ele almışlardır. Çiçekli ve Bozkurt (2015) çalışmalarında PFSP'nin çözümü için SS ile bir model geliştirmişlerdir. Modelin testi için Reeves (1995) tarafından oluşturulmuş 75 iş ve 20 makineden oluşan rec41 PFSP'i kullanılmıştır.

GA çizelgeleme problemleri gibi kombinatoryal optimizasyon problemlerinin çözümündeki etkinliği ile bilinen bir yaklaşımdır (Boukef vd., 2007). PFSP' nin çözümünde GA'yı uygulayan çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Ruiz vd. (2005) ve Liu vd. (2011) problemi toplam tamamlanma süresinin, Vallada ve Ruiz (2010) toplam iş gecikmelerinin ve Schaller ve Valente (2013) toplam erken-geç tamamlanmalarının minimizasyonunu amaçlayarak ele almışlardır.

İteratif rassal bir arama tekniği olan GRASP, ele alınan problem için her iterasyonda bir çözüm sunmaktadır. Tüm GRASP iterasyonları sonucunda elde edilen en iyi olurlu çözüm nihai çözümü ifade etmektedir. GRASP yönteminin her iterasyonu oluşturma ve yerel arama olmak üzere iki aşama içermektedir. Oluşturma aşamasında bir adaptif rassal açgözlü fonksiyon kullanılarak olurlu bir çözüm elde edilmekte, yerel arama aşamasında ise bu çözüm yerel arama algoritmaları kullanılarak iyileştirilmeye çalışılmaktadır (Feo ve Resende, 1995). Prabhaharan vd. (2005) PFSP'yi toplam tamamlanma süresinin minimizasyonunu amaçlayarak GRASP ile ele almışlardır. Akış tipi çizelgeleme problemini GRASP ile ele alan bir diğer çalışmada Shahul Hamid Khan vd. (2007) toplam tamamlanma süresi ve maksimum iş gecikme süresinin ağırlıklı ortalamasını minimize etmeyi hedeflemişlerdir. Çalışmalarında oluşturma aşamasında yarı açgözlü sezgiselini, yerel arama aşamasında ise blok ekleme ve rassal ekleme pertürbasyon yapısını kullanmışlardır. Arroyo ve Pereira (2011) ise PFSP'yi çok amaçlı GRASP tabanlı bir sezgisel ile ele almışlardır. Çalışmalarında toplam tamamlanma süresi, maksimum gecikme ve toplam akış sürelerini eş zamanlı olarak minimize etmek hedeflenmiştir. Oluşturma aşamasında NEH tabanlı bir sezgisel, yerel arama aşamasında ise ekleme, genel ikili yer değiştirme ve iki iş ekleme komşuluk yapıları kullanılmıştır. Sanchez ve Neira (2016) PFSP'yi toplam ağırlıklandırılmış gecikmenin minimizasyonunu amaçlayarak GRASP ile ele almışlardır.

3. UYGULAMA

Meta sezgisel yöntemlerin ürettikleri çözümlerin optimum değere ne ölçüde yaklaştığı yöntemlerin performanslarının değerlendirilmesinde kilit öneme sahiptir. Bu çalışmada ele alınan gerçek hayat probleminin optimum çözümü bilinmemektedir ve hesaplanması çok uzun zaman almaktadır. Optimum çözümlerinin hesaplanamadığı büyük boyutlu çizelgeleme problemlerinin çözümünde meta sezgisel yöntemlerin performanslarının değerlendirilmesinde zorluklar ortaya çıkabilmektedir. Bu çalışmada uygulanan meta sezgisel yöntemlerin başarılarını değerlendirebilmek için, ele alınan gerçek hayat problemine ek olarak bu problemin boyutuna en yakın boyutta olan Reeves (1995) tarafından oluşturulmuş 50 iş ve 10 makine içeren rec31,rec33 ve rec35 problemleri çözülmüştür.

SS ve GA yöntemlerinin uygulaması için Microsoft Office Excel programı ile entegre çalışabilen Frontline Systems firmasının Analitik Çözücü Platform'u (Analytic Solver Platform) kullanılmıştır. GRASP algoritması VBA program dilinde kodlanmıştır. Algoritmanın oluşturma aşamasında Feo ve Resende (1995)'in tanımlamış olduğu prosedür yerel arama aşamasında ise Allahverdi (2003) tarafından önerilmiş olan blok ekleme yapısı kullanılmıştır. Tüm problemler için GRASP algoritmasında α parametresi olarak 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 ve 1 değerleri denenmiş, yapılan 10 tekrar sonrası elde edilen en iyi çözümler sunulmuştur.

GA ve SS yöntemlerinde, problemin çözümü için kısıtlama duyarlılığı 0,00001 ve yakınsama oranı 0,0001 kullanılmıştır. Modellerde popülasyon boyutu 300, mutasyon oranı 0,15, rastgele kök 25 ve tolerans limiti 0,01 olarak kullanılmıştır. Modeller 60 saniye geliştirme olmadığında sonlandırılmıştır. İki yöntem içinde model 50 defa çalıştırılmıştır.

Bu bölümde öncelikle test problemlerinin SS, GA ve GRASP yöntemleri ile çözülmesi sonucu elde edilen sonuçlar sunulmuştur (Tablo 1). Bunun sonrasında çalışmada ele alınan gerçek hayat problemi tanıtılmış ve bu probleme ilişkin sonuçlar sunulmuştur.

Tablo 1: SS, GA ve GRASP Yöntemlerinin rec31-rec33-rec35 Problemleri İçin Performans Özeti

Problem	Opt	SS				GA			
		Min	Ort.	Max	Sapma	Min	Ort.	Max	Sapm
rec31	304	3251	3308,82	3755	6,77%	3081	3090,91	3180	1,18%
rec33	311	3140	3218,23	3302	0,83%	3140	3149,60	3220	0,83%
rec35	322	3342	3408,41	3635	3,56%	3277	3278,98	3293	1,55%

Problem	Opt	GRASP			
		Min	Ort.	Max	Sapma
ReC31	3045	3180	3220	3246	4,43%
ReC33	3114	3225	3241,33	3250	3,56%
ReC35	3227	3326	3360,67	3381	3,07%

rec31 için SS, GA ve GRASP ile elde edilen en iyi sıralamalar sırasıyla şu şekildedir:

SS:2-48-16-40-49-10-39-24-11-38-23-37-6-29-36-17-41-19-45-50-8-44-21-18-32-30-46-7-34-22-35-25-28-12-31-5-14-42-4-33-26-1-27-13-9-3-47-15-43-20

GA:18-16-34-5-23-48-6-46-17-8-36-49-40-35-37-10-11-38-26-24-42-31-3-4-39-2-44-41-28-15-14-29-32-30-21-9-22-12-33-7-50-25-19-45-13-20-47-43-27-1

GRASP:18-16-6-40-23-48-14-50-37-11-49-4-39-38-46-25-10-34-31-42-9-3-41-19-17-29-47-5-15-2-32-8-44-24-12-36-30-21-26-45-22-1-35-7-28-27-13-33-43-20.

rec33 için SS, GA ve GRASP ile elde edilen en iyi sıralamalar sırasıyla şu şekildedir:

SS:31-7-44-3-39-14-47-36-40-22-4-8-10-37-19-2-18-21-45-42-20-15-27-30-48-11-5-25-32-38-26-29-46-6-43-49-41-13-1-28-23-9-33-12-50-16-34-35-24-17

GA:31-7-45-14-47-36-27-34-39-3-42-22-43-40-4-41-15-1-48-32-30-29-2-25-50-18-8-46-38-10-44-11-37-21-26-6-19-23-5-35-9-28-12-13-33-20-49-16-24-17

GRASP:31-3-42-7-37-27-34-39-36-18-48-25-47-22-38-15-46-10-44-29-43-26-21-13-4-20-5-6-32-11-8-30-49-40-41-1-12-2-35-28-24-23-50-9-33-14-19-16-45-17

rec35 için SS, GA ve GRASP ile elde edilen en iyi sıralamalar sırasıyla şu şekildedir:

SS:13-50-40-10-38-37-42-17-36-26-12-19-39-5-14-11-22-3-46-48-47-45-25-4-21-44-49-6-27-43-2-8-35-7-9-1-15-18-41-34-33-28-23-20-32-30-16-29-24-31,

GA:13-14-40-2-39-50-42-25-12-10-3-36-29-21-9-17-23-45-4-44-19-41-26-27-6-46-5-33-20-35-47-15-8-37-11-38-43-22-16-18-34-1-30-7-48-49-32-28-24-31

GRASP:13-2-14-29-5-47-36-40-37-38-50-42-4-26-9-46-30-22-43-10-8-33-48-3-34-39-6-41-19-23-35-20-18-21-15-12-11-27-16-1-25-32-24-17-44-45-7-31-49-28.

Çalışmada ele alınan problem, otomotiv sektörüne farklı çaplarda baskı, disk ve rulman üreten bir firmanın problemidir. Üretim aşamasında hücresel imalat teknolojilerinden yararlanan firma için, 215-430 mm çapları arasındaki organik balatalı, sabit ve oynar göbekli disklerin üretildiği, 8 ardışık makinadan oluşan bir üretim hücresi ele alınmıştır. Bu üretim hücresinin, rastgele seçilen bir vardiyadaki üretim programındaki toplam 48 iş, üretim planı oluşturulmak üzere çalışmada kullanılmıştır. Seçilen bu 48 işin tamamı, hücrede yer alan 8 makinada farklı işlem sürelerinde, aynı sıralamada işlem görmektedir. Bu işlerin kodları ve makinalardaki üretim süreleri Tablo 2'de verilmektedir.

Tablo 2: Vardiya Üretim Planına Giren İşler ve İşlem Süreleri

İş No	İş Kodu	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
1	MS100345	70	140	120	130	145	235	150	45
2	MR200124	50	140	90	130	165	170	100	25
3	MX100311	120	100	220	90	145	235	150	45
4	MX100311	120	100	220	90	145	235	150	45
5	MX100311	120	100	220	90	145	235	150	45
6	MR200235	50	100	90	90	165	180	100	45
7	MS301310	70	140	120	130	225	235	150	45
8	MT700012	90	140	200	130	350	140	90	25
9	MT700012	90	140	200	130	350	140	90	25
10	MX100124	120	100	220	90	145	170	100	25
11	MS200362	70	140	120	130	165	235	150	45
12	MS200362	70	140	120	130	165	235	150	45
13	MS200362	70	140	120	130	165	235	150	45
14	MR602316	50	140	90	130	330	235	150	45
15	MX400361	120	140	220	130	230	235	150	45
16	MX400161	120	140	220	130	230	170	100	25

17	MT701130	90	140	200	130	350	170	100	25
18	MA401331	50	140	80	130	230	235	150	45
19	MT700264	90	140	200	130	350	180	100	45
20	MS600132	70	100	120	90	330	170	100	25
21	MT402299	90	140	200	130	230	180	100	45
22	MT402199	90	140	200	130	230	170	100	25
23	MX200186	120	140	220	130	165	170	100	25
24	MS400198	70	100	120	90	230	170	100	25
25	MA401146	50	140	80	130	230	170	100	25
26	MA401146	50	140	80	130	230	170	100	25
27	MA401246	50	140	80	130	230	180	100	45
28	MS500359	70	100	120	90	285	235	150	45
29	MS700240	70	100	120	90	350	180	100	45
30	MT102295	90	140	200	130	145	180	100	45
31	MX401103	120	100	220	90	230	170	100	25
32	MA500237	50	100	80	90	285	180	100	45
33	MA500237	50	100	80	90	285	180	100	45
34	MA500237	50	100	80	90	285	180	100	45
35	MA500237	50	100	80	90	285	180	100	45
36	MS702129	70	140	120	130	350	170	100	25
37	MS600155	70	100	120	90	330	170	100	25
38	MT500206	90	140	200	130	285	180	100	45
39	MS300311	70	100	120	90	225	235	150	45
40	MS300311	70	100	120	90	225	235	150	45
41	MS300311	70	100	120	90	225	235	150	45
42	MA101212	50	140	80	130	145	180	100	45
43	MS300298	70	140	120	130	225	180	100	45
44	MT300245	90	100	200	90	225	180	100	45
45	MT300345	90	100	200	90	225	235	150	45
46	MA501170	50	100	80	90	285	170	100	25
47	MS101168	70	100	120	90	145	170	100	25
48	MS101068	70	100	120	90	145	140	90	25

Gerçek problem SS, GA ve GRASP yöntemleri ile çözüldüğünde, tüm işlerin tamamlanma süresi üç yöntemle de 11830 saniye olarak elde edilmiştir. Tüm yöntemlerle en iyi çözümü veren iki alternatif sıralama bulunmaktadır. Bu sıralamalar şu şekildedir:

32-14-37-27-43-23-40-33-29-19-41-18-38-48-2-17-46-30-34-45-39-24-25-4-35-3-28-10-13-44-20-16-8-5-6-26-42-12-15-47-11-7-21-31-36-1-22-9

32-2-12-9-3-13-31-14-29-41-37-46-26-45-11-34-39-23-20-1-15-27-19-6-42-48-4-38-24-28-21-25-30-18-33-7-43-35-40-44-5-16-17-10-47-36-22-8

4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada permütasyon akış tipi çizelgeleme problemi üretim aşamasında hücresel imalat teknolojilerinden yararlanan bir firmanın gerçek problemi üzerinde incelenmiştir. Problemin çözümü için meta sezgisel yöntemlerden SS, GA ve GRASP yöntemleri uygulanmış ve yöntemlerin performansları karşılaştırılmıştır. Bu yöntemlerin etkinliklerini değerlendirmek için Reeves(1995)'in ele alınan gerçek problemin boyutuna en yakın test problemleri olan rec31, rec33 ve rec 35 de çözülmüştür.

GA tüm test problemlerinin çözümünde en başarılı yöntem olmuştur. GRASP rec31 ve rec35 için SS'den daha başarılı olsa da, SS rec33 için GA ile aynı sonuca ulaşarak optimum çözümden sadece % 0.83 sapan bir çözüm elde etmiştir. Yöntemlerin gerçek problemin çözümündeki performanslarına bakıldığında ise problemin belirli özelliklere göre gruplandırılmış ve işlem süreleri birbirine yakın olan işleri içermesinin de etkisi ile tüm yöntemlerin aynı sonuca ulaştığı görülmektedir. Sonuç olarak çalışmada kullanılan SS, GA ve GRASP yöntemleri ile permütasyon akış tipi problemleri için başarılı sonuçlar elde edilebildiği ortaya konmuştur.

KAYNAKÇA

Allahverdi, A. (2003). "The two and m-machine flow shop scheduling problem with bi-criteria of makespan and mean flow time", European Journal of Operational Research, 147: 373–396.

Arroyo, J.E.C. ve Souza Pereira, A. A. (2011). "A GRASP heuristic for the multi-objective permutation flowshop scheduling problem", International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 55(5): 741-753.

Boukef, H., Benrejeb, M. ve Borne, P. (2007). "A Proposed Genetic Algorithm Coding for Flow-Shop Scheduling Problems", International Journal of Computers, Communications & Control, II(3): 229-240.

Bozejko, W. ve Wodecki, M. (2008). "Parallel Scatter Search Algorithm for the Flow Shop Sequencing Problem". Wyrzykowski, R., Dongarra, J., Karczewski K. Ve Wasniewski, J. (Ed.). Parallel Processing and Applied Mathematics (s.180-188). Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Çiçekli, U.G. ve Bozkurt, S. (2015). "Permütasyon Akış Tipi Çizelgeleme Probleminin Dağınık Arama İle Optimizasyonu", 15. Üretim Araştırmaları Sempozyumu, s: 443-452, İzmir, 14-16 Ekim, 2015.

Feo, T. ve Resende, M.G.C. (1995). "Greedy Randomized Adaptive Search Procedures", Journal of Global Optimization, 6: 109–134.

Goldberg D.E. (1989). Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning, Addison-Wesley, USA.

Haq, A..N., Saravanan, M., Vivekraj A. R. ve Prasad T. (2007) "A Scatter Search Approach for General Flowshop Scheduling Problem", The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 31(7-8): 731–736.

Johnson, S.M. (1954). "Optimal two- and three-stage production schedules with setup times included", Naval Research Logistics Quarterly, 1(1): 61-68.

Kocamaz, M. ve Çiçekli, G. (2010). "Paralel Makinaların Genetik Algoritma İle Çizelgelenmesinde Mutasyon Oranının Etkinliği", Ege Akademik Bakış, 10(1): 199-210.

Kumar, S. ve Jadon, P. (2014). "A Novel Hybrid Algorithm for Permutation Flow Shop Scheduling", International Journal of Computer Science and Information Technologies, 5 (4): 5057-5061.

Liu, Q., Ullah, S. ve Zhang, C. (2011). "An improved genetic algorithm for robust permutation flowshop scheduling", The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 56(1): 345-354.

Prabhaharan, G., Shahul Hamid Khan, B. ve Rakesh, L. (2006). "Implementation of Grasp in flow shop scheduling", International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 30(11): 1126-1131

Rahimi-Vaheda, A.R. , Javadi, B., Rabbani, M. ve Tavakkoli-Moghaddama, R. (2008). "A multi-objective scatter search for a bi-criteria no-wait flow shop scheduling problem", Engineering Optimization, 40(4): 331–346.

Ruiz, R., Maroto, C. ve Alcara, J. (2005). "Solving the flowshop scheduling problem with sequence dependent setup times using advanced metaheuristics", European Journal of Operational Research 165: 34–54.

Schaller, J. ve Valente, J. M.S. (2013). "A comparison of metaheuristic procedures to schedule jobs in a permutation flow shop to minimise total earliness and tardiness", International Journal of Production Research, 51(3): 772-779.

Shahul Hamid Khan, B., Prabhaharan, G. ve Asokan, P. (2007). "A Grasp algorithm for m-machine flowshop scheduling problem with bicriteria of makespan and maximum tardiness", International Journal of Computer Mathematics. 84(12): 1731-1741.

Vallada, E. ve Ruiz, R. (2010). "Genetic algorithms with path relinking for the minimum tardiness permutation flowshop problem", 38(1-2): 57-67.

Zhang, L. Ve Wu, J. (2014). "A PSO-Based Hybrid Metaheuristic for Permutation Flowshop Scheduling Problems", Hindawi Publishing Corporation The Scientific World Journal, 1-8.

Zhao, F., Zhang, J., Wang, J. ve Zhang, C. (2015). "A shuffled complex evolution algorithm with opposition- based learning for a permutation flow shop scheduling problem", International Journal of Computer Integrated Manufacturing, 28(11): 1220-1235.

SATIŞ TUTUNDURMA FAALİYETLERİNDE ÇOK KRİTERLİ İNDİRİMLİ ÜRÜN SEÇİM KARARLARININ PROMETHEE YÖNTEMİ İLE BELİRLENMESİ

U. Gökay Çiçekli
Ege Üniversitesi İİBF İşletme Bölümü

Keti Ventura
Ege Üniversitesi İİBF İşletme Bölümü

Hande Bilgehan
Ege Üniversitesi İİBF İşletme Bölümü

ÖZET

Fiyat indirimlerinin hangi ürünler kapsamında yapılacağı ve bu sürecin yönetilmesi perakendecilerin açısından birçok boyutta değerlendirilmesi gereken bir karardır. Bu kararın verilmesinde etkili çok sayıda kısıt (stok miktarı, raf ömrü, hedeflenen satış adedi vb.) ve değişken (ikame, tamamlayıcı ve rakip ürün fiyatı, döviz kurlarındaki değişim vb.) bulunmaktadır. Dolayısıyla tüm bu kısıt ve değişkenlerin bir arada düşünülüp, en doğru kararın verilmesi gerekmektedir.

Bu doğrultuda çalışmanın amacı, havaalanlarının gümrüksüz satış mağazalarında (duty free) faaliyet gösteren bir kozmetik firmasının "özel fiyat (special offer)" uygulayacağı ürünlerin tespit edilmesini kolaylaştıran bir karar destek sistemi geliştirmektir. İndirimli ürün seçimi, çok sayıda kriterin dikkate alınmasını gerektiren çok kriterli bir karar verme problemi olarak ele alınabilir. Bu amaçla çalışma kapsamında çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan Promethee kullanılacaktır. Böylece belirlenen tüm kriterler dikkate alınarak hangi ürünlerde indirim yapılacağı belirlenebilecektir. Çalışmanın sonunda indirimli ürün seçimi yapabilmek için hem kısmi öncelikler hem de tam öncelikler ile sıralama yapılacaktır.

Anahtar Sözcükler: Satış Tutundurma, İndirimli Ürün Seçimi, Promethee Yöntemi

ABSTRACT

Which products to include in price discounts and the management of this process is a decision that should be evaluated from the perspective of a lot of dimensions for the retailers. There are a lot of constraints (inventory level, shelf life, targeted sales quantity etc.) and variables (prices of substitute, complementary and competitive products, the changes in exchange rates etc.) affecting this decision making process. Therefore, all these constraints and variables should be taken into consideration concurrently for making the best decision.

In this context, the purpose of the resaerch is to develop a decision support system for a cosmetics company operating in airport duty free shops, for facilitating the determination of "special offer" products. Determination of discounted products can be evaluated as a multi-criteria decision making problem. So, in the scope of this study, promethee, which is one of the multi criteria decision making methods, will be used. Thus, the products that will be decreased in price will be identified, by taking all the determined criteria into consideration. At the end of the study, sequence will be made with both the partial priorities and the full priorities for making price discounted product selection.

Key Words: Sales promotion, Discounted product selection, Promethee Method

1.GİRİŞ

Satış tutundurma çalışmaları arasında en sık kullanılan yöntemlerden biri seçilmiş ürünlere yönelik olarak yapılan fiyat indirimleridir. Özellikle çok sık satın alınmayan ve fiyatın satın alma kararında önemli bir faktör olduğu beğenmeli ürünlerde yapılan indirimler tüketiciler tarafından ilgi çekici olmaktadır. Rekabetin birçok sektörde oldukça yoğun olması ve yeni müşteri grubunun bu özellikleri değerlendirildiğinde, satış tutundurma faaliyetleri çok daha önemli hale gelmiştir. Bu kapsamda çalışmada ilk bölümde satış tutundurma faaliyetleri ile indirimli ürün seçimini etkileyen faktörlere ilişkin literatür taraması yapılmış, ardından da uluslararası bir kozmetik firmasının çok kriterli indirimli ürün seçim kararlarının verilmesinde Promethee yöntemi uygulaması yapılmıştır.

2.SATIŞ TUTUNDURMA FAALİYETLERİ

Satış tutundurma türleri, tüketicilere yönelik ve aracılara yönelik tutundurma teknikleri olmak üzere 2 grupta toplanmaktadır. Tüketicilere yönelik olan tutundurma teknikleri üreticiler ve perakendeciler tarafından doğrudan tüketicilere yönelik yapılırken, diğeri ise üreticiler tarafından doğrudan aracılara yönelik olarak yapılmaktadır (Blattberg ve Neslin, 1990). Satış tutundurma faaliyetleri ürün ya da hizmetlerin satın alınmalarını destekleyen kısa dönemli teşvikler olup (Kitchen, 1999), perakendecilerin pazarlama programları içerisinde önemli bir rol oynamaktadır. Bu faaliyetlerin etkin olarak işleyebilmesi için satış tutundurma faaliyetlerinin dikkat çekici, satın almayı teşvik edici, mağaza trafiğinde artış sağlayıcı ve satın alma kararını hızlandırıcı olmalıdır (Grewal vd., 1998; Lichtenstein ve Bearden, 1989). Kullanılan tutundurma teknikleri fiyat odaklı ya da fiyat odaklı olmaksızın yapılan çeşitli araçlardan oluşmaktadır (Gedenk vd., 2006). Artan rekabet ile birlikte fiyat indirimleri özellikle benzer kalite ve özelliklerdeki ürünler için oldukça önemli hale gelmektedir. Özellikle fiyata daha duyarlı olan müşteriler için bu tip uygulamalar başarılı olmaktadır (Grewal, vd., 1998). Perakendeciler tarafından gerek miktar gerekse oran bazında ya da karma bir yöntemle yapılabilen indirimler tüm müşterilere yapılabileceği gibi farklı müşteri bölümlerine de uygulanabilmektedir (Chen vd., 1998). Müşteri gruplarının özellikle beğenmeli mallar satın alma sürecinde ürünün satış fiyatına karşı gösterdikleri tepkiler de farklı olabilmektedir. Yüksek ilgiye sahip tüketiciler ürünle ilgili daha derinlemesine bir araştırma ve bilgi edinme sürecine girerek, daha karmaşık bir karar verme süreci içerisinde bulunmaktadırlar (Chandrashekaran, 2012).

3.PERAKENDE MAĞAZALARDA İNDİRİMLİ ÜRÜN SEÇİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Fiyat indirimleri tüketicilerin fiyat bilincini ve duyarlılığını belirlemek için perakendeciler tarafından uygulanan önemli tutundurma çalışmalarıdır (Kopalle ve Mela, 1999). Fiyat indirimi, belirli bir miktar üründe ya da belirli bir hizmet alımında fiyat düşürmek ya da aynı fiyata mevcut ürün miktarını arttırarak, tüketicileri satın alma kararı vermeye yönlendiren ekonomik bir teşvik niteliğindedir (Raghubir ve Corfman, 1999). Bunun yanı sıra, fiyat indirimleri yeni müşterilerde merak uyandırmak amacıyla da kullanılmakta ve satın alma davranışını teşvik etmede önemli bir rol oynamaktadır (Brandweek, 1994; Blackwell vd., 2001; Fill, 2002). Tüketiciler açısından ise fiyat indirimleri satış noktalarında uygulanan ve maliyet kazancı sağlayan uygulamalardır (Fill, 2002).

Fiyat indirimlerinin, perakendecilikte tüketicilerin satın alma alışkanlıklarını (Walters,1988), marka sadakatini (Grover ve Srinivasan, 1992), marka seçimi, satın alma zamanı ve miktarı gibi kararlarda önemli bir etkiye sahip olduğunu (Blattberg vd.,1981) ortaya koyan çalışmalar bulunmaktadır. İndirimde temel amaç, müşterileri satın almaya teşvik etmek, depolardaki stoku eritmek (Alvarez ve Casielles,2005) ve indirimli ürünlerin müşteriyi cezbetmesiyle rakip markalardaki ürünlerden geçiş sağlamaktır (Blattberg vd., 1995). Sözü edilen amaçların dışında mağaza satışını, karlılığını ve yoğunluğunu arttırmada da etkili olabilmektedir. Perakende mağazalarda indirimli ürünlerin satışını ve indirime girecek ürünlerin seçimini etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Promosyonlu markanın önceki yıllardaki satış verileri, rakip markalara geçiş oranları, tamamlayıcı ürünlerdeki satış verileri ve tüketicilerin mağaza değiştirme oranları örnek olarak gösterilebilir (Walters, 1991).

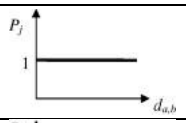
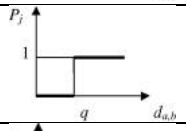
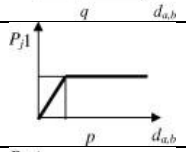
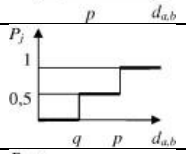
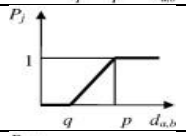
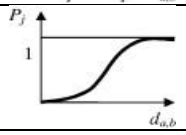
İndirimin hangi ürün ya da markalarda yapılacağı kararı için ikame ve tamamlayıcı ürünlerin promosyonel çapraz esnekliklerinin satışa olan etkileri ağırlıklı olarak hesaplanmaktadır (Kumar ve Leone, 1988). Bu durumda ikame ürün ile tamamlayıcı ürün satışları ele alınarak indirimli ürünün fiyat ve satışı arasındaki ilişkisi ortaya konulmaktadır. Bir markanın seyrek olarak indirime girmesi, tüketicilerin gelecek kullanımları için stoklama fırsatı bulmalarına neden olacaktır. Bunun yanında, marka çok sık indirime girdiğinde, tüketiciler genellikle stoklama ihtiyacı duymayacağı için, yapılan indirimler tüketiciler için fayda sağlamayacaktır (Krishna vd.,1991). Raju (1992), stoklamadaki azalış ve promosyon sıklığındaki artışların doğru orantılı bir benzerlik gösterdiğini ortaya koymuştur. Tüketicinin indirimlere tepkisi kendi tercihlerinin yanında, ürünün gerçek fiyatı ve indirimli fiyatı arasındaki farka göre

oluşmaktadır. Sık sık indirimli fiyatlarla karşılaşan tüketici bundan sonra yapacağı alışverişler için de indirimli fiyat uygulayan markaları aramaya yönelebilmektedir (Karende ve Kumar, 1995).
Literatürde indirimli fiyat uygulanacak markaların seçiminde marka adının, imajının ve kalitesinin yanı sıra uygulamanın yapıldığı mağazanın ve imajının önemine (Grewal vd., 1998), markanın uyguladığı promosyon sıklığının (Kalwani ve Yim, 1992) ve markanın pazar payının etkisine (Walters,1991) değinilmiştir. Pazar payı yüksek olan markaların çapraz fiyat esneklikleri pazar payı düşük olan markalara göre daha yüksek olduğunu göstermektedir. Pazar payı yüksek olan markaların satışları diğer markaların satışı üzerinde daha çok etki yaratmaktadır (Walters, 1991). İndirimli ürünün etkileri markanın kendi ürünleri ile sınırlı kalmayıp, rakip markaları da kapsamaktadır (Walters ,1988). Keng ve Ehrenberg (1984) fiyat indirimlerinin, rakip mağazalardaki benzer ürünlerin satışının azalmasına neden olduğunu ifade etmiştir. Dolayısıyla bir üründe yapılan fiyat indirimi rakip mağazalardaki birçok ürünün satışını da önemli derecede etkilemektedir.

4.ÇOK KRİTERLİ İNDİRİMLİ ÜRÜN SEÇİM KARARLARININ VERİLMESİNDE PROMETHEE YÖNTEMİ UYGULAMASI

PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method For Enrichment Evaluations) J.P. Brans tarafından geliştirilen çok kriterli karar verme tekniklerinden biridir. Bu yöntemde karar noktalarının sırası, kısıtlar arasındaki ilişki ve önem ağırlıkları göz önünde bulundurularak Promethee I (kısmi sıralama) ve Promethee II (tam sıralama) olmak üzere iki şekilde belirlenmektedir. İlerleyen zamanlarda aralıklı sıralama yapan Promethee III ve sürekli sıralama yapan Promethee IV, Promethee yöntemini görsel metotlarla destekleyen GAIA yöntemi ve ardından kısıtları gruplara ayıran Promethee V yöntemi ile insan beynini temsil eden Promethee VI yöntemleri geliştirilmiştir (Brans ve Mareschal, 2005). Promethee yönteminin diğer çok kriterli karar verme yöntemlerine göre avantajı, karar vericinin tecrübe ve uzmanlığına göre kısıtların öncelik ve ağırlıklarını net bir şekilde belirleyebilmesidir (Brans ve Vincke, 1986). Promethee yönteminde kullanılan 6 fonksiyon bulunmaktadır (Brans ve Mareschal, 2005).

Tablo 1 - PROMETHEE Yöntemi Genelleştirilmiş Tercih Fonksiyonları

Fonksiyon Tipi	Fonksiyon Grafiği	Fonksiyon	Fonksiyon Açıklaması
Tip 1: Olağan Kriter		$P_j(a,b) = \begin{cases} 0; & d_{a,b} \le 0 \\ 1; & d_{a,b} > 0 \end{cases}$	Karar verici için ilgili değerlendirme kriteri açısından herhangi bir tercihin olmadığı durumlarda kullanılmalıdır.
Tip 2: U tipi Kriter		$P_j(a,b) = \begin{cases} 0; & d_{a,b} \le q \\ 1; & d_{a,b} > q \end{cases}$	Karar verici, ilgili değerlendirme kriteri açısından kendi belirlediği bir değerin üstündeki değere sahip karar noktalarından yana tercihini kullanmak istediği durumlarda kullanılmalıdır.
Tip 3: V Tipi Kriter		$P_j(a,b) = \begin{cases} \frac{d_{a,b}}{p}; & 0 < d_{a,b} \le p \\ 1; & d_{a,b} > p \end{cases}$	Karar verici, tercihini bir değerlendirme kriteri açısından ortalamanın altındaki değerleri de göz ardı etmeden, üstünde değere sahip karar noktalarından yana kullanmak istediği durumlarda kullanılmalıdır.
Tip 4: Seviyeli Kriter		$P_j(a,b) = \begin{cases} 0; & 0 < d_{a,b} \le q \\ 0{,}5; & q < d_{a,b} \le p \\ 1; & d_{a,b} > p \end{cases}$	Karar vericinin bir değerlendirme kriteri açısından tercihini, belirli bir değer aralığı şeklinde belirleyeceği durumlarda kullanılmalıdır.
Tip 5: Linear Tercih Kriteri		$P_j(a,b) = \begin{cases} 0; & d_{a,b} \le q \\ \frac{d_{a,b} - q}{p - q}; & q < d_{a,b} \le p \\ 1; & d_{a,b} > p \end{cases}$	Karar verici, bir değerlendirme kriteri açısından tercihini ortalamanın üstünde değere sahip karar noktalarından yana kullanmak istediği durumlarda kullanılmalıdır.
Tip 6: Gaussian Kriter		$P_j(a,b) = \{ e^x / 1 + e^x$	Karar vericinin tercihinde, ilgili değerlendirme kriteri değerlerinin ortalamadan sapma değerleri belirleyici olacaksa, seçilecek tercih fonksiyonu Altıncı Tip (gaussian) tercih fonksiyonu olmalıdır.

Kaynak: Brans vd., 1984; Vego vd. 2008

Bu çalışmada uluslararası bir kozmetik firmasının havaalanlarının gümrüksüz satış mağazalarında çeşitli kriterlere göre indirime girecek ürünler belirlenmiştir. İndirimli ürün seçiminde etkili olacağı düşünülen faktörler firmanın pazarlama yöneticisi (uzman) görüşüne dayalı olarak belirlenmiştir. Söz konusu

faktörler; ürünün fiyatı, hedeflenen satış adedi, depoda bulunan stok miktarı, raf ömrü, ürünü öncelikli tercih eden ülke vatandaşlarının havalimanına giriş çıkışları ile ikame, rakip ve tamamlayıcı ürün fiyatlarıdır. Bu kriterler, önceki çalışmalarda (Walters, 1991; Kumar ve Leone, 1988; Raju, 1992; Keng ve Ehrenberg, 1984; Johnson vd.,1999) yer alan faktörler incelenerek kozmetik sektörü ile firmanın rekabet koşulları ve ürün çeşitliliği dikkate alınarak tespit edilmiştir. Kriterler ve kriterlerin ilgili Promethee fonksiyonları firmanın pazarlama yöneticisi ile birlikte ortak görüşe varılarak saptanmıştır. Çalışma kapsamında 2016 yılı Temmuz ayında belirlenen 20 adet kozmetik ürününden hangilerine indirim uygulanacağının belirlenmesi hedeflenmektedir. Bu nedenle ürün bazında son 3 yıllık satış verisi, millet bazında son 3 yıllık ortalama ziyaretçi sayısı, ikame, tamamlayıcı ve rakip ürünler için Temmuz ayı beklenen fiyat verileri kullanılmıştır. Bu ürünlerin seçilmesinin nedeni, söz konusu ürünlerin son 3 yılda en çok satış hareketliliği gösteren ürünler olmasıdır. Ürünler, analizlerde firmanın pazarlama politikası gereği kodlanmıştır. Belirlenen kriterler, kriterlerin ağırlıkları ve kriterler için belirlenmiş fonksiyon tercihleri Şekil 1'de görülmektedir. Buna göre, satırlarda sırasıyla her bir kriter için maksimum/minimum tercihi, ağırlık, fonksiyon tipi, eşik değerin mutlaklığı, farksızlık değeri (q) ve tercih eşiği (p) yer almaktadır. Kriterlere ait ağrılıklar analitik hiyerarşi proses yöntemi ile belirlenmiştir.

Şekil 1 - Kriterlere İlişkin Seçilen Tercih Fonksiyonları ve Eşik Değerleri (Ekran Görüntüsü)

Scenario1	Ürün Fiyatı	Hedeflenen ...	Depo Stok Mi...	Raf Ömrü	Tercih Eden ...	İkame Ürün ...	Tamamlayıcı ...	Rakip Ürün F...
Unit	€	birim	birim	yıl	birim	%	%	%
Preferences								
Min/Max	max	max	max	min	max	max	max	max
Weight	0,21	0,13	0,40	0,03	0,02	0,07	0,06	0,09
Preference Fn.	V-shape	V-shape	Linear	Level	Linear	Linear	Linear	Linear
Thresholds	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute
- Q: Indifference	n/a	n/a	30	1	800000	0,000	0,379	0,000
- P: Preference	€ 68	25	60	2	1200000	0,200	0,670	0,100

Ürün fiyatı belirli bir seviyenin üzerine çıktığında indirimli ürün seçiminde farklılaşma yaratmamaktadır. Bu nedenle ürün fiyatı kriteri için üçüncü tip (V-tipi) fonksiyon kullanılmıştır. Fonksiyon için tercih eşiği (p) değeri, ürünlerin ortalama fiyatı olan 68 € olarak belirlenmiştir.

İndirimli ürün seçiminde hedeflenen satış miktarı, o aya ait satış adeti tahmininin, hedeflenen satış adedinden çıkartılarak yönteme dahil edilmiştir. Aradaki farkın büyük olması durumunda daha fazla satış yapabilmek için indirim yapma yoluna gidilmesi rasyonel bir karar olacaktır. Ancak bu fark belirli bir seviyenin üzerine çıktığında tercihe olan etkisi kaybolmaktadır. Bu sebeple bu kriter için üçüncü tip (V-tipi) fonksiyon kullanılmıştır. Tercih eşiği (p) değeri ise uzman görüşü ile 25 olarak belirlenmiştir.

Perakendecilerin indirimli ürünlere karar vermelerindeki en önemli nedenlerden biri mevcut stokları eritmek ve stok maliyetlerini azaltmaktır (Kelley ve Tetlock, 2013). Stokların belirli bir seviyenin üstünde olması durumunda tercih eşiği (p) değeri aşılmış olacağından, alternatifler arasında seçim yapılamamaktadır. Aynı durum belirli bir stok miktarının altında da geçerlidir. Bu nedenle, beşinci tip (linear) fonksiyon kullanılmıştır, tercih eşiği (p) değeri 60, farksızlık değeri (q) 30 olarak belirlenmiştir.

Raf ömrü için dördüncü tip (seviyeli) fonksiyon kullanılmıştır. Raf ömrünün kısa olması hızlı satılması gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. Bu nedenle kademeli bir fonksiyon yapısına gerek duyularak dördüncü tip (seviyeli) fonksiyon seçilmiştir. Uzman görüşüne göre, kozmetik ürünlerinde raf ömrü, 2 yıldan az olan ürünlerin orta vadeli satış planlamasına dahil edilmesi, 1 yıldan az olan ürünlerin ise acilen satılması gerekmektedir. Dolayısıyla, farksızlık değeri (q) 1, tercih eşiği (p) ise 2 olarak belirlenmiştir.

Ürünü tercih eden millet de indirimli ürünün seçimine etki eden faktörlerden bir diğeridir. Ülkeye çok sayıda vatandaşının giriş yaptığı milletlerin tercih ettikleri ürünlerde fiyat indiriminin yapılması satışların artmasını sağlayacaktır. Bu doğrultuda bu kriter için beşinci tip (linear) fonksiyon kullanılması tercih edilmiştir. Her ürün için o ürünü tercih eden ilk 3 millet belirlenmiştir. Bu nedenle her ürün için bu ürünü tercih eden 3 milletin son 3 yıla ait ortalama ziyaretçi sayılarının toplamları kullanılmıştır. Fonksiyon için farksızlık değeri (q) 800000, tercih eşiği (p) ise 1200000 olarak belirlenmiştir.

İndirimli ürünün seçiminde etkili faktörlerden bir diğeri ise ikame ürün fiyatıdır. İkame ürün ile rekabet edebilmek için ürünün fiyat seviyesinin aşağıya çekilmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda, bu kriter için ürün fiyatından, ikame ürün fiyatının çıkartılması ile elde edilen değer kullanılmıştır. Bu değerin büyüklüğü ürünün satışını arttırmak için indirim eğilimini arttırmaktadır. Bu kriter için beşinci tip (linear) fonksiyon kullanılmış olup, farksızlık değeri (q) 0, tercih eşiği (p) ise 0,2 olarak belirlenmiştir.

Tamamlayıcı ürün fiyatı kriterinin belirlenmesinde önemli olan sadece tamamlayıcı ürünleri kullanan tüketicileri ana ürünü kullanmaya yöneltmek için tamamlayıcı ürün fiyatı yüksek olan ürünlerde fiyat indiriminin yapılmasının gerekliliğidir. Bu doğrultuda tamamlayıcı ürün fiyatının ana ürün fiyatına oranı alınarak elde edilen değer kullanılmıştır. Bu kriter için beşinci tip (linear) fonksiyon kullanılmıştır. Fonksiyon için farksızlık değeri (q) 0,379, tercih eşiği (p) ise 0,67 olarak belirlenmiştir
İndirimli ürünün seçiminde etkili faktörlerden son olarak rakip ürün fiyatı değerlendirilmiştir. Rakip ürünler karşısında rekabet avantajı sağlamak için ürün fiyatının aşağıya çekilmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda, ürün fiyatından rakip ürün fiyatının çıkartılması ile elde edilen değer kullanılmıştır. Bu kriter için beşinci tip (linear) fonksiyon kullanılmış olup, farksızlık değeri (q) 0, tercih eşiği (p) ise 0,1 olarak belirlenmiştir.
Model kapsamında ele alınan ürünlerin her bir kriter için sahip oldukları değerler Şekil 2'de gösterilmektedir. Bu kriterler, sahip oldukları değerlerin yukarıda yer alan fonksiyon değerleri ile karşılaştırılarak Promethee ile önceliklendirilecektir. Şekil 2'de ürün isimlerinin yanında yer alan semboller 3 farklı markayı temsil etmektedir.

Şekil 2 - Alternatif Ürünlere İlişkin Değerlendirme Matrisi (Ekran Görüntüsü)

Scenario1	Ürün Fiyatı	Hedeflenen ...	Depo Stok Mi...	Raf Ömrü	Tercih Eden ...	İkame Ürün ...	Tamamlayıcı ...	Rakip Ürün F...
Unit	€	birim	birim	yıl	birim	%	%	%
Evaluations								
Ürün 1	€ 76	-28	132	4	654500	-0,053	0,368	-0,263
Ürün 2	€ 58	-30	84	4	654500	-0,379	0,483	-0,155
Ürün 3	€ 71	-26	66	4	654500	0,127	0,380	-0,113
Ürün 4	€ 55	-17	45	4	654500	-0,127	0,491	-0,055
Ürün 5	€ 81	-61	94	4	654500	0,000	0,284	-0,025
Ürün 6	€ 62	-24	112	4	654500	-0,306	0,371	-0,065
Ürün 7	€ 77	48	35	4	654500	0,299	0,377	-0,195
Ürün 8	€ 54	8	18	4	654500	0,000	0,537	-0,315
Ürün 9	€ 79	-66	46	4	654500	0,291	0,354	0,076
Ürün 10	€ 56	-1	34	4	654500	0,000	0,500	-0,143
Ürün 11	€ 72	-42	24	3	968000	-0,097	0,625	-0,125
Ürün 12	€ 52	-7	26	3	968000	-0,519	0,865	-0,288
Ürün 13	€ 71	23	17	3	968000	0,282	0,366	0,014
Ürün 14	€ 51	27	19	3	968000	0,000	0,510	-0,020
Ürün 15	€ 84	-58	31	3	1384400	0,000	0,571	0,190
Ürün 16	€ 66	14	41	3	1384400	-0,273	0,727	0,197
Ürün 17	€ 84	8	16	3	1384400	0,179	0,429	-0,024
Ürün 18	€ 66	16	16	3	1384400	-0,045	0,545	-0,121
Ürün 19	€ 84	-57	21	3	1384400	0,179	0,310	0,071
Ürün 20	€ 66	-34	36	3	1384400	-0,045	0,394	0,061

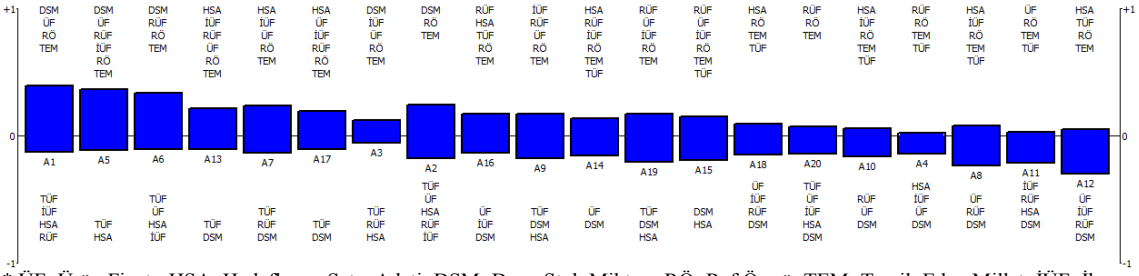
Uygulamada ele alınan firmanın pazarlama politikaları gereği indirim sezonunda her ay iki adet ürüne indirim uygulama kararı vermektedir. Bu kapsamda, Promethee II sonuçları incelendiğinde indirim uygulanacak olan ürünlerin Ürün 1 ve Ürün 5 olduğu Şekil 3'de görülmektedir.

Şekil 3 - PROMETHEE II ile elde edilen sıralama sonuçları (Ekran Görüntüsü)

Rank	action	Phi	Phi+	Phi-	Rank	action	Phi	Phi+	Phi-
1	Ürün 1	0,2587	0,4366	0,1779	11	Ürün 14	-0,0279	0,1744	0,2023
2	Ürün 5	0,2382	0,4020	0,1638	12	Ürün 19	-0,0392	0,1775	0,2166
3	Ürün 6	0,2231	0,4086	0,1855	13	Ürün 15	-0,0464	0,1624	0,2088
4	Ürün 13	0,1018	0,2364	0,1346	14	Ürün 18	-0,0631	0,1407	0,2038
5	Ürün 7	0,0875	0,2356	0,1481	15	Ürün 20	-0,0799	0,1248	0,2047
6	Ürün 17	0,0826	0,2312	0,1486	16	Ürün 10	-0,1135	0,1147	0,2281
7	Ürün 3	0,0564	0,2203	0,1639	17	Ürün 4	-0,1307	0,1018	0,2325
8	Ürün 2	0,0557	0,2952	0,2396	18	Ürün 8	-0,1640	0,1042	0,2682
9	Ürün 16	0,0317	0,1920	0,1603	19	Ürün 11	-0,1947	0,0777	0,2724
10	Ürün 9	-0,0166	0,1702	0,1868	20	Ürün 12	-0,2596	0,0786	0,3382

İndirime girecek ürünler her bir kriterden farklı düzeyde etkilenmektedir. Ürünlerin belirlenen kriterlerden pozitif veya negatif etkilenme düzeyleri Şekil 4'te görülmektedir. Üst kısımdaki kriterler ürünü pozitif, alt kısımdaki kriterler ise ürünü negatif etkilemektedir.

Şekil 4 - Alternatiflerin Kriterlerden Elde Ettikleri Güçler (PROMETHEE Rainbow) (Ekran Görüntüsü)



* ÜF: Ürün Fiyatı, HSA: Hedeflenen Satış Adeti, DSM: Depo Stok Miktarı, RÖ: Raf Ömrü, TEM: Tercih Eden Millet, İÜF: İkame Ürün Fiyatı, TÜF: Tamamlayıcı Ürün Fiyatı, RÜF: Rakip Ürün Fiyatı

5.SONUÇ

Satış tutundurma çalışmaları firmaların pazarlama faaliyetleri çerçevesinde oldukça önemli bir yere sahip olan bir iletişim çalışmasıdır. Özellikle tüketicileri satın alma davranışına yönlendiren bu çalışmalar, gerek perakendeciler gerekse perakendeciler ile üreticilerin yapmış oldukları ortak çalışmalar neticesinde hayata geçirilebilmektedir. Çok farklı şekillerde uygulanabilen satış tutundurma çalışmaları arasında en sık kullanılan yöntemlerden biri seçilmiş ürünlere yönelik olarak yapılan fiyat indirimleridir. Özellikle çok sık satın alınmayan ve fiyatın satın alma kararında önemli bir faktör olduğu beğenmeli ürünlerde yapılan indirimler tüketiciler tarafından ilgi çekici olmaktadır.

Çalışmada firmanın pazarlama yöneticisinin indirimli ürün tercihine ait karar verme mantığı sayısallaştırarak bir karar destek sistemi oluşturulması amaçlanmıştır. Model oluşturulması sırasında verilerin alındığı zamana ait koşullar dikkate alınmıştır. Uygulanan bu karar destek sistemi doğrultusunda firmanın pazarlama yöneticisinin indirimli ürün seçimine etki eden birçok kriterin modele eklenmesi yanlış tercih yapmasının önüne geçmektedir. Ayrıca model, verilerin ait olduğu zamana ait koşulların temel alınmasıyla, firmanın öngörüm yapılan dönemde rakipleri karşında üstünlük sağlamasını ve kozmetik pazarında daha fazla pay sahibi olmasını sağlayacaktır. Uygulamada kullanılan Promethee yazılımı, kriterlerde herhangi bir değişim söz konusu olduğunda (rakip ürün fiyat değişikliği, depo stoklarında meydana gelebilecek problem vs.) yeni koşullar doğrultusunda karar almayı sağlamaktadır. Bu doğrultuda çalışmada oluşturulan karar destek modeli, gelecek çalışmalarda farklı sektörlerde, farklı parametreler kullanılarak ya da farklı koşullarda tercihlerin değişimini gösterebilmek için farklı senaryolar yaratılarak karar vericilere esneklik ve hızlı karar verebilmeyi sağlayacak bir araç olarak kullanılabilir niteliktedir.

KAYNAKÇA

Alvarez, B.A., Casielles R.V. (2005): Consumer Evaluations Of Sales Promotion: The Effect On Brand Choice", *European Journal of Marketing,* 39:54-70

Blackwell, R.D., Miniard, P.W., Engel, J.F. (2001): *Consumer Behavior*, 9th ed. Fort Worth, TX: Harcourt College Publishers.

Blattberg, R.C., Briesch, R., Fox EJ. (1995): "How promotions work?", *Marketing Science;*14(3):122–132.

Blattberg, R.C., Eppen, G.D., Lieberman, J. (1981): "A Theoretical and Empirical Evaluation of Price Deals for Consumer Nondurables", *Journal of Marketing,* 45 (Winter): 116-29.

Blattberg, R.C., Neslin, S.A. (1990): *Sales Promotion, Concepts, Methods and Strategies*, New Jersey,. Prentice Hall.

Brandweek. (1994): "Promotional Influence Spurs Buyers To Try Something New", 35(12): 32-34.

Brans, J. P., Mareschal, B., P.Vincke, P. (1984): "PROMETHEE: A new family of outranking methods in MCDM", *Operational Research*, North-Holland, Amsterdam, (84):477-490.

Brans, J. P., Vincke, P., Mareschal, B. (1986): "How to Select and How to Rank Projects: the Promethee Method", *European Journal of Operational Research*, 24: 228-238.

Brans, J.-P. & Mareschal, B. (2005): *Promethee Methods*. J. Figuera, S. Greco, & M. Ehrgott içinde, Multiple Criteria Decision Analysis:State Of The Art Surveys (s. 163-195). Kluwer Academics

Chandrashekaran, R. (2012): "Consumers' utilization of reference prices: the moderating role of involvement", *Journal of Product & Brand Management,* 21(1): 53-60.

Chen, S. F. S., Monroe, K. B., Lou, Y. C. (1998): "The effects of framing price promotion messages on consumers' perceptions and purchase intentions", *Journal of retailing,* 74(3): 353-372.

Fill, C. (2002): *Marketing communications: Contexts, strategies and applications*, 3rd ed. Italy: Pearson.

Gedenk, K., Neslin, S. A., Ailawadi, K. L. (2006): Sales promotion. In Retailing in the 21st Century, (ed. Krafft, Mantrala, pp. 345-359). Springer Berlin Heidelberg.

Grewal, D., Kent B.M., Krishnan, R. (1998): "The Effects of Price-Comparison Advertising on Buyers' Perceptions of Acquisition Value, Transaction Value and Behavioral Intentions", *Journal ofMarketing, 62 (April)*, 46-59.

Grewal, D., Monroe, K., Krishnan., R. (1998): "The Effects of Price-Comparison Advertising on Buyers' Perceptions of Acquisition Value, Transaction Value, and Behavioral Intentions", *Journal of Marketing; 62(2)*: 46-59.

Grover R., Srinivasan V. (1992): "Evaluating The Multiple Effects Of Retail Promotions On Brand Loyal And Brand Switching Segments", *Journal of Marketing Research*, 29(1): 76-89.

Johnson, M.,Herrmann, A., Bauer, H. (1999): "The effects of price bundling on consumer evaluations of product offerings", *International Journal of Research in Marketing, 16*: 129-142.

Kalwani M. And Yim C. (1992): "Consumer Price and Promotion Expectations: An Experimental Study", Journal of Marketing, 59(4): 83-90.

Karende, K. and Kumar, V. (1995): "The Effect of Brand Characteristics and Retailer Policies on Response to Retail Price Promotions:Implications for Retailers", *Jounal of Retailing*, 71(3):249-278.

Kelley, E. Ve Tetlock, P. (2013):'How Wise Are Crowds? Insights from Retail Orders and Stock Returns', The *Journal Of Fınance Vol. Lxvıı*, No. 3.

Keng, K.A. and Ehrenberg, A.S.C. (1984): "Patterns of Store Choice", J*ournal of Marketing Research*, 21 (November), 399-409.

Kitchen, P. J. (1999): *Marketing communications: Principles and practice*. Cengage Learning EMEA.

Kopalle, P. K., Mela, C. F. (1999): "The dynamic effect of discounting of sales: Empirical analysis and normative pricing implications" , *Marketing Science*, 18(3): 317-332.

Krishna, A., Zhang, Z. J. (1999). "Short or long duration coupons: The effect of the expiration date on the profitability of coupon promotions", *Marketing Science*, 45(8): 1041-1057

Kumar, V., Leone R. (1988): "Measuring the Effect of Retail Store Promotions on Brand and Store Substitution", *Journal of Marketing Research*, 25 (May), 178-85

Lichtenstein, D.R. and Bearden, W.O. (1989): "Contextual Influences on Perceptions of Merchants-Supplied Reference Prices", *Journal of Consumer Research*, 15 (September): 55-66.

Raghubir, P. And Corfman, K. (1999) : "When Do Price Promotions Affect Pretrial Brand Evaluations?", *Journal of Marketing Research*, 36(2): 211-222.

Raju, J.S. (1992): "The Effect of Price Promotions on Variability in Product Category Sales", *Marketing Science*, 11(3): 207-220.

Vego, G., Kucar-Dragicevic, S., Koprivanac, N. (2008): "Application of multicriteria decision-making on strategic municipal solid waste management in Dalmatia, Croatia", *Waste management*, 28: 2192-2201.

Walters, R.G. (1988): "Retail Promotions and Retail Store Performance: A Test of Some Key Hypotheses", *Journal of Retailing*, 64 (Summer): 153-8.

Walters, R.G. (1991): "Assessing the Impact of Retail Price Promotions on Product Substitution, Complementary Purchase, and Interstore Sales Displacement", *Journal of Marketing*, 55 (April): 17-28.

KAPASİTE ODAKLI İŞLETME YERLEŞİM PLANI MODELLENMESİ ve PROMETHEE YÖNTEMİ ile OPTİMUM YERLEŞİMİN BULUNMASI

İbrahim Çil
Sakarya Üniversitesi

Tayfun Okumuş
Karabük Üniversitesi

ÖZET

Endüstriyel alandaki üretim sürecinde optimizasyon çalışmaları işletmeler açısından bir sorun oluşturmuştur. Bu çalışmada çeşitli programlar sayesinde kapasite optimizasyonu yapılarak, bir işletme için olması gereken yerleşim yerinin bulunması amaçlanmıştır. Hedef alınan parametreler, çalışanların maliyeti, çalışanların çalışma süresi, yerlerin toplam maliyeti ve çıkan ürün sayısıdır. Bu değişkenler üzerinden işletmenin yerleşimi ProModel yöntemi ile oluşturulmuş ve yeni yerleşim düzenleri eklenerek deneyler oluşturulmuştur. ProModel yönteminden elde edilen verileri kullanarak Visual PROMETHHE programı ile oluşturulan deneyler arasından optimum yerleşim yeri seçilmiştir. Bu veriler karşılaştırıldığı zaman işletmeler açısından önemli iyileştirmeler sağlayacağı düşünülmektedir. İlerleyen çalışmalarda farklı parametreler de eklenerek seçilecek yerleşim yerinin daha optimal seviyelere çekilmesi hedeflenebilir.

Anahtar Kelimeler: Karar Destek Sistemleri, Çok Ölçütlü Karar Verme, Modelleme

ABSTRACT

With regards to business in the manufacturing of industrial field has been a problem. İn this study, by doing capacity optimization thanks to various programs, locating the best settlement for business is aimed to go for. The targeted parameters are cost of workpeople, operation time of workpeople, total cost of location and produced bread pieces. Considering these variables layout of business constituted with ProModel method. Adding new layout experiments constituted. Optimum layout formed between experiments with Visual Promethee program by using data obtained from ProModel method is selected. When compared these variable, in terms of business is believed to provide important improvement. Subsequent studies adding diffrent parameters might aim that will be selected layout withdraw more optimum levels.

Keywords: Decision Support System, Multi Criteria Decision Making, Modelling

1. GİRİŞ

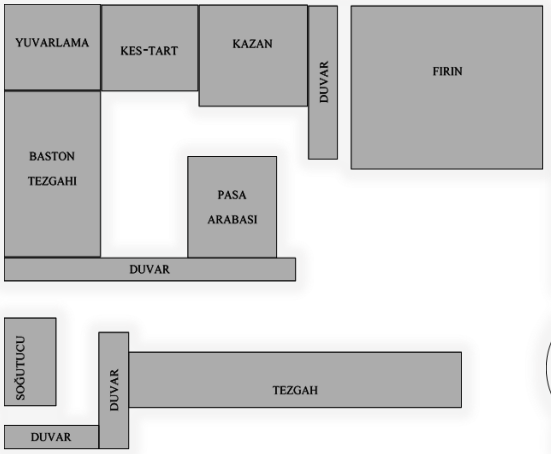
İmalat sektöründe yapılan üretimin verimliliği her zaman işletmeler açısından önemli olmuş ve bu amaçla fabrikalar verimlilik çalışmalarına her zaman önem vermişlerdir. Bu kapsamda yapılan çalışmalar işçi, yerleşim yeri, tedarikçi ve üst personel yaklaşımının etkileri gibi verimliliği arttırmak adına çalışmalar her zaman yapılmıştır. Çalışmaların amacı da çevrim süresini azaltmak olmuştur.

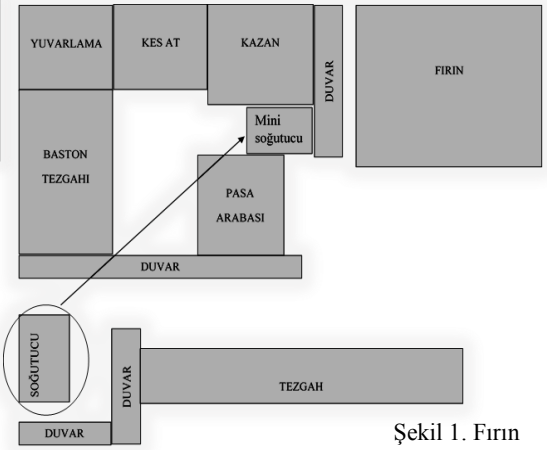
Bu kapsamda yapılan çalışmalar; Aksaraylı ve Altuntaş 2009, tezgâhlardaki malzeme taşıma süreleri ve bu sürelerin toplam üretim süresine oran ile ilgilenilmiştir. Ayrıca tüm tezgâhların yerleşim şekillerine göre benzetim modelleri oluşturulmuş tezgâhların kullanım yüzdeleri ve üretim miktarları da bu çalışma kapsamında aktarılmıştır. Daha sonra tezgâhların yerleşim şekilleri "ProModel" ortamına aktarılmıştır. Bilişik 2013, iki dönemli üç departmanlı ve üç konumlu teorik bir Tesis Yerleşim Düzenleme Problemi oluşturulmuştur. Sadece maliyet kriterine göre dinamik programlama yaklaşımı ele alınarak bir yerleşim planı oluşturulmuş ve sonuçlanmıştır. Daha sonrasında bu problemler çok ölçütlü karar verme tekniği "Topsis" yöntemi ile çözülmüştür. Sonuç olarak sadece maliyet odaklı yerleşim planının her zaman uygun değer yerleşim planını vermediği görülmüştür. Birgün vd. 2006, çalışma da traktör imalatı yapan bir firma da müşteri beklentilerini karşılamak üzere yalın üretim projesi dâhilinde bir değer akış haritalama çalışması yapılmıştır. Sonuç olarak beklenen faydalar ve çalışma sonuçları firmaya sunulmuştur. Karadere vd. 2016, tesis içi yerleşim problemine çare bulmak için Borland C++ programlama dilinde geliştirilen Mat-Layout yazılımına ile uygun bir çözüm aranmıştır. Mat-Layout programına iş akışını bozan iş istasyonu tanımlanmalıdır. Ardından bu iş istasyonu ile bağlantılı iş istasyonları tanıtılmalıdır. İş istasyonlarının koordinatlarını belirlemek için AutoCad 2004 programından yararlanılmıştır. Daha sonra bu işlemler kapı üretimi yapan bir firmada uygulanmış ve toplam akış şiddetinde %47,59 'luk bir iyileşme sağlanmıştır. Mevcut sistem ile Mat-Layout yazılımı Arena simülasyonu ile karşılaştırılmıştır.

Yapılan çalışmada kapasite kısıdına dikkat edilerek ve yeni yerleşim düzeni oluşturularak üretilen ürünün birim zamanda adedini, bazı parametreler temel alınarak arttırılması amaçlanmıştır.

2. UYGULAMA

Çalışmada bir fırın işletmesinin ürün çıkarma süreci takip edilmiş ve iyileştirilmeye çalışılmıştır. İşletme çeşitli ekmek ürünleri çıkaran bir işletmedir. İstanbul bölgesinde kurulmuş olan işletme günlük olarak mevsimsel dalgalanmalarla günlük ortalama 2000 ekmek çıkaran bir unlu mamul üreticisidir. Çalışma bu işletmede ekmeğin fırından çıkana kadar ki işlemleri göz önüne alınarak oluşturulmuştur. İşletme iki vardiya üzerinden çalışmaktadır. Her bir vardiyada iki hamur yapılmaktadır. Her vardiya da 2 kişi olmak üzere toplamda işletme de 4 kişi çalışmaktadır. Mevsimsel dalgalanmalara göre çıkan ekmek sayısı her vardiya da değişmektedir. İşletmenin bulunduğu alandaki yerleşim düzeni aşağıdaki Şekil 1'de görüldüğü gibidir. Burada ürün odaklı bir yerleşim söz konusudur. Depodan un çekilerek ve ayrıca hamur yarı mamulünün oluşması için gerekli olan diğer malzemelerin kazana eklenmesi ile işlem başlamakta ve hamurun büyüklüğüne göre kazanda yoğurulma işlemi gerçekleşmektedir. Hamur oluşturulduktan sonra kes-tart makinesine alınmakta ve burada hamur bir ekmek boyutu kadar (330 gram) kesilmekte ve yuvarlama makinesine gidip daha sonrasında baston tezgâhına alınmaktadır. Burada hamur baston boyutuna getirilerek pasa arabalarına 14 'lü olarak dizilmekte ve kabarması için mevsim şartlarına göre bekletilmektedir. Kabarma işlemi tamamlandıktan sonra hamurlar belli sıra ile (FİFO) fırına atılmakta ve nihai ürün olan ekmek üretilmektedir. Çalışmada fırının çalışma prensibi gözlemlenmiş ve mevcut durum göz önüne alınarak yeni bir yerleşim yeri oluşturulmuş ayrıca işlemlerde gereksiz hareketler ortadan kaldırılarak üretimin daha verimli çalışması hedeflenmiştir. Bu kapsamda işletme için yeni bir yerleşim tasarlanmıştır. Bu yerleşim yeri Şekil 2'de görüldüğü gibidir. Oluşturulmuş yeni yerleşim düzeni ve işletmenin bünyesindeki çalışan sayısının arttırılması veya azaltılması ile elde edilmiş 4 farklı senaryo ile çalışmamız gerçekleştirilmiştir. Yapılan değişiklikler hamurun oluşması için gerekli olan malzemelerin direk işlemin görüleceği yerin yanına getirilmesi hedeflenmiştir (mini soğutucu). Böylece gereksiz hareketi ortadan kaldırarak işlemlerin hızlanması sağlanmıştır. Ayrıca yerleşim olarak gözükmese de proses içinde bazı değişiklikler yapılmıştır.





Şekil 1. Fırın Yerleşim Planı

Şekil 2. Yeni fabrika yerleşim düzeni

Bunlar pasa arabalarına hamurların yerleştirilmesi mantığı değiştirilerek bünyede bulunan pasa arabalarının taşınması dizilmesi gibi değişiklikler yapılmıştır. Bunlardan farklı olarak çalışma alanında bulunan ve işlemler için gerekli olan malzemelerin düzenlenmesi, temizlenmesi gibi faaliyetlerde gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanında yapılan bu değişikliklerin proses zamanlarında iyi bir azalma sağlayacağı ön görülmektedir.

Oluşturulmuş senaryolar şu şekildedir:

Çizelge 1 Senaryoların oluşturulması

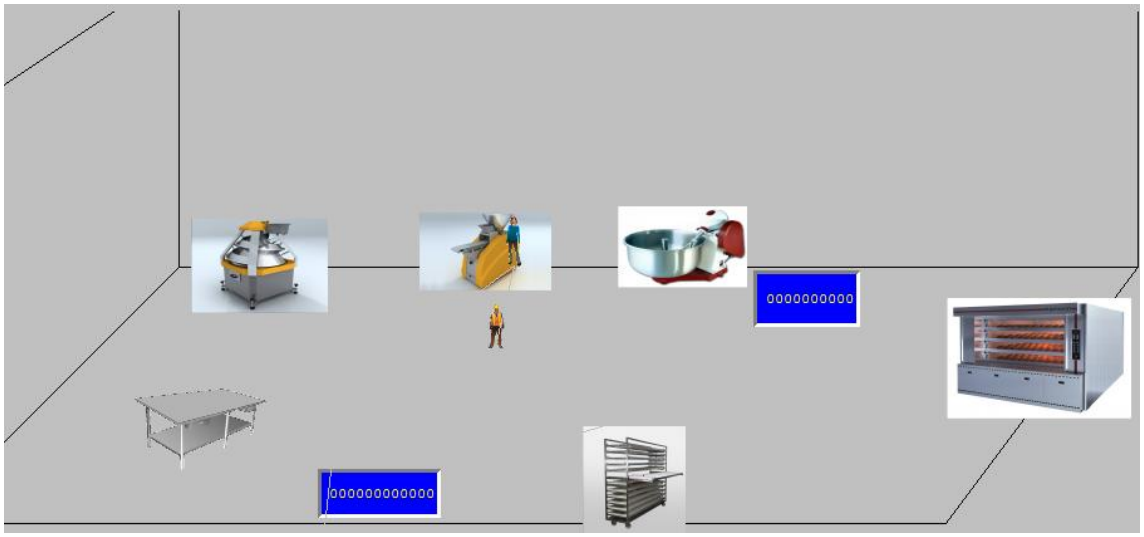
	Düzen	**İşçi Say.**	**Hamur**
Senaryo 1	Kurulu	4	4
Senaryo 2	Kurulu	5	5
Senaryo 3	Yeni	4	4
Senaryo 4	Yeni	5	5

Bu senaryolar ProModel programından modellenerek işçi ortalama maliyeti (I.O.M.), işçi ortalama çalışma süresi (I.O.C.M.), yerlerin çalışma maliyeti (Y.C.M.), çıkan ekmek sayısı (C.E.S.) gibi değişkenleri elde ederek Visual Promethee programında bu değişkenler üzerinden bir karar verme işlemi gerçekleştirilecektir.

3. PROMODEL

Bir prosesin sürecini simülasyon olarak bilgisayar programında belirlenen değerler programa aktarılarak gerçek hayattaki süreci simüle eden programdır. Uygulamada fırın işletmesinin krokisi programa aktarılarak simüle edilmiştir.

Modelde öncelikle özellikler bölümünden çalışma süresi sekiz saat olarak belirlenmiştir. Zaman hassasiyeti saatin binde 1 ‘i olarak atanmıştır. Location (Konum) bölümünde işletmenin sabit varlıkları tanımlanmıştır. Örnek olarak fırın makinesi tanımlanmış ve özellikleri belirlenmiştir. Entities (Varlıklar) bölümünde işletmedeki hammaddeler, yarı mamul ve nihai ürün tanımlanmıştır. Örnek olarak nihai ürün olan ekmek burada tanımlanmıştır. Path Network (Yol Ağı) bölümünde çalışanları hareketli varlıkların izleyeceği yol belirlenmiştir. Resources (Kaynaklar) bölümünde işletme içerinde çalışacak personel tanımlanmıştır. Personellerin çalışma hızı ve izleyecekleri rotanın seçimi bu bölümden tanımlanmıştır. Processing (İşlemler) çalışma prensibinin belirlendiği hangi makine da hangi personelin hangi kapasitede çalışacağı varlıkların nasıl bir yol izleyeceği belirlenmektedir. Örnek olarak bir process (işlem) tanımlar isek; location (konum) bölümünde tanımlanan un deposunun seçilerek entities (varlıklar) bölümünden un seçilerek ve bu işlem için hangi personel ve zamanda yapılacağının belirlenmesi process ‘in bir aşamasının tanımlanması anlamına gelmektedir. Bu tanımlamaları yaptıktan sonra modelimizi çalıştırarak bize performans değerlendirmesi için bir rapor sunmaktadır.



Şekil 3. Promodel Görüntüsü

Şekil 3‘de model oluşturulduktan sonra çalıştırıldığında belirlenen sürede simülasyon çalışmaktadır. Daha sonrasında bu simülasyon için rapor oluşturulsun mu diye sorulmaktadır. Bu raporda bizim belirlediğimiz değişkenler için her senaryoda değerler oluşmaktadır. Bu değerler Çizelge 2‘de görüldüğü gibi oluşmuştur.

Çizelge 2 Değişkenlerin Çıktı Değerleri

	Senaryo			
Değişken	1	2	3	4
İ.O.M.	51,4 TL	44,1 TL	30,5 TL	27,4 TL
İ.O.Ç.S.	6,37 sa	7,07 sa	5,02 sa	4,57 sa
Y.Ç.M.	6,4 TL	7,47 TL	7,91 TL	7,4 TL
Ç.E.S.	776 ad	1060 ad	1059 ad	1192 ad

4. VISUAL PROMETHEE

Promethee yönteminin programa dökülmüş hali olarak tanımlanabilir. Bu yöntemin gereklilikleri kod yardımı ile programa aktarılmış ve giriş değişkenlerinin programa doğru olarak tanımlanması sonucu bize karar verme noktasında güvenli sonuçlar veren bir programdır. Promodel programından elde edilen istatistiki veriler bu programa doğru bir şekilde yerleştirilmiştir ve çıkan sonuç değerlendirilmiştir.

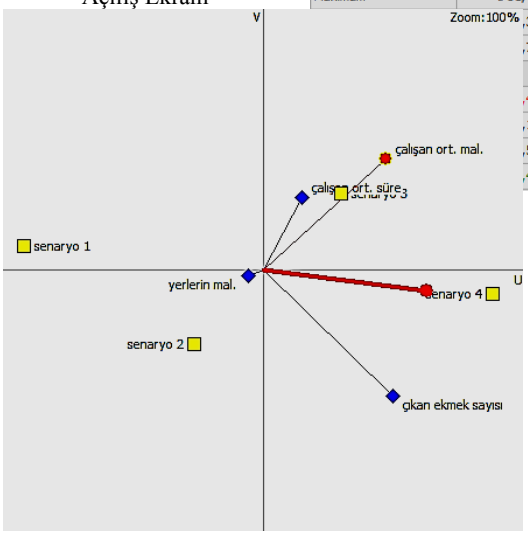
Çizelge 3 Veri Matrisi

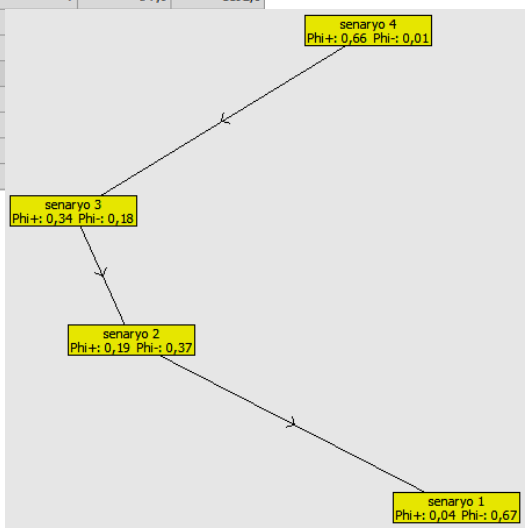
	Değişken			
Senaryo	İ.O.M.	İ.O.Ç.S	Y.Ç.M.	Ç.E.S.
1	51,4 TL	6,37 sa	6,4 TL	776 ad
2	44,1 TL	7,07 sa	7,47 TL	1060 ad
3	30,5 TL	5,02 sa	7,91 TL	1059 ad
4	27,4 TL	4,57 sa	7,4 TL	1192 ad

Burada kriterler belirlenirken kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesi göreceli bir kavram olduğu için iyi belirlenmesi gerekir. Preferences (tercihler) bölümünde kriterin değerlendirici için nasıl bir özelliğe sahip olduğu iyi analiz edilip giriş yapılması gerekir aksi takdirde sonuçlar istenilen güvenilir sonuçların çıkmasına engel olabilir. Bu sekme altında değerlendirici için bu kriterin maksimum olarak mı yoksa minimum olarak mı değerlendireceği, kriterlerin ağırlıklarının belirleneceği, kriter için tercih fonksiyonun nasıl olması gerektiği, ve kreterin eşik değerinin kesin bir değer mi yoksa yüzdelik bir değer mi olduğu belirlenmektedir. Örnek olarak işçi ortalama maliyeti kriteri için düşünecek olursak; maliyet söz konusu olduğu için minimizasyon olarak değerlendirmesi, ağırlık olarak değerlendiricinin kendi açısından kriteri değerlendirmesi olduğu için bütün kriterleri göz önüne alınarak 0,30 etkili olduğu kanaatine varılmıştır. Tercih fonksiyonu olarak V-shape fonksiyonu seçilmiştir. Eşik değer olarak hepsi için kesin değer seçilmiştir. Statistic (İstatistik) bölümünde vermiş olduğumuz değerleri ölçü alarak maksimum, minimum, ortalama ve standart sapma değerlerini çıkaran bölümdür. Çizelge 3‘de oluşturulan senaryolar için girilmiş değerler görülmektedir. Yukarı da bahsetmiş olduğumuz hususlara dikkat edilerek oluşturulmuştur.

fırın	çalışan ort. ...	çalışan ort. s...	yerlerin mal.	çıkan ekmek ...
Unit	tl	saat	tl	adet
Cluster/Group				
Preferences				
Min/Max	min	min	min	max
Weight	0,30	0,10	0,20	0,40
Preference Fn.	V-shape	V-shape	V-shape	Linear
Thresholds	absolute	absolute	absolute	absolute
- Q: Indifference	n/a	n/a	n/a	1,0
- P: Preference	tl 15,000	6	tl 6,8	2,5
- S: Gaussian	n/a	n/a	n/a	n/a
Statistics				
Minimum	tl 27,420	5	tl 6,4	776,0
Maximum	tl 51,400	7	tl 7,9	1192,0

Şekil 4. Visual PROMETHEE Academic Açılış Ekranı

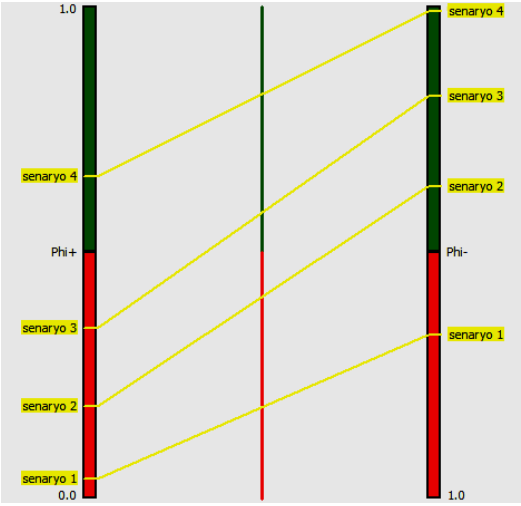




Şekil 5. Problemin GAIA Düzlemi Üzerindeki Görüntüsü Şekil 6. Senaryoların Ağ Görüntüsü Görüntüsü

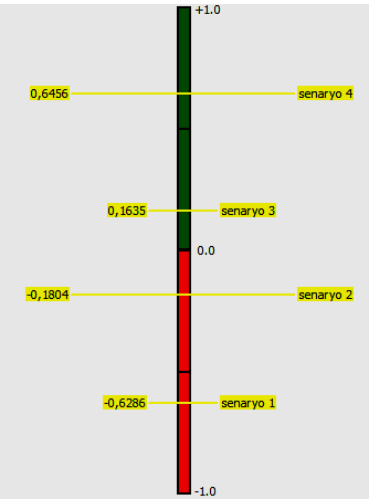
Problemin Visual Promethee programında çözülmesi sonucu elde edilen sonuçlar altında GAIA düzleminde görüntüsü Şekil 5‘de görülmektedir. Problemin çözümü sonucu senaryolar arasındaki ağın görüntüsü ve pozitif negatif değerlerin görülmesi Şekil 6‘da görülmektedir.

Son olarak problem için senaryoların kısmi sıralaması Şekil 7‘de görülmektedir. Sonuçların nihai sıralaması Şekil 8‘de görüldüğü gibidir.



PROMETHEEI Çıktı Görüntüsü

Şekil 7.



Şekil 8. PROMETHEEII Çıktı Görüntüsü

Çizelge 4 Visual Promethee Sonuç Çıktısı

Senaryo	**1**	**2**	**3**	**4**
Sonuç	-0,628	-0,18	0,163	0,645

Çizelge 4‘de görüldüğü gibi en iyi sonucu senaryo 4 vermiştir. Alternatif senaryo olarak en iyi değere sahip olan senaryo 3‘tür.

5. SONUÇ

Fabrika ve işletmeler açısından yeni kurulu bir düzene geçmenin maliyetleri hem fazla hem de risk faktörü açısından çok önemli bir noktadır. Bu çalışma ile karar vericilerin maliyete girmeden ve hızlı bir şekilde karar verme noktasına gelecekleri görülmüştür. Fabrikalar ve işletmeler için fayda maliyet unsuru en aza indirilmeye çalışılmıştır. Gerçekleştirilen senaryolardan görüldüğü üzere zahmetsiz ve işletmenin yararına olabilecek bir uygulama ortaya çıkmıştır. En iyi senaryo dördüncü senaryo olarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığı zaman işçilerin çalışma maliyetinde %47, işçilerin çalışma sürelerinde %29 ve bu periyotta çıkan ekmek sayısı da % 35 oranında artış sağlanacağı tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

Aksaraylı, M., Altuntaş, S., Malzeme Taşıma Odaklı için Üretim Sistemlerindeki Tezgah Yerleşim Düzenlerinin Benzetim Analizi ile Karşılaştırılması, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt 15, Sayı 2, 203-214, 2009

Bilişik, O. G., Bilişik M. T., Dinamik Tesis Yerleşim Düzenleme Probleminin Çok Ölçütlü Olarak Ele Alınması, Bitlis Eren Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Cilt 1, Sayı 2, 2013

Birgün, S. vd., Yalın Üretim Sürecinde Değer Akış Haritalama Tekniğinin Kullanılması İmalat Sektöründe Uygulanma, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, Cilt 5, Sayı 9, 47-59, 2006

Karadere, Y. vd., Yeni Bir Yöntem Olan Mat-Layout Yazılımı ile Tesis İçi Yerleşimi ve Bir Örnek Uygulama, Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, Cilt 4 Sayı 1, 1-13, 2016

ZAMANA BAĞLI KAPASİTE KISITLI ARAÇ ROTALAMA PROBLEMLERİ İÇİN BİR BENZETİMSEL DİNAMİK PROGRAMLAMA ALGORİTMASI

Mustafa Çimen
Hacette Üniversitesi

Mehmet Soysal
Hacettepe Üniversitesi

Çağrı Sel
Karabük Üniversitesi

Sedat Belbağ
Gazi Üniversitesi

ÖZET

Çevreye yönelik ilginin artması ve yasal düzenlemeler işletmeleri lojistik faaliyetler için yeşil politikalar üretmeye yönlendirmektedir. Bu çalışmada araç rotalama problemi; sürüdürülebilirlik, kapasite kısıtlı araçlar ve zamana bağlı trafik sıkışıklığı göz önüne alınarak incelenmiştir. Söz konusu problem Markov Karar Süreci (MKS) olarak modellenmiştir. Ancak MKS'lerin çözümünde yaygınlıkla kullanılan, Dinamik Programlama gibi geleneksel yöntemler büyük boyutlu problemlerin çözümünde mümkün olmayan çözüm süreleri ve hafıza kapasitesi gerektirmektedir. Bu çalışmada, büyük problemlerin çözümünde kullanılabilecek, Benzetimsel Dinamik Programlama tabanlı bir sezgisel çözüm yöntemi sunulmaktadır. Geliştirilen bu sezgisel, Kısıtlı Dinamik Programlama yöntemiyle, çözümlerin maliyet ve sürdürülebilirlik performansları ile çözüm süreleri açısından karşılaştırılmıştır. Sayısal analizler Benzetimsel Dinamik Programlama'nın daha kısa sürede oldukça iyi sonuçlar sunduğunu göstermektedir.
Anahtar Sözcükler: Araç Rotalama Problemi, Benzetimsel Dinamik Programlama, Sürdürülebilirlik.

AN APPROXIMATE DYNAMIC PROGRAMMING ALGORITHM FOR TIME-DEPENDENT CAPACITATED VEHICLE ROUTING PROBLEMS

ABSTRACT

Growing interest in environment and legal regulations have led companies to develop green policies for logistic operations. In this study, a vehicle routing problem with capacitated vehicles, time-dependent traffic congestion and sustainability concerns has been addressed. The problem is modelled as Markov Decision Process (MDP). However, traditional methods that are used for solving MDPs, such as Dynamic Programming, require infeasible memory capacities and computation times for solving large sized problems. In this study, an Approximate Dynamic Programming based heuristic algorithm is presented for solving large sized problems. The developed heuristic is compared to Restricted Dynamic Programming approach, in terms of cost and sustainability performances and computation times. Results of numerical experiments show that Approximate Dynamic Programming algorithm provides good results with lower computation times.
Keywords: Vehicle Routing Problem, Approximate Dynamic Programming, Sustainability.

1. GİRİŞ

Günümüzde işletmelerin başlıca sorunlarından biri müşteri taleplerini karşılayacak dağıtım ağını oluşturabilmektir. Araç Rotalama Problemi (ARP), bir veya birkaç depodan çeşitli bölgelere dağılmış müşteri taleplerini karşılayacak dağıtım ve toplama rotalarının belirlenmesidir (Laporte, 1992). Klasik ARP'nin amacı, taşıma filosunda yer alan araçların aldığı toplam seyahat uzaklığını veya toplam seyahat maliyetinin minimize edilmesidir (Bektaş ve Laporte, 2011). Zaman içerisinde ARP'nin kapsamı çeşitli varsayımlar dikkate alınarak genişlemiştir. ARP'nin literatürde yer alan başlıca çeşitleri kapasite kısıtlı ARP, çok depolu ARP, zaman pencereli ARP olarak sıralanabilir (Xiao vd., 2012).

ARP çeşitlerinden biri olan kapasite kısıtlı araç rotalama probleminin (KARP) temel varsayımları şu şekildedir; *(i)* her araç merkez depodan tura başlayıp, yine aynı yerde turunu tamamlamalıdır, *(ii)* bir aracın herhangi bir konumda taşıdığı yük maksimum araç kapasitesini aşmamalıdır, *(iii)* her müşteriye mutlaka bir araç ulaşmalıdır, *(iv)* araçların bir dağıtım ve toplama noktasından diğerine sabit bir hızla gittiği varsayılmıştır. Ancak, trafiğin günün belli saatlerinde yoğun olmasından (işe gidiş ve iş çıkışı gibi) veya beklenmedik durumlardan dolayı araçların sabit hızla yol aldığını varsaymak gerçek problemleri yeterince iyi yansıtmamaktadır. Bu sebeple, kapasite kısıtlı ARP'ye yolların durumuna ve bulunulan zamana göre farklı hızlarla yol alan araç varsayımı eklenerek zamana bağlı ve kapasite kısıtlı araç rotalama problemi ortaya çıkmıştır (ZKARP).

Bunun yanında, çevre korunumuna yönelik giderek artan ilgi işletmelerin lojistik faaliyetlerinde sürdürülebilirliği dikkate almasını gerektirmiştir. ARP literatüründe Bektaş ve Laporte (2011)'nin klasik ARP'de gaz emisyonu, yakıt tüketimi ve seyahat süreleri gibi faktörleri dikkate alan çalışması ile birlikte çevreye duyarlı araç rotalama üzerine yapılan çalışmaların sayısı giderek artmaktadır (örneğin Apaydın ve Gönüllü, 2008; Erdoğan ve Miller-Hooks; Jabali vd., 2012; Demir vd., 2012; Soysal vd., 2015). Benzer olarak, KARP literatüründe yer alan bazı çalışmalar da gaz emisyonu gibi çevre üzerinde etkili olan faktörleri dikkate alarak çevreci modeller önermektedir (Ubeda vd., 2011; Demir vd. 2014; Ehmke vd. 2016). Klasik ARP'den farklı olarak çevreye duyarlı ARP toplam seyahat maliyetinin yanında toplam yakıt tüketimi ve gaz emisyonunu da minimize etmeyi amaçlar. İşletmeler sahip olduğu araçların yakıt tüketimini ve gaz emisyon değerlerini hem sosyal sorumluluk çerçevesinde müşterilerin gözünde olumlu bir imaj yaratmak hem de maliyet avantajı sağlamak için azaltmaya çalışır (Figliozzi, 2010).

Literatürde ARP ve türevleri NP-Zor problem kategorisine dâhil edilmektedir (Lenstra ve Kan, 1981). Bu sebeple, büyük boyutlu ARP problemlerini makul sürelerde çözüme kavuşturabilmek amacıyla çeşitli sezgisel yöntemler önerilmiştir (Qian ve Eglese, 2014; Xiao vd., 2012). Bu sezgisel yöntemlerden biri de Benzetimsel Dinamik Programlama (Approximate Dynamic Programming; ADP) algoritmasıdır. ADP algoritması DP'ye benzer şekilde karar problemlerini aşamalara bölerek her bir aşamanın getirisini ayrı ayrı hesaplar. Ancak bunu, DP algoritması gibi olası her durum için tüm karar alternatiflerinin beklenen değerlerini hesaplamak yerine, bir benzetimin (simülasyon) rassal sonuçları üzerinden yaklaşık bir beklenen değer hesaplar. ADP yöntemi ARP literatüründeki çeşitli çalışmalarda kullanılmıştır. Secomandi (2000) tek bir aracın stokastik talepleri karşıladığı büyük boyutlu ARP için ADP algoritması önermiştir. Novoa ve Stoer (2009) ise benzer bir çalışmada güncellenmiş rotalama maliyetlerini kesin olarak belirlemek yerine Monte Carlo simülasyonu kullanarak tahmin etmeyi önermiştir. Topaloglu ve Powell (2006) birden çok araç ve çok dönemli seyahat sürelerini dikkate alarak ZKARP'yi ADP algoritması ile çözmektedir.

Bu çalışma ZKARP için yakıt tüketimi ve gaz emisyonu değerlerini dikkate almaktadır. Ele alınan problem Markov karar süreci (MKS) olarak formüle edilmiştir. Ancak zamana bağlı maliyetler ve kapasite kısıtı, NP-Zor olarak kategorize edilen ARP'yi daha da karmaşık ve çözümü zor hale getirmektedir. Dolayısıyla problemin geleneksel optimizasyon yöntemleriyle çözümü mümkün değildir. Bu çalışmada problemin çözümü için bir ADP algoritması önerilmektedir.

2. PROBLEMİN TANIMI

Bu çalışmada ZKARP, $V = \{0,1,\dots,n\}$ düğüm kümesi ve A yollar kümesinden oluşan $G = \{V, A\}$ grafiği ile tanımlanmıştır. Bu grafikte $i \in V/\{0\}$ coğrafi olarak dağılmış her bir müşterinin bulunduğu düğüm iken, 0 düğümü merkez depoyu temsil etmektedir. Herhangi iki ($i \neq j \in V$) düğüm arasındaki uzaklık d_{ij} ile gösterilmiştir. Merkez depoda q_i miktardaki müşteri taleplerini karşılamak amacıyla eşit kapasiteye sahip m adet araç bulunmaktadır. Bir i dağıtım noktasında aracın ürünleri teslim etmesi ve toplaması h_i süresi içerisinde gerçekleşir. Herhangi bir müşteri noktasında, dağıtım yapıldıktan sonra aracın beklemesine izin verilmemektedir.

Herhangi iki düğüm arasındaki ($i \neq j \in V$) seyahat maliyeti c_{ij} ile gösterilmiştir. Toplam seyahat maliyeti, sürücü ücreti ve yakıt tüketimi maliyetlerinden oluşmaktadır. Her bir sürücüye ödenen ücret teslimatın başlangıcından merkez depoya kadar dönüş süresini kapsamaktadır.

Bu çalışmanın amacı, başlangıç ve bitiş noktası merkez depo olmak üzere belli bir sayıdaki aracın müşteri taleplerini karşılayacak ve toplam seyahat maliyetini minimize edecek araç rotalarını belirlemektir. ZKARP'nin varsayımları gereği araç hızları ve dolayısıyla seyahat süreleri, seyahatin yapıldığı zamana göre değişmektedir. Ayrıca, zamana bağlı seyahat süreleri, trafiğin varsayıldığı düğümler arasındaki trafik yoğunluğuna göre değişmektedir. Trafik yoğunluğunun bulunmadığı düğümler arasındaki araç hızı f olarak tanımlanmıştır. Trafik yoğunluğunun bulunduğu iki düğüm $(i, j \in A_c)$ arasındaki araç hızı s_l $(l \in T = \{1, 2, 3, \dots, T_e\})$, T zaman dilimine göre değişmektedir.

Gaz emisyonu ve enerji tüketimi değerlerinin tahmini için $F = K + av + bv^2 + cv^3 + \frac{d}{v} + \frac{e}{v^2} + \frac{f}{v^3}$ formülü kullanılmaktadır (Hickman vd., 1999). Bu formülde, F kilometre başına gaz emisyon oranını (*g/km*), v aracın ortalama hızını (*km/h*), K sabit bir sayıyı ve a, b, c, d, e, f ise katsayıları göstermektedir. Gaz emisyon değerlerinin belirlenmesinden sonra, dağıtım faaliyetlerini yapabilmek için gereken yakıt miktarı, yakıt dönüşüm faktörü kullanılarak belirlenmektedir.

3. MODEL VE ADP ALGORİTMASI

ZKARP'nin çözümü için, problemi bir MKS olarak ele alıp aşamalara bölerek çözen bir Dinamik Programlama (DP) yöntemi kullanılabilir. Bu amaçla kullanılabilecek bir DP algoritması, Soysal ve Çimen (2016) tarafından sunulmuştur. Algoritma, her bir araç için gerçek depoyla aynı konumda sanal depolar yerleştirir. Böylece çok araçlı bir ARP, Gezgin Satıcı Problemi'ne dönüşür. Gezgin Satıcı Problemi için DP kolaylıkla uygulanabilmektedir. ARP için DP algoritmasının ZKARP'ye uyarlanması ise, her aşamada şehir seçiminde ek kısıtlar getirilmesiyle çözülür. Bu kısıtlar: *(i)* Gerçek veya sanal depolar her ziyaret edildiğinde zamanın sıfırlanması; ve *(ii)* Gerçek veya sanal depolara gidilebilmesi için kalan araçların toplam kapasitesinin, geri kalan talebi karşılayabiliyor olması şeklindedir. Daha detaylı bir anlatım için Soysal ve Çimen (2016)'e başvurulabilir.

Bu çalışmada ise problemin çözümü için bir ADP algoritması önerilmektedir. Önerilen sezgisel algoritma, Algoritma 1'de sunulmuştur. Bu algoritma, mevcut literatürde ZKARP'nin çözümü için sunulan ilk ADP tabanlı algoritmadır. Bu yöntemde her düğüm için en doğru karar, klasik DP

Aşama 1: Başlangıç
Tüm düğüm çiftleri $(i, j \in N)$ ve zaman dilimleri $(z \in Z)$ için değer fonksiyonu tahminlerine (c'_{ijz}) ilk değer ata
  $c'_{ijz} = 0$
Döngü 1: Benzetime başla; t = 1'den T'ye kadar
  Döngü 2: Başlangıç düğümünü depo olarak belirle: $i = 0$
  Tur için 0-1 arasında rastsal sayı çek
  Bir rota belirle: n = 1'dan |N|'ye kadar
    Aşama 2: Karar Seçimi
      Düğüm için 0-1 arasında rastsal sayı çek
      Eğer tur ve düğüm rastsal sayılarının herhangi birisi ε'dan büyükse en ümit vadeden kararı seç:
        $j \leftarrow \arg\min_j \; c'_{ijz}$
      Değilse
        Rastgele bir düğüm seç
    Aşama 3: Değer Fonksiyonlarının Güncellenmesi
      Gerçekleşen toplam maliyeti (c_{ijz}) ve ilgili göstergeleri gözlemle
      Gözlemlenen maliyet ile değer fonksiyonu tahmini arasındaki farkı hesapla:
        $\delta = c_{ijz} - c'_{ijz}$
      Uygunluk izini, mevcut yol ve zaman dilimi için güncelle:
        $e_{ijz} = 1$
      Değer fonksiyonu tahminini güncelle:
        $c'_{ijz} \leftarrow \alpha \, e_{ijz} \, \delta$
    Aşama 4: Bir Sonraki Yinelemeye Git
      $s \leftarrow s'$
      Tüm düğümler ve zaman dilimleri için uygunluk izlerini güncelle:
        $e_{ijz} \leftarrow \lambda \, e_{ijz}$
  Döngü 2: Bitir
Döngü 1: Bitir

Algoritma 1. ZKARP için bir ADP algoritması.

algoritmasındaki gibi olası tüm kısmî turların maliyetleri hesaplanarak bulunmak yerine simülasyon yöntemiyle tahmin edilmeye çalışılmaktadır. Bu benzetim sonunda elde edilen örnek değerler, değer fonksiyonu tahminlerini güncellemektedir. Benzetim içerisinde verilen kararlar için de bu değer fonksiyonu tahminleri kullanılır: daha düşük değer fonksiyonu tahminine sahip olan yollar daha fazla ümit vadeden yollar olarak kabul edilir ve bu yollar kullanılmaya çalışılır. Ancak algoritmanın haritayı

daha iyi keşfedebilmesi için kararların küçük bir oranında (oran ε parametresiyle gösterilmektedir) daha az ümit vadeden yollar arasından rastsal seçimlere de izin verilmektedir. Algoritma 1, *uygunluk izleri* ve *durum değer fonksiyonları* kullanılan bir ADP algoritması örneğidir (detaylı bir anlatım için bknz. Sutton ve Barto, 1988). Ancak klasik ADP metodolojisinden farklı olarak bu algoritmada her bir tur ve düğüm seçimi için ayrı ayrı rastsal değerler çekilerek, rastsal seçimlere izin verilip verilmeyeceğinin belirlenmesidir. Böylece bazı turlar tamamen ümit vadeden kararlara ayrılabilmekte, diğer turlarda ise turun küçük bir bölümünde farklı bir rota izlenerek yeni yollar keşfedilmeye çalışılmaktadır.

4. SAYISAL ANALİZLER

Bu bölümde, önerilen ADP algoritmasının performansı çeşitli örnek problemler kullanılarak incelenecektir. Bu amaçla, ADP algoritmasını temel bir senaryo üzerinde denenmiş, daha sonra ise büyük boyutlu problemlerde değerlendirilmiştir. Model, Visual Basic C++ programlama dilli yardımıyla kodlanmıştır.

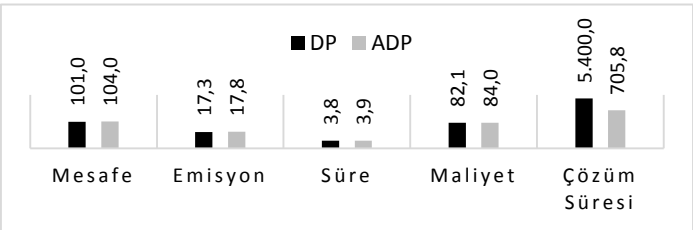
Temel senaryo için kullanılan problem ve ilgili veriler Soysal ve Çimen (2016) çalışmasından alınmıştır. Temel senaryodaki dağıtım ağı, bir merkez depo ve 15 dağıtım noktasından oluşmaktadır. Dağıtım için kullanılan araçların eşit kapasiteye sahip olduğu varsayılmıştır. Bir araç maksimum 30 adet ürün taşıyabilmektedir. Yakıt tüketimi hesaplamasında kullanılan parametreler Hickman vd., (1999) çalışmasından alınmıştır ve şu şekilde sıralanabilir; $K = 871, a = -16, b = 0.143, c = 0, d = 0, e = 32031, f = 0$. Gaz emisyonunu belirlemek için kullanılan yakıt dönüşüm faktörü 2,63 kg/l olarak belirlenmiştir (Defra, 2007). Dağıtım noktaları arasındaki mesafeler, trafik yoğunluğunun yüksek olduğu yollar, dağıtım noktalarındaki talep miktarlarını ve gerekli hizmet süreleri Soysal ve Çimen (2016)'in çalışmalarıdan alınmıştır.

Trafiğin yoğun olmadığı yollarda araçların ortalama 50 km/h sabit hızla yol aldığı varsayılmaktadır. Trafik yoğunluğu olan yollarda yoğunluğun ilk bir saatlik zaman dilimi boyunca sürdüğü, daha sonra yoğunluğun düştüğü varsayılmıştır. Araçlar trafik yoğunluğunun yüksek olduğu zaman diliminde ortalama 20 km/h hızla yol alırken, yoğunluğun azaldığı zamanlarda ortalama 30 km/h hızla yol almaktadır. Yakıt fiyatı ve sürücü ücreti sırasıyla 1,6 TL/l ve 0,004 TL/s'dir.

Temel senaryo bahsedilen parametreler kullanılarak DP ile optimal olarak çözülmektedir. Diğer yandan, DP büyük problemlerin makul sürelerde optimal çözümünü sağlayamamaktadır. Bu sebeple, büyük problemler ADP algoritması ve Kısıtlı Dinamik Programlama (Restricted Dynamic Programming, RDP) ile çözülerek, her iki sezgisel yöntemden elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Bu iki yöntemi karşılaştırmak için kullanılan parametreler Soysal ve Çimen (2016)'in çalışmasında yer alan çevreye duyarlı-dağıtım problemi örnek kütüphanesinden alınmıştır. Bu çalışmada kullanılan kütüphanenin içerisinde bir depo ve 50 dağıtım noktasından oluşan beş örnek yer almaktadır. Bu örnek problemlemlerde dağıtım faaliyetlerini yürüten toplam araç sayısı sırasıyla birinci örnek için 8, ikinci örnek için 7, üçüncü örnek için 7, dördüncü örnek için 8 ve beşinci örnek için 8 adettir. Ele alınan tüm örneklerde yolların tamamında trafik yoğunluğu vardır. Araçlar trafik yoğunluğunun yüksek olduğu zaman diliminde ortalama 20 km/h hızla yol alırken, bir sonraki zaman diliminde ortalama 50 km/h hızla yol almaktadır.

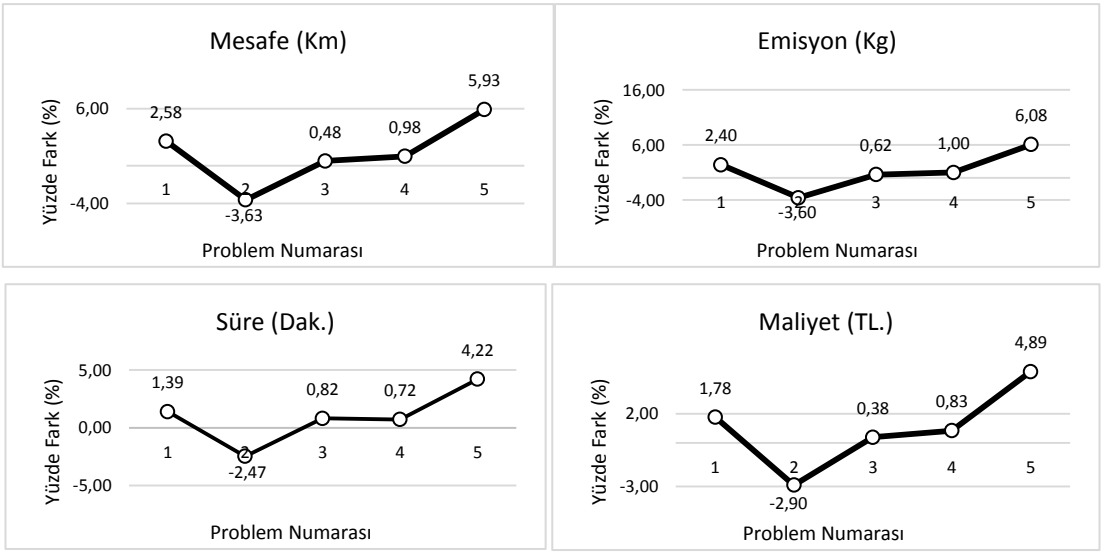
5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu bölümde öncelikle bahsedilen parametreler kullanılarak temel bir senaryo DP ile optimal olarak çözülmüştür. Daha sonra optimal sonuçlar ADP algoritmasının sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Bu sonuçlara ilişkin genel durum Şekil 1'de verilmiştir. Temel senaryodan elde edilen sonuçlar mesafe, emisyon, süre, maliyet ve çözüm süresi kriterlerine göre değerlendirilmiştir. Temel senaryonun DP ve ADP algoritmaları ile çözümü sonucunda ADP'den elde edilen optimale yakın sonuçların DP'nin optimal sonuçlarına oldukça yakın olduğu görülmektedir. Bunun yanında, DP algoritması temel senaryoyu 1,5 saatlik bir süre içerisinde çözerken, ADP algoritması optimale oldukça yakın değerlere yaklaşık 20 dakikada ulaşmaktadır. Bu durum ADP'nin çözüm süresi açısından dikkate değer bir tasarruf sağladığını göstermektedir.



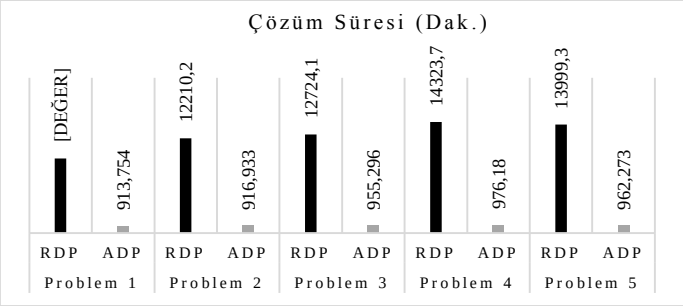
Şekil 1 Temel senaryo ve ADP sonuçları

DP algoritması küçük boyutlu problemlerin optimal çözümüne ulaşmasına rağmen, büyük boyutlu problemlerin makul süreler içerisinde çözülmesinde etkisiz kalmaktadır. Bu sebeple, çevreye duyarlı-dağıtım problemi örnek kütüphanesinden[1] alınan 5 büyük boyutlu problem ADP ve RDP algoritmaları ile çözülmüş ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Şekil 2 bu iki algoritmadan elde edilen mesafe, emisyon, süre ve maliyet unsurları ile ilgili sonuçları göstermektedir.



Şekil 2 Büyük boyutlu problemlerin ADP ve RDP algoritmaları ile çözümü ile elde edilen mesafe, emisyon, süre ve maliyetlere ilişkin sonuçlar

Büyük boyutlu 5 örnek problem için ADP'den elde edilen sonuçlar 2. problem dışında diğer tüm örneklerde RDP algoritmasından elde edilen sonuçlara üstünlük sağlamıştır. İki yöntem arasındaki tüm mesafe, emisyon, süre ve maliyet açısından en büyük fark ise 5. problemde ortaya çıkmıştır. Diğer yandan, ADP algoritmasının çözüm süreleri tüm örnekler göz önünde bulundurulduğunda RDP algoritmasının çözüm sürelerine göre büyük bir üstünlük sağlamıştır (bknz. Şekil 3). Örnek olarak, RDP algoritması 4. örneği yaklaşık olarak 4 saat içerisinde çözerken, ADP algoritması çözüm süresini yaklaşık 27 dakikaya kadar düşürmüştür. ADP algoritması büyük problemlerin çözüm süresini kayda değer bir şekilde düşürdüğünden dolayı bu tür problemlerin çözümünde kullanılabilecek etkili bir yöntemdir.



Şekil 3 Büyük boyutlu problemler için ADP ve RDP algortimalarının çözüm süreleri

Bu çalışmada ZKARP yakıt tüketimi ve emisyon unsurları dikkate alınarak MKS ile modellenmiş ve ADP algoritması kullanılarak çözülmüştür. Önerilen ADP sezgisel yöntemi özellikle büyük boyutlu problemlerin kısa süre içerisinde çözülebilmesini sağlayan lojistik yönetimi için önemli bir karar verme aracıdır. Bu çalışmada ele alınan ZKARP ait tüm parametrelerin önceden bilindiği varsayılmıştır. Gelecek çalışmalarda bazı parametrelerin (seyahat süresi, talep ve emisyon değeri gibi) belli bir olasılık dağılımına sahip olduğu problemler incelenebilir.

[1] http://www.apollo.management.soton.ac.uk/prplib.htm, Mayıs 2016'da erişilmiştir.

KAYNAKLAR

Apaydin, O., & Gonullu, M. T. (2008). Emission control with route optimization in solid waste collection process: A case study. Sadhana, 33(2), 71-82.

Bektaş, T., & Laporte, G. (2011). The pollution-routing problem. Transportation Research Part B: Methodological, 45(8), 1232-1250.

Defra, 2007. Guidelines to Defra's GHG conversion factors for company reporting - Annexes updated June

2007. Technical Report. Department for Environment, Food and Rural Affairs.

Demir, E., Bektaş, T., & Laporte, G. (2012). An adaptive large neighborhood search heuristic for the pollution-routing problem. European Journal of Operational Research, 223(2), 346-359.

Demir, E., Bektaş, T., Laporte, G. (2014). The bi-objective pollution-routing problem. European Journal of Operational Research, 232(3), 464-478.

Ehmke, J. F., Campbell, A. M., & Thomas, B. W. (2016). Vehicle routing to minimize time-dependent emissions in urban areas. European Journal of Operational Research, 251, 478-494.

Erdoğan, S., & Miller-Hooks, E. (2012). A green vehicle routing problem. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 48(1), 100-114.

Figliozzi, M. (2010). Vehicle routing problem for emissions minimization. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, (2197), 1-7.

Hickman, J., Hassel, D, Joumard, R., Samaras, Z., Sorenson, S., 1999. Technical report: Methodology for calculating transport emissions and energy consumption. Deliverable 22 for the project MEET.

Jabali, O., Woensel, T., & de Kok, A. G. (2012). Analysis of travel times and CO2 emissions in time-dependent vehicle routing. Production and Operations Management, 21(6), 1060-1074.

Laporte, G. (1992). The vehicle routing problem: An overview of exact and approximate algorithms. European Journal of Operational Research, 59(3), 345-358.

Lenstra, J. K., & Kan, A. H. G. (1981). Complexity of vehicle routing and scheduling problems. Networks, 11(2), 221-227.

Novoa, C., & Storer, R. (2009). An approximate dynamic programming approach for the vehicle routing problem with stochastic demands. European Journal of Operational Research, 196(2), 509-515.

Qian, J., & Eglese, R. (2014). Finding least fuel emission paths in a network with time-varying speeds. Networks, 63(1), 96-106.

Secomandi, N. (2000). Comparing neuro-dynamic programming algorithms for the vehicle routing problem with stochastic demands. Computers & Operations Research, 27(11), 1201-1225.

Soysal, M., Bloemhof-Ruwaard, J. M., & Bektaş, T. (2015). The time-dependent two-echelon capacitated vehicle routing problem with environmental considerations. International Journal of Production Economics, 164, 366-378.

Soysal, M., & Çimen, M. (2016), A time dependent vehicle routing problem at a pharmaceutical chain, Yayımlanmamış makale.

Sutton, R. S. & Barto, A. G, (1998). Reinforcement Learning: An Introduction, Cambridge, Masachusetts, MIT Press.

Topaloglu, H., & Powell, W. B. (2006). Dynamic-programming approximations for stochastic time-staged integer multicommodity-flow problems. INFORMS Journal on Computing, 18(1), 31-42.

Ubeda, S., Arcelus, F. J., & Faulin, J. (2011). Green logistics at Eroski: A case study. International Journal of Production Economics, 131(1), 44-51.

Xiao, Y., Zhao, Q., Kaku, I., & Xu, Y. (2012). Development of a fuel consumption optimization model for the capacitated vehicle routing problem. Computers & Operations Research, 39(7), 1419-1431.

THE HIDDEN POWER OF MARKETING IN INDUSTRY 4.0

Tuğçe Danacı
Yalova University

Serhat Ata
Yalova University

Ramazan Nacar
Yalova University

ABSTRACT

Marketing is the hidden factor in the development and progress of industry. Thus, it is an essential part of Industry 4.0. The purpose of this paper is to find out the invisible and the significant role of marketing in Industry 4.0 by expressing its relationship with manufacturing, supply chain management, technology and innovation. Industry 4.0 mentioned as 4th industry revolution, targets product development within a network of consumers, producers and competitors. Undoubtedly that improving this network will not be thought separately from marketing and marketing strategies. In this regard, this paper will focus on the concepts of value creation, co-production, co-creation, and relationship marketing. These issues will be clarified and their impacts on the relations between marketing and manufacturing will be scrutinized. Besides, internet, crowd-sourcing, consumer empowerment which are the components of marketing, technology and innovation relationship will be analyzed. Subsequently, marketing and supply chain management relationship will be noticed by expressing of customer relationship management. The methodology of this research will be a literature review about Industry 4.0 concepts, marketing approaches and marketing theories. It is expected that this paper will show how industry can be integrated with the marketing strategies and its importance in industry revolution by setting a conceptual model that shows the interaction of marketing and industry. The aim of this holistic model is to indicate that the marketing is the hidden factor in the development and progress of industry sector with its combining, strengthening, enhancing and activating role and it is an essential part of Industry 4.0.

Keywords: Co-production, Co-creation, Crowd-sourcing

1. INTRODUCTION

Industry 4.0 which is the one of the most frequently discussed topics among practitioners and academicians nowadays can be defined as a revolution of combining industrial production, information and communication technologies (Hermann, 2016). Starting point of this revolution is the wide use of internet and its integration with the new production systems developed by individualized costumer requirements and the value chain of the product life. Platform Industry 4.0 explains the aim and the structure the system as follows (Platform Industry 4.0, www.plattform-i40.de, 2016):

- The technological structure is provided by intelligent, digitally networked systems.
- People, machines, equipment, logistics systems and products communicate and cooperate with each other directly.
- More efficient and flexible production, strengthened competitiveness.
- Smart value-creation chains are developed for the product life cycle.
- Life cycle includes product idea, development, production, use, maintenance and even recycling of the product. Customers' expectations can be involved in every stage with the related services.
- Companies produce customized products through individual customer requirements.
- The individual production and maintenance can create new products. By this way manufacturing costs can be reduced.
- Networking in the supply chain makes the whole value chain be in the best condition.
- Fast information systems provide raw materials earlier.
- By controlling production across company boundaries, resources and energy are saved.

Obviously, most of the marketing concepts are now the issues of Industry. Therefore, the relationship between marketing and industry sector will be discussed in this paper and the hidden role of marketing in the development and progress of industry will be indicated by defining key concepts.

2. PARADIGM SHIFT IN MARKETING

In twenty-first century marketing views moved away from goods-centered model of exchange to service-centered model of exchange and focused on operant resources rather than operand resources. This paradigm shift leads a new dominant logic for marketing called Service-Dominant Logic (SDL) suggested by Vargo and Lusch (2004). "*Operant resources are the fundamental unit of exchange* (specialized skills and knowledge)", "*goods are distribution mechanisms for service provision* (satisfaction for higher order needs)", "*knowledge is the fundamental source of competitive advantage* (information and value chain)", "*all economies are service economies* (specialization and outsourcing)", "*the customer is always a co-creator of value* (value creation)", "*the enterprise can only make value propositions* (value-in-use, value-in-exchange)", "*a service-centered view is customer oriented and relational* (value creation and relationship)" are the foundational aspects of SDL related to industry revolution (Vargo and Lusch, 2004; 2006). These provisions are also supporting evidences regarding the interrelation between marketing and industry sector.

3. CONCEPTS OF INNOVATION, TECHNOLOGY, VALUE CREATION AND CROWD-SOURCING

Innovation refers an idea, a product, a system, or a device perceived to be new to an individual, a group, a firm, a sector even a whole society (Vakola and Rezgui, 2000, cited by Halpern, 2010). Technology, on the other hand, is the tool of the innovation. In the networked world, technology and innovation are associated with the changing and the value creation. In this context, the innovation isn't limited with the inside of organization involves in co-creation with the outside users and enterprises (Schweitzer et al., 2012). This new concept called Open Innovation which is based on increasing the firm's profitability by including ideas developed outside the organization (Onişor, 2015). By this way, the organization will import innovation projects, venture investments and technology outside from the organization, increase the number of new products in the market and differentiate themselves by their core values (Onişor, 2015). Another concept is value creation which begins to emerge in marketing literature by Levitt (1960). His research paper advices the organizations not only think producing products but also providing customer-creating value satisfaction. Vargo and Lusch (2006) points out that value co-creation has two components. First component is the *co-creation of value* which represents a value added to products during the production process and it is a kind of value-in-exchange like price (Vargo and Lusch, 2006). Second component of co-creation is called *co-production* which involves shared inventiveness, co-design, or production of related goods, and can occur with customers or other parties in the network of value (Vargo and Lusch, 2006).

Information technology and internet play significant roles in marketplace and value creation process. They cause radical shifts in human experiences such as giving consumers greater power to communicate

each other and also to compete with corporations (Zinkhan, 2005). Besides, internet provides more information about consumers' interest and involvement that makes many organizations to collect large quantity of data (Zinkhan, 2005). Crowdsourcing which is a new concept of solving problems within the innovation process, can be defined as a way of acting outsourcing process originally performed inside the organization, or assigned to a heterogeneous large number of potential actors with an open call through internet for value creation (Hammon and Hippner, 2012). By crowdsourcing the corporations have the advantage of access to large number of competence and knowledge, increasing the relationship between organization and customers, increasing brand loyalty, defining consumers' needs, innovative problem solutions, flexible processes and saving of time for operations and less costs (Hammon and Hippner, 2012). But however this way of value creation has some risks related to project costs, project definition, communication with participants, crowd structure, losing control, loss of internal know how, legal framework conditions and motivating incentive structure (Hammon and Hippner, 2012).

4. CONCEPTS OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT AND CUSTOMER RELATIONSHIP MANAGEMENT

Definition of supply chain is explicit that supply chain, between suppliers, manufacturers and retailers, is a group of chain that is accounted for basis of finding out the supply, production and distribution chains which are swift, elastic and planned, decreasing costs, increasing efficiency, using sources economically, providing customers' demands the most effective and efficiently, tracing projects in a reciprocal place. It is a chain trying to provide rising demands and integrated each other. It encompasses circles that are dependent each other. In this holistic approach any circle cannot reckon own profitability. If did vice versa, circles will commence to unravel and eventually chain will be wiped out. In order to provide total customer satisfaction these integration and collaboration are needed (Waters, 2003).

Surviving of single businesses in this generated competitive area reasonably depends on complicated business network relationship in which concept of management could cope with and needed (Christopher, 1998). These multiple relationships refer as Customer Relationship Management (CRM) and it is called as multiple relationship between businesses rather than one-to-one business relationship. In this process Supply Chain Management (SCM) cope with total business supremacy and provide various ways of managing business and relationship other circles that are in the chain. (Lambert and Cooper, 2000).

The relationship between Supply Chain Management and Marketing has started discussing on the relationship between marketing and logistics. The relationship between logistic and marketing encompasses the process of planning, delivering and controlling the run-off substantial goods marketing tools and information from manufacturer to a market while regarding customers' demand without overlooking desired profit. An effective logistic marketing strategy includes strategies on 4P of marketing. Product, price, place and promotion from manufacturing process to distribution process of ultimate customers affect all processes and they are substantial tools to reach potential customers. In the definition of marketing it is referred that marketing is the process of creating customer value including value offers such as price, promotion, communication of marketing and logistic, distribution channels. Those bring a new concept called marketing logistics. It is a system that gives guarantee to the customers to be supplied on time by a good planning and acting from producing time to distributing time. The main purpose of these activities with the cheapest way of transportation is to create customer loyalty, reliability and dependency (Barcik and Jakubiec, 2013).

Marketing issue is not only in a relationship with, but also in a contact with other supply chain management process. As a results of changes occurred in marketing area firms follows marketing targets to remain competitive in the market such as; higher quality, better services, lower prices, higher market share, customer-based, developing new products, making a change in product, entering fast-growing markets and exceeding customer expectations (Kotler, 2000). Especially creating value, understanding the value for the customer in supply chain, determining changes of concept of customer value in global supply chain are very important for the success of supply chain management (Flint, 2004).

5. RELATIONSHIP BETWEEN MANUFACTURING AND MARKETING

Marketing and manufacturing are two essential departments that contribute a firm to be successful. Generally, manufacturing seeks long production terms with few changes, efficiency and cost control, on the other hand marketing seeks different models, extensive customization or quality control for short term (Calantone et al., 2002). Swink and Song (2007) defines marketing-manufacturing integration as *the coordination of timing and substance of functional strategies and development activities* in the new product development operations, that also means information sharing, coordination and joint involvement (Kong et al., 2015:2270). Although they are seen as acting for different purposes, they work in cooperation is important for a firm to reach its long-term goals (Crittenden, 1992).

Shapiro (1977) expresses conflicts between manufacturing and marketing can arise from decision making processes in cost-control efforts, frequency and direction of new-product development efforts, quality assurance efforts, flexibility versus stability in production scheduling, distribution policies, breadth and volatility of the product mix, and services (Kim et al., 2010). Crittenden et al. (1993) refer three major conflicts between marketing and manufacturing, which are managing diversity, managing conformity and managing dependability. Besides they express that interfunctional coordination between marketing and manufacturing can be improved by conflict reduction mechanism such as organizational design, evaluation systems, communication and models (Crittenden et al., 1993). Moreover cross-functional education and training is crucial to improve interfunctional coordination (Tütek and Ay, 2000).

For the short term, manufacturing needs information from marketing regarding what, how much, and when to produce. For the long run, the collaboration of these two units clearly develops through decisions on the various issues such as capacity expansion / utilization, investments, development/ quality of the products and distribution effectiveness (John and Hall, 1991). Shapiro (1977) points out that if these two departments don't collaborate each other, the customers will not be considered important and the manufacturing function will not be effective so the firm can be *so sales minded* and *manufacturing focused* (Chen et al., 1992).

6. LITERATURE

In the literature, it is not found sufficient number of researches regarding the interrelation between marketing and industry. Most of the studies discuss co-creation of innovation, roles of R&D, brand awareness, internet usage and B2B firms. Some of the papers address technology and innovation in the framework of marketing. There are also few studies regarding conflicts and integration of marketing and manufacturing.

Sharma et al. (2016) state the mediating role of product innovation in the influence of R&D expenditure and brand equity on marketing performance, reveal that R&D expenditure and brand equity affect product innovation and marketing performance in highly competitive product categories.

Onişor (2015) points at the role of marketing plays in products and services based on innovative technologies. It is found out that marketing strategies and techniques can be implemented in every step of new product or service development with the information coming from outside the companies. By this way, time to market for innovations will decrease and the profits will increase.

Zhang et al. (2015) study the impacts of firm's capabilities in value co-creation, customer value and brand equity development in B2B environment among 212 Chinese firms. They point out that marketing capability and networking capability empower brand equity both directly and indirectly by value co-creation and customer value, while innovation capability positively affects brand equity positively indirectly by value co-creation and improving customer value.

Sok et al. (2013) examine the complementary effect of marketing, innovation and learning capabilities on 171 manufacturing small and medium sized enterprises (SMEs). They introduce that marketing, innovation and learning capabilities are positively related to SME performance and they generate a big synergy in it.

Al-Zyadaat et al. (2012) aim to explain the relation between the innovation marketing and the marketing performance. They determine that marketing performance, supported by innovation, is considered of the elements of marketing promotion intended to develop change. They also recommend that training continuously on innovation will increase the efficiency of the workforce in the field of marketing.

O'Cass and Ngo (2011) examine the role of innovation and marketing in creating superior marketplace performance in firms. They find out that the interaction of innovation and marketing capabilities have more significant impacts on firms' marketplace performance than they do separately.

Darroch and Miles (2010) analyze market creation firms and find out that these firms have both R&D and marketing capabilities and take advantage of stronger efficiencies, better costs, more profitable assets.

Paiva (2010) examines the manufacturing-marketing integration and managerial priorities and business performance relationship by using survey methodology and collection data from 99 companies in his research. He finds that business performance is effected positively by manufacturing-marketing integration and managerial priorities.

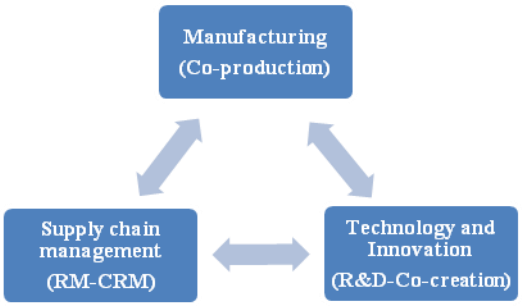
Kim et al. (2010) study the effects of cooperation of marketing and production on business performance and find out that this cooperation plays a vital role for a better business performance.

Swink and Song (2007) analyze the influences of manufacturing - marketing integration in the stages of new product development on new product time and success with a data of 467 new product development projects. They find that greater marketing-manufacturing integration is related with more product competitive advantage, higher project return on investment, longer product commercialization stages.

7. THE HOLISTIC MODEL OF THE INTERACTION OF MARKETING AND INDUSTRY

This study aims to discover marketing effect on industry by customer participation in three fundamental mechanism which are manufacturing, technology & innovation and supply chain management. These integrated mechanisms are figured in a Holistic Model that indicates the interaction of marketing and industry (Figure 1).

Figure 1. The Holistic Model of the Interaction of Marketing and Industry



Industry 4.0 points at the core component of these mechanisms is "People". This revolution purposes "co-act" with "people" during every stages of manufacturing (co-production), technology & innovation (co-creation) and supply chain (customer relation). With this model "People" is become a part of the firm. It plays significant roles in decision making regarding production, new technology, product innovation and every steps from the idea to delivery of the product. By this way firms will satisfy more needs, act more efficient, produce cheaper, be more outward looking, more competitive and more adapted to changes.
By the paradigm shift in marketing "People" is placed in the center before acting. Similarly, “People” is in the soul of Industry 4.0. Accordingly, an "Industry is unimaginable without Marketing". Literature also supports that industry and marketing should work collaborated. Many researches reveal that integration between marketing and manufacturing will increase firm performance.

8. CONCLUSION

In today’s world, rising of competitiveness, firms try to increase their market share while firms aim decreasing their costs. Therefore it is current necessary to supply products in the most accurate time to potential customers whereas it is necessary to provide raw materials that work with producers efficiently in order to execute lower cost. So it makes creating supply chain mandatory for the firms in today’s business area. The Industry 4.0, called as ‘digital age’’ is being expected to change all circles of supply chain in competitive area. It includes using of virtual and physical systems integrated, being in connection of processes that are interdependent that is, highlighting of relationship between humans and machines. The purpose of this industrial evolution is to actualize process of integration which targets process of fast and cheap production and distribution, satisfying completely needs, maximizing efficiency of sources and being more compatible among producers and customers. This approach is expected to alter ordering, producing and consuming methods of products. In order to carry out this aim, businesses comprise global networks that integrate machines, warehousing systems and production facilities. They reflect this connection via produced goods, warehousing systems and production plants share information one another via machines and so processes of production, distribution and accessing to customer start action automatically. Conventionally, producers make decision by implementing the supply chain system that equalizes the cost (Lee at al., 2014). However industry 4.0 will enable firms to be dependent one another. So producer of raw material and subsidiary goods and their supplier, factories, distributors, repair and maintenance servicer and all actors that play role in process of producing of good, thanks to products and machines, will make connection each other and it will bring cyber-psychical system and so industrial companies will measure better process of production, manage the supply chain easier, ultimate users’ demands will be followed better, cost of producing personalized products will be reduced, malfunctioned product will report the problem to the customer service. It will provide better service for the ultimate customers. Accordingly, customer satisfaction and creating value for services are not only marketing's core concepts but also heart of Industry 4.0. And this revolution is no longer be deprived of marketing.

REFERENCES

Al-Zyadaat, M. A., Saudi, M. A., & Al-Awamreh, M. A. (2012). Relationship Between Innovation and Marketing Performance in Business Organizations: An Empirical Study on Industrial Organizations in the Industrial City of King Abdullah II, International Business and Management, 5 (2): 76-84.

Barcik, R., & Jakubiec, M. (2013). Marketing logistics. University of Bielsko-Biała, Faculty of Management and Computer Sciences, Poland.

Calantone, R., Dröge, C., & Vickery, S. (2002). Investigating the manufacturing–marketing interface in new product development: does context affect the strength of relationships?. Journal of Operations Management, 20(3), 273-287.

Chen, I. J., Calantone, R. J., & Chung, C. H. (1992). The marketing-manufacturing interface and manufacturing flexibility. Omega, 20(4), 431-443.

Christopher, M. (1998). Relationships and alliances: embracing the era of network competition (pp. 272-284). Gower Press, Hampshire, England.

Crittenden, V. L. (1992). Close the marketing/manufacturing gap. Sloan Management Review, 33(3), 41.

Crittenden, V. L., Gardiner, L. R., & Stam, A. (1993). Reducing conflict between marketing and manufacturing. Industrial Marketing Management, 22(4), 299-309.

Darroch, J. & Miles, M. P. (2010). A Research Note on Market Creation in the Pharmaceutical Industry, Journal of Business Research, 64 (2011): 723-727.

Flint, D. J. (2004). Strategic marketing in global supply chains: Four challenges. Industrial marketing management, 33(1), 45-50.

Halpern, N. (2010). Marketing innovation: Sources, capabilities and consequences at airports in Europe's peripheral areas. Journal of Air Transport Management, 16(2): 52-58.

Hammon, L., & Hippner, H. (2012). Crowdsourcing. Wirtschaftsinformatik, Business & Information Systems Engineering, pp:163–166.

Hermann, M., Pentek, T., & Otto, B. (2016). Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios. 49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS), IEEE, pp. 3928-3937.

John, C. H. S., & Hall, E. H. (1991). The interdependency between marketing and manufacturing. Industrial Marketing Management, 20(3), 223-229.

Kim, C., Lee, M., & Park, T. (2010). The Effects of Collaboration between Marketing and Production on Internal and External Performance. California Journal of Operations Management, 8(1), 11-20.

Kong, T., Li, G., Feng, T., & Sun, L. (2015). Effects of marketing–manufacturing integration across stages of new product development on performance. International Journal of Production Research, 53(8), 2269-2284.

Kotler, P(2000). Marketing Management Millenium Edition. Prentice-Hall Business Publishing, U.S.A.

Lambert, D. M., & Cooper, M. C. (2000). Issues in supply chain management.Industrial marketing management, 29(1), 65-83.

Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H. A. Cyber-Integrated Big Data Analytics Agent for Industry 4.0 Applications. de Agenten im Umfeld von Industrie, 4.

Levitt, T. (1960). Marketing myopia. Harvard business review, 38(4): 24-47.

Lusch, R. F., & Vargo, S. L. (2006). Service-dominant logic: reactions, reflections and refinements. Marketing theory, 6(3): 281-288.

Lusch, R. F., & Vargo, S. L. (2006). Service-dominant logic: what it is, what it is not, what it might be. The Service-Dominant Logic of Marketing: Dialog, Debate, and Directions, Armonk, NY: ME Sharpe, 43-56.

O'Cass, A., & Ngo, L. V. (2011). Winning through innovation and marketing: Lessons from Australia and Vietnam. Industrial marketing management, 40(8): 1319-1329.

Onişor, L. F. (2015). Marketing Techniques Enhance Closed Innovation to form Open Innovation. Procedia Economics and Finance, 32: 298-306.

Paiva, E. L. (2010). Manufacturing and marketing integration from a cumulative capabilities perspective. International journal of production economics, 126(2), 379-386.

Platform Industry 4.0 (2016), www.plattform-i40.de, 30.06.2016.

Schweitzer, F. M., Buchinger, W., Gassmann, O., & Obrist, M. (2012). Crowdsourcing: leveraging innovation through online idea competitions. Research-Technology Management, 55(3), 32-38.

Sharma, P., Davcik, N. S., & Pillai, K. G. (2016). Product innovation as a mediator in the impact of R&D expenditure and brand equity on marketing performance. Journal of Business Research.

Sok, P., O'Cass, A., & Sok, K. M. (2013). Achieving superior SME performance: Overarching role of marketing, innovation, and learning capabilities. Australasian Marketing Journal (AMJ), 21(3): 161-167.

Swink, M., & Song, M. (2007). Effects of marketing-manufacturing integration on new product development time and competitive advantage. Journal of Operations Management, 25(1), 203-217.

Tütek, H. Ü. L. Y. A., & Ay, C. A. N. A. N. (2000). Resolving conflict between marketing and engineering: a quest for effective integration. In First international joint symposium on business administration; challenges for business administrators in the new millennium, Çanakkale Onsekiz Mart University and Silesian University Gökçeada (pp. 535-546).

Vakola, M., & Rezgui, Y. (2000). Organisational learning and innovation in the construction industry. The Learning Organization, 7(4): 174-184.

Vargo, S. L., & Lusch, R. F. (2004). Evolving to a new dominant logic for marketing. Journal of Marketing, 68(1): 1-17.

Waters, D. (2003). Logistics: an introduction to supply chain management.

Zhang, J., Jiang, Y., Shabbir, R., & Du, M. (2015). Building industrial brand equity by leveraging firm capabilities and co-creating value with customers. Industrial Marketing Management, 51: 47-58.

Zinkhan, G. M. (2005). The marketplace, emerging technology and marketing theory. Marketing theory, 5(1): 105-115.

ESNEK ATÖLYE TİPİ ÇİZELGELEME PROBLEMİNİN ÇÖZÜMÜ İÇİN ATEŞ BÖCEĞİ ALGORİTMASI

Yunus Demir
Atatürk Üniversitesi

Cafer Çelik
Atatürk Üniversitesi

ÖZET

Esnek atölye tipi çizelgeleme problemi (EATÇP), klasik atölye tipi çizelgeleme probleminin, bir operasyonun birden fazla makinede işlenebilecek şekilde özelleşmiş versiyonudur. Zaten NP-Zor olan atölye tipi çizelgeleme problemine (ATÇP), esnek rota özelliğinin eklenmesi ile problem daha zor hale gelmiştir. Orta ve büyük ölçekteki EATÇP'ler için kesin çözüm yöntemlerinin kabul edilebilir zamanda sonuç vermemesi, araştırmacıları sezgisel/meta-sezgisel yöntemlere yöneltmiştir. Bu çalışmada EATÇP'nin çözümü için, 2007 yılında geliştirilmiş bir sürü zekâsı algoritması olan ateş böceği algoritması (ABA) önerilmiştir.

ABA tabiattaki ateş böceklerinin sosyal davranışlarını baz alan bir meta-sezgisel algoritmadır. Ateş böceklerinin çevreye yaydığı ışık ile sürü içindeki böceklerin etkileşimlerinden esinlenerek sürekli optimizasyon problemlerinin çözümü için geliştirilmiştir. Algoritmada belirli kurallara göre oluşturulmuş uygun çözümler ateş böceklerini oluşturur. Her ateş böceğinin parlaklığı amaç değeri ile doğru orantılıdır. Daha parlak ateş böceği daha az parlak ateş böceklerini kendine çeker. Sürü içindeki en parlak ateş böceği ise rasgele bir doğrultuda ilerler. Bu çalışmada, kesikli yapıdaki EATÇP'nin çözümü için ABA düzenlenmiştir. Bunun için ABA'nın temel fonksiyonları olan sürekli yapıdaki çekicilik, mesafe ve hareket fonksiyonlarını kesikli hale getirilmiştir. Kesiklileştirme için uygun çözümler dizi halinde tanımlanmıştır. Ateş böcekleri arasındaki hareket ise, parlaklık ve mesafeye bağlı olarak belirli oranda az parlak (yani daha kötü amaç değerli) dizinin daha parlak (yani daha iyi amaç değerli) diziye benzemesi ile sağlanmıştır. Oluşturulan kesikli ateş böceği algoritması (KABA) literatürde en çok bilinen test problemleri ile test edilmiştir. Algoritma henüz geliştirme aşamasında olup istenen sonuca ulaşabilmek için çalışmalar sürdürülmektedir.

Anahtar Sözcükler: Esnek atölye tipi çizelgeleme problemi, ateş böceği algoritması, kesikli ateş böceği algoritması

FIREFLY ALGORITHM TO SOLVE FLEXIBLE JOB JOP SCHEDULING PROBLEM

ABSTRACT

The flexible job scheduling problem (FJSP) is an extension of the classical job shop scheduling problem (JSP), where operations are allowed to be processed on any among a set of available machines. This makes FJSP more difficult to solve due to the consideration of routing of jobs operations. Therefore FJSP is NP-hard too. This situation directs researchers to use meta-heuristics algorithms to solve FJSP. Firefly algorithm (FA) which is a novel population based technique which is motivated by the simulation of the social behavior of fireflies for solving continuous optimization problems. In this paper FA is adopted to solve FJSP. To do this continuous functions of FA as attractiveness, distance and movement is converted

into new discrete functions. Best known benchmark problems in the literature are used to evaluate the performance of the proposed algorithm. Algorithm has been yet in the process of development, researches are ongoing in order to achieve desired results.
Keywords: Flexible Job Shop Scheduling Problem, firefly algorithm, discrete firefly algorithm

1. GİRİŞ

Çizelgeleme en genel tanımı ile kısıtlı kaynakların, zamana dayalı olarak operasyonlara tahsis edilmesidir (Pinedo 1995). Bu süreç hem üretim hem de hizmet sektöründe faaliyet gösteren şirketler için hayati öneme sahiptir. Ancak birçok çizelgeleme problemi kombinatoriyel optimizasyon problemi kapsamındadır ve çözülmesi oldukça zordur. Bu yüzden çizelgeleme problemleri hem araştırmacılar hem de uygulamacılar açısından yoğun bir şekilde ilgi görmektedir.

Çizelgeleme alanında en çok bilinen NP-zor problemlerden (Garey vd., 1976) biri atölye tipi çizelgeleme problemidir (ATÇP). Bu problemde m makinede ($M_1,\ldots M_m$) önceden tanımlanmış sıraya göre işlem görecek n adet iş (i=1,…,n) bulunmaktadır. Her i işi n_i operasyondan oluşur ($O_{i1},O_{i2},\ldots,O_{ini}$). Her O_{ij} operasyonu, p_{ij} işlem süresiyle $k_{ij}\epsilon\{M_1,\ldots,M_m\}$ makinesinde kesintisiz bir şekilde işlenir (Ho vd., 2007). Bu problemde, önceden belirlenen amaç veya amaçları tatmin edecek şekilde her O_{ij} operasyonunun makineler üzerinde sıralaması hedeflenmektedir.

Esnek atölye tipi çizelgeleme problemi (EATÇP) ise klasik atölye tipi çizelgeleme probleminin bir uzantısı olarak geliştirilmiştir. Bu problemde her O_{ij} operasyonunun işlenebileceği birden fazla makine bulunmaktadır ve her k makinesi farklı tipteki operasyonlar için kullanılabilmektedir. ATÇP'de problem, belirli amaç veya amaçlara ulaşacak şekilde her k makinesine atanan O_{ij} operasyonlarının öncelik kısıtı dikkate alınarak sıralanması iken, EATÇP'de problem, her O_{ij} operasyonunun işlenmek üzere M_{ij} makine setinden bir k makinesine atanması ve bu k makinesindeki operasyonların sıralanması şeklindedir. Zaten NP-zor olan klasik atölye tipi çizelgeleme problemine atama alt probleminin ilavesi, problemi daha da zor hale getirmiştir.

Problemin çözümü için kesin çözüm tekniklerinden çeşitli yaklaşımlara göre hazırlanmış karma tam sayılı programlama modelleri önerilmiştir (Demir ve İşleyen, 2013). Ancak problemin NP-Zor yapısı nedeni ile ancak küçük boyutlu problemler için çözüm alınabildiği görülmüştür. Yine bu problemin çözümü için optimumu garanti etmeyen ancak kabul edilebilir zamanda çözümler üretebilen genetik algoritma (Haoxun vd., 1999; Zhang vd., 2011; Pezzellaa vd., 2008), tabu arama algoritması (Mehrebad vd., 2007; Dauzère-Pérès, 1997), tavlama benzetimi (Fattahi vd., 2007; Xia ve Wu, 2005) gibi meta-sezgisel teknikler önerilmiştir.

Bu çalışmada yine bir meta-sezgisel teknik olan ateş böceği algoritması (ABA) önerilmiştir. ABA Yang (2009) tarafından doğadaki ateş böceklerinin davranışlarından esinlenilerek geliştirilmiştir. Sürekli yapıdaki optimizasyon problemleri için geliştirilen ABA bu çalışmada kesikli yapıda olan EATÇP'ye uyarlanmıştır.

2. PROBLEMİN TANITIMI

EATÇP aşağıdaki gibi tanımlanır.

1. M makinede işlenecek n tane iş seti bulunur.
2. $J=\{J_1, J_2,\ldots,J_n\}$ i ile indeksli n işin seti
3. $M=\{M_1, M_2,\ldots,M_n\}$ k ile indeksli m makine seti
4. Her J_i işi artarda gelen operasyonlardan oluşur.
5. Her O_{ij} operasyonu (i işinin j operasyonu) kesintisiz bir şekilde p_{kij} işlem süresi ile M_{ij} ($M_{ij} \subseteq M$) makine setinin birinde işlem görebilir. p_{kij}, O_{ij} operasyonunun M_k makinesindeki işlem süresidir.
6. EATÇP'de çeşitli ölçütler optimize edilmeye çalışılabilir. Bu çalışmada amaç maksimum yayılımın minimizasyonudur (Brucker, 2006).

Bu çalışmada ele alınan problem aşağıda belirtilen varsayımlar altında çözülmüştür (Zhang vd., 2011):

1. Hazırlık süreleri ve operasyonlar arası taşıma süreleri ihmal edilebilir.
2. Makineler birbirinden bağımsızdır.
3. İşler birbirinden bağımsızdır.
4. Verilen zamanda makine en fazla bir işi yapabilir. Makine ancak üzerindeki iş tamamlandıktan sonra kullanılabilir.
5. Farklı işler arasında öncelik kısıtı yoktur.
6. Aynı işin en fazla bir operasyonu aynı anda işlenebilir.

3. ATEŞ BÖCEĞİ ALGORİTMASI

ABA, tropikal iklim bölgelerindeki ateşböceklerinin sosyal davranışlarını baz alan bir meta-sezgisel optimizasyon algoritmasıdır (Yang, 2009). Doğadaki ateş böcekleri; eş bulmak, avlanmak ve düşmanlarından kaçmak için ışık (flaş) üretirler. Temel olarak ABA, ateş böceklerinin bu tepkilerinden esinlenerek oluşturulmuştur. Diğer birçok meta-sezgisel algoritmada olduğu gibi ABA'da da öncelikle aday uygun çözümleri temsil eden başlangıç popülasyon oluşturulur. Popülasyon içerisindeki her bir ateş böceği yaydıkları ışığın parlaklıklarına ve birbiri arası mesafeye göre çözüm uzayında en uygun yeri almaya çalışırlar. Çok boyutlu hareket eden ateş böceklerinin her hareketinden sonra göreceli çekicilikleri güncellenir (Yousif vd., 2011). ABA'nın adımları pseudo kod olarak Şekil 1'de özetlenmiştir.

ABA'nın üç temel varsayımı vardır (Yang, 2009):

1. Bütün ateşböcekleri tek cinstir (unisex). Yani ateş böceklerinin birbirini etkilemesi açısından önemli bir etken değildir.
2. Her ateş böceği sadece kendinden daha parlak ateş böcekleri tarafından çekilebilir (cezbedilebilir). Popülasyon içinde kendinden daha parlağı olmayan ateş böceği rassal hareket eder. Her ateş böceğinin cezbediciliği parlaklığı ile doğru, diğer ateş böceklerine olan mesafesi ile ters orantılıdır.
3. Her ateş böceğinin parlaklığı temsil ettiği çözümün kalitesini, yani amaç değerini gösterir.

Ateşböceği Algoritması

Amaç Fonksiyonu $f(x)$, $x=(x_1,\ldots\ldots,x_d)^T$.

n ateşböceğinin başlangıç popülasyonunun oluşturulması x_i (i=1,2…..,n).

Işık yoğunluğu I_i , $f(x_i)$ den belirlenir.

Işık emilim katsayısı tanımlanır (γ)

while (t<maxjenerasyon),

for i=1:n (tüm ateş böcekleri için)

for j=1:n (tüm ateş böcekleri için) (iç halka)

if (I_i<I_j)

(Ateş böcekleri i den j ye doğru hareket ederler.)

endif

Çekicilik çeşitliliği, uzaklıkla(r) $\exp(-\gamma r^2)$ ile değişir.

Yeni sonuçlar değerlendirilir ve ışık yoğunluğu güncellenir.

endfor j

endfor i

Ateş böcekleri sıraya konulur ve güncel global en iyi bulunur(g*)

Son işlem sonrası sonuçlar ve simülasyon çıkışı

Şekil 1. Ateş böceği algoritması (Belen vd., 2014)

Varsayımlardan da anlaşılacağı üzere ABA'nın ateş böceklerinin çekiciliği ve daha parlak ateş böceğine doğru hareket olmak üzere iki önemli noktası bulunmaktadır.

3.1 Ateş Böceklerinin Çekiciliği

Her ateş böceğinin popülasyon içerisindeki diğer ateş böceklerini ne kadar güçlü çekebileceğini (cezbedebileceğini) gösteren β çekiciliği bulunmaktadır. Ateş böceklerinin çekiciliği, bir ateş böceğinin, popülasyondaki diğer ateş böcekleri tarafından görülebilen ışık yoğunluğu şeklinde de tanımlanabilir ve (1) numaralı eşitlikle ifade edilir.

$$\beta = \beta_0 e^{-\gamma r2} \qquad (1)$$

Burada r her iki ateş böceği arası mesafeyi, β_0 r=0'daki ateş böceğinin cezbediciliğini (amaç değeri) göstermektedir. β_0'ın değeri 0 ile 1 arasındadır. 0'a yaklaştıkça ateş böcekleri birbirlerinden bağımsız rassal hareket ederken, 1'e yaklaştıkça diğer ateş böcekleri ile etkileşimli bir şekilde hareket ederler. γ ise ışığın emilim katsayıdır. Bu katsayı ile ateş böceklerinin birbirleri arasındaki mesafeye göre cezbedicilikleri ayarlanır. γ=0 olması mesafeden bağımsız sabit çekiciliği ifade ederken $\gamma\rightarrow\infty$ olması cezbediciliği sıfıra yaklaştırır ki, bu da algoritmayı tamamıyla rassal arama algoritması haline getirir. Genelde γ 0 ile 10 arasında bir değer alır (Yang, 2009).

3.2 Parlak Ateş Böceğine Doğru Hareket

Daha parlak j ateş böceğine doğru hareket edecek i ateş böceğinin yeni pozisyonu (x_i) aşağıdaki fonksiyon ile belirlenir.

$$x_i = x_i + \beta_0 e^{-\gamma r_{ij}^2}(x_j - x_i) + \alpha\varepsilon_i \quad (2)$$

Eşitliğin sağ tarafındaki ilk terim i ateş böceğinin mevcut konumunu ifade eder. İkinci terim daha parlak olan j ateş böceğinin çekiminden kaynaklanan hareketi ve üçüncü terim rassal hareketi temsil eder.

4. ESNEK ATÖLYE TİPİ ÇİZELGELEME PROBLEMİNİN ÇÖZÜMÜ İÇİN ATEŞ BÖCEĞİ ALGORİTMASI

ABA aslında sürekli problemlerin çözümü için geliştirilmiştir. Bu bölümde kesikli yapıdaki EATÇP'nin çözümü için uyarlanan ABA'dan bahsedilecektir.

4.1. Ateş Böceği Gösterimi

Bu çalışmada dekode etmedeki kolaylığı ve tamir mekanizmasına ihtiyaç bırakmaması nedeni ile Zhang vd. (2011) tarafından önerilen gösterim kullanılmıştır. Bu yaklaşımda, her bir uygun çözüm makine atama (MA) ve operasyon sıralama (OS) olmak üzere iki ayrı parçadan oluşan vektörler halinde gösterilmektedir (Şekil 2).

Makine Atama MA					Operasyon Sıralama OS				
3	1	2	2	3	1	2	1	1	2

Şekil 2. Ateş böceği gösterimi

Gösterimin ilk bölümünde (MA bölümünde) operasyonların hangi makine tarafından işleneceği verilmektedir. Bu bölüm soldan sağa okunur ve sıralı operasyonları ifade eder. MA dizisi içindeki her bir değer ilgili operasyon için alternatif makine indisini göstermektedir. Örneğin O_{11}, M_3'te, O_{12}, M_1'de işlenecektir.

4.2. Başlangıç Popülasyonu

Başlangıç popülasyonunun oluşturulması MA ve OS kısımları için ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Operasyonlar için makine seçiminin yapıldığı MA kısmında üç ayrı kural uygulanmıştır. Bunlar genel makine iş yükü dengesine göre seçim (Zhang vd., 2011), en az alternatif makineli operasyon öncelikli seçim ve rassal seçimdir. En az alternatif makineli seçimde operasyonlar alternatif makine sayılarına göre gruplandırılmış ve en az alternatif makine sayılı operasyon grubundan başlanarak genel makine iş yükü dengesine göre seçim kuralı uygulanmıştır. Rassal seçimde ise operasyonlara alternatif makine setleri içerisinden rastgele biri atanmıştır. Populasyon oluşturulurken kurallar (%60, %30, %10) oranında kullanılmıştır.

4.3. Mesafe ve Cezbedicilik Tespiti

i ve j ateş böceklikleri arasındaki mesafeyi ölçmek için her iki ateş böceğinin parlaklıkları (amaç değerleri) farkının, popülasyondaki en yüksek parlaklık farkına oranını ifade eden aşağıdaki fonksiyon kullanılmıştır.

$$r_{ij} = \frac{|I_i - I_j|}{r_{\max}} \quad (3)$$

Daha parlak olan j ateş böceğinin i ateş böceği üzerindeki cezbetme gücünü ifade eden β_{ij} değeri aşağıdaki fonksiyonla hesaplanmaktadır:

$$\beta_{ij} = \beta_o * \frac{LB / I_j}{1 + r_{i,j}} \quad (4)$$

Burada β_0 r=0'daki ateş böceğinin cezbediciliğidir, LB çözülen problem için alt sınırı ya da şimdiye kadar ulaşılan en iyi sonucu ifade eder.

4.4 Hareket

Önerilen algoritmada parlak olan ateş böceğine doğru hareket aşağıda belirtilen adımlar takip edilerek yapılmaktadır.

a) Ateş böceklerinin gösteriminde kullanılan vektördeki her bir eleman için 0-1 aralığında bir rnd rassal sayısı üretilir.

b) Eğer rnd $\leq \beta_{i,j}$ ise hareket edecek (daha az parlak) ateş böceğine ait vektörün ilgili elemanına ait değer, daha parlak ateş böceğinin ilgili elemanına ait değerle değiştirilir.

c) Ateş böceklerinin birbirini kopyalayarak yerel optimuma takılmasını engellemek üzere rassal hareket yaptırılır. Bu işlem vektörün MA kısmı için şu şekilde yapılır: Rastgele bir operasyon seçilir. Seçilen

operasyon için atanmış makineyi ilgili operasyonun yapılabileceği makinelerden biriyle değiştirilir. OS kısmı için ise şu şekilde yapılır: OS kısmında rastgele seçilen iki elemana ait değerler yer değiştirilir. Her iki kısım için değişim miktarı, vektör uzunluğunun α parametresi ile belirlenen oranı kadar yapılır.

5. SONUÇLAR

Önerilen algoritma C# dilinde kodlanmış ve test problemleri (Brandimarte, 1993) CoreTM 2 Quard CPU, 2.66 GHz işlemci ve 4 GB RAM özelliklerine sahip bilgisayarda çözülmüştür. Çözüm için popülasyon boyutu 30 olarak belirlenmiş ve 80 tekrar yapılmıştır. Litaratürde ABA ile ilgili çalışmalarda β_0 r=0'daki cezbedicilik katsayısı 0 ile 1 arasında bir değer alırken, bu çalışmada bu parametrenin değeri cezbeden j ateş böceğinin parlaklık değeri (amaç değeri) olarak belirlenmiştir. Rassal hareket parametresi α %4 olarak belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlar Tablo 1'de sunulmuştur. İlk sütunda problem numarası belirtilmiş, ikinci sütunda ilgili problemin boyutu makine-iş olarak verilmiştir. Üçüncü sütunda her probleme ait belirlenmiş alt sınır verilmiştir. Dördüncü sütunda şimdiye kadar bulunmuş en iyi sonuç ve beşinci sütunda literatürde şimdiye kadar önerilen algoritmalarla ulaşılan ortalama sonuç verilmiştir. Son sütunda geliştirilen algoritmaya ait sonuçlar sunulmuştur.

Tablo 1'e göre EATÇP'nin çözümü için uyarlanan ABA, literatürde önerilmiş diğer çözüm yöntemlerine göre daha az başarılı sonuçlar üretmiştir. Algoritmanın çözüm kalitesini iyileştirmek üzere yerel arama algoritması ile hibritleme çalışmaları devam etmektedir.

Tablo 1. Brandimarte test problemlerine ait sayısal sonuçlar

Problem No	Boyut	Alt Sınır	Ulaşılan En İyi	Ortalama	Önerilen Algoritma
MK 01	**10x6**	36	39	40	45
MK 02	**10x6**	24	26	27	32
MK 03	**15x8**	204	204	204	228
MK 04	**15x8**	48	60	62	75
MK 05	**15x4**	168	172	174	192
MK 06	**10x15**	33	57	63	77
MK 07	**20x5**	133	139	143	157
MK 08	**20x10**	523	523	523	542
MK 09	**20x10**	299	307	314	332
MK 10	**20x15**	165	196	216	225

KAYNAKLAR

Belen, M.A., Alıcı, M., Çor, A., Güneş, F. "AteĢböceği Algoritması ile Mikrodalga Transistör Performans Karakterizasyonu", Eleco 2014 Elektrik – Elektronik – Bilgisayar ve Biyomedikal Mühendisliği Sempozyumu, 27 – 29 Kasım 2014, Bursa 491-494.

Brandimarte P. "Routing and scheduling in a flexible job shop by tabu search", Annals of Operations Research 41 (1993)157–83.

Brucker P., "Scheduling Alorithms", Springer-Verlag Berlin, 2006.

Demir, Y., İşleyen, S.K., "Evaluation of mathematical models for flexible job-shop scheduling problems", Applied Mathematical Modelling, 37 (2013) 977-988.

Dauzère-Pérès, S., "An integrated approach for modeling and solving the general multiprocessor job-shop scheduling problem using tabu search" Annals of Operations Research 70 (1997)281-306.

Fattahi, P., "A Hybrid Multi Objective Algorithm for Flexible Job Shop Scheduling", World Academy of Science, Engineering and Technology 26 (2009) 551-556.

Fattahi, P., Mehrabad, M.S., "Mathematical modeling and heuristic approaches to flexible job shop scheduling problems", J Intell Manuf 18 (2007) 331–342.

Garey, M.R., Johnson, D.S., Sethi, R., "The complexity of flowshop and job shop scheduling scheduling", Mathematics of Operations Research, 1(2) (1976) 117-129.

Haoxun, C.,, Jiirgen, I., ve Carsten, L., "A Genetic Algorithm for Flexible Job-Shop Scheduling", International Conference on Robotics & Automation Detroit, Michigan May 1999

Ho, N., J. Tay, ve Lai, E., "An effective architecture for learning and evolving flexible job-shop schedules", European Journal of Operational Research 179(2) (2007) 316-333.

Mehrabad, M.S., Fattahi, P., "Flexible job shop scheduling with tabu search algorithms" Int J Adv Manuf Technol (2007) 32 563-570

Pezzellaa, F., Morgantia, G.,Ciaschettib, G., "A genetic algorithm for the Flexible Job-shop Scheduling Problem", Computers & Operations Research 35 (2008) 3202 – 3212.

Xia, W., Wu, Z., "An effective hybrid optimization approach for multi-objective flexible job-shop scheduling problems", Computers & Industrial Engineering 48 (2005) 409–425.

Yang, X.-S, "Firefly Algorithms for multimodal optimization", Lecture Notes in Computer Science, 5792 (2009) 169-178.

Yousif, A., Abdullah, A.H., Nor, S.M., Abdelaziz, A.A., "Scheduling Jobs on Grid Computing Using Firefly Algorithm", Journal of Theoretical and Applied Information Technology, 33 (2) (2011) 155-164.

Zhang, G., Gao, L., Shi, Y., "An effective genetic algorithm for the flexible job-shop scheduling problem", Expert Systems with Applications, 38 (2011) 3563-3573.

INNOVATION BARRIERS IN SMALL AND MEDIUM SIZED ENTERPRISES: AN APPLICATION IN TURKISH STATISTICAL REGIONAL UNITS CLASSIFICATION TRA1 REGION[2]

Osman Demirdöğen
Atatürk Üniversitesi

Abdulkadir Kaya
Erzurum Teknik Üniversitesi

Ahmet İlker Akbaba
Erzurum Teknik Üniversitesi

Hamit Erdal
Atatürk Üniversitesi

ABSTRACT

The survival of organizations in this rapidly changing competitive environment depends on their ability to be flexible by changing their products, services and production methods. This change is expressed as innovation and innovation has an important role in the success of organizations.As in the world, in Turkey, small and and medium sized enterprises (SMEs) that constitute the majority of total number of organizations and employment can overcome disadvantages stemming from their structures and continue their sustainability in the competitive environment through innovation. Therefore, innovation has a big role in development of countries and success of SMEs.This study addressing SMEs that function in TRA1 Region in Turkey aims to determine factors that prevent SMEs from implementing innovation.

For this purpose, survey was administered face to face in SMEs in the TRA1 Region that is one of the 26 regions created according to the Turkish Statistical Regional Units (Level 2) which covers the cities of Erzurum, Erzincan and Bayburt. With the data obtained from the survey, barriers to innovation of SMEs were examined.

Keywords: *Barriers to innovation, SMEs, TRA1*

KÜÇÜK VE ORTA ÖLÇEKLİ İŞLETMELERDE YENİLİK ENGELLERİ: TÜRKİYE İSTATİSTİKİ BÖLGE BİRİMLERİ SINIFLANDIRMASI TRA1 BÖLGESİNDE BİR UYGULAMA

ÖZET

Günümüzde hızla değişen rekabet ortamında firmaların ayakta kalmaları mal, hizmet ve üretim yöntemlerini değiştirerek esnek olabilmelerine bağlıdır. Bu değişim yenilik olarak ifade edilmektedir ve yenilik, firmaların başarılarında önemli rol oynamaktadır.

Tüm dünyada olduğu gibi Türkiye'de de toplam firma sayısının çok büyük bir çoğunluğunu ve toplam istihdamın önemli bir kısmını oluşturan KOBİ'lerin, yapılarından kaynaklanan dezavantajların üstesinden gelerek, rekabet ortamında sürekliliklerini devam ettirebilmeleri yapacakları yenilikle mümkün olabilmektedir. Bu nedenle yeniliğin ülkelerin kalkınmalarındaki ve KOBİ'lerin başarılarındaki yeri büyüktür.

[2] This study was performed with the data of Erzurum Technical University Scientific Research Project 2015/1.

Türkiye'de TRA1 Bölgesinde faaliyet gösteren KOBİ'leri ele alan bu çalışmada da; KOBİ'lerin yenilik yapmasını engelleyen faktörlerin tespiti amaçlanmaktadır.
Bu amaçla Türkiye İstatistiki Bölge Birimleri Sınıflamasına (Düzey 2) göre oluşturulan 26 bölgeden biri olan ve Erzurum, Erzincan, Bayburt illerini kapsayan TRA1 Bölgesindeki KOBİ'lere yüz yüze anket uygulaması gerçekleştirilmiştir. Anketten elde edilen veriler ışığında, kurulan hipotezler yardımıyla KOBİ'lerin yenilik yapmasının önündeki engeller incelenmiştir.

1. INTRODUCTION

Science; technology and innovation are the basic elements for the developments of companies, industries and countries. The rapid increase of competition and developing technologies cause increase of the need for developing innovation for the companies in the world (Emeksizoğlu, 2008).
Although innovation is perceived to be part of large companies, the term becomes famous among small and medium sized enterprises (SMEs) as well.
Innovation plays a significant role in SMEs, and is considered as one of the drivers of theirs growth, success, profitability, development and survival in the market (Kraiczy, 2012; Dwyer, 2012).
Considering significance of SMEs for the economic development and importance of innovations, we need to identify issues and factors that negatively affect the development of small innovative businesses. The aim of this study is researching internal and external innovation barriers in SMEs.

2. INNOVATION

There are many innovation meanings in the literature. Innovation is defined as: an ongoing process of leaving, searching and exploring which results in: (1) new products, (2) new techniques, (3) new forms of organization and (4) new markets (Avermate and others, 2003).
Innovation is a pervasive attitude, a feeling, an emotional state, an ongoing commitment to newness. It is a set of values that represents a belief in seeing beyond the present making that vision a reality (Kuczmarzki, 2003).
The meaning according to Oslo Manual is, 'An innovation is the implementation of a new or significantly improved product (good or service), or process, a new marketing method, or a new organizational method in business practices, workplace organization or external relations'(Oslo Manual, 2005).
According to academic and business literature, innovation means to make an idea technically and commercially marketable and accessible to larger production in order to continue with sales (Casper and Waarden, 2003).

3. INNOVATION IN SMEs

Organizations which do not renew themselves are going to vanish. Innovation is an important occupation for people who want to improve themselves (Khalil, 2000). As SME's innovation activities provide an important resource for regional development, factors that impact innovation capacities are important as well. The importance of internal factors such as the level of education of managers and employees, technology level of the organization, R&D activities and expenses, new quality certification processes in innovation activities is clear. However, considering the workforce structure of SMEs and limited financial resources, internal resources are determined to be insufficient. With insufficient internal resources, the success of SMEs is dependent on the ability to use external networks and the ability to learn in these networks. Additionally, depending on the rapidly changing technology and competitive environment, cost and uncertainty level in innovation processes is high and this characteristic that is unique to innovation processes is to push organizations towards cooperation during these processes.
National, regional or unit-scale direction activities are being done, regulation and support activities are being conducted, and measures to increase interaction and cooperation are being taken in order to develop innovative abilities of SMEs. Developing innovation in SMEs is addressed in private meeting within OECD where ministers in charge of SMEs attend. In the European Union, it was announced that SMEs are given special importance within the scope of 7. Framework program. Turkey signed the Declaration of Bologna related to SME policies published in the OECD ministers' meeting that was held for the first time in Bologna in June 2000. Also, within the scope of EU activities, Europe approved the SME condition in April 2002 and attended the Management and Entrepreneurship multi-year program that covers 2001-2005. Parallel with this, special policies for SMEs are applied, new legal and financial regulations are enacted, funds for support are created, new premises are built, cooperation condition is sought in project selection and research projects that SMEs participate in are supported in Turkey (Sabuncu, 2014).

4. BARRIERS TO INNOVATION

Innovation barriers can be grouped as internal innovation barriers and external innovation barriers that originate from reasons in and outside the organization.

External Innovation Barriers are negative reactions received from customers, venture barriers to research institutions, negative impact of economy on innovation, bureaucratic barriers, problems related to inputs, cartelisation and monopolisation, short term state policies, bank policies on loans, confidentiality of customer needs, limited number of organizations to do ventures, lack of outsourcing and cooperation partners, patent and licensing policies, state policies on competition, no need for innovation in the sector, negative expectations from the sector's future, consumer protection policies, technology that is difficult to access or is expensive, tax policies that are applied, lack of supporting institutions, easy copying of innovation, social security policy, lack of state support, lack of sufficient personnel that can take part in innovation activities in labor market.

Internal Innovation Barriers are, insufficient funds for innovation, lack of research and development, lack of education of employees, lack of work experience of employees, communication mechanism, reaction of employees to innovation, no need for innovation based on previous innovation activities, not having adequate organizational structure, lack of market information, lack of a systematic management process, lack of know-how in terms of technology, no need for innovation, not having enough time for innovation, not being able to market innovation, high risk that innovation has in terms of costs, and time spent on innovation is long (Barker, 2002).

According to Hussain and Matlay, 2011 some internal and external innovation barriers are listed in the table 1.

5. RESEARCH METHODOLOGY AND FINDINGS:

5.1 The research metod:

This research was conducted in SMEs in the TRA1 Region that is one of the 26 regions created according to the Turkish Statistical Regional Units (Level 2) which covers the cities of Erzurum, Erzincan and Bayburt. The sample of the research consists of 14,170 small and medium sized enterprises that are present in three cities.

The size of the sample mass which will represent the main mass is determined 348 and 355 surveys were administered to SMEs face to face. Data obtained from the surveys were analyzed in SPSS 20.0 program.

5.2 Findings:

Demographical information obtained related to participants of the research and organizations that received the survey are presented in the table 2.

i. Chi-Square Tests

According to the Chi-Square tests done, very significant relationships were found between the variable – innovation statements provided below. (χ^2 : Chi-Square value df : degree of freedom P: asymp. Sig.)

Relationship between the demographical characteristic and statement related to innovation application:

- ✓ There is a significant relationship between the position of the participant in the organization and the statement, our organization works with consultants/experts outside the organization and their comments are evaluated meticulously and opportunities are sought (χ^2 = 31,502; df = 8; P = 0,000).
- ✓ There is a significant relationship between the position of the participant in the organization and the statement, quality management systems such as ISO 9001 are used in our organizations" (χ^2 = 38,996; df = 8; P = 0,000).
- ✓ There is a significant relationship between the position of the participant in the organization and the statement, "we can complete the production in a shorter time due to the computer aided softwares" (χ^2 = 32,729; df = 8; P = 0,000).
- ✓ There is a significant relationship between the position of the participant in the organization and the statement, " there are changes made in the product packaging, desing and pricing in our organization to increase sales" (χ^2 = 32,553; df = 8; P = 0,000).
- ✓ There is a significant relationship between the position of the participant in the organization and the statement, " the marketing method used previously in our organization was different than what is being used now" (χ^2 = 31,133; df = 8; P = 0,000).
- ✓ There is a significant relationship between the position of the participant in the organization and the statement, " intranet, database, training etc. are available to improve information sharing in our organization" (χ^2 = 54,177; df = 8; P = 0,000).

- ✓ There is a significant relationship between the position of the participant in the organization and the statement, "using external sources that have not been used before (supply, recruitment, technological support, consultancy, etc) have been used lately" (χ^2 = 42,751; df = 8; P = 0,000).
- ✓ There is a significant relationship between duration of work of the participant in the organization and the statement, " there are changes in production methods in our organization compared to previous years" (χ^2 = 41,326; df = 12; P = 0,000).
- ✓ There is a significant relationship between the participant's level of education and the statement, "using external sources that have not been used before (supply, recruitment, technological support, consultancy, etc) have been used lately" (χ^2 = 35,393; df = 12; P = 0,000).
- ✓ There is a significant relationship between the legal structure of the organization and the statement, " intranet, database, training etc. are available to improve information sharing in our organization" (χ^2 = 55,580; df = 16; P = 0,000).
- ✓ There is a significant relationship between the field of activities of an organization and the statement, " tools and materials that can be considered high technology are used for products produced in our organization" (χ^2 = 93,841; df = 40; P = 0,000).
- ✓ There is a significant relationship between the field of activities of an organization and the statement, " our organization works with consultants/experts outside the organization and their comments are evaluated meticulously and opportunities are sought" (χ^2 = 106,684; df = 40; P = 0,000).
- ✓ There is a significant relationship between the field of activities of an organization and the statement, "quality management systems such as ISO 9001 are used in our organizations" (χ^2 = 91,080; df = 40; P = 0,000).
- ✓ There is a significant relationship between the field of activities of an organization and the statement, " we improve a product that existed in the sector before and present it to the market as a new product" (χ^2 = 85,771; df = 40; P = 0,000).
- ✓ There is a significant relationship between the field of activities of an organization and the statement, "there are changes in production methods in our organization compared to previous years" (χ^2 = 77,583; df = 40; P = 0,000).
- ✓ There is a significant relationship between the field of activities of an organization and the statement, "we can complete the production in a shorter amount of time because of computer aided softwares used in our organization" (χ^2 = 83,773; df = 40; P = 0,000).
- ✓ There is a significant relationship between the field of activities of an organization and the statement, "changes are happening on product packaging, design or pricing to increase sales in our organization" (χ^2 = 111,165; df = 40; P = 0,000).
- ✓ There is a significant relationship between the field of activities of an organization and the statement, "intranet, database, training etc, are available in our organization to improve information sharing within the organization" (χ^2 = 110,605; df = 40; P = 0,000).
- ✓ There is a significant relationship between the field of activities of an organization and the statement, "benefiting from external sources (supply, recruitment, technological support, consultancy) that has not been used previously in our organization has been used lately" (χ^2 = 129,770; df = 40; P = 0,000

The relationship between demographical characteristic and statements related to innovation barriers within the organization:

- ✓ There is a significant relationship between the participant's position in the organization and the statement, "I think that the research and development activities are insufficient for innovation in our organization" (χ^2 = 29,491; df = 8; P = 0,000).
- ✓ There is a significant relationship between the participant's position in the organization and the statement, "implementing innovations in our organization involves a high risk in terms of costs" (χ^2 = 33,011; df = 8; P = 0,000).

The relationship between demographical characteristic and statement related to innovation barriers outside the organization:

- ✓ There is a very significant relationship between the participant's position in the organization and the statement "I think that when I innovate, the imbalance of markets or a crisis will prevent innovation work due to the imbalance of economic structure in our country" (χ^2 = 28,954; df = 8; P = 0,000).

- ✓ There is a significant relationship between the position of the participant in the organization and the statement, "I think that the tax policies that our government applies are an obstacle to the application of innovation in our organization" (χ^2 = 29,428; df = 8; P = 0,000).
- ✓ There is a significant relationship between field of activities of an organization and the statement, "I think that when I innovate, the imbalance of markets or a crisis will prevent innovation work due to the imbalance of economic structure in our country" (χ^2 = 80,267; df = 40; P = 0,000).
- ✓ There is a significant relationship between the field of activities of an organization and the statement, "our current social security policies constitute an obstacle to innovation in our organization" (χ^2 = 77,831; df = 40; P = 0,000).

ii. AVERAGES

The ratios of answers given by the participants to the statements in the 12th question on innovation applications, 13th question on innovation barriers within the business and 14th question on innovation barriers outside the business are listed in the table 3 by city. Comments on data are provided in the conclusion section.

iii. CORRELATIONS

Correlations between innovation applications, innovation barriers within the business and innovation barriers outside the business are presented in the table 4. Comments on data are provided in the conclusion section.

6. CONCLUSION

- The most common innovational application in terms of the organizations participated in the survey is the changes made in the product packaging, design or price.
- The main in-organization innovation application barriers which prevents innovation applications in organizations participated in the survey, is the insufficiency of funds designated for innovation. This shows that the SMEs that participated in the research do not provide sufficient funding for innovation.
- The most important external barrier on organizational innovation in terms of SMEs that participated in the research is the government's high bureaucracy in financial, legal, etc support related to innovation. This study shows that making bureaucratic work easier, providing financial convenience will increase innovation application of SMEs.
- A negative oriented, below intermediate level, significant relationship was determined between innovation applications and barriers within the organization and the result is (r= - 0,295; p<0.01). This means that when the innovation barriers originates from within the organization, a decrease is seen in innovation applications.
- A significant, negatively oriented, relationship with low power in between innovation applications and innovation barriers outside the organization (r= - 0,231; p<0.01). So, as innovation barriers originating from outside the organization increase, innovation applications decrease.
- On the other hand, a positively directed, significant relationship between the innovation barriers within the organization and innovation barriers from outside the organization was determined (r=0.658; p<0.001). This result shows that the innovation barriers within the organization and the innovation barriers outside the organization affect or trigger each other.
- According to the study of enlisting cities and regions in terms of socio-economical development where 61 indicators are addressed under eight titles, the listing of the three cities where the study took place is Erzincan, Erzurum and Bayburt in descending order from very developed to less developed. The ratios of aggreeing with the statements related to organizations' innovation in the least developed city Bayburt, are less than other cities. This shows a parallelism between development and views on innovation.
- The lowest agreement rate on innovation barriers in an organization is in Erzurum and highest is in Erzincan. This shows that organizations in Erzurum find problems within the organization less important than the ones in Erzincan.
- The highest agreement on the statements on innovation barriers outside the organization is in Bayburt. This shows that organizations in Bayburt see barriers within the organization in terms of innovation as more important.
- This study was conducted in one region that is one of the 26 regions created by Turkish Statistical Regional Units and covers 3 cities (TRA1). Results of studies to be conducted in other regions are important in terms of the clarity of this study's results.

- Further studies may take place on sectors rather than SMEs in general to measure of innovation's accelerating affect in growth of specific sector.
- How the external and internal barriers can be handled is also another working area for SMEs as determinants of innovation may vary from one sector to another.

REFERENCES

Avermaete, T. and others. (2003). Determinants of innovation is small food firms. *European Journal of Innovation Management, 6*, 8-17.

Barker, A. (2002). *Yenilikçiliğin Simyası*, (A. Kardam, Çev.). İstanbul: Mess.

Casper, S. and Waarden, F. (2005). *Innovation And Institutions*. UK: Edward Elgar Publishing.

Dwyer, M., Gilmore A., Carson D. (2012). Innovative marketing in SMEs. *European Journal of Marketing, 43*, 46-61.

Emeksizoğlu, B. (2008). *Innovation in manufacturing industry, obstacles, sources and incentives regarding innovation in Turkey*. Master thesis, İstanbul Technical University, İstanbul.

Hussain, J. G. and Matlay, H. (2011). Owner-managers' perceptions of barriers to innovation: Empirical evidence from Turkish SMEs. *Journal of Small Business and Enterprise Development, 18*, 764-780.

Khalil, T. M. (2000). *Management of Technology: The Key to Competitiveness and Wealth Creation*. New Delhi: McGraw-Hill.

Kuczmarski, T. D. (2003). Why is innovation? Why aren't companies doing more of it?. *Journal of Consumer Marketing, 20*, 536-541.

Kraiczy, N., Hack, A., Kellermanns F., (2012). What Makes A Family Firm Innovative? CEO Risk-taking Propensity and the Organizational Context of Family Firms. *Journal of Product Innovation Management, 32*, 334-348.

OECD statistical office of the european communities. (2005). Guidelines for collecting and interpreting innovation data. France: OECD.

Sabuncu, B. (2014). A study on the Innovation in SMEs and Identification of the Obstacles: The case of Denizli. *İşletme Araştırmaları Dergisi, 6,* 103-123.

TC. Kalkınma Bakanlığı. (2013). İllerin ve Bölgelerin Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Sıralaması Araştırması Raporu. Ankara: Bölgesel Gelişme ve Yapısal Uyum Genel Müdürlüğü.

APPENDIX

Table 1. Barriers to Innovation and SMEs

Authors	External	Internal
Piatier (1984)	Technological information, raw materials and access to finance Customer needs, perception of risks related to innovation, and domestic or foreign market limitations	Lack of internal funds, technical expertise or management time, culture and systems related difficulties
Acs and Audretsch (1988); Baldwin and Gellatly (2004)	Technological information, raw materials and access to finance	Financial bottlenecks
Ylinenpa¨a¨ (1998)		Missing market know-how
Silva and Leita˜o (2007); Tourigny and Le (2004)	Lack of finance Lack of information about technology Organisational rigidities	High cost of innovation High economic risk Lack of customer responsiveness
Rush and Bessant (1992); Hadjimanolis (1999)	Lack of customer responsiveness Lack of technological information Lack of finance Risk of innovation Market limitations	Lack of internal funds Lack of accountancy systems
Lall et al. (1983)	Technological barriers Lack of policy infrastructure	
Segarra-Blasco et al. (2008)	Insufficient technical information Lack of external finance Unfavourable market conditions	Lack of internal funds Staff perception on risk and cost of innovation
Madrid-Guijarro et al. (2009)		Cost of innovation

Table 2. Demographical Informations

Profile of Respondents			Profile of Business		
Variables	**Frequency**	**Percent**	**Variables**	**Frequency**	**Percent**
SEX			**LEGAL STRUCTURE OF BUSINESS**		

Male	282	79,9	Sole Proprietorship	154	43,8
Female	71	20,1	Ordinary Partnership	19	5,4
AGE			Open Company	5	1,4
Between the age 18-27	104	29,3	Limited Company	120	34,1
Between the age 28-37	141	39,7	Corporation	54	15,3
Between the age 38-47	77	21,7	**ACTIVITY YEARS OF THE BUSINESS**		
Between the age 48-57	24	6,8	Less than 1 year	14	4,0
58 age and over	9	2,5	2-5 years	62	17,6
EDUCATIONAL LEVEL			6-10 years	79	22,4
High school	151	43,1	11-20 years	87	24,6
Associate degree	75	21,4	More than 20 years	111	31,4
Undergraduate	113	32,3	**ACTIVITY SECTOR OF THE BUSINESS**		
Graduate	11	3,1	Food product and beverages	53	14,9
JOB POSITION			Furniture	46	13,0
Owner/Partner	114	32,3	Chemicals and chemical products	9	2,5
Top Level Managers	62	17,6	Jewellery and related items	18	5,1
Middle Level Managers	177	50,1	Non-metallic other products	12	3,4
YEARS IN THE BUSINESS			Plastic and rubber products	16	4,5
Less than 1 year	36	10,1	Electrical and optical equipment	34	9,6
1-5 years	133	38,0	Paper products	8	2,3
6-10 years	89	25,4	Wood products	34	9,6
11 years and over	92	26,3	Textile, clothing and leather products	54	15,2
			Others	71	20,0

Table 3. Agreement Ratios on the Provided Statements

City / Mean	q.12		q.13		q.14	
	Mean	Std. Dev.	Mean	Std. Dev.	Mean	Std. Dev.
Erzurum	3,50	0,883	2,35	0,752	2,44	0,70
Erzincan	2,74	0,86	3,34	0,881	3,42	0,717
Bayburt	1,98	0,726	2,95	0,447	3,59	0,562

Table 4. Correlations

			ort12	ort13	ort14
Spearman's rho	q.12	Correlation Coefficient	1,000	-,295**	-,231**
		Sig. (2-tailed)	.	,000	,000
		N	352	350	346
	q.13	Correlation Coefficient	-,295**	1,000	,658**
		Sig. (2-tailed)	,000	.	,000
		N	350	353	346
	q.14	Correlation Coefficient	-,231**	,658**	1,000
		Sig. (2-tailed)	,000	,000	.
		N	346	346	348

DIŞ KAYNAK KULLANIMININ BELEDİYELER ÜZERİNE ETKİSİ: KARS BELEDİYESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Osman Demirdöğen
Atatürk Üniversitesi

Yasemin Tatlı
Gümüşhane Üniversitesi

Selçuk Korucuk
Gümüşhane Üniversitesi

ÖZET

Küreselleşmeyle birlikte artan rekabet ortamı, teknolojideki hızlı değişim, her alanda olduğu gibi kamu yönetimi alanında etkisini göstermiştir. Kamu yönetimi alanında yaşanan bu değişim doğal olarak belediyecilik anlayışında da değişime neden olmuş ve belediyeler hizmetlerinin sunumunda etkin ve etkili alternatif yöntemler aramaya başlamışlardır.

Çalışmada belediye hizmetlerinin sunumun yollardan biri olan dış kaynak kullanımı üzerinde durulmuştur. Çalışmada Kars ilindeki belediye hizmetlerinin dış kaynak kullanımı yolu ile gerçekleştirilmesinin belediye hizmetlerine olan etkisi incelenmiştir. Yine çalışmada, dış kaynak kapsamında sunulan belediye hizmetlerinin belediyenin performansına etkisi ölçülmüştür. Anket sonuçları SPSS ortamına aktarılarak istatistik yöntemlerle değerlendirilmiştir.

***Anahtar Sözcükler*: *Belediye, Dış Kaynak Kullanımı, Kars Belediyesi*.**

THE IMPACT OF OUTSOURCING ON MUNICIPALITIES: A STUDY ON KARS MUNICIPALITY

ABSTRACT

Increasing competition and fast technological change with globalization has an impact on public administration as well as in all areas. changes in the field of public administration, has resulted in a change in the concept of municipalities and municipalities have begun to seek effective and efficient alternative methods.

The study was referred to the outsourcing of municipalities. Kars municipality of outsourcing, the impact on municipal services were studied. Also, the impact of outsourcing on the municipality's performance is measured. Survey results were evaluated by statistical methods using SPSS environment.

Key Words: Municipality, Outsourcing, Kars Municipality

1. GİRİŞ

İngilizce literatür kaynaklarında "outsourcing" kavramı "outside resource using" kelimelerinin kısaltması olarak kullanılmaktadır. Bu kavramın Türkçe literatürde karşılığı ise "dış kaynak kullanımı" veya "dış kaynaklardan yararlanma" şeklindedir(Çatı vd., 2015) . Dış kaynak kullanımı işletmenin kendi bünyesinde ürettiği mal ya da hizmeti üretmeyip bu iş fonksiyonunu başka bir firmadan ya da organizasyondan sözleşme ile satın almasıdır (Kabiraj ve Sinha, 2016). İşletmeler destek faaliyetlerde dış kaynak kullanabileceği gibi çekirdek faaliyetlerde de dış kaynak kullanabilmektedir (Cox vd., 2011).

İşletmeler açısından dış kaynak kullanımının; çekirdek işe odaklanma, maliyet yeniden yapılanması, bilgi, operasyonel uzmanlık, yeteneğe erişim, risk yönetimi ve değişim ve yenilik için katalizör olması gibi faydaları bulunmaktadır (Sumplkova vd., 2013). Son yıllarda dış kaynak hem özel hem de kamuda dünya çapında kullanılır hale gelmiştir. Özel sektörün eğilimlerini takiben kamuda da dış kaynak kullanımı kabul edilen bir yönetim uygulaması haline gelmiştir. (Moon vd., 2010). Kamu sektöründe de dış kaynak kullanımı özel sektörle benzer beklentilerle yapılmaktadır. Kamuda dış kaynak; sadece projelerin hedef maliyetlerini düşürmek ya da gereksiz fonksiyonlardan kurtularak örgütü rahatlatmak için değil, aynı zamanda özel sektörün yakaladığı yenilik, teknoloji, uzmanlık ve becerilere erişimi ulaşmayı kolaylaştırmak için kullanılmaktadır (Ponomariov ve Kingsley, 2008). Türkiye'de dış kaynak kullanımı kamu sektöründeki diğer alanlarda olduğu gibi belediyeler tarafından da yoğun olarak kullanılmaktadır.

Batılı anlamda ilk belediye deneyimi, 1855 yılında Fransa örnek alınarak İstanbul'da kurularak başlatılmıştır. Osmanlının başkenti olan İstanbul'da yerleştirilmeye çalışılan belediyecilik, başta liman kentleri olmak üzere devletin diğer büyük kentlerinde 1860'ların ortalarından itibaren kurulmaya çalışılmıştır (Kırbaş, 2010).

1950'li yıllara kadar belediyelerin hizmet sunumlarında geleneksel yöntemler kullanılmıştır. Belediye hizmet sunumundaki geleneksel yöntemlerde; şehirlerde planlama, imar, iskân, genel temizlik, kentsel altyapı, çevre sağlık ve güvenliği, yemek hizmetleri, servis hizmetleri, itfaiye ve benzeri hizmetler belediyelerde memur, işçi ve sözleşmeli personel gibi kadrolarda çalışanlar tarafından sunulmaktadır (Erdoğan, 2010).

1950'lerden sonra geleneksel bürokratik yapı kırılarak pazar koşullarına göre çalışan, rekabetçi bir kamu yönetimi anlayışı hâkim olmuş ve yeni kamu işletmeciliği anlayışına geçilmiştir. Bu anlayışın temelini kamunun işlevlerinin işletme gibi çalışan idari birimlere devredilmesi ve özel sektörün uyguladığı yöntemlerin kamu yönetiminde de uygulanması oluşturmuştur (Bilen, 2014). Kamu yönetiminde yaşanan bu son gelişmeler, hizmet sunumunda özel sektör alternatiflerini belediyelerin gündemine taşımıştır ve bu sayede belediye hizmetleri geleneksel ve özel sektör yöntemleri (dış kaynak) olmak üzere iki farklı şekilde sunulması mümkün hale gelmiştir (Erdoğan, 2010). Küreselleşme, hızlı değişim ve nüfus artışı, teknolojik gelişmeler gibi nedenlerle belediyeler artık kanunla kendilerine verilen tüm görevleri sadece kendilerinin yapmaları mümkün olmadığı gibi böyle bir uygulama kaynak israfına neden olmaktadır. Çünkü bütün kentsel hizmetleri belediyelerin yapmaları halinde her hizmet için gelişmiş teknolojiler ve nitelikli personel istihdamına gerek duyulmaktadır. Bu durumda ise atıl kapasite meydana gelmekte ve sonuçta etkin ve verimli bir hizmet sunulamamasına neden olmaktadır.

Belediyelerin kamu kurumlarının yapı ve işleyişinden kaynaklanan sorunlarının yanı sıra merkezi idareye oranla kaynak yaratmada daha çok sıkıntı çektiklerini düşünürsek, alternatif bir yöntem olarak dış kaynak kullanımının belediyeler yönünden daha anlamlı bir uygulama haline geldiğini görebiliriz. Nitekim belediyeler, dış kaynak kullanım yoluyla özel sektörün mali kaynaklarından, gelişmiş teknik donanımlarından ve uzman personelinden istifade edebilir. Dış kaynak kullanarak daha etkin, kaliteli ve verimli hizmetler üretebilirler. Amaç ve yöntemleri önceden belirlenmiş olan dış kaynak uygulamalarının dikkatle uygulanması ile halkın ihtiyaçları daha etkin bir şekilde karşılanabilir (Acer, 2007).

Her düzeyde kamu kurumları tarafından kullanılmasına rağmen birçok ülkede dış kaynak kullanmak eşit faydalı olduğu ya da dış kaynak kullanmanın maliyetlerde büyük düşüşlere neden olup olmadığı konusunda fikir birliği bulunmamaktadır (Jensen ve Stonecash , 2005). Yine kamu sektöründe dış kaynak kullanımının pek çok faydasının yanında önemli dolandırıcılık ve yolsuzluk olaylarının ve özel sektörün işleyişe dâhil edilmesinin kamu kurumunun etkinliğini azaltıcı etkisi olduğu da tartışma konuları arasındadır(Pessoa, 2009).

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Örneklem, evreni temsil etmek üzere çeşitli tekniklerle evren elemanlarından seçilen ve üzerinde inceleme yapılan gruba verilen isimdir. Örnekleme ise, bir çalışmada evreni temsil edecek bireylerin belirlenmesidir. Örneklemenin temel amacı bir evren hakkında bilgi kazanmaktır; nadiren bir çalışma, konuyla ilgili tüm evreni kapsar. Gerçekte tüm grubun kullanılması yani evrenin kullanılması mümkün olmamakla birlikte gereksizdir. Eğer evren ulaşılamayacak kadar büyükse veya coğrafi olarak dağınıksa

bu grubun çalışmasının sonuçları zaman, para ve çaba açısından oldukça masraflıdır. Bu nedenle yapılacak iş bu ana kütleyi temsil edecek, onun küçültülmüş bir örneğini oluşturmaktır (Özen ve Gül, 2007, s: 397).

Bu bağlamda, araştırmanın evreni olarak Kars belediyesi çalışanlarının belediyenin dış kaynak kullanımının performansa etkilerini belirlemek üzere bilgi toplama formu (anket) oluşturulmuştur. Araştırmada kullanılacak örneklemle belediyelerde dış kaynak kullanımının etkilerine dair bilgi toplayabilecek ve dış kaynak kullanımının belediyelerin performansına etkisine dair genelleme yapabilecek büyüklükte verinin elde edilmesi hedeflenmiştir. Bu sebeple Kars Belediyesi'nde çalışanlar üzerinde örneklem seçimine gidilmiştir.

Bu çerçevede 98 çalışan ile yüz yüze görüşülmüş ve anketlere yanıt alınmıştır.

Sorulan sorular aşağıda verilen ana başlıklar halinde sıralanmıştır. Bunlar;

1. Genel Bilgiler,
2. Belediyenin hangi alanlarda dış kayak kullandığına dair sorular
3. Dış kaynak kullanımına dair sorular yer almıştır.

Anket sonuçları SPSS ortamına aktarılarak istatistik yöntemlerle değerlendirilmiştir. Ayrıca frekans ve yüzde dağılımlar ile belirlenen değişkenler arasında ilişki analizleri yapılmıştır.

Belediyelerin dış kaynak kullanımına ilişkin olarak yapılan güvenirlik analiz sonucu aşağıdaki gibi elde edilmiştir.

Tablo 1. Güvenilirlik Analiz Sonucu

Ölçekler	İfade Sayısı	Cronbach's Alpha (α)
Dış Kaynak Kullanımı	12	0,744

Kullanılan ölçeklerin Cronbach Alfa (α) katsayıları değerlendirildiğinde belediye de kullanılan dış kaynak kullanımına yönelik ölçeğin güvenilirlik analizi sonucu 0,744 olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlar dikkate alındığında ölçeklerin iyi düzeyde ($\alpha > 0,70$) güvenilir olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu nedenle ölçekten herhangi bir değişken çıkarılmayarak, diğer analizlere devam edilmiştir.

3. ARAŞTIRMANIN BULGULARI VE TARTIŞMA

Araştırmaya ait hipotezler aşağıda belirtilmiştir:

Hipotezler	Sonuç
H1: Belediye hizmetlerinin sunumunda kadrolu personelin niteliği aynı işi yapan firma personeline göre daha iyidir.	Doğrulanmadı.
H2: Belediye hizmetlerinin sunumunda dışarıdan yapılan iş, kadrolu personelin aynı işi yapmasından dahi iyidir.	Doğrulandı.
H3: Belediye hizmetlerinin dış kaynak kullanımı ile gerçekleşmesi maliyetleri düşürmüştür.	Doğrulandı.
H4: Belediye hizmetlerinin dış kaynak kullanımı müşteri talebine göre alternatif hizmetler sunmuştur.	Doğrulanmadı.
H5: Belediye hizmetlerinin dış kaynak kullanımı yolu ile gerçekleşmesi hizmetin kalitesini artırmıştır.	Doğrulanmadı.
H6: Belediye hizmetlerinin dış kaynak kullanımı müşteri memnuniyet oranını yükseltmiştir.	Doğrulanmadı.
H7: Belediye hizmetlerinin dış kaynak kullanımı hizmetlerin etkili, ekonomik ve verimli bir şekilde sunulmasını sağlamıştır.	Doğrulanmadı.
H8: Belediye hizmetlerinin dış kaynak kullanımı hizmet performans ve güvenilirliğinde artış olmuştur.	Doğrulanmadı.
H9: Belediye hizmetlerinin dış kaynak kullanımı iş gücü etkinliğine katkı sağlamıştır.	Doğrulanmadı.
H10: Belediye hizmetlerinin dış kaynak kullanımı kapasite kullanım oranını artırmıştır.	Doğrulanmadı.
H11: Belediye hizmetlerinin dış kaynak kullanımı rekabet gücünü geliştirmiştir.	Doğrulandı.
H12: Belediye hizmetlerinin dış kaynak kullanımı kuruma değer kazandırmıştır.	Doğrulandı.

Tablo 2. Demografik Bulgular

	f	%
Yaş		
16-25	31,6	31
26-35	36,7	36
36-45	17,3	17
46-55	7,1	7
56 ve üzeri	7,1	7
Cinsiyet		
Erkek	44,9	44
Kadın	55,1	54
Eğitim Durumu		
İlköğretim	4,1	4
Orta Öğretim	44,9	44
Önlisans	30,6	30
Lisans	18,4	18
Lisansüstü	2	2
Hizmet Yılı		
1-5	59,2	58
6-10	16,3	16
11-15	8,2	8
16-20	5,1	5
21 ve üzeri	11,2	11

Araştırmaya katılanlara ilişkin demografik bulgulara göre; katılımcıların % 31,6'sı 16-25 yaş, % 36,7'si 26-35 yaş, % 17,3'ü 36-45 yaş ve % 7,1 hem 46-55 yaş hem de 56 ve üzeri yaş grubunu oluşturmaktadır. Yine katılımcıların % 44,9'u erkek, % 55,1'i bayan çalışan olarak tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra çalışanların, % 4,1'i ilköğretim, % 44,9'u ortaöğretim, 30,6'sı önlisans, % 18,4'ü lisans, % 2'si lisansüstü eğitim düzeyine sahiptir. Ayrıca çalışanların % 59,2'si 1-5 yıl, % 16,3'ü 6-10 yıl, % 8,2'i 11-15 yıl, % 5,1'i 16-20 yıl ve % 11,2'sinin ise 21 ve üzeri hizmet yılı olduğu belirlenmiştir.

Tablo 3. Dış Kaynak Kullanım Alanı

Dış Kaynak Kullanım Alanı	f	%
Temizlik Hizmetleri		
Evet	24	24,5
Hayır	60	61,2
Bilgim Yok	14	14,3
Çöp Toplama Hizmetleri		
Evet	16	16,3
Hayır	80	81,6
Bilgim Yok	2	2
Yemek Hizmetleri		
Evet	46	46,9
Hayır	39	39,8
Bilgim Yok	13	13,3
Güvenlik Hizmetleri		
Evet	84	85,7
Hayır	1	1
Bilgim Yok	13	13,3
Park ve Bahçe Hizmetleri		
Evet	16	16,3
Hayır	76	77,6
Bilgim Yok	6	6,1
Bilgisayar Otomasyon ve Teknik Hizmetler		
Evet	16	16,7

Hayır	67	68,4
Bilgim Yok	15	15,3
Servis Hizmetleri		
Evet	18	18,4
Hayır	68	69,4
Bilgim Yok	12	12,2
Proje Hizmetleri		
Evet	21	21,6
Hayır	71	72,4
Bilgim Yok	6	6,1
Bakım Onarım Hizmetleri		
Evet	13	13,3
Hayır	73	74,5
Bilgim Yok	12	12,2
Altyapı Hizmetleri		
Evet	15	15,3
Hayır	77	78,6
Bilgim Yok	6	6,1
Toplam	98	100

Dış kaynak kullanım alanına ilişkin araştırma sonuçları değerlendirildiğinde, en çok kullanılan alanın %85,7'i ile Güvenlik Hizmetleri alanında olduğu görülmüş olup, ikinci olarak da en çok kullanılan % 46,9 ile Yemek Hizmetleri olmuştur. Yine Temizlik Hizmetleri %24,5 ile nispeten fazla kullanılan dış kaynak kullanım alanı olmuştur. En az kullanılan dış kaynak kullanım alanı ise,%78,6 ile Altyapı Hizmetleri olduğu saptanmıştır. Yine sırasıyla Park ve Bahçe Hizmetleri, Bakım Onarım Hizmetleri, Proje Hizmetleri de % 70'in üzerinde bir oranla en az kullanılan diğer dış kaynak kullanım hizmetleri olmuştur.

Çalışmada kullanılan ölçekler için faktör analizi uygulanmış ve ortaya çıkan faktörlere ilişkin güvenilirlikler elde edilmiştir. Anketi oluşturan sorular faktör analizine tabi tutulmuş, en uygun faktör yapısına Varimax dönüşümüyle ulaşılmıştır. Analiz sonucunda açıklanan toplam varyans % 64,71'dır. İlk olarak dış kaynak kullanımı uygulamalarının belediye üzerindeki etkisini içeren KMO and Barttlett's Test tablosu verilmiş, ardından Tablo 5'de faktör yükleri sıralanmıştır.

Tablo 4. Dış Kaynak Kullanım Ölçeğine İlişkin Barlett ve Kaiser- Meyer-Olkin (KMO) Testleri.

KMO Değeri		0,746
Barlett Testi	**Ki Kare/ Serbestlik Derecesi**	619,146
	P	0,000

Yapılan analiz sonucuna göre KMO 0,746 olarak bulunmuştur. KMO'nun 0,50'den büyük olması örneklem büyüklüğünün uygun ve yeterli olduğunu göstermektedir. Tablodan da görüleceği üzere Bartlett's Sig. değeri 0,05 den küçük olduğu için yapılan çalışmaya faktör analizi uygulanabilir.

Tablo 5. Faktör Analizi

Değişkenler	**Faktör Yükleri**
Belediye hizmetlerinin dış kaynak kullanımı rekabet gücünü geliştirmiştir.	,826
Belediye hizmetlerinin dış kaynak kullanımı kapasite kullanım oranını artırmıştır.	,814
Belediye hizmetlerinin dış kaynak kullanımı kuruma değer kazandırmıştır.	,803
Belediye hizmetlerinin dış kaynak kullanımı iş gücü etkinliğine katkı sağlamıştır.	,755
Belediye hizmetlerinin dış kaynak kullanımı hizmet performans ve güvenilirliğinde artış olmuştur.	,654
Belediye hizmetlerinin sunumunda kadrolu personelin niteliği aynı işi yapan firma personeline göre daha iyidir.	,630

Belediye hizmetlerinin sunumunda dışarıdan yapılan iş, kadrolu personelin aynı işi yapmasından dahi iyidir.	,580
Belediye hizmetlerinin dış kaynak kullanımı hizmetlerin etkili,ekonomik ve verimli bir şekilde sunulmasını sağlamıştır.	,982
Belediye hizmetlerinin dış kaynak kullanımı müşteri talebine göre alternatif hizmetler sunmuştur.	,970
Belediye hizmetlerinin dış kaynak kullanımı yolu ile gerçekleşmesi hizmetin kalitesini artırmıştır.	,799
Belediye hizmetlerinin dış kaynak kullanımı müşteri memnuniyet oranını yükseltmiştir.	,742
Belediye hizmetlerinin dış kaynak kullanımı ile gerçekleşmesi maliyetleri düşürmüştür.	,576
Toplam Açıklanan Varyans	% 64,71

Korelasyon analizi için araştırma değişkenlerine ait Pearson Korelasyon katsayıları, ortalama, standart sapma ve korelasyon değerleri hesaplanmıştır. Korelasyon analizi sonucunda elde edilen korelasyon katsayıları Tablo da gösterilmiştir. Araştırmada kullanılan değişkenler arasındaki korelasyonlar incelendiğinde, korelasyon katsayılarının 0,121 ile 0,969 arasında değiştiği görülmektedir.

Tablo 6. Korelasyon Analizi

	Ort	**SS.**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**
1	3,56	1,34	1										
2	4,02	1,16	,511**	1									
3	3,61	1,24	,323**	,322**	1								
4	3,49	1,15	,333**	,302**	,538**	1							
5	3,50	1,26	,258*	,169	,255*	,411**	1						
6	3,62	1,33	,322**	,233*	,453**	,452**	,433**	1					
7	3,69	1,34	,508**	,345**	,328**	,389**	,215*	,541**	1				
8	3,59	1,27	,427**	,287**	,362**	,342**	,121	,501**	,647**	1			
9	3,72	1,35	,380**	,447**	,468**	,309**	,223*	,416**	,509**	,594**	1		
10	3,76	1,26	,453**	,315**	,392**	,373**	,192	,435**	,521**	,529**	,637**	1	
11	3,80	1,19	,426**	,287**	,257*	,289**	,155	,281**	,507**	,427**	,507**	,692**	1
12	4,00	1,16	,459**	,477**	,359**	,403**	,226*	,342**	,494**	,387**	,563**	,573**	,666**
*** 0,05 seviyesinde anlamlı ** 0,01 seviyesinde anlamlı**													

Araştırma kapsamındaki hipotezleri test etmek amacıyla çoklu regresyon analizi kullanılmıştır. Araştırma kapsamındaki regresyon modelleri SPSS 20.0 istatistik paket programı ile analiz edilmiş, elde edilen sonuçlar ve hipotezlerin testleri aşağıda açıklanmıştır.

Tablo 7. Dış Kaynak Kullanımı Uygulamalarının Belediye Üzerindeki Etkilerine Yönelik Regresyon Analizi

Bağımlı Değişken: Dış Kaynak Kullanımı	**Beta**	**T**	**p**
Belediye hizmetlerinin sunumunda kadrolu personelin niteliği aynı işi yapan firma personeline göre daha iyidir	,119	1,75	,215
Belediye hizmetlerinin sunumunda dışarıdan yapılan iş, kadrolu personelin aynı işi yapmasından dahi iyidir.	,267	2,33	,025
Belediye hizmetlerinin dış kaynak kullanımı ile gerçekleşmesi maliyetleri düşürmüştür.	,291	2,51	,014
Belediye hizmetlerinin dış kaynak kullanımı müşteri talebine göre alternatif hizmetler sunmuştur.	-,611	-1,18	,310
Belediye hizmetlerinin dış kaynak kullanımı yolu ile gerçekleşmesi hizmetin kalitesini artırmıştır.	,16	,156	,876
Belediye hizmetlerinin dış kaynak kullanımı müşteri memnuniyet oranını yükseltmiştir.	,800	,654	,515
Belediye hizmetlerinin dış kaynak kullanımı hizmetlerin etkili, ekonomik ve verimli bir şekilde sunulmasını sağlamıştır.	,373	1,35	,181
Belediye hizmetlerinin dış kaynak kullanımı hizmet performans ve güvenilirliğinde artış olmuştur.	,372	,294	,770
Belediye hizmetlerinin dış kaynak kullanımı iş gücü etkinliğine katkı sağlamıştır.	-,247	-1,74	,860
Belediye hizmetlerinin dış kaynak kullanımı kapasite kullanım oranını artırmıştır.	,690	-,470	,639
Belediye hizmetlerinin dış kaynak kullanımı rekabet gücünü geliştirmiştir.	,546	3,54	0,01
Belediye hizmetlerinin dış kaynak kullanımı kuruma değer kazandırmıştır.	,418	3,01	0,03
R2=0,429 F= 90,516 sig.=0,000			

Dış kaynak kullanımı uygulamalarının, belediye hizmetlerinde dışarıdan yapılan işin aynı işi yapan kadrolu personele göre daha iyi olduğu, maliyetleri düşürdüğü, rekabet gücünü artırdığı ve kuruma değer kazandırdığı, değişkenleri üzerindeki etkilerini değerlendirmek üzere kurulan regresyon modelinin analiz sonucunda, modelin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir ($F = 90,519$; $p< 0,01$).

Analiz sonuçlarına göre, dış kaynak kullanımı uygulamaları belediye hizmetlerinde dışarıdan yapılan işin aynı işi yapan kadrolu personele göre daha iyi olduğu ($\beta=0,267$ $p< 0.01$), maliyetleri düşürdüğü ($\beta=0,291$, $p< 0.01$ rekabet gücünü artırdığı ($\beta=0,546$, $p< 0.01$), kuruma değer kazandırdığı ($\beta=0,418$, $p< 0.01$) unsurlarında, belediyenin iş ve işlemleri ile etkinliği ve verimliliği üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ve olumlu bir etkiye sahip olduğu görülmüştür. Regresyon analizinde görüldüğü gibi, R2 değeri 0,429 olarak saptanmıştır. Buna göre, modelde yer alan bağımsız değişkenler, bağımlı değişken olan dış kaynak kullanımı uygulamalarının çalışanlar üzerinde % 42,9'luk değişimi açıklamaktadır. Bu regresyon analizine göre kurulan hipotezlerden H2, H3, H11, H12 hipotezi desteklenmekte, H1,H4,H5,H6,H7,H8,H9,H10 hipotezi reddedilmektedir.

4.SONUÇ

Kamu kurum ve kuruluşlarının varoluş sebebi vatandaşlara hizmet etmektir. Bu kapsamda kamu kurum ve kuruluşlar hem hizmetlerin iyileşmesini sağlamak için hem de ağır rekabet ortamında kalıcı olmak için çeşitli faaliyetlere girişmektedirler. Bu faaliyetlerden biri de dış kaynak kullanımı uygulamasıdır. Özellikle gerek kamu kurum ve kuruluşları gerekse işletmeler kendilerine rekabet avantajı sağlayan temel yetenekleri dışındaki diğer faaliyetleri dış kaynak kullanımı yaparak gerçekleştirir.

Böylece hem kaynak tasarrufu sağlama hem de temel yeteneklere uzmanlaşma fırsatı elde etmektedirler.

Bu kapsamda, Kars belediyesinde dış kaynak kullanımına yönelik yapılan çalışma sonucunda, çalışanların en çok "Belediye hizmetlerinin sunumunda dışarıdan yapılan iş, kadrolu personelin aynı işi yapmasından dahi iyidir." ifadesinden memnun olduğu, en az memnuniyetin ise," Belediye hizmetlerinin dış kaynak kullanımı müşteri talebine göre alternatif hizmetler sunmuştur." ifadesi olduğu anlaşılmıştır. Araştırma modelini oluşturan hipotezlerin test edilmesi ile elde edilen sonuçlar incelendiğinde, dış kaynak kullanımı uygulamaları ile hizmet sunumundaki işin daha iyi yapılması, maliyetleri düşürmesi, rekabet gücünü geliştirmesi ve kuruma değer kazanması arasında pozitif yönlü ve anlamlı bir ilişki olduğu tespit

edilmiştir. Yine araştırma sonuçları değerlendirildiğinde, dış kaynak kullanımı uygulamalarının müşteri talebine göre alternatif sunma, hizmet kalitesini artırma, müşteri memnuniyetini yükseltme, hizmet verimliliğini ve performansını artırma, iş gücüne katkı sağlama ve kapasite kullanım oranını artırma arasında negatif yönlü bir ilişki olduğu saptanmıştır.

Araştırma bulgularından hareketle, kamu kurum ve kuruluşlarının dış kaynak kullanımını etkin bir rekabet stratejisi görmeleri gerekmektedir. Böylece hizmet kalitesini artırma, müşteri memnuniyetini yükseltme ve kapasite kulanım oranları geliştirilmesi gibi birçok unsurda avantajlı hale gelinebilir. Ancak, dış kaynak kullanımına aşırı bağımlılık çalışanların kuruma olan güvenini kaybetmesi, huzursuz bir çalışma ortamı ve ortak değerlerin kaybolması gibi birçok olumsuzlukla sonuçlanabilir.

Yapılan bu çalışma sonucunda ulaşılan sonuçlar, dış kaynak kullanan kamu kurum ve kuruluşları ile işletmelerin yöneticilerine, çalışanlarına, sanayi ve ticaret odalarına ve konu ile ilgili çalışma yapan akademisyenlere katkı sağlayacaktır. Ayrıca araştırmanın Kars ilinde planlandığı göz önüne alındığında, ildeki faaliyet gösteren kamu kurum ve kuruluşları ile işletmelere yol gösterici olacaktır.

KAYNAKÇA

Acer, D. Ö. (2007). Belediye Hizmetlerinde Özelleştirme Uygulamaları: Amaçlar, Yöntemler ve Sonuçlar, (Yayınlanmış Yüksek lisans Tezi) Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Kamu Yönetimi Anabilim Dalı

Bilen, Y. (2014). Türkiye'de İl Belediye Hizmetlerinin Dış Kaynak Kullanımı (Outsourcıng) Yoluyla Gerçekleştirilmesinin Ekonomik Etkileri (Çorum Belediyesi Örneği), (Yanılanmış Doktora Tezi) Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı.

Cox, M., Roberts, M. ve Walton J. (2011). "IT Outsourcing in the Public Sector: Experiences Form Local Government". The Electronic Journal Information Systems Evaluation, 14/ 2, 193-203

Çatı K., Çömlekçi, İ. ve Zengin, E. (2015). "Dış Kaynak Kullanımının İşletme Finansal Performansına Etkisi: Düzce İli İmalat Sanayisinde KOBİ Yöneticileri Üzerinde Bir Araştırma". KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi 17/28, 56- 67.

Erdoğan, H. (2010) Türkiye'de Belediye Hizmetlerinin Sunumunda Özel Sektör Alternatifi: Batı Akdeniz Bölgesindeki (Antalya-Isparta Burdur)Uygulamaların Analizi, (Yanılanmış Doktora Tezi) Süleyman Demirel Üniversitesi, Kamu Yönetimi Bölümü

Jensen, P.H. ve Stonecash, R.E. (2005), "Incentives And The Efficiency Of Public Sector-Outsourcing Contracts". Journal Of Economic Surveys, 19/5, 767-787.

Kabiraj T. ve Sinha, U.B.(2016), "Strategic Outsourcing With Technology Transfer Under Price Competition". International Review of Economics and Finance, 44, 281–290

Kırbaş, D. (2010). "İdare/Belediyelerde Altyapı Yatırımlarının Dış Kredi İle Finansmanının İdare/Belediyeler Ve Proje Yönetim Birimleri Üzerine Etkileri: Belediye Hizmetleri Projesi Örneği.(Yüksek Lisans Tezi). Atılım Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Kamu Yönetimi Ve Siyaset Bilim Dalı

Moon, J., Swar, B., Choe, Y.C., Chung, M. ve Jung G.H. (2010). "Innovation in IT outsourcing relationships: Where is the best practice of IT outsourcing in the public sector?". Innovation: Management, Policy & Practice, 12, 217–226.

Pessoa, A. (2009). "Outsourcing, Teamwork and Business Management", edited by Karl E. Carettas, New York, Nova Science Publishers, USA

Ponomariov, B. ve Kingsley G. (2008). "Applicability of the Normative Model of Outsourcing in the Public Sector: The Case of a State Transportation Agency". Public Organiz Rev, 8, 253–272

Özen, Y. Ve Gül, A.(2006) Sosyal Ve Eğitim Bilimleri Araştırmalarında Evren· Örneklem Sorunu, KKEDF, 15, 394-422

Sumplkova, M., Nemec, J., Petrova, M. ve Merıckova, B. (2013). "Outsourcing by Private and Public Organisations: How much Could Public Bodies Learn?" Economic Studies & Analyses / Acta VSFS, 1/7, 63-79

A MULTIPLE-RULE BASED CONSTRUCTIVE HEURISTIC ALGORITHM FOR ASSEMBLY LINE WORKER ASSIGNMENT AND BALANCING PROBLEMS

Şebnem Demirkol Akyol
Dokuz Eylül Üniversitesi

Adil Baykasoğlu
Dokuz Eylül Üniversitesi

ABSTRACT

Assembly line balancing problem (ALBP) is a decision problem arising when designing or redesigning an AL and it consists in finding the optimal assignment of tasks, each having an operation processing time and a set of precedence relations, among the workstations corresponding to some objectives. One of the important assumptions in traditional ALBP is fixed operation times. However, this assumption is unlikely to model the real life. Because every operator is unique; a task's operation time depends on the worker who executes the task. This is the reason for occurrence of Assembly Line Worker Assignment and Balancing Problem (ALWABP). ALWABP arises when the operation time for every task differs according to the worker. In this study, a multiple-rule based constructive heuristic approach is proposed to deal with ALWABP. Computational study of the proposed heuristic is presented on benchmark data. The results show that the proposed heuristic gives satisfactorily results.

Keywords: Assembly line balancing, heuristic approaches, worker assignment

ÇOKLU KURAL TABANLI RASSALLAŞTIRILMIŞ ÇÖZÜM KURUCU SEZGİSEL ALGORİTMA İLE MONTAJ HATTI DENGELEME VE İŞGÜCÜ ATAMA PROBLEMİ ÇÖZÜMÜ

ÖZET

Montaj hattı dengeleme problemi (MHDP) MH'larının tasarım ya da yeniden tasarım aşamasında ortaya çıkan ve her biri belirli bir işlem süresine ve öncelik ilişkilerine sahip olan işlerin, önceden belirlenmiş performans kriterlerini eniyileyerek iş istasyonlarına en uygun şekilde atanması problemidir. Geleneksel MHDP'lerinin en önemli varsayımlarından biri işlem sürelerinin sabit kabul edilmesidir. Ancak, bu yaklaşım gerçek hayatı yansıtmaktan uzaktır. Her bir işçi kendine özgü özelliklere sahip olduğundan, bir işin işlem süresi o işi yapan işçiye göre değişiklik göstermektedir. Bu nedenle, Montaj Hattı Dengeleme ve İşgücü Atama Problemi (MHDİAP) literatüre kazandırılmıştır. MHDİAP işlerin işlem sürelerinin işçiye bağlı olarak değişiklik gösterdiği durumlarda ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada, MHDİAP'ni çözebilmek amacıyla çoklu-kural tabanlı çözüm kurucu sezgisel bir algoritma geliştirilmiştir. Önerilen yöntem ile iyi bilinen MHDİAP test problemleri çözülmüştür. Elde edilen sonuçlar, geliştirilen yöntemin başarılı sonuçlar elde ettiğini göstermektedir.

Anahtar Sözcükler: Montaj hattı dengeleme, sezgisel yöntemler, işgücü atama

1. INTRODUCTION

Assembly lines are a special case of flow-line production systems that manufacture standardized commodities in large amounts. In an assembly process, subassemblies and components are put together on the semi-finished assembly which moves from station to station where the parts are added in sequence until the final assembly is produced. The tasks can be executed by workers, robots or both of them. The assembly line concept in manufacturing is firstly introduced by Henry Ford. In 1913, Ford invented the first assembly line with a moving belt for mass production of an entire automobile. By using the assembly line, Ford produced Model-T cars at significantly lower prices. Since then, the assembly line concept has been present in various types of industries such as automobiles and other transportation vehicles, household appliances, electronic goods, computers, engines, and etc. In today's highly competitive market trends, companies need to meet the consumers' expectations in short time with minimum acceptable costs in order to be sustainable. This is why assembly line concept is so popular among all manufacturing systems. In such environment, an important decision problem, assembly line balancing problem (ALBP) arises. ALBP is relevant for the allocation of the tasks, each having an operation processing time and a set of precedence relations, among workstations so that a given objective function is optimized and the precedence relations are satisfied. ALBP is NP-hard in nature. In classic ALBP, it is assumed that every task has a fixed operation time. However, in recent years the traditional ALBP has evolved and it is understood that the fixed operation time assumption is inconvenient for the real life manufacturing systems. Because every worker has unique characteristics such as skill, experience, ability, etc., especially in labor intensive assembly lines a task operation time differs depending on the worker who executes the task. In order to close this gap between the traditional ALBP and real life assembly line systems, a special case of ALBP which is called assembly line worker assignment and balancing problem (ALWABP) is introduced to the assembly line literature.

ALWABP arises when operation times of tasks vary due to the worker who executes the task, and some task-worker incompatibilities are occurred. Since task times are dependent on the worker, who operates the task, the concept of assigning tasks to workers is occurred in additional to the ALBP. In other words, ALWABP is a double assignment problem which includes assigning tasks to workers and workers to stations simultaneously. Even the traditional ALBP is NP-hard, the ALWABP is NP-hard and multi-objective in nature. Since the ALWABP is a NP-hard hot research topic, many researchers have proposed various solution techniques to solve the problem. However, none of the proposed solution strategies is proven to be optimal for every benchmark test instance, and the problem is still attractive for researchers.

The aim of this study is to introduce an efficient solution approach for the ALWABP in order to contribute satisfactory results to the literature. The remainder of the paper is organized as follows. In section two, the relevant literature is briefly reviewed. In section three, the ALWABP is defined and mathematical model is given. In section four, the proposed constructive heuristic approach is introduced and computational study is stated. Finally, section five concludes the paper.

2. LITERATURE REVIEW

Assembly line literature is mainly based on fixed operation times. Though many research studies on ALBP have been done for decades, ALWABP barely studied in the literature. The ALWABP concept is a relatively new type of ALBP. Miralles et al. (2007) for the first time introduced the ALWABP to the assembly line literature. They proposed the SWD concept and presented a case study. They expressed that disabled workers can be changed with normal operators without any production loss by a logical assignment. Chaves et al. (2007) applied a clustering search approach and tested it on the generated ALWABP–2 data. Since then, the proposed benchmark data sets, which are composed of four families (Roszieg, Heskia, Tonge and Wee-Mag), have been used in every ALWABP–2 research study. One year later, Miralles et al. (2008) developed a branch-and-bound algorithm for the ALWABP, enabling the solution of small-sized instances. They randomly generate data based on the Jackson problem from the SALBP (Hoffmann, 1990) and solve the problem via branch and bound. Then, they integrate a heuristic approach to the branch and bound and apply the proposed method to an industrial case. Because of the problem complexity and the need to solve larger instances, the literature has since then shifted its efforts to heuristic methods. Chaves et al. (2009) hybridized clustering search algorithm with the iterated local search in order to solve the ALWABP–2 benchmark data. They obtained good results in reasonable computation times. Moreira and Costa (2009) developed a minimalist tabu search algorithm that tries to be successful at simplicity, flexibility, accuracy and speed. Blum and Miralles (2011) proposed an iterated beam search algorithm for the ALWABP–2 and obtained the best results in the previous literature. Moreira et al. (2012) proposed a simple constructive heuristic approach that based on 16 task priority rules and 3 worker priority rules and hybridized it with the genetic algorithm. They obtained the fastest

results found so far. Borba and Ritt (2014) developed an interval probabilistic beam search and hybridized it with the branch and bound procedure. Except the Wee-Mag family, they almost achieved the best results. Vila and Pereira (2014) published the last ALWABP-2 paper so far. They developed a branch and bound procedure with three different remember algorithms with a time constraint of 60 seconds, 600 seconds and with no time constraints. The time constraint of 600 seconds and no time constraint versions of their approaches acquired the best solutions in the relevant literature.

3. ASSEMBLY LINE WORKER ASSIGNMENT AND BALANCING PROBLEM

ALWABP is a new type of line balancing problem which appears in real assembly lines, but has recently been popular in academic area. This problem arises when the operation time for every task differs according to the worker. The problem is especially important for manually operated assembly lines with high labor turnover. Since the operation times of tasks vary due to the workers, the problem requires a simultaneous solution to the double assignment problem. Tasks must be assigned to workers and workers to stations, concurrently.

Since, even the traditional ALBP is NP-hard (Karp, 1972), the much more complex ALWABP is also NP-hard conclusively. In analogy with the traditional ALBP, ALWABP is also have the same types of problems such as; –1, –2, –E, and –F. In ALWABP–1 the number of workstations is tried to be minimized for a predetermined cycle time; and in ALWABP–2 the cycle time is tried to be minimized for a fixed number of workstations. Moreover, Type–E problems try to maximize the line efficiency by simultaneously minimizing the cycle time and the number of workstations. Type–F problems seek for a feasible assembly line exists or not for predetermined cycle time and number of workstations. In the relevant literature, single model of ALWABP –2 with paced line is the most common situation.

ALWABP is firstly introduced by Miralles et al. (2007). One typical example of the ALWABP is sheltered work centers for the disabled (SWD). The idea behind the occurrence of the ALWABP is to employ disabled people. Since assembly lines carry out the division of work principle, operators perform specific tasks repeatedly and continuously. So, assembly lines are the most convenient manufacturing systems for disabled people to work. According to the World Health Organization (WHO) there are about 386 million disabled people within the active labor age range (16-64). Although the unemployment rates of disabled people are relatively moderate in developed countries such as UK (13%), they are pretty high in many emerging countries (around 80%). This fact force many countries to facilitate the development of many SWDs in order to employ disabled people just like any other person. Turkey is one of the countries with higher unemployment rates and many active policies have been launched by national and regional governments to achieve a better labor integration of the disabled. An increasing number of companies are becoming concerned with this matter.

The notation used in this problem is given in Table 1.

Table 1. Notation used in ALWABP

i, j	Task
h	Worker
s	Workstation
N	Set of tasks
H	Set of available workers
S	Set of workstations
A	Set of assignments a priori (i, h) task–worker
I	Set of incompatible assignments task–worker (i, h)
Z	Set of assignments a priori (h, s) worker–station
c	Cycle time
m	Number of workstations
p_{hi}	Processing time for task i when worker h executes it
$lowp_i$	Lowest processing time for task i from all available actual workers
Dj	Set of tasks immediately preceding task j in the precedence network
x_{shi}	Binary variable equal to 1 only if task i is assigned to worker h in station s

y_{sh}	Binary variable equal to 1 only when worker *h* is assigned to station *s*

Mathematical programming model for the ALWABP–2 can be stated as follows (Miralles et al., 2007):

$$\text{Min} \quad c \tag{1}$$

subject to:

$$\sum_{h\in H}\sum_{s\in S} x_{shi} = 1 \qquad \forall i \in N, \tag{2}$$

$$\sum_{s\in S} y_{sh} \le 1 \qquad \forall h \in H, \tag{3}$$

$$\sum_{h\in H} y_{sh} \le 1 \qquad \forall s \in S, \tag{4}$$

$$\sum_{h\in H}\sum_{s\in S} s \cdot x_{shi} \le \sum_{h\in H}\sum_{s\in S} s \cdot x_{shj} \qquad \forall i, j / i \in D_j, \tag{5}$$

$$\sum_{i\in N} p_{hi} \cdot x_{shi} \le c \qquad \forall h \in H; \forall s \in S, \tag{6}$$

$$\sum_{i\in N} x_{shi} \le M \cdot y_{sh} \qquad \forall h \in H; \forall s \in S \tag{7}$$

with

$$y_{sh} \in [0,1] \qquad \forall s \in S, h \in H$$

$$x_{shi} \in [0,1] \qquad \forall s \in S, h \in H, i \in N$$

$$M > \sum_{h\in H}\sum_{i\in N} p_{hi}$$

The objective function given in (1) minimizes the cycle time. The constraint given in (2) ensures that every task *i* is assigned to a single station *s* and worker *h*. Constraints sets given in (3) and (4) expresses that every worker can be assigned to only one station; and in every station there is only one worker, respectively. The constraint given in (5) states the precedence relations between tasks *i* and *j*, where *i* is predecessor of *j*. Constraints sets given in (6) and (7) ensures that every worker *h* assigned to station *s* can have more than one task, whenever given cycle time c is not achieved. As cycle time *c* and y_{sh} are both variables, (6) and (7) are defined separately in order to maintain the model linearity.

4. COMPUTATIONAL STUDY

Several solution techniques including exact and heuristic methods are applied to ALWABP, as it is stated previously. However, one optimum solution strategy has not been found so far. In this section, a multiple-rule based constructive randomized search (MRBCRS) algorithm is proposed for the ALWABP-2. At first, by using 39 different task priority rules, we sequence tasks and called it assignable tasks list. Then we apply 4 worker priority rules and select the most appropriate worker. After selecting the worker, we choose a subset of the assignable tasks lists by considering the cycle time limitation. It means the station is maximally loaded. At last, selected tasks and the relevant worker is assigned to the station. The heuristic prioritizes tasks and sequentially assigns tasks to the current station in order and then assigns the best suitable worker to that station. In this study, in order to select one task/worker among tasks/workers in an intelligent manner, we apply 39 rules to the tasks and 4 to the workers. Most of the following rules are collected from Baykasoğlu (2006) and Moreira (2012).

To evaluate and assess the quality of the proposed heuristic, we solve the ALWABP benchmark problems which are given in the assembly line balancing website (http://alb.mansci.de/). The proposed heuristic is implemented in Microsoft Visual Studio Premium 2012 C# version 11.0.1. The tests were run on a Core 2 Duo i7 2.2 GHz processor and 6 GB main memory running the Windows 7 operating system. Benchmark data is generated from the corresponding SALBP benchmark data set (Chaves et al., 2007). Test instances are derived by using five experimental factors at a low and a high level. These factors are the number of tasks, the number of workers, the order strength, the variability of the task execution time, and the number of infeasible task-worker pairs. There are 320 test instances which are grouped into four families: Heskia, Roszieg, Tonge and Wee-Mag. Each one of the families contains 80 instances. Because the proposed algorithm is a heuristic method, in order to obtain accurate results we run every single instance 10 times (10 replications) for 1000 iterations. It means that we run our program for 3200 times and every run has a maximum iteration number of 1000. The results are given in Table 2.

Table 2. The results of MRBCRS heuristic approach

Family	Group	Opt.	Demirkol Akyol & Baykasoğlu		Family	Group	Opt.	Demirkol Akyol & Baykasoğlu	
			best	avg.				best	avg.
Roszieg	1	20,1	**16,1**	**16,1**	Tonge	1	90,6	**90,6**	**90,6**
	2	31,5	**16,8**	**16,8**		2	106,7	**106,7**	**106,7**
	3	28,1	**24,5**	**24,5**		3	159,3	**159,3**	**159,3**
	4	28,0	**25,5**	**25,5**		4	163,9	**160,7**	**160,7**
	5	9,7	**8,2**	**8,2**		5	31,6	**31,6**	**31,6**
	6	11,0	**9,3**	**9,3**		6	36,9	**36,9**	**36,9**
	7	16,0	**13,4**	**13,4**		7	63,2	**63,2**	**63,2**
	8	15,1	**12,7**	**12,7**		8	61,2	**61,2**	**61,2**
	avg.	19,9	**15,8**	**15,8**		avg.	89,2	**88,8**	**88,8**
Heskiea	1	102,3	**99,4**	**99,4**	Wee-Mag	1	26,1	43,0	43,0
	2	122,6	**111,9**	**111,9**		2	31,2	49,8	49,8
	3	172,5	**172,5**	**172,5**		3	45,8	78,6	78,6
	4	171,2	**160,7**	**160,7**		4	44,3	77,9	77,9
	5	34,9	**34,5**	**34,5**		5	9,6	15,0	15,0
	6	42,6	**39,7**	**39,7**		6	11,2	19,4	19,4
	7	75,2	**74,2**	**74,2**		7	17,1	26,9	26,9
	8	67,2	**67,2**	**67,2**		8	17,2	27,0	27,0
	avg.	98,6	**95,0**	**95,0**		avg.	25,3	42,2	42,2

The results show that, our proposed algorithm is superior to the all other techniques in general. We obtain the best results for the 75% of the 320 test instances for the ALWABP-2. For the Roszieg family, we report the best feasible solutions for all of the test instances. None of the referred papers have found results close to ours yet. For the Heskia family, we obtain the very best results for 87.5% of the 80 test instances. Except the group number 3, we report the minimum cycle time values; and for group 3 we found the best solution found so far in the relevant literature. For the Tonge family, we report the minimum cycle time value that have ever found for the group number 4; and for the rest of the family we obtain the best values found so far in the recent literature. As it can be seen from Table 4.8, only the last two references could have report the best values for some of the test groups. Except our algorithm, none of the above methods can get optimum solutions for all Tonge groups. We could not obtain the best results for the Wee-Mag family. This is only defect of our proposed algorithm.

5. CONCLUSION

ALWABP is a new type of line balancing problem which appears in real assembly lines, but has recently been popular in academic area. This problem occurs when operation times of tasks differs according to the operator. Although the operation time of a task is assumed to be fixed in classical ALBP, it depends on the operator who executes the task in ALWABP. Although ALWABP is a relatively new problem, it has attracted the scientists' interest. Many research studies have been made to solve ALWABP in recent years, but one optimum solution method cannot be found so far. Because of the complex problem nature, optimum seeking methods are not capable of solving it. So, we proposed a MRBCRS algorithm to solve ALWABP. In the proposed MRBCRS heuristic, 39 task priority rules and 4 worker priority rules were used to sequence tasks and select workers. In order to evaluate the performance, we tested our proposed method on benchmark data. The results showed that our proposed algorithm performs satisfactorily in the relevant literature. In the future, the proposed heuristic can be extended to solve different assembly line balancing problems with different line configurations.

REFERENCES

Baykasoğlu, A. 2006. "Multi-rule multi-objective simulated annealing algorithm for straight and U type assembly line balancing problems." Journal of Intelligent Manufacturing 17 (2): 217–232. doi:10.1007/s10845-005-6638-y.

Blum, C., and Miralles, C. 2011. "On solving the assembly line worker assignment and balancing problem via beam search." Computers and Operations Research 38 (1): 328–39. doi: 10.1016/j.cor.2010.05.008.

Borba, L., and Ritt, M. 2014. "A heuristic and a branch-and-bound algorithm for the assembly line worker assignment and balancing problem." Computers and Operations Research 45 (1): 87–96. doi:10.1016/j.cor.2013.12.002.

Chaves, A. A., Miralles, C., and Lorena, L. A. N. 2007. "Clustering search approach for the assembly line worker assignment and balancing problem." Proceedings of the 37th International Conference on Computers and Industrial Engineering, 1469-1478.

Chaves, A. A., Lorena, L. A. N., and Miralles, C. 2009. "Hybrid metaheuristic for the assembly line worker assignment and balancing problem." Lecture Notes in Computer Science 5818: 1–14.

Hoffmann, T.R. 1990. "Assembly line balancing: A set of challenging problems." International Journal of Production Research, 28, 1807–1815.

Karp, R.M. 1972. "Reducibility among combinatorial problems. Complexity of Computer Applications." Editors: Miller R.E.. & Thatcher J.W., 85–104. New York: Plenum Press.

Miralles, C., Garcia-Sabater, J. P., Andres, C., and Cardos, M. 2007. "Advantages of assembly lines in sheltered work centres for disabled. A case study." International Journal of Production Economics 110 (1): 187-197. doi:10.1016/j.ijpe.2007.02.023.

Miralles, C., Garcia-Sabater, J. P., Andres, C., and Cardos, M. 2008. "Branch and bound procedures for solving the assembly line worker assignment and balancing problem: Application to sheltered work centres for disabled." Discrete Applied Mathematics 156 (3): 352–367. doi:10.1016/j.dam.2005.12.012.

Moreira, M. C. O., and Costa, A. M. 2009. "A minimalist yet efficient tabu search for balancing assembly lines with disabled workers." Anais do XLI Simposio Brasileiro de Pesquisa Operacional, Porto Seguro, Brazil, 660–71.

Moreira, M. C. O., Ritt, M., Costa, A. M., and Chaves, A. A. 2012. "Simple heuristics for the assembly line worker assignment and balancing problem." Journal of Heuristics 18 (3): 505–524. doi:10.1007/s10732-012-9195-5.

Moreira, M. C. O., Miralles, C., and Costa, A. M. 2015. "Model and heuristics for the Assembly Line Worker Integration and Balancing Problem." Computers and Operations Research 54 (1): 64–73. doi:10.1016/j.cor.2014.08.021.

Vila, M., and Pereira, J. 2014. "A branch-and-bound algorithm for assembly line worker assignment and balancing problems." Computers and Operations Research, 44 (1): 105–114. doi:10.1016/j.cor.2013.10.016.

ERGONOMIC ASSEMBLY LINE BALANCING WITH AN INDUSTRIAL APPLICATION

Şebnem Demirkol Akyol
Dokuz Eylül Üniversitesi

Adil Baykasoğlu
Dokuz Eylül Üniversitesi

ABSTRACT

Tasks must be assigned equally among workstations in assembly line balancing (ALB). In traditional ALB, only tasks' operation times are considered. In other words, two workers executing two different stations with the same station time are assumed to be equally loaded. However, the degree of difficulty of tasks is also important. Even they have the same station time; their workloads are different because of different tasks they execute, in real life AL configurations. In this study, we propose an ALB problem with considering ergonomic risk factors. We use OCRA index to calculate the ergonomic risk factors of the stations. Since the proposed problem is over-constrained and NP-hard, a constructive randomized heuristic algorithm is developed. Furthermore, the industrial case is presented at a harness production company which manufactures cable networks for automotive sector. The results show that ergonomic working conditions can be improved without any additional work stations.

Keywords: Assembly line balancing, ergonomic risk assessment, industrial application

ERGONOMİK MONTAJ HATTI DENGELEME İLE ENDÜSTRİYEL BİR UYGULAMA

ÖZET

Montaj hattı dengelemede (MHD) işler istasyonlara olabildiğince eşit şekilde dağıtılmalıdır. Klasik MHD yaklaşımında atama yapılırken yalnızca işlerin işlem süreleri dikkate alınır. Diğer bir değişle, iki farklı istasyondaki toplam istasyon zamanları eşit ise buralarda çalışan iki farklı işçinin de aynı iş yüküne sahip olduğu düşünülür. Ancak, işlerin zorlanma dereceleri de oldukça önemlidir. Gerçek hayattaki montaj hatlarında, her ne kadar toplam işlem süreleri eşit olsa da, iki işçinin yaptığı işler birbirinden farklı olduğu için aslında zorlanma dereceleri de farklıdır. Bu çalışmada, ergonomik risk faktörlerini dikkate alan bir MHD problemi önerilmiştir. İstasyonların ergonomik risk faktörlerini hesaplamada OCRA yöntemi kullanılmıştır. Önerilen problem çok kısıtlı ve NP-zor olduğundan, çözüm kurucu rassallaştırılmış bir sezgisel algoritma geliştirilmiştir. Ayrıca, otomotiv kablo ağı üreten bir firmada gerçek hayat uygulaması yapılmıştır. Sonuçlar, ilave istasyon eklemeksizin ergonomik iyileştirmeler sağlanabileceğini göstermiştir.

Anahtar Sözcükler: Montaj hattı dengeleme, ergonomik risk değerlendirme, endüstriyel uygulama

1. INTRODUCTION

In assembly line balancing problems (ALBP), tasks are distributed among workstations as smooth as possible in accordance with the precedence relations. However, smoothening just the total station time between stations is meaningless. In other words, two stations whose total station times are equal, contains different tasks. Consequently, their degrees of strain are different. This situation is underestimated in classical ALB, but it is an important aspect in reality. Especially in manual assembly lines, same type of work is done by the operator repetitively. As a result, there is a cumulative effect of repetitive work on worker. Assembly lines which are not well-designed ergonomically, cause not only lack of productivity, but also occupational diseases of workers.

An occupational disease is a chronic disease or disorder that occurs as a result of work or working conditions. Every year, 4–12 of 1,000 workers caught an occupational disease in world wide. According to this probability, the expected number of occupational diseases is between 40,000–80,000, in Turkey. However, the reported number of occupational diseases is in only 395 in the year 2012 (Berk et al., 2011; Fişek, 2013). This is because the majority of diseases are not diagnosed and recorded. Without diagnosing an occupational disease, it is impossible to prevent them. According to the specialists, occupational diseases are contagious because, if the required precautions are not taken, the same disease will occur on the other workers. Thus, it is very important to diagnose an occupational disease in order to take the required actions. Another important aspect is that none of the 395 diseases is about the musculoskeletal system. However, in many developed countries, such as UK, the musculoskeletal diseases have a great portion in occupational diseases. It is predicted that about 40% of the total occupational diseases is related to the musculoskeletal diseases, in Turkey. Musculoskeletal diseases occur as a result of poor workplace ergonomics. This situation points out that ergonomic working conditions is disregarded, in Turkey. It is very important to know what damages can be caused by unfavorable working conditions, in order to prevent the damage. Within this perspective, in recent years, Ministry of Labor and Social Security of the Republic of Turkey, Directorate General for Occupational Health and Safety legislate in order to standardize the workplace ergonomics. Legislation numbered 6331, which is put in this context, is an important progress for our country.

Ergonomics is the scientific discipline concerned with the understanding of physical and psychological effects of workplace on worker. In other words, the terms ergonomics is basically the "fit" between the user/worker, equipment/machinery and their environments. Workplace ergonomics considers the capabilities and limitations of workers in order to enable fair working conditions. The main aim of ergonomics is to protect occupational health and safety; by this way ergonomics also increases productivity, as well. Especially in manual assembly lines, because of the repetitive unfavorable working conditions, some occupational diseases such as, repetitive strain injury, carpal tunnel and joint elbow syndromes related with hand, wrist, elbow and shoulder, occur on operators. The cure of such occupational diseases takes a long time; and this causes workforce and productivity loss. In order to prevent these complications, the acceptable risk level for the workplace should be analyzed and ergonomic risk factors must be below this highest acceptable level.

The aim of this study is to make ergonomic risk assessment on assembly lines and reduce the ergonomic risk level.. The remainder of the paper is organized as follows. In section two, the relevant literature is briefly reviewed. In section three, OCRA method which is the most suitable ergonomic risk assessment technique for assembly lines is proposed. In section four, industrial application is presented. Finally, section five concludes the paper.

2. LITERATURE REVIEW

Although considering ergonomic risk factors in assembly lines is crucial, this concept is barely studied in the literature. The limited work studied in the relevant literature is summarized here. Drury (2000) analyzed the relationship between ergonomics and quality improvements of the production system and provided a guideline for a discipline that includes quality and ergonomics. Gonzàlez et al. (2003) and Eklund (1995) studied the relationship between ergonomic performance and quality by empirical applications in industrial contexts. Moreau M. (2003) developed an ergonomic risk assessment technique for design procedures at Peugeot-Citroën. He tried to reduce the ergonomic risks of critical stations in order to reduce the musculoskeletal diseases. He redesigned the workplace and he did not only improve the ergonomic conditions, but also decreased the cycle time- by 30%. Vieira and Kumar (2004) surveyed the literature on working postures. They stated that working postures are related to musculoskeletal health, directly. Authors claimed that, in order to prevent musculoskeletal diseases, information about working postures need to be collected and analyzed in a more systematic way. Battini et al. (2007)

presented an industrial case application in order to state the relationship between ergonomics and assembly line design. They improved the productivity of the considered line by 15% and reduced the fatigue levels and injuries for the operators, by the proposed procedure. Longo and Mirabelli (2009) proposed a two-step approach to design an assembly line for heaters production with considering ergonomic factors. The authors designed the product and the assembly line by using simulation, in the first step. Then, in the second step, they balanced the line effectively and obtained a better case with better ergonomic conditions. Otto and Scholl (2011) claimed that by balancing an assembly line effectively, ergonomic risks of the workplace can be decreased substantially. They rebalanced an assembly line and showed that all stations lie under the critical acceptable ergonomic risk level without increasing the total number of workstations. More recently, Baykasoglu and Demirkol Akyol (2014) studied the cumulative effect of repetitive tasks and make ergonomic risk assessment on assembly lines.

3. OCCUPATIONAL REPETITIVE ACTIONS (OCRA) METHOD

OCRA method is firstly introduced by Occhipinti (1998) and there are many research attempts that study OCRA index through those years. Thus, OCRA method is the only technique that is suitable for assessing ergonomic risks in assembly lines. If there is more than one task in a workstation, OCRA index is calculated for the whole station (not task by task). By this way, the cumulative effect of the repetitive tasks can be considered. OCRA method is convenient for the systems which have a mechanical material handling equipment such as conveyor belts. OCRA method analyzes the upper limbs of the body such as, hands, wrists, elbows and shoulders.

OCRA index is an ergonomic risk assessment method which is appropriate for ergonomic analysis of repetitive tasks at high frequency. OCRA index is especially used for analyzing upperlibs such as hand, wrist, elbow and shoulder. Also, it performs ergonomic analysis for each part of the body separately (left and right). OCRA index is calculated by as follows:

OCRA index = Actual frequency / Recommended frequency (1)

In the relevant literature, repetitive tasks are tasks that are characterized by repeated work cycles. Technical actions are basic manual actions that have to be executed within the work cycle, such as holding, turning, pushing, cutting, moving, controlling, rotating, painting etc. Frequency of actions is the number of technical actions per minute. Frequency of actions and recommended frequency are calculated by as follows:

$$Actual\ frequency = \frac{Number\ of\ technical\ actions\ within\ a\ cycle}{Station\ time} * 60$$

(2)

Recommended frequency = *CF* * *PM* * *FM* * *RM* * *ARF* * (*RcM* * *DuM*) (3)

where *CF* is the constant of frequency of technical actions per minute, *PM* is the posture multiplier, *FM* is the force multiplier, *RM* is the repetitiveness multiplier, ARF is additional risk factors multiplier, *RcM* is the lack of recovery period multiplier, and DuM is the multiplier for the overall duration of repetitive tasks during a shift. *CF* is a constant value (EN 1005-5, 2007). All multipliers except *CF* are between 0–1. These parameters are equal to 1 for ideal conditions and decrease to 0 as the risk level increases.

CF multiplier is assumed to be 30 for ideal conditions. Ideal conditions illustrates a working environment that a shift takes 480 minutes at most, and there are at least 1 lunch break of 30 minutes and 2 coffee breaks of 10 minutes (1 must be before lunch break, and the other one must be after the lunch break.) Posture is the positions and movements of the upper limbs of an operator in order to execute a task. Four fundamental upper limbs are analyzed for the posture multiplier: hand, wrist, elbow and shoulder. Force is the physical effort applied by the operator in order to execute technical actions. If there is no need to implement any force, the force multiplier will be equal to 1. Otherwise, force multiplier is a function of the average force level. Repetitiveness occurs due to executing repetitive tasks at high frequency. If the cycle time is greater than 15 seconds and/or the same technical actions of upper limbs are operated less than 50% of the cycle time, there occurs low repetitiveness and the repetitiveness multiplier will be equal to 1. Otherwise, there is high repetitiveness and the corresponding multiplier will be 0.7. Additional risk factors defined as additional, because they present temporarily such as: the use of vibrating tools, precision of placement exposure to cold or hot, exposure to inconvenient lightening, exposure to noise, the use of gloves, requirement for sudden or fast movements, etc. *RcM* and *DuM* multipliers do not change according to the tasks; they change according to the working environments. For the ideal conditions *RcM* and *DuM* take the values 0.6 and 1, respectively.

4. INDUSTRIAL APPLICATION

In order to deal with the NP-hard and complex nature of the problem a constructive randomized search algorithm is proposed. The proposed heuristic approach is applied to solve an industrial case. The industrial case is presented at a harness production company which manufactures cable networks for automotive sector.

The company studied in this chapter is established in 1997, in İzmir. It is a multi-national company, whose origin is USA, with a production volume of 10,687,235 hours/year. The company produces harness, namely cable network for automotive industry. In other words, the company under consideration is a supplier industry enterprise for automotive sector. Harness is an integrated number of cables that transmits electricity from one point to another in order to enable some functions such as heating, air conditioning, listening to radio, security, etc. A cable network (harness) that is produced at the mentioned company is illustrated in Figure 1.

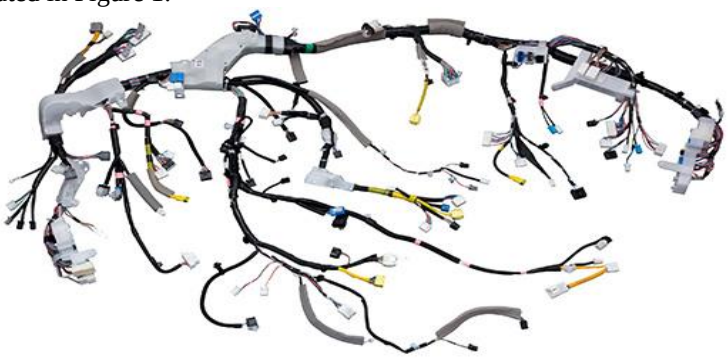


Figure 1 Cable network (Baykasoğlu et al., 2013)

Figure 2 represents the cable network of an automobile. The cable networks of the automobile looks like blood vessels of human body. Just like blood vessels transferring blood, harnesses also transmit electricity for automobiles.

The harness production company has two main production areas; cable cutting area and final assembly area. In cable cutting area, cables are cut according to defined length using general assignment which is independent from customer or product. After cutting operation, cut leads are distributed to related final assembly area to produce harness. Assembly area contains sub assembly, assembly, post prep and test area. During manufacturing system design, operator assignment should be done by taking care of eliminating cross movements by station lay out and operational ergonomic constraints. Operational ergonomic constraints are defined. Operator assignment to stations is done according to upper and lower level groups in accordance with defined constraints. As a consequence, during operator assignment to stations assigning similar work elements to station will provide assigning correct operator to the correct station.

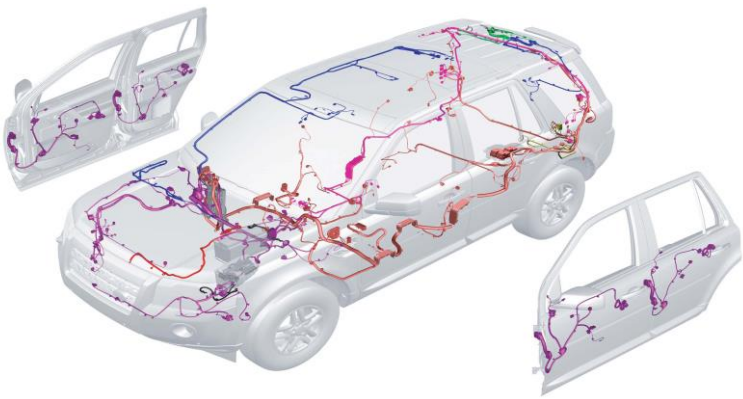


Figure 2 Cable network of an automobile (Baykasoğlu et al., 2013)

Start up of new products, product design change or customer demand change, drives new manufacturing system design or revision of present serial manufacturing design necessity. There is need for assign works to stations to assure productivity target by considering work priority alternatives, ergonomic factors and quality expectations in assembly area that has various models and variable demand. In present situation, this process is done manually by methods engineers, by considering all constraints and targets. Although

all constraint and targets are considered, it is difficult to find an optimum result as all constraints and targets affect each other in different way. In light of the foregoing, we analyze the problem occurred at the company separately. The problem is divided into three main problems which have to be solved simultaneously: subassembly line balancing, main assembly line balancing, layout problem of stations of the two assembly lines in order to minimize transactions between two lines. The layout of the subassembly and main assembly lines are illustrated in Figure 3. The straight line is the subassembly line that feeds the main assembly process. Subassemblies are transported to the main line in order to form the final product.

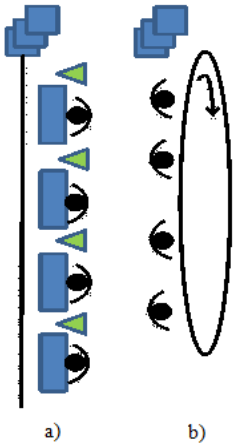


Figure 3 Layout of the subassembly and main assembly lines a) Subassembly line b) Main assembly line

5. CONCLUSION

Human factors and ergonomics play an important role in labor intensive assembly lines. In this study, a harness production company that is located in Izmir is presented and the proposed solution technique is applied on the proposed company. In order to develop a satisfactory solution, we analyze the present problem and divide into three problems, such as subassembly line balancing, main assembly line balancing and layout problem. We used the rule based constructive randomized search heuristic to sub and main ALBPs. Also, we applied OCRA method for ergonomic risk assessment. For solving the layout problem, we performed a basic quadratic assignment procedure. Although the layout problem is beyond the scope of this study, we basically explained the solution procedure. Finally, we applied the proposed solution technique and find out 24 different solutions with regard to different sequences of goals. One of the 24 solutions is selected to be implemented at manufacturing area. Results showed that although total number of transportations is decreased by the proposed solution, serious actions must be taken immediately due to the poor ergonomic conditions of the workplace.

REFERENCES

Battini, D., Faccio, M., Persona, A., and Sgarbossa, F. 2007. “Linking ergonomics evaluation and assembly system design problem in a new integrated procedure.” In the Proceedings of the 19th International Conference on Production Research, Vicenza Italy.

Baykasoglu, A., Demirkol Akyol, Ş., Taşan, A.S., Özmehmet Taşan, S., Çimen, T., Özen, B., Aktaş, N., Tarki, G. & Boz, O. (2013). Otomobil kablo demeti üretiminde ergonomik risk faktörlerini dikkate alan montaj hatti dengeleme. 19. Ulusal Ergonomi Kongresi, 801–808.

Baykasoglu, A. and Demirkol Akyol, Ş. (2014). “Ergonomik montaj hattı dengeleme.” Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University 29 (4): 785–792.

Berk, M., Önal, B., and Güven, R. (Ed.) (2011). “Ministry of Labor and Social Security of the Republic of Turkey, Directorate General for Occupational Health and Safety, Handbook of Occupational Diseases.” [In Turkish: Çalışma ve sosyal güvenlik bakanlığı iş sağlığı ve güvenliği genel müdürlüğü (İSGGM). Meslek hastalıkları kitabı]. Matsa Press, Turkey: Ankara.

Eklund, J.A.E., (1995). Relationships between ergonomics and quality in assembly works. Applied Ergonomics, 15-20.

EN 1005-5, European Committee for Standardization 2007. “Safety of machinery–human physical performance–part 5: Risk assessment for repetitive handling at high frequency.” Management Centre, Belgium: Brussels.

Fişek, A.G. (2013). “Yeni dönemde (6331 s.k. sonrası) değerlendirmeler – 1”. Çalışma Ortamı Dergisi, 130, 8-12.

Gonzàlez, B. A., Adenso-Diaz, B., & Gonzàlez T.P., (2003).Ergonomic performance and quality relationship: an empirical evidence case. International Journal of Industrial Ergonomics, 33-40.

Longo, F., and Mirabelli, G. 2009. "Effective design of an assembly line using modeling and simulation." Journal of Simulation 3 (1): 50–60. doi:10.1057/jos.2008.18.

Moreau, M. 2003. "Corporate Ergonomics programme at automobiles Peugeot-Sochaux." Applied Ergonomics 34 (6): 29–34.

Occhipinti, E. 1998. "OCRA: A Concise Index for the Assessment of Exposure to Repetitive Movements of Upper Limb Ergonomics." Ergonomics 41 (9), 1290–1311. doi:10.1080/001401398186315.

Otto, A., and Scholl, A. 2011. "Incorporating ergonomic risks into assembly line balancing." European Journal of Operational Research 212 (1): 277–286. doi:10.1016/j.ejor.2011.01.056.

Vieira, E.R., and Kumar, S. 2004. "Working postures: A literature review." Journal of Occupational Rehabilitation 14(2): 143–159. doi:10.1023/B:JOOR.0000018330.46029.05.

OTOMOTİV SEKTÖRÜNDEKİ FİRMALARIN TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLERİNE KARŞI ALGILARI ÜZERİNE BİR SAHA ÇALIŞMASI

İsa Demirkol
Esenyurt Üniversitesi

Mustafa Cahid Ünğan
Sakarya Üniversitesi

Murat Ayanoğlu
Sakarya Üniversitesi

ÖZET

Tedarik zinciri risk yönetimi, tedarik zincirini olumlu veya olumsuz yönde etkileyebilecek değişkenlerin, olasılıkların belirlenmesi ve hesaplanması sürecindeki tahminler olarak tanımlanmaktadır. Bu çalışmanın amacı firmaların tedarik zincirinde karşılaştıkları risklere karşı algı düzeylerini ölçmektir. Çalışma kapsamında incelenen riskler tedarikçi riski, operasyonel risk, çevresel risk ve güvenlik riski bulunmaktadır. Kolayda örnekleme yöntemi kullanılarak 106 otomotiv yan sanayii firmasında veri toplanmış ve veriler tek örnek t testine tabi tutularak algılar ölçülmüştür. Sonuç olarak örneğe dahil olan firmaların en fazla makinelerin bozulma riski, zamanında teslim riski ve kaza riski konusundaki algılarının yüksek olduğu görülmektedir. Bulguların tedarik zinciri yöneticilerine karar süreçlerinde yardımcı olacağı umulmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Tedarik Zinciri Risk Yönetimi, Risk, Algı

PERCEPTIONS OF AUTOMATIVE FIRMS TOWARDS SUPPLY CHAIN RISKS: A SURVEY RESEARCH

ABSTRACT

Disruptions in any part of supply chain affect the whole supply chain. Because of this, supply chain risk management has become essential for competitive advantage and sustainable success.
Supply chain risk management is defined as projections in the process of identification and calculation of the probability of variables affecting supply chain either positively or negatively.
The aim of this study is to measure the level of perceptions of companies towards supply chain risks. Risks included in this study is categorized as supplier and transportation, operational, environmental and security. Data was collected from 106 automotive firms and analysed using one sample t-test To measure the perceptions. Results show that participating companies have high perceptions of machine breakdown, on time delivery, accident, and demand risks. It is expected that results will help supply chain managers in their decisions.

Keywords: Supply Chain Risk Management, Risk, Perception

1.GİRİŞ

Günümüzde mal ve hizmet piyasalarında yoğun rekabetin yaşanması, teknolojinin sürekli gelişmesi, mal ve hizmet piyasalarının yakınlaşması sebebiyle tedarik zincirine verilen önem sürekli olarak artmaktadır. İlk başlarda işletmelerde bir destek fonksiyonu olarak kabul edilen tedarik zinciri, günümüzün yoğun rekabet ortamında işletmelerin ayakta kalabilmesi ve büyüyebilmesi için ana fonksiyonlardan biri olarak kabul edilmektedir.

Tedarik zinciri yönetimi bir işletmedeki üretim, lojistik, malzeme, dağıtım ve ulaşım fonksiyonlarının koordinasyonu ile ilgilidir. Dolayısıyla işletmeler, tedarik süreçlerini ve teknolojilerini rekabette üstünlük sağlamak üzere nasıl kullanacakları üzerinde yoğunlaşmaktadır. Bu nedenle tedarik zinciri yönetimi, ürünlerin hem müşteri hizmet seviyesi gereksinimlerini karşılayıp hem de sistem genelindeki maliyetleri minimize etme amacıyla doğru miktarda, doğru yerde ve doğru zamanda olacak şekilde üretim ve dağıtımın yapılması için perakendecilerin, toptancıların, üreticilerin ve tedarikçilerin entegre edilmesi için bir dizi yaklaşım olarak tanımlanır (Ünğan, 2011).

Risk, her faaliyetin doğasında olan bir durum olarak kabul görmekte ve gelecekte ortaya çıkabilecek olayları analiz ederek potansiyel risklerinin belirlenmesi ve yönetilmesi için ölçülebilir kavramlar haline getirilmeye çalışılmaktadır. Risk aynı zamanda hedeflenen bir sonuca ulaşamama olasılığı veya istenmeyen bir olayın oluşma olasılığı ya da oluşması durumunda yaratacağı sonucun şiddeti olarak da ifade edilmektedir (Uzunçıbuk, 2005).

Tedarik zinciri risk yönetimi, tedarik zincirini olumlu veya olumsuz yönde etkileyebilecek değişkenlerin, olasılıkların belirlenmesi ve hesaplanması sürecindeki tahminler olarak tanımlanmaktadır. Tedarik zinciri riski, entelektüel (düşünsel, fikrî) gecikmeler, aksamalar, yanlış talep tahminleri, sistem arızaları, işletme içi aksaklıklar, satın alma hataları, stok problemleri ve kapasite sorunlarını içermektedir (Jung ve diğerleri, 2010). Tedarik zinciri riski yeni bir kavram değildir fakat risk türleri üretim sürecindeki değişmelere bağlı olarak gelişim göstermiştir. Dolayısıyla riski önlemek ve tahmin etmek için stratejiler geliştirme ihtiyacı ortaya çıkmaktadır.

Çalışmanın hedeflenen amacı doğrultusunda ve literatürdeki bilgiler çerçevesinde ekonomik risk, çevresel risk, güvenlik riski ve tedarikçi riskleri ile ilgili literatürde bazı çalışmalar bulunmaktadır. Fakat bu çalışma firmaların riske karşı algılarıyla ilgili ilk çalışma olma özelliğini taşımaktadır. Daha spesifik olarak bu çalışma aşağıdaki araştırma sorularına cevap vermeyi amaçlamaktadır:

1. Tedarikçi riski konusunda nasıl bir algı sergilenmektedir?
2. Operasyonel risk konusunda nasıl biri algı sergilenmektedir?
3. Güvenlik riski konusunda nasıl bir algı sergilenmektedir?
4. Çevresel risk konusunda nasıl biri algı sergilenmektedir?

Çalışmanın bundan sonraki kısımlarında literatür taraması, veri analizi, bulgular ve sonuç kısımları verilmiştir.

2.LİTERATÜR TARAMASI

Risk

Risk, çoğunlukla istenmeyen negatif bir olay şeklinde yorumlanmaktadır. Belli bir durumda, devam etmekte olan üretim, lojistik, iletişim, muhasebe ve ekonomi gibi süreçlerle ilgili bir faaliyette zarara uğrama olasılığıdır. Fakat başarılı bir şekilde yönetildiğinde şirketin stratejik karar noktalarının da farkında olması ile karlılık arttırıcı bir araçtır (Atan, 2007).

Dünyada işletmeler her geçen gün yaşamlarını tehdit eden çok sayıda riskle karşılaşmaktadır. Doğal felaketler, savaşlar, siber saldırılar ve finansal çöküşler karşılaşılan birçok riskli duruma verilebilecek örneklerdir. Risklerin çeşidi ve miktarı artmakta, risklere çözüm üretme ihtiyacı bir zorunluluk olarak işletme yöneticilerinin karşısına çıkmaktadır. Gerekli önlemlerin alınmaması ya da önceden risk ölçümleri tahmin edilememesi hâlinde kötü sonuçlara neden olabilmektedir. Dolayısıyla kitlesel ve bazen beklenmedik başarısızlıklar üretim, planlama, lojistik, muhasebe ve raporlamadaki kurumsal yönetişiminde risk yönetiminin önemi artırmaktadır (Kızılboğa, 2012).

Tedarik Zinciri Risk Yönetimi

Son yıllarda global ölçekte çok sayıda işletme tedarik zincirinde sorunlar yaşamaktadırlar (Sodhi ve Tang 2012). Bu sorunlar ve bunların sonuçları tedarik zincirinde risk yönetiminin rolünü gündeme getirmiştir (Narasimhan ve Talluri 2009). Bu kapsamda, literatürde tedarik zinciri riski ile ilgili çok sayıda farklı tanım bulunmaktadır (Ziegenbein, 2007; Kajuter, 2007). Tedarik zinciri riski, firmanın amaçlarına ulaşmasını etkileyen ve tedarik zincirindeki mal ve finansal bilgi akışı içerisindeki kesintilerle ilişkili olan risklerdir (Phofl vd, 2011).

Tedarik zincirinin herhangi bir halkasında meydana gelen bir aksaklık tüm zinciri etkilemektedir. Bu kapsamda, rekabet avantajı ve sürdürülebilir bir başarı sağlayabilmek için tedarik zinciri risk yönetimi önem kazanmıştır.

Tedarik zinciri riskleri aşağıdaki gibi tedarikçi riski, operasyonel risk, güvenlik riski ve çevresel riskler şeklinde sınıflandırılarak incelenmiştir.

Tedarikçi Riski

Tedarikçi riski, tedarik zincirini olumlu veya olumsuz yönde etkileyebilecek değişkenlerin veya olasılıkların belirlenmesi ve bu süreçteki hesaplamalar olarak tanımlanmaktadır. Tedarikçi riski entelektüel (düşünsel, fikri) gecikmeler, aksamalar, yanlış tahminler, sistem arızaları, işletme içi aksaklıklar, satın alma hataları, stok sorunları ve kapasite sorunlarını içermektedir (Jung ve diğerleri, 2010). Daha spesifik olarak tedarikçi riski, zamanında teslim, istenilen miktar ve kalitede teslim, tedarikçi ile bilginin doğru ve tam paylaşımı ayrıca doğru tedarikçi seçimi riski olarak sınıflandırılmaktadır.

Operasyonel Risk

Operasyonel risk konusunda üzerinde fikir birliği olduğu ortak bir tanım bulunmamaktadır. Daha doğrusu her şirketin kendi faaliyet alanına özgü bir tanımlama bulunmaktadır (Loder 2002). Operasyonel risk yönetimindeki en büyük zorluk, operasyonel riskin piyasa ve kredi riski gibi belirli bir piyasa ve kuruluş için standart nitelik taşımayıp her iş kolu için farklı olmasıdır. Yani operasyonel riskler, büyük oranda her firma ve her sektör için kendisine özgü farklı özellikler taşımaktadır (Kishalı ve Pehlivanlı, 2006). Genel anlamda operasyonel risk, yetersiz ve başarısız içsel süreçlerden, personel ve sistemlerden ya da dışsal olaylardan kaynaklanan doğrudan veya dolaylı zarar riskidir (Boyacıoğlu, 2002).

Güvenlik Riski

Kasıtlı veya kasıtlı olmayan bir şekilde ürün ve/veya tedarik zinciri varlıklarının kirlenmesi, hasar görmesi ve tahribatına sebep olabilecek olayların önlenmesi ve potansiyel risklere karşı tedarik zincirini korumak güvenlik olarak tanımlanabilir (Speiera vd., 2011).

Günümüzde bireysel ya da kurumsal ekonomik her türlü gelişme internet ve bilgi teknolojileri sistemlerine daha da fazla bağlı hale gelmektedir. Bunun sonucu olarak sistemler üzerindeki riskler daha fazla fark edilmekte ve önemli olarak görülmektedir. Güvenlik riski konuları arasında yer alan BT (bilişim teknolojileri) yönetiminin temel amacı; üst yönetimlere muhtemel BT risklerini görünür kılmak, BT birimlerinin performansı hakkında bilgi vermek ve BT'nin iş hedefleriyle uyumluluğunun güvencesini sağlamaktır (Özbilgin, 2011). Faisal vd. (2006) veri ve bilgi güvenliğine önem verilmemesi halinde işletme performansının bundan olumsuz etkileneceğini ifade etmiştir.

Çevresel Risk

Tedarik zincirine ait bir risk haritası oluşturmanın adımlarından biri çevresel değerlendirmedir. Bu değerlendirme doğrudan ya da dolaylı olarak firma faaliyetlerini etkileyen harici riskleri tespit etme, bu risklerin performans üzerindeki etkisini belirleme ve kontrol etme amacıyla yapılmaktadır. Risk yönetiminde çevresel değerlendirme yapılırken; artan ulaştırma maliyetleri riski, finansal risk, talep riski, bürokratik riski, ithalat ve ihracat riskleri, gibi risk faktörleri odak noktasını oluşturmaktadır.

Ulaştırma, günlük hayatın ve ekonomik sistemlerin devamlılığında gerekli bir hizmet türüdür. (Sun ve diğerleri, 2015). Talep riski ise piyasadaki belirsizliklerden doğar. Talep, fiyatların sabit olmadıkları bir dönem boyunca belirsiz olmaktadır. Dolayısıyla tedarikte yaşanan dalgalanmalara bağlı olarak belirsizlikler baş göstermektedir. Bürokratik risk hem ekonomik olarak çok gelişememiş hem de merkeziyetçi yönetimin hâkim olduğu ülkelerde görülmektedir. Bu risk türü, işletmelerin yatırım yapmasına ve diğer işletmelerle çeşitli sözleşmeler yapmasına engel olmaktadır (Duvanova, 2014). İthalat-ihracat riskleri arasında ise ürün bedelinin ödenmemesi, kur dalgalanmaları ve gümrük sorunları sayılabilir (Foeken ve Orsini, 2014; Shi ve diğerleri, 2015).

3.VERİ ANALİZLERİ VE BULGULAR

Bu çalışmada ana kütle olarak Türkiye'de otomotiv sektöründe faaliyetlerini sürdüren tüm işletmeler belirlenmiştir. Ancak Türkiye'deki faaliyetlerini sürdüren işletmelerin tamamından veri elde etmenin imkânsız olması ve çalışmanın kaynaklarının kısıtlı olması sebebiyle örnekleme yapılması uygun görülmüştür. Kolayda örnekleme yöntemi kullanılarak 106 otomotiv yan sanayii firmasında veri toplanmış ve veriler tek örnek t testine tabi tutularak algılar ölçülmüştür. Anket yoğun bir literatür araştırması sonucunda oluşturulup ankette yer alan ifadelerin tümü için 5'li likert ölçeği kullanılmıştır (1: çok düşük 2: düşük 3: ne düşük ne de yüksek 4: yüksek 5: çok yüksek)

Ankete katılan işletmelerin çalışan sayısı Tablo 1'de verilmiştir. Tablo 1'deki sonuçlara göre işletmelerin % 24,5'inin 101 ile 200 arasında çalışanı mevcuttur. Ayrıca sırasıyla % 24,5'nin 51 ile 100 arasında, % 22,6'sının 50 den az, % 17,9'u 500 den fazla, % 7,5'inin 201 – 300 arasında ve son olarak %2,8'inin 301-500 arasında çalışanı olduğu görülmektedir.

Tablo 1: Çalışan sayısı

Sayı	Frekans	Yüzde
=< 50	24	22.6
51 - 100	26	24.5
101 - 200	26	24.5
201 - 300	8	7.5
301 - 500	3	2.8
>500	19	17.9
Toplam	106	100,0

Tedarikçi riski, operasyonel risk, güvenlik riski ve çevresel risklere ilişkin yargılar analiz edilirken tek örnek t testi kullanılmıştır. Bu testle firmaların yargılar karşısında herhangi bir algıya sahip olup olmadıkları anlaşılmaya çalışılmıştır. Firmaların önermeler karşısında olumlu veya olumsuz algıya sahip olması örnek değerlerinin istatistikî olarak 3'e eşit olduğu, bulunması (olumlu veya olumsuz) ise örnek değerlerinin "3" den farklı olduğu anlamına gelir. Çünkü 3 veya 5'li bir ölçekte orta değeri temsil etmekte olup ne katılıyorum ne katılmıyorum veya ne düşük nede yüksek cevaplarına tekabül etmektedir. Eğer t değeri pozitif ise algının olumlu olduğu negatif ise algının olumsuz olduğu anlaşılacaktır (Ünğan vd, 2015). Değerlendirmeler %5 önem düzeyine (p) ve %95 güven aralığına göre yapılmış ve her bir ifadeye ilişkin ortalama, standart sapma, t istatistiği, önem düzeyi ve algıları verilmiştir.

Tedarikçi riskine ait algılar Tablo 2'de verilmiştir. Burada ölçeklere ait algıların olumsuz ve önemli oldukları görülmektedir. En yüksek ortalamaya sahip tedarikçi riskleri istenilen miktarda teslim riski, zamanında teslim riski ve istenilen kalitede teslim riski olarak sıralanmaktadır. En düşük ortalamanın ise ulaştırma riski olduğu görülmüştür. Bulgulardan en yüksek değerin 5 olduğu düşünüldüğünde firmaların riskleri genel itibariyle düşük oranda algıladıkları ifade edilebilir.

Tablo 2: Tedarikçi Riski

Yargılar	Ortalama	Standart Sapma	T	P	Algı
Zamanında Teslim Riski	2.3585	1.08837	-6.068	.000	Negatif
İstenilen Miktarda Teslim Riski	2.5547	1.18773	-6.460	.000	Negatif
İstenilen Kalitede Teslim Riski	2.1981	1.23766	-6.671	.000	Negatif
Tedarikçi İle Bilgilerin Doğru Paylaşımı Riski	2.1981	1.06386	-7.760	.000	Negatif
Ulaştırma Riski	2.1887	1.07892	-7.742	.000	Negatif

Operasyonel risklere ait algılar Tablo 3'de verilmiştir. En yüksek ortalamaya sahip makinelerin bozulma riski, kalifiyeli eleman bulunamama riski ve stok riski ölçekleri sahiptir. Negatif ve önemli algılar arasında en düşük ortalamaya sahip ölçekler; sistemin durması riski, kapasite yetersizliği riski ölçekleridir. Tedarikçi riskinde de olduğu gibi ortalama değerleri firmaların genel olarak operasyonel riski düşük oranda algıladıklarını ortaya koymaktadır.

Tablo 3: Operasyonel Riski

Yargılar	Ortalama	Standart Sapma	T	P	Algı
Makinelerin Bozulma Riski	2.5566	.97668	-4.674	.000	Negatif
Kapasite Yetersizliği Riski	1.9906	.99996	-10.393	.000	Negatif
Planlama Riski	2.0849	1.07010	-8.804	.000	Negatif
Stok Riski	2.0943	1.04679	-8.908	.000	Negatif
Sistemin Durması Riski	1.7547	1.00296	-12.783	.000	Negatif
Kalifiyeli Elemanın Bulunmaması Riski	2.3491	1.05146	-6.374	.000	Negatif
Bilgi Paylaşımı Riski	1.8868	.90838	-12.617	.000	Negatif

Güvenlik riskine ait algılar Tablo 4'de verilmiştir. Güvenlik riskine ait ölçeğin kaza riski ve yangın riski en yüksek ortalamaya sahip olduğu görülmüştür. Güvenlik riskinde en düşük ortalamaya sahip değişkenin terör riski olduğu gözlemlenmiştir. Tedarikçi riski ve operasyonel riskte olduğu gibi güvenlik riskinde de ortalamalara bakıldığında firmaların bu riski düşük seviyelerde algıladıkları görülmektedir.

Tablo 4: Güvenlik Riski

Yargılar	Ortalama	Standart Sapma	T	P	Algı
Bilişim Teknolojileri Riski	2.0566	.92407	-10.511	.000	Negatif
Terör Riski	1.5283	.86418	-17.533	.000	Negatif
Doğal Afet Riski	2.1509	.98360	-8.887	.000	Negatif
Yangın Riski	2.0943	1.00975	-9.234	.000	Negatif
Kaza Riski	2.4057	1.09352	-5.596	.000	Negatif

Çevresel risklere ilişkin algılar Tablo 5'de verilmiştir. Buradan karşılaşılan risklerin negatif ve önemli oldukları görülmüştür. En yüksek ortalamaya ait çevresel risk ölçeklerinin artan hammadde maliyetleri riski, ithalat-ihracat riski ve talep riski olarak sıralanmaktadır. Düşük ortalamaya sahip çevresel risk ölçekleri ise; artan tedarikçi maliyetleri riski olduğu gözlemlenmiştir. Tedarikçi, operasyonel ve güvenlik riskinde olduğu gibi çevresel risk konusunda da ortalamalar firmaların bu riski düşük oranlarda algıladıkları göstermektedir.

Tablo 5: Çevresel Risk

Yargılar	Ortalama	Standart Sapma	T	P	Algı
Finansal Risk	2.1321	1.02423	-8.724	.000	Negatif
Artan Tedarikçi Maliyeti Riski	1.9811	.89423	-11.731	.000	Negatif
Artan Hammadde Maliyeti Riski	2.4151	.90362	-6.664	.000	Negatif
Talep Riski	2.2453	.97406	-7.977	.000	Negatif
Bürokratik Risk	2.0377	1.07725	-9.197	.000	Negatif
İthalat-İhracat Riski	2.2075	1.10166	-7.406	.000	Negatif

4.SONUÇ

Bu çalışmada tedarikçi riski, operasyonel risk, güvenlik riski ve çevresel risk algı ölçekleri üzerinde durulmuştur. Bu çalışmadan elde edilen bilgiler risklerin ölçeklerinin ve bu ölçeklerin algıları konusunda tedarik zinciri profesyonellerine yardımcı olacaktır. Tedarikçi riskinde istenilen miktarda teslim riski, zamanında teslim riski konusunda önemli seviyede ve olumsuz algı sergiledikleri görülmüştür. Bu konuda optimum tedarikçi sayısı kullanmayı tavsiye edilmektedir. Operasyonel risk; makinelerin bozulma riski ve stok riski konusunda önemli ve negatif algı sergiledikleri görülmüştür. Güvenlik risk ölçeklerinde kaza riski ve yangın riski algılarının önemli ve olumsuz algı sergiledikleri görülmüştür. Son olarak çevresel risk ölçeklerinde talep riski, artan hammadde riski ve ithalat ihracat risklerinde önemli düzeyde ve olumsuz algıya sahip olduğu görülmüştür.

KAYNAKÇA

ATAN M., (2007), Türkiye Bankacllık Sektörü İçin Alternatif Bir Risk Derecelendirme Modeli, Ekonomik Yaklaşımı, Cilt: 18, Sayı: 61, ss. 33-59.

BOYACIOĞLU M. A., (2002), Operasyonel Risk ve Yönetimi, Bankacılık Dergisi, 43, 51-66.

DUVANOVA D. (2014), Economic Regulation, Red Tape, and Bureaucratic Corruption," World Development, pp. 298-312.

FAİSAL, M.N., Banwet, D.K., Shankar, R., (2006), Supply chain risk mitigation: Modeling the Enablers. Business Process Management Journal 12, 535–552.

FOEKEN, L., Orsini D. (2014), International Development and Import/ ExportWMDA, International Exchange of Cord Blood Products in Cord blood stem cells and regenerative medicine. Ed. Stavropoulos-Giokas, C. Charron D. and Navarrete, C., Elseiver Publishing.

JUNG K., Lim Y. and Oh J., (2010), A Model for Measuring Supplier Risk: Do Operational Capability Indicators Enhance the Prediction Accuracy of Supplier Risk, British journal of Management, Vol 22, 609-627

KAJÜTER, P. (2007), Risikomanagement in der Supply Chain. Ökonomische, regulatorische und konzeptionelle Grundlagen. In R. Vahrenkamp (Ed.), Risikomanagement in Supply Chains. Gefahren abwehren, Chancen nutzen, Erfolg generieren (pp. 13– 27). Berlin: Schmidt.

KIZILBOĞA R., (2012), Risk Yönetimi ve Ülke Uygulamalarında Risk Yönetim Modelleri, Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi, Yıl 4 Sayı 7

KİSHALI Y., Pehlivanlı D., (2001), Risk Odaklı İç Denetim ve IMKB Uygulaması, Muhasebe ve Finansman Dergisi, Nisan.

NARASİMHAN, R. ve Talluri, S. (2009), Perspectives on Risk Management in Supply Chains. Journal of Operations Management, 27(2):114–18.

ÖZBİLGİN İ. G., (2011), Risk ve Risk Çeşitleri, http://www.bilisimdergisi.org/s145

PFOHL, H.-C., Gallus, P., Thomas, D. (2011), Interpretive Structural Modeling Of Supply Chain Risks. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 41(9), 839–859.

SHİ K. Xu, J. ve Yin, Y. (2015), Input Substitution, Export Pricing, and Exchange Rate Policy. Journal of International Money and Finance, 51, 26-46.

SODHİ, M.S., Tang, C.S., (2009), Modeling Supply-Chain Planning Under Demand Uncertainty Using Stochastic Programming: A Survey Motivated By Asset– Liability Management. International Journal of Production Economics 121, 728–738.

SUN L., Rangarajan A., Karwan, M.H. ve Pinto, J.H. (2015), Transportation Cost Allocation on A Fixed Route. Computers and Industrial Engineering, 83, 61–73.

UZUNÇIBUK L., (2005), Yerleşim Yerlerinde Afet ve Risk Yönetimi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Kamu Yönetimi ve Siyaset Bilimi Anabilim Dalı (Kent ve Çevre Bilimleri), Doktora Tezi.

ÜNĞAN M. C., (2011), En İyi Tedarik Zinciri Uygulamaları ve Bir Saha Çalışması, Süleyman Demirel Üniversitesi İİBF Dergisi, vol 162.

ÜNĞAN M.C., Demirkol İ., Üstündağ A., (2015), İleri İmalat Teknolojileri ve Bir Saha Çalışması, Kastamonu Üniversitesi İİBF Dergisi, Sayı 6

ZİEGENBEİN A., (2007), Supply Chain Risk Assesment- A Quantative Approach. Proceedings Of The İnternational Conference on İnformation Systems, Logistics and Supply Chain

BİR GÜNEŞ ENERJİSİ SANTRALİ TASARIMI VE EKONOMİK ANALİZİ

Tuğçe Dikbaş
Pamukkale Üniversitesi

Özcan Mutlu
Pamukkale Üniversitesi

ÖZET

Bu çalışmada Denizli ilinde elektrik üretecek bir güneş enerjisi sistemi için bir fizibilite analizi yapılmıştır. Bu amaçla, güneş enerjisi santralinde kullanılan farklı ekipmanlar dikkate alınarak alternatif enerji sistemleri tasarlanmıştır. Bu sistemlerin üretim miktarları Meteonorm programından elde edilen meteorolojik veriler kullanılarak PVSOL yazılımı ile hesaplanmıştır. Her alternatif için yatırım, işletim maliyetleri ve gelirler tespit edilerek Geri Ödeme Süresi ve İç Karlılık Oranı yöntemleri ile eniyi alternatif belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir enerji, Güneş enerjisi

A SOLAR POWER PLANT DESIGN AND ITS ECONOMICAL ANALYSIS

ABSTRACT

In this study, a feasibility analysis is performed for a solar energy system that will produce electricity in Denizli. For this reason, various solar energy systems is designed by using different equipment used in the solar energy system. PVSOL software is used to calculate the production of these systems by using the meteorological data obtained from Meteonorm software. For each systems, invesment and operating costs and annual revenues are estimated and the best alternative is determined by using Payback Period and Internal Rate of Return methods.

Key Words: Renewable energy, Solar energy

1. GİRİŞ

Sanayi devrimi ile başlayan ve günden güne artan enerji talebi dünya üzerindeki fosil kaynakların hızla tükenmesine neden olmaktadır. Özellikle 1974 yılında ortaya çıkan petrol krizi dünya ülkelerini önemli ölçüde etkilemiştir. Petrol krizinden sonra farklı enerji kaynaklarının değerlendirilmesi gündeme gelmiştir (Erbaykal, 2008). Bunların yanı sıra fosil yakıtların kullanımından kaynaklanan çevresel sorunlar yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını giderek zorunlu hale getirmektedir.

Yenilenebilir enerji, doğadaki kaynaklardan elde edilebilen ve doğa tarafından daimi olarak takviye edilebilen ve çevreyi kirletmeyen enerji olarak tanımlanmaktadır. Güneş, rüzgar, dalga, jeotermal, hidrolik, hidrojen yenilenebilir enerji kaynaklarıdır. Bilindiği gibi, güneş dünyamız için en temel enerji kaynağıdır. Pratik olarak güneş enerjisi sonsuzdur ve diğer enerji türleri güneş enerjisinin farklı biçimlere dönüşümü ile ortaya çıkmaktadır.

Türkiye yenilenebilir enerji kaynakları açısından büyük bir potansiyele sahiptir. Özellikle bu potansiyel güneş enerjisinde ön plana çıkmaktadır. Bu nedenle, son yıllarda ülkemizde yenilenebilir enerji konusunda önemli bir farkındalık ortaya çıkmıştır (Varınca ve Gönüllü, 2006). Türkiye'nin enerji ihtiyacındaki dışa bağımlılığını azaltmak için yenilenebilir enerji kaynaklarını daha verimli bir şekilde kullanması gerekmektedir.

Güneş enerjisinden elektrik elde edilmesi, temel olarak iki farklı teknoloji ile sağlanabilmektedir. Bunlardan ilki, bu çalışmanın da konusu olan ışığın doğrudan elektrik enerjisine çevrilmesi prensibiyle çalışan fotovoltaik sistemler, ikincisi ise yüksek sıcaklık ilkesi ile çalışan yoğunlaştırıcı sistemlerdir.

Bu çalışmada radyasyon potansiyeli oldukça yüksek bir bölge olan Denizli ili içinde 5 MW'lık bir Güneş Enerjisi Santralinin (GES) fizibilite çalışması yapılmıştır. GES için gerekli tüm teknik ve ekonomik parametreler hesaplanmış farklı alternatifler tasarlanarak ekonomik olarak değerlendirilmiştir.

2. UYGULAMA

Bu çalışmada 5 MW güce sahip bir GES fizibilite analizi yapılacaktır. GES için güneş enerjisi potansiyeli yüksek olduğu belirlenen Denizli, Kaklık kasabası seçilmiştir. Bu amaçla güneş enerjisinden elektriğe doğrudan dönüşüm yapan fotovoltaik teknolojisi kullanılacaktır. GES mevcut şebeke ile paralel çalışacak ve üretilecek enerji belirlenen tarife bedeli üzerinden devlete satılacaktır.

Tesisin tasarımı için gerekli hesaplamalar PV*SOL yazılımları kullanılarak yapılmıştır. Güneş enerji sistemi için gerekli meteorolojik veriler tespit edilirken hem ulusal hem de uluslararası kurumlar tarafından oluşturulan veri tabanlarından faydalanılmış ve Kaklık bölgesi için aylık ve yıllık global radyasyon değerleri Meteonom programı ile tespit edilmiştir.

Güneş paneli üzerine güneş ışınlarını soğuran hücreler bulunduran ve fotovoltaik prensibe göre doğrudan elektrik üreten yapılardır. Bu çalışmada GES tasarlanırken 3 farklı güneş paneli kullanılmıştır. Panel 1 polikristal, 250 W gücünde, Panel 2 polikristal, 270 W gücünde ve Panel 3 monokristal, 280 W gücündedir. Güneş panellerinde doğru akım (DC) üretilir. Bu nedenle doğru akımın alternatif akıma (AC) çevrilmesi gerekmektedir. Bu amaçla kullanılan elemanlara evirici denir. Bu çalışmada 4 farklı evirici tipi dikkate alınmıştır. Güneş panellerinden daha fazla verim almak için güneş ışınlarının mümkün olduğunca dik gelmesi gerekir. Güneşin konumuna göre panelin açısını değiştiren sistemlere güneş takip sistemi denir. Bu çalışmada 3 farklı güneş takip sistemi (sabit, tek eksenli, ve çift eksenli) ele alınmıştır. Yukarıda açıklanan elamanlar kullanılarak 36 alternatif GES tasarlanmış ve bu tasarımların enerji üretim miktarları PV*SOL Expert 6.0 (R8) programı ile hesaplanmıştır. Tablo 1'de bu değerler verilmektedir.

Tablo 1. Alternatif GES'ler için enerji üretim miktarları

Sistem No	Güneş Paneli	Evirici	Güneş Takip Sistemi	Enerji Üretimi (MWh)
1.1	Panel 1	Evirici 1	Sabit	12889.98
2.1	Panel 1	Evirici 2	Sabit	12280.30
3.1	Panel 1	Evirici 3	Sabit	12279.69
4.1	Panel 1	Evirici 4	Sabit	11304.18
5.1	Panel 1	Evirici 1	Tek Eksen Güneş Takip Sistemi	15431.14
6.1	Panel 1	Evirici 2	Tek Eksen Güneş Takip Sistemi	15221.99
7.1	Panel 1	Evirici 3	Tek Eksen Güneş Takip Sistemi	15244.50
8.1	Panel 1	Evirici 4	Tek Eksen Güneş Takip Sistemi	14069.66
9.1	Panel 1	Evirici 1	Çift Eksen Güneş Takip Sistemi	16972.92
10.1	Panel 1	Evirici 2	Çift Eksen Güneş Takip Sistemi	16723.76
11.1	Panel 1	Evirici 3	Çift Eksen Güneş Takip Sistemi	16752.58
12.1	Panel 1	Evirici 4	Çift Eksen Güneş Takip Sistemi	15582.47
1.2	Panel 2	Evirici 1	Sabit	13485.67
2.2	Panel 2	Evirici 2	Sabit	12633.58
3.2	Panel 2	Evirici 3	Sabit	13293.85
4.2	Panel 2	Evirici 4	Sabit	12388.82
5.2	Panel 2	Evirici 1	Tek Eksen Güneş Takip Sistemi	16610.73
6.2	Panel 2	Evirici 2	Tek Eksen Güneş Takip Sistemi	15639.66
7.2	Panel 2	Evirici 3	Tek Eksen Güneş Takip Sistemi	16382.75
8.2	Panel 2	Evirici 4	Tek Eksen Güneş Takip Sistemi	15391.40
9.2	Panel 2	Evirici 1	Çift Eksen Güneş Takip Sistemi	18078.56
10.2	Panel 2	Evirici 2	Çift Eksen Güneş Takip Sistemi	17114.76
11.2	Panel 2	Evirici 3	Çift Eksen Güneş Takip Sistemi	17813.36
12.2	Panel 2	Evirici 4	Çift Eksen Güneş Takip Sistemi	16894.62
1.3	Panel 3	Evirici 1	Sabit	12804.82
2.3	Panel 3	Evirici 2	Sabit	12094.81
3.3	Panel 3	Evirici 3	Sabit	13045.87
4.3	Panel 3	Evirici 4	Sabit	12670.31
5.3	Panel 3	Evirici 1	Tek Eksen Güneş Takip Sistemi	15843.44
6.3	Panel 3	Evirici 2	Tek Eksen Güneş Takip Sistemi	15053.40
7.3	Panel 3	Evirici 3	Tek Eksen Güneş Takip Sistemi	16127.79
8.3	Panel 3	Evirici 4	Tek Eksen Güneş Takip Sistemi	15712.02
9.3	Panel 3	Evirici 1	Çift Eksen Güneş Takip Sistemi	17343.73
10.3	Panel 3	Evirici 2	Çift Eksen Güneş Takip Sistemi	16565.20
11.3	Panel 3	Evirici 3	Çift Eksen Güneş Takip Sistemi	17578.02
12.3	Panel 3	Evirici 4	Çift Eksen Güneş Takip Sistemi	17191.93

Tablo 1'deki veriler incelendiğinde güneş enerjisi ile elektrik üretiminde en önemli faktörün takip sistemi olduğu ortaya çıkmaktadır. Çift eksenli takip sistemi kullanılan alternatiflerde verimin daha yüksek olduğu görülmektedir.

5 MW'lık GES'in ekonomik olarak analiz edilirken aşağıdaki maliyet kalemleri dikkate alınmıştır.

- Mühendislik hizmetleri
- Makine ve teçhizat
- Sahanın hazırlanması ve inşaat işleri
- Projenin hazırlanması ve saha gezileri
- Arazi bedeli
- Devreye alma
- Trafo ve enerji nakil hattı
- Lisans bedeli
- Beklenmeyen giderler
- Finansman giderleri
- Diğer (Bakım, Güvenlik, Sigorta vb.)

Bu maliyet kalemlerinin değeri belirlenirken ilgili kurumlardan veya bu konuda çalışan uzman görüşlerinden faydalanılmıştır. Elektrik enerjisinin satışından elde edilecek gelir hesaplanırken Yenilenebilir Enerji Kanununda (YEK) belirtilen tarife ücretleri baz alınmıştır. Tüm analizler 10 yıllık ekonomik ömür için yapılmıştır. Bu analizler sonucunda, alternatiflerin geri ödeme süresi ortalama 5 yıl

ve alternatifler arasında en yüksek iç karlılık oranı %20 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlardan Denizli bölgesine yapılacak bir GES'in oldukça iyi bir yatırım olduğu görülmektedir (Dikbaş, 2016).

5. SONUÇ

Genel olarak fosil yakıtlara bağımlı bir yapıya sahip olan elektrik üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının payı özellikle ülkelerin uyguladığı teşvikler ile her geçen gün artmaktadır. Türkiye güneş enerjisi açısından oldukça önemli bir potansiyele sahip olmasına rağmen bu potansiyeli yeterince değerlendirememektedir. Fakat 2014-2018 yılları arasında uygulanacak olan Onuncu Kalkınma Planı Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanarak enerji üretimini arttırması gerektiği, yenilenebilir enerjinin teşvik edilmeye devam edileceği, enerjide dışa bağımlılığı azaltmak için yenilenebilir enerjiden azami faydalanmanın gerektiği, yenilenebilir enerjide gerekli ekipmanlar için yerli imalat düzeyinin arttırılması gerektiği hususlarına vurgu yapılmaktadır (Özer, 2016). Malzeme biliminin gelişimine bağlı olarak güneş panellerinin hem kapasiteleri artmakta hem de maliyetleri azalmaktadır. Bu nedenle yakın bir gelecekte güneş enerjisinden elektrik üretmenin maliyetinin geleneksel sistemleri yakalayacağı tahmin edilmektedir.

KAYNAKLAR

Dikbaş, T., (2016) "Güneş Enerjisi Santralleri İçin Enerji Üretim Değerlendirmesi ve Ekonomik Analizi", Yayınlanmamış Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü.

Erbaykal E., (2008) "Disaggregate Energy Consumption and Economic Growth: Evidence From Turkey", International Research Journal of Finance and Economics, 20, 172-179.

Özer, Y. E., (2016) "Türkiye'nin Temiz ve Yenilenebilir Enerji Konusunda Karşılaştırmalı Analizi", Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 9(1), 137-155.

Varınca, K. B. ve Gönüllü M. T., (2006) "Türkiye'de Güneş Enerjisi Potansiyeli ve Bu Potansiyelin Kullanım Derecesi, Yöntemi ve Yaygınlığı Üzerine Bir Araştırma", Ughek'2006: I. Ulusal Güneş ve Hidrojen Enerjisi Kongresi 21-23 Haziran 2006, ESOGÜ, Eskişehir

DEĞER AKIŞ HARİTALAMA İLE ÜRETİM OPTİMİZASYONU VE İŞLETMENİN AKILLI MAKİNEYE GEÇİŞİ

Mehmet Dinç
Kocaeli Üniversitesi

Burcu Özcan
Kocaeli Üniversitesi

Salih Can Bulut
Kocaeli Üniversitesi

ÖZET

Günümüzde müşteri talebine hızlı cevap vermek ve kalitesi yüksek, fiyatı düşük ürünler sunmak büyük önem taşımaktadır. Son yıllardaki rekabet ortamında organizasyonların var olması, yaşamlarını sürdürebilmeleri ve pazar paylarını arttırabilmeleri öncelikle müşteri taleplerine olabildiğince fazla cevap verebilmeleri ile mümkün olmaktadır. Kendi sektöründe lider firma olabilmek için israfı ortadan kaldırmak ve etkin bir iş akışı gerçekleştirmek tüm firmaların hedefidir. Yalın üretim felsefesinin ulaşmaya çalıştığı hedefte budur. Değer Akışı Haritalandırma, kullanıcılara ne durumda olduklarını gösterir ve hangi israf oluşturan faaliyetlerin ortadan kaldırılması gerektiğini anlamalarını sağlar.

Öncelikle, belirlenen ürün ailesine ilişkin mevcut durum haritası çizilmiş ve mevcut durumda ürün akışında yer alan değer katan / katmayan faaliyetler açığa çıkarılmıştır. Daha sonra mevcut durumdaki israfı en aza indirebilecek bir gelecek durum haritası çizilerek gelecek durum için önerilen yalın akış gösterilmiştir. Daha sonrada mevcut durum ile akıllı makinalara geçildiğinde maliyet karşılaştırması ve geri dönüş süreleri hesaplanmıştır. Son olarak, çalışmanın bazı kısıtlarından bahsedilmiş ve gelecekte bu konu üzerine araştırma yapacaklara birtakım öneriler sunulmuştur.

Anahtar Sözcükler: Değer Akış Haritalama, İsraf, Yalın Üretim

VALUE STREAM MAPPİNG METHOD WITH PRODUCTION OPTİMIZATION AND CHANGE TO SMART MACHINE

ABSTRACT

Presently, it is very important to respond promptly to customer needs and serve high quality products with low prices. In the last years, organizations must pay attention on customer demands for surviving and also for increasing their market shares. In order to become a leader company in its own field, elimination of waste and performing an efficient flow shop scheduling is the main goal of all business corporations. The lean production philosophy also tries to reach that same target. Value stream mapping gives an idea to users about their current citation and necessity of which waste generating processes needs to be eliminated.

First of all, the current state map of the specified product was drawn and the valuea dded / non-value added activities in the current state of this product flow were displayed. Afterwards, the lean flow, proposed for the future state was shown by drawing a future state map which minimizes the waste in the current state. Finally, the limitations of this study and the potential for future research were discussed.

Keywords: Value Stream Mapping, Waste, Lean Production

1.GİRİŞ

Yalın üretim, değer katmayan her şeyin ortadan kaldırılması felsefesi üzerine kurulmuş bir üretim sistemidir. Yalın üretim felsefesinin kökeni Japon Toyota firmasının üretim sistemine dayanmaktadır. Womack ve arkadaşları tarafından 1990'da kaleme alınan "Dünyayı Değiştiren Makine" adlı eserde Toyota Üretim Sistemi yeniden *yalın üretim* olarak adlandırılmış ve bu adlandırma yaygın bir şekilde benimsenmiştir (Womack vd., 1990). Yalın üretim; gereksiz hiçbir şeyi bünyesinde bulundurmamayı amaçlayan, her türden israfı sistemden uzaklaştırmaya veya en az seviyeye indirmeye çalışan bir üretim sistemidir.

Yalın üretimin amacı; müşteri talebine yanıt verme noktasında oldukça hızlı hareket etmek, bunu yaparken de en etkin ve en ekonomik biçimde kaliteli ürünler üretmek için insan emeğindeki, stoktaki, pazara sunma zamanındaki ve üretim yerindeki israfı azaltmaktır. Yalın üretimde; fazla üretim, bekleme, ulaşım, gereksiz işlem, fazla stok, gereksiz hareket ve hatalı ürünler olmak üzere yedi tür israfın elimine edilmesine çalışılmaktadır.

Orijini otomotiv sektörü olan yalın üretim, daha sonraları *yalın düşünce* adıyla daha kapsamlı bir felsefeye dönüşmüştür. Womack ve Jones (2003)'e göre yalın düşünce; değerin tam belirlenmesi, değer akışının tanımlanması, değer akışının hiçbir kesinti olmadan sağlanması, çekme sisteminin çalıştırılması ve mükemmelliğin takip edilmesi şeklinde beş temel ilke üzerine kurulmuştur. Daha az kaynak ile daha çok çıktı elde etmenin yolunu arayan yalın üretimde kullanılan çok çeşitli araç ya da yöntemler bulunmaktadır. Üretim ortamındaki israf ya da israf kaynaklarının gün yüzüne çıkarılması noktasında kullanılan yalın yöntem ise Değer Akış Haritalama (DAH) yöntemidir. DAH, bir ürün ya da hizmet ailesinin akışı boyunca geçtiği proseslerin olduğu gibi resmini çekmekte ve daha önce hiç fark edilmemiş olan israf ya da israf kaynaklarını görünür hale getirmektedir. DAH "*görmeyi öğrenme*" olarak da adlandırılır.

Bu çalışmanın amacı bir imalat işletmesinde DAH yöntemini uygulayarak değer katan / katmayan faaliyet ya da süreleri belirlemek ve değer katmayan faaliyetlerin / sürelerin elimine edilmesine yönelik bir planlama geliştirmektir. Çalışmanın amacı doğrultusunda filtre sektöründe faaliyet gösteren bir imalat işletmesi ele alınmış ve bu işletmenin ürettiği ürünlerden birisine odaklanılarak bir DAH uygulaması gerçekleştirilmiştir. İlk olarak belirlenen ürün ailesine ilişkin mevcut durum haritası çizilmiş ve mevcut durumda ürün akışında yer alan değer katan / katmayan faaliyetler ve süreler açığa çıkarılmıştır. Daha sonra mevcut durumdaki israfı en aza indirebilecek bir gelecek durum haritası çizilmiş ve gelecek durumdaki yalın ürün akışı gösterilmiştir.

Çalışmanın geri kalanı şu şekilde düzenlenmiştir. İkinci bölümde konu ile ilgili literatür özeti verilmiştir. Yöntem başlıklı üçüncü bölümde çalışmada yararlanılan Değer Akış Haritalama yöntemi anlatılmıştır. Dördüncü bölümde yapılan uygulama çalışması ile uygulama sonucunda elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Beşinci bölümde mevcut durum ile akıllı makineye geçilmesi durumunda maliyetler karşılaştırılıp geri dönüş süresi hesaplanmıştır. Çalışma genel bir değerlendirmenin yapıldığı altıncı bölüm ile sonlandırılmıştır.

2.LİTERATÜR TARAMASI

Bu bölümde yalın üretim yöntemlerinden birisi olan ve özellikle yalın üretime geçişte işletmelerin yararlandığı DAH yönteminin uygulandığı çalışmalara ilişkin literatür özetine yer verilmiştir. Brunt (2000) çelik üretimine ilişkin tedarik zincirindeki değer akışını ele aldığı çalışmasında çelik üretim işletmesi, çelik hizmet merkezi ve birinci kademe parça tedarikçisi olmak üzere üç işletmenin değer akışını analiz etmiştir. Çalışmada değer akışı boyunca yapılabilecek potansiyel iyileştirmeler de tespit edilmiştir.

Ar ve Al-Ashraf (2012) otomotiv parçaları üreten bir imalat işletmesinde DAH yöntemini uygulayarak üretim akışında yer alan değer katan ve değer katmayan faaliyetleri belirlemeye ve gelecek durum için yalın bir üretim akışı önermeye çalışmışlardır. Haritalar işletmenin ürettiği ürünlerden birisi olan ön disk ürününe odaklanılarak çizilmiş ve gelecek durum haritası ile önerilen yalın akışa ulaşmak için izlenmesi gereken uygulama planı da oluşturulmuştur.

DAH yönteminin uygulama alanı sadece imalat sektörü ile sınırlı kalmamış, farklı hizmet sektörlerinde de uygulamaları olmuştur. Örneğin sağlık sektöründe; büyük bir hastanenin ameliyathanesinin kapasite kullanım oranının iyileştirilmesinde (Schwarz vd. 2011), büyük bir üniversite hastanesinin radyoloji departmanında (Karstoft ve Tarp, 2011), bir hastanenin acil servisinde (Efe ve Engin, 2012) kullanılmıştır.

Diğer uygulama alanları arasında turizm sektörü (Bogdanovic, 2013), inşaat sektörü (Arbulu, 2003), ayakkabı sektörü (Taylor, 2009), mevsimsel gıda endüstrisi (Tanco vd., 2013), pazarlama satış süreci (Barber ve Tietje, 2008) ve ürün geliştirme prosesi (Tyagi vd., 2015) yer almaktadır.
Literatürde DAH yönteminin uzantılarına ya da farklı yöntemler ile entegre edilerek kullanıldığı çalışmalara da rastlamak mümkündür. Bunlara örnek olarak; çok kriterli karar verme yöntemleri ve DAH (Yang ve Lu, 2011; Lu vd., 2011), bulanık mantık ve stokastik yaklaşım DAH kombinasyonu (Braglia vd., 2009), sürdürülebilir DAH (Faulkner ve Badurdeen, 2014) ve bulanık DAH
(Seyedhosseini vd., 2013) çalışmaları verilebilir.
Literatür incelendiğinde orijini otomotiv sektörü olan DAH yönteminin sadece otomotiv ya da imalat sektöründe uygulanmadığı, hizmet sektöründe de yaygın bir kullanım alanına sahip olduğu görülmektedir. Bu çalışmada DAH yöntemi imalat alanında, daha spesifik anlamda filtre üretimi yapan bir işletmede uygulanmıştır. Çalışma, farklı bir sektörde ve farklı bir işletmede uygulanmasıyla literatüre katkı sağlamak amacındadır.

3.YÖNTEM

Yalın üretimde; yalın düşünce biçimini desteklemek ve prosesteki akışlara tesir etmek amacıyla geliştirilmiş birçok yalın araç bulunmaktadır. Değer Akış Haritalama (DAH) da bu araçlardan birisidir. DAH yöntemi; bir ürüne, bir ürün ailesine ya da hizmete ilişkin değer akışı boyunca meydana gelen bütün spesifik aktivitelerin belirlenmesi esasına dayanmaktadır. DAH; bir ürün ya da hizmetin proses boyunca izlediği yolda yer alan kaynak ve bilgi akışının belirlenmesine ve anlaşılmasına yardımcı olan bir yöntemdir. Bir değer akışını göstermek için simge veya sembollerden faydalanan DAH, yalın üretimde israfın belirlenmesi ve proseslerde iyileştirme için bir plan oluşturulmasında kullanılan en etkili araçlardan birisidir.
DAH yöntemi uygulanırken sırasıyla aşağıdaki adımlar izlenir (Rother ve Shook, 1999, 9):

- Ürün / hizmet ailesinin belirlenmesi,
- Mevcut durum haritasının çizilmesi,
- Gelecek durum haritasının çizilmesi,
- Çalışma ve uygulama planının oluşturulması.

İlk iş olarak haritalama çalışmasının gerçekleştirileceği bir ürün ya da hizmet ailesi belirlenir. Üretim sektörü açısından bakıldığında, bir fabrikada üretilen ürünler içerisinden bir tek ürün ailesi seçilir ve bu ürün ailesine ilişkin kapıdan kapıya malzeme ve bilgi akışı haritalandırılır. Diğer bir ifadeyle; fabrikada yer alan her akış değil, odaklanılan ürün ailesine ilişkin akış haritalama çalışmasına konu olmalıdır. Üretim yapan bir işletmede üretilen her ürün ailesi ayrı bir DAH çalışması ile ele alınmalıdır. Tek bir harita ile bütün ürün ailelerinin gösterilmesi, son derece karmaşık bir harita ile sonuçlanacaktır. Bu ise DAH yönteminin doğasına ve amaçlarına aykırı bir durumdur (Rother ve Shook, 1999, 6).
İkinci adımda mevcut durum haritalandırılır. Rother ve Shook (1999) mevcut durum haritası oluşturulurken yapılması gerekenleri aşağıdaki şekilde sıralamışlardır:

- Mevcut duruma ilişkin bilgiler her zaman gerçek malzeme ve bilgi akış yolları üzerinde yürünerek toplanmalıdır.
- Kapıdan kapıya değer akışının bütününde hızlı bir yürüyüş yapılarak ise başlanmalıdır.
- Sondan, yani müşteriye doğrudan bağlı proseslerden başlanarak akışın başlangıcına doğru gidilmelidir.
- Haritalama çalışmasını yapanlar, kendilerinin elde etmedikleri standart süre ya da bilgilere bel bağlamamalıdır.
- Değer akışının bütünü, haritalama çalışmasını gerçekleştirenlerce haritalandırılmalıdır.
- Çizimler elle ve kurşun kalem kullanılarak yapılmalıdır.

DAH yönteminin üçüncü adımında ise gelecek durum haritalarının hazırlanması yer almaktadır. Gelecek durum haritaları her şeyiyle mevcut durum haritalarının aynısıdır. Tek fark mevcut durum haritaları ile belirlenen tespit ve fikirlerin gelecek durumun tasarımında kullanılmak üzere gelecek durum haritalarında yer almasıdır. Çizilen gelecek durum haritalarının ulaşılabilir olmasına ve işletmeyi ideale yaklaştıracak iyileştirmeler içermesine dikkat edilmelidir (Jimmerson, 2010, 45). Dördüncü ve son adımda ise gelecek durumun planlandığı uygulama planı bulunmaktadır. Uygulama planında ana hatlarıyla aşağıda verilen hususlar yer almalıdır (Jimmerson, 2010, 49):

- Nelerin yapılması gerektiği,
- Gerçekçi bir şekilde tamamlanması için ne kadar zaman gerektiği,

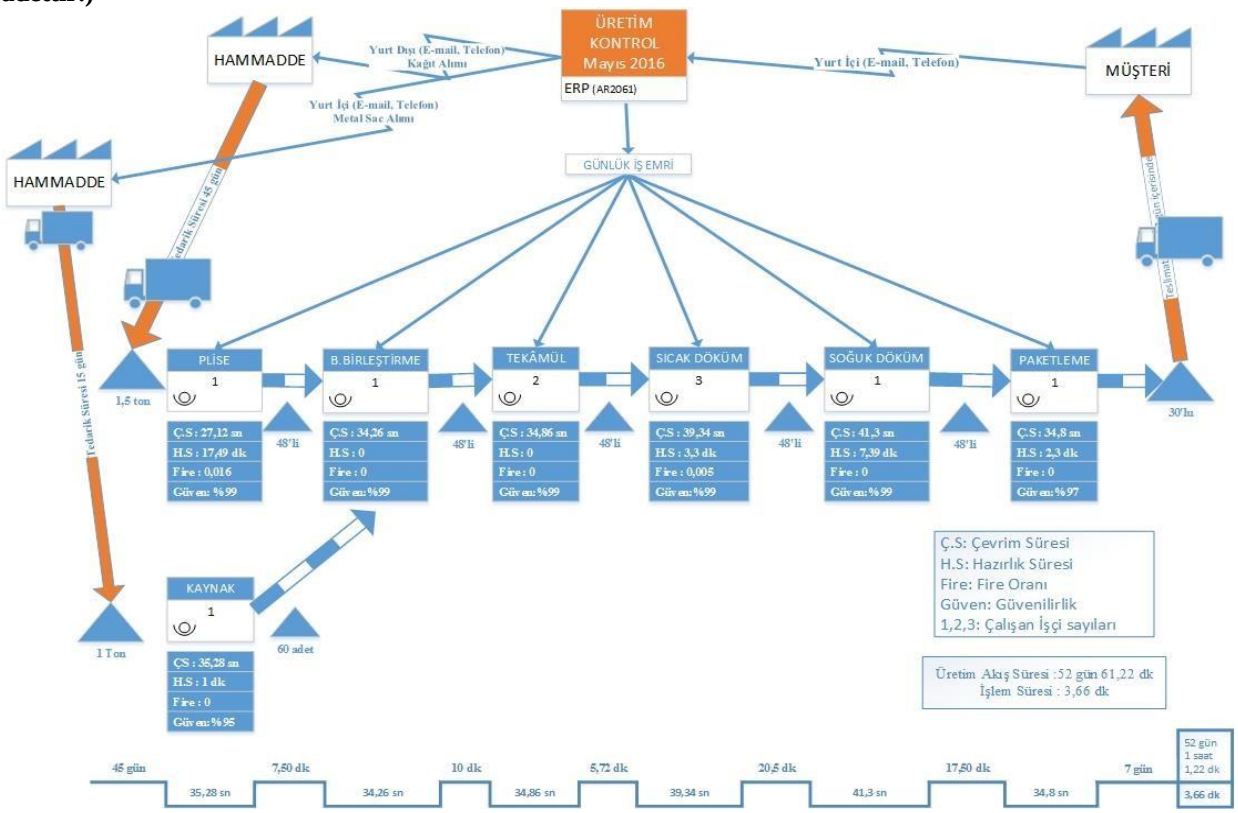
- Her bir iyileştirme için kimlerin sorumluluk üstleneceği,
- Her bir faaliyetten beklenen sonucun ne olduğu

4.UYGULAMA

Çalışmanın uygulaması filtre sektöründe faaliyet gösteren bir üretim işletmesinde gerçekleştirilmiştir. Araştırmaya konu olan işletme Sakarya'da faaliyet gösteren Asaş Filtre işletmesidir. Asaş Filtre işletmesinde çok sayıda ve farklı ürünler üretilmektedir. İşletmenin üretmekte olduğu ürünlerden bir filtre türü olan AR2061, DAH uygulaması kapsamında ürün ailesi olarak belirlenmiştir.

AR2061 filtre modeli çeşitli üretim aşamalarından geçerek üretilmektedir. Ürün akışına geçmeden önce üretim öncesi aşamadan kısaca bahsetmek faydalı olacaktır. Bayilikler, üretim planlama departmanına aylık tahmin ve haftalık sipariş doğrultusunda gereksinimlerini bildirmekte; üretim planlama departmanı da aylık ve haftalık sipariş doğrultusunda tedarikçilerden malzeme talebinde bulunmaktadır. Diğer bir ifadeyle bayilerin talepleri doğrultusunda ve üretim planlama ile malzeme ihtiyaç planlama (MRP) yazılımı aracılığıyla tedarikçiden malzeme talep edilmektedir. Tedarikçi ise malzemeleri temin ederek depoya teslim etmektedir. Şimdi sırada üretimin gerçekleştiği aşama yer almaktadır. Üretim departmanı, üretim programı doğrultusunda depodan malzemeleri temin ederek üretime başlamaktadır. AR2061 filtre modeli nihai ürün haline gelinceye kadar sırasıyla şu aşamalardan geçmektedir: Sac İşleme – Kaynak - Pliseleme – Süzücü Kenar Birlş. – Tekâmül – Sıcak Döküm – Soğuk Döküm - Paketleme. Bütün bu aşamalardan sonra ürünün prosesleri tamamlanmakta ve müşterilere sevkiyatı yapılmaktadır.

DAH uygulaması kapsamındaki ilk aşamada ürün ailesi olarak AR2061 filtre modelinin seçildiğinden bahsedilmişti. İkinci aşamada ise AR2061 filtre mevcut durum haritası çizilmiştir. Mevcut durum haritası çizilirken ürünün ilk adımdan son adıma kadar ürün akışında izlediği yol haritalandırılmıştır. Haritalama çalışması esnasında farklı zamanlarda ve çok sayıda gözlem yapılmış MTM yöntemiyle zamanlar belirlenmiş böylece üretim akışının başlangıçtan bitişe kadar eksiksiz bir şekilde mevcut durum değer akış haritasına aktarılması sağlanmıştır. Çalışanlara da teyit ettirildikten sonra mevcut durum haritası son halini almıştır. AR2061 filtre modeline ait mevcut durum haritası Şekil 1'de gösterilmiştir (ÇS: Çevrim Süresi, HS: Hazırlık Süresi, HO: Hurda Oranı, MS: Makine Sayısı, Güven: Güvenilirlik). Mevcut durum haritası incelendiğinde, üretim akış süresinin 52 gün 61,22 dk ve işlem süresinin ise 3,66 dk olduğu görülmektedir.(**Not: 61,22 dk olan bekleme süresinde makineden dolayı bekleme süresi 16,4 dk, insandan dolayı bekleme ise 44,82 dk'dır**). **(Not2: Ara stok seviyeleri 48'li paketler halinde 660 adettir.)**

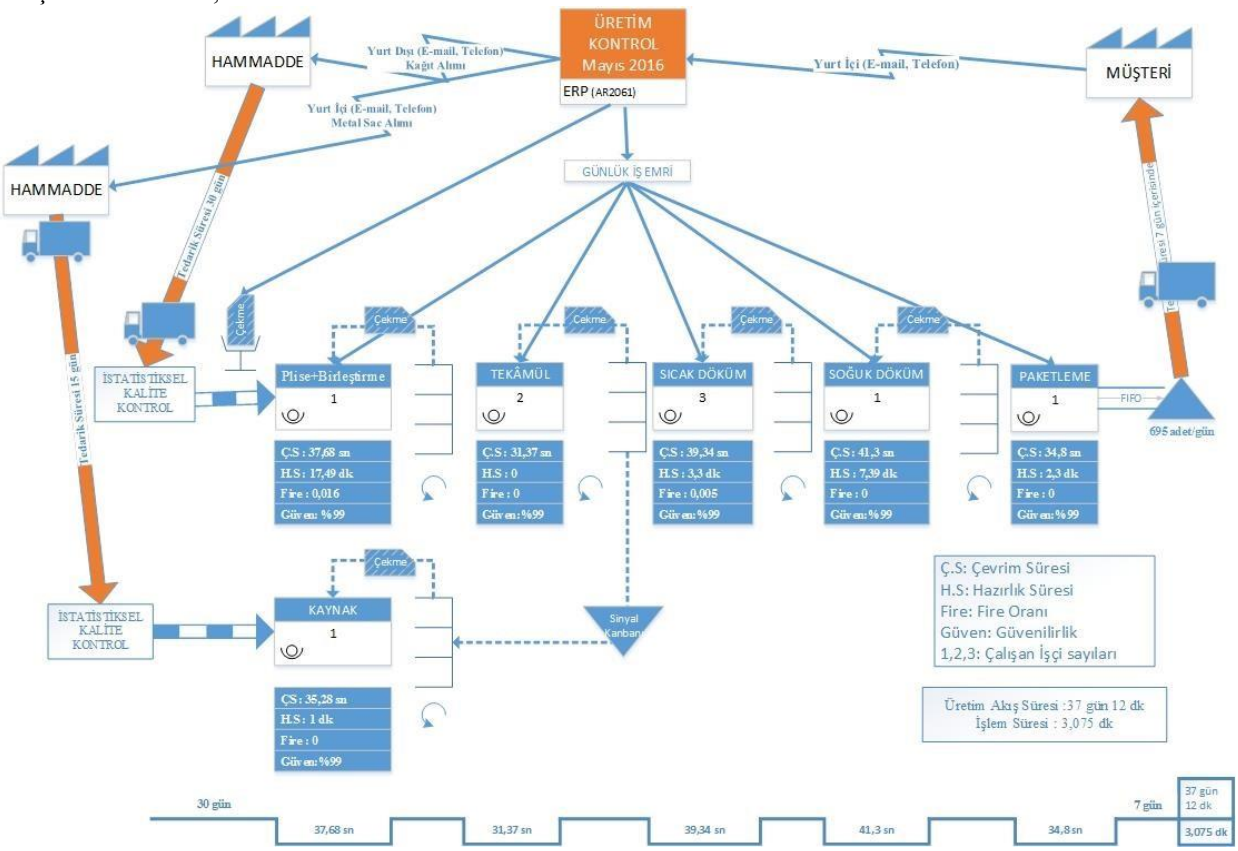


Şekil.1 AR2061 Filtre Mevcut Durum Değer Akış Haritası

Mevcut durum haritasının çizilmesiyle üretim ortamındaki birtakım sorunlar da açığa çıkmıştır. Tespit edilen temel sorunlar aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır:

- Prosesler arasında ara stoklar yer almaktadır.
- İş yükü dengesizlikleri görülmektedir.
- Üretim, malzemenin zamanında temin edilmemesinden kaynaklı zaman kayıpları yaşamaktadır.
- Zaman kayıpları kalite hatalarına da sebebiyet vermektedir.
- İtme sistemi görülmektedir.
- Yerleşim düzensizliğinden kaynaklı zaman kayıpları yaşanmakta ve prosesler arasında gereksiz taşımalar olmaktadır. Malzeme tanımlama vb. eksiklikler zaman kayıplarına neden olmaktadır.

DAH uygulamasının bir sonraki aşamasında ise gelecek durum haritasının oluşturulması bulunmaktadır. Mevcut durum haritasıyla tespit edilen sorunları ortadan kaldırmaya yönelik olarak çizilen gelecek durum haritası Şekil 2'de gösterilmiştir (ÇS: Çevrim Süresi, HS: Hazırlık Süresi, HO: Hurda Oranı, MS: Makine Sayısı, Güven: Güvenilirlik). Gelecek durum haritası ile önerilen durumda üretim akış süresi 37 gün 12dk ve işlem süresi ise 3,075 dk olmaktadır.



Şekil 2. AR2061 Filtre Modeli Gelecek Durum Değer Akış Haritası

Mevcut durumda yaşanan sorunların çözümü için bazı öneriler geliştirilmiştir. Prosesler arasında biriken ara stokları önlemek amacıyla Kanban sisteminin kurulması, çekme sistemine geçilmesi, malzeme transferinin FIFO ile kontrol edilmesi ve yük seviyelendirme yapılması düşünülebilir. İş yükü dengesizliklerinin Yamazumi ile giderilmesi; malzemenin zamanında temin edilmemesi nedeniyle üretimde meydana gelen zaman kayıplarını önlemek amacıyla da Kanban sisteminin kurulması, yük seviyelendirme yapılması ve malzeme transferinin FIFO ile kontrol edilmesi sağlanabilir. Kalite hatalarını en aza indirmek amacıyla Yamazumi uygulanması, yerleşim düzenlemesi ile 5S'ten yararlanılması; itme sistemini engellemek amacıyla Kanban sisteminin kurulması, Yamazumi uygulanması, çekme sistemine geçilmesi ve malzeme transferinin FIFO ile kontrol edilmesi düşünülebilir. Son olarak yerleşim

düzensizliğinden ya da malzeme tanımlamadaki eksiklikler nedeniyle yaşanan zaman kayıplarını önlemek amacıyla yerleşim düzenlemesi ile 5S'ten yararlanılması tercih edilebilir.
Bir toparlama yapılacak olursa; gelecek durum için yapılması düşünülen iyileştirme önerileri aşağıdaki gibidir:

- Kanban sisteminin kurulması (çekme kanbanı ve sinyal kanbanı),
- Çekme sistemine geçilmesi,
- Yerleşim düzenlemesinin yapılması,
- 5S uygulanması,
- Ürün karması seviyelendirme/yük seviyelendirme, yani bir zaman dilimi içerisinde üretim hacmine ürün karmasını seviyelendirme çalışması yapılması,
- FIFO sisteminden yararlanılması.

AR2061 filtre modelinin üretiminde gelecek durum haritasıyla önerilen yalın üretim akışına geçilmesi halinde Asaş Filtre işletmesinin önemli iyileştirmeler elde edebileceği öngörülmüştür. Bunlar aşağıda sıralanmıştır:

- Üretim akış süresi mevcut durumda 52 gün 61,22 dk, gelecek durumda 37 gün 12 dk şeklindedir. Diğer bir ifadeyle gelecek durum için önerilen yalın akışa geçildiğinde üretim akış süresinde azalma (iyileşme) olacaktır.
- İşlem süresi mevcut durumda 3,66 dk, gelecek durumda ise 3,07 dk şeklindedir. Yani, gelecek durum için önerilen yalın akışa geçildiğinde üretilen miktar 660'dan 695'e yükselmektedir.
- Mevcut durumdaki kalite hata oranı % 9.62, gelecek durumdaki kalite hata oranı ise % 6.12'dir. Bunun diğer anlamı gelecek durum için önerilen sisteme geçilirse kalitede % 36'lık bir iyileşme olacağıdır.

5.AKILLI MAKİNELEŞME

Yapılan üretim optimizasyonundan sonra işçilik giderleri, üretim ve taşıma maliyetleri hesaplanmış ve bunların yerini tutabilecek akıllı makine maliyetleri ile karşılaştırması aşağıda verilmiştir;

Yapılan İyileştirme	Adet	Ücret(aylık)/ Fiyat(adet)	Yıllık Kazanç(TL)
İşçiden Tasarruf	**1**	**1400**	**16 800**
Günlük Üretim Artışı	**35**	**(30 - 11)**	**159 600**
Toplam Kazanç			**176 400**

(Not: (30-11) ifadesinde 30 birim fiyatı, 11 ise üretim ve taşıma maliyetidir.)

Akıllı Makineye Geçiş İçin Gerekli Ekipmanlar	Adet	Fiyat(TL)	Maliyet(TL)
Makine 1(Robot Kol)	**3**	**7 500**	**22 500**
Makine 2 (Bant Hat ve Enjeksiyon Mak.)	**2**	**75 000**	**150 000**
Makine 3 (Paketleme)	**1**	**65 000**	**65 000**
Yazılım	**1**	**300 000**	**300 000**
Toplam Maliyet			**537 500**

Toplam Maliyet / Toplam Kazanç = Geri Dönüş Süresi
537 500 TL / 176 400 TL = 3,04 yıl
Yapılan iyileştirmeleri, Yatırıma dönüştürdüğümüzde Sistemin geri dönüş süresi 3,04 yıl olarak karşımıza çıkmaktadır. Gayet uygun bir yatırım olarak tabloda ve hesaplamalarda gözükmektedir.

6.SONUÇ

Bu çalışmada değer akış haritalandırma, üretim düzgünleştirme ve çekme sistemlerine bakılmış, farklı sektörlerden değer akışı haritalandırma örnekleri incelenmiş ve filtre fabrikasında uygulama yapılmıştır. Yalın üretim ve yönetim, israfları görmeyi ve ulaşılmak istenen durumu resmetmeyi sağlayan değer akış haritalandırma teknikleri hakkında bilgiler verilmiştir. Değer akış haritalandırma yöntemi ile daha önce farkına varmadığımız işlem süresi - üretim akış süresi arasındaki muazzam farkı görmüş olduk. Üretim akış süresinin yüksekliği de bir diğer dikkat çeken unsur olmuştur. Bu sebeplerle yalın üretim araçlarından yararlanılmasının önem ve gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Günümüzün rekabetçi piyasa koşullarında satış ve pazarlama üzerine odaklanan şirketler, geri planda yapabilecekleri diğer rekabet artırıcı unsurları gözden kaçırmaktadırlar. Piyasada rekabet edebilmek ve kar marjını yüksek tutabilmek için gerekli sayılan unsurlardan biri de kaliteden ödün vermeden maliyetleri olabildiğince düşürmek, maliyet liderliğine oynamaktır. Küresel ekonomik krizin ortaya çıktığı günümüz koşullarında, maliyetler firmalar için daha rahatsız edici bir durumdadır. Sürekli olarak maliyet azaltıcı tedbirler alınmakta, harcamalar kısılmaktadır. Maliyetleri azaltmaya yönelik birçok farklı girişim bulunmaktadır. Fakat maliyetlerde kalıcı düşüşler, verimlilikte ve üretkenlikte artışlar için en etkili yöntemlerden birinin yalın üretim tekniklerini uygulamak olduğunu unutmamak gerekir. Özellikle üretim yapan firmalarda yalın üretim ve yönetim tekniklerinden değer akısı haritalandırma ile içlerinde bulunduğu durumu daha iyi gözlemleyebilmelerini sağlamaktadır. Bu çalışmada da, yalın üretim tekniklerinden değer akısı haritalama ile yeni sistemin firmada ne gibi değişikliklere yol açtığını birlikte incelemiş olduk. Sonuç olarak, bu çalışmada bir sistemdeki israfların değer akış haritalandırma yöntemiyle kolayca fark edilebileceği görülmüştür. Değer akısı haritalandırma yöntemi bizim israfları kolayca fark etmemizi sağlamaktadır. Böylelikle ortaya çıkan israf kaynakları bütün is fonksiyonlarında çalışan insanların alışkanlıklarını değiştirmek zorunda bırakacaktır. Yönetim ve çalışanların yalın uygulamada bir rolünün olduğunu ve herkesin bu uygulamadan bir fayda sağlayacağını hissetmesi; şirket rekabetçiliğinin artması, daha iyi çalışma koşulları, yönetim ve çalışanlar arasında daha büyük bir güven ve müşteriye hizmette başarı duygusu olarak da kendini gösterecektir. Sürekli akış oluşturmak, çalışmak ve geliştirmek isçi, mühendis ve yöneticilerin el ele çalışmalarını gerektiren bitmeyen bir görevdir. Başarmak için organizasyondaki kişilerin islerin yapılış seklini değiştirmeye istekli olmaları gerekir. iyi tasarlanmış ve iyi yönetilen yalın hücrelerin herkesin faydasına olması bir avantajdır. Sürekli akış, organizasyonun rekabet gücünü arttıran uzun dönemli stratejilerin kilit bir öğesidir.

KAYNAKÇA

Birgün, S., Özkan, K. ve Gülen, K. G., (2006a), "Value Stream Mapping: A Case Study on Manufacturing Industry", IMS'2006: 5th International Symposium on Intelligent Manufacturing Systems Agents and Virtual Worlds.

Birgün, S., Gülen, K. G., and Özkan, K., (2006b), "A Case Study on Eliminating Waste from th the Business Processes", 15 International Business Congress, International Management Development Research Yearbook, Bosnia-Herzegovina, 41-46.

Braglia, M. ve diğ., 2006, A new value stream mapping approach for complex production systems, International Journal of Production Research, Vol. 44, Nos. 18–19.

Bushell, S. ve diğ., 2002. Site Visit: Discovering Lean Thinking at Progressive Healthcare, Journal for Quality and Participation, Vol. 25, No. 2, pp. 20- 25

Childerhouse, P. and Towill, D.R., (2003), "Simplified Material Flow Holds the Key to Supply Chain Integration", Omega, 31, 17 – 27.

A METHODOLOGY FOR NEW PRODUCT DEVELOPMENT BY USING QFD, FMEA AND ITS APPLICATION IN METAL PLATING INDUSTRY

Onur Doğan
İstanbul Technical University

Ufuk Cebeci
İstanbul Technical University

ABSTRACT

New product becomes critical in competitive environment shortening a product's lifecycle due to the rapidly changing technology and increasing consumer requirements. Quality Function Deployment (QFD) is one of the first steps of New Product Development (NPD) process. QFD is a concept that provides translating customer requirements into technical characteristics for product development. It uses House of Quality (HOQ) to develop product. Next step is to determine critical failure modes in product design. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) is a technique that aims to define failures and then remove or decrease their effects before they exist about system, design, process or service. In this method, the failures are sorted with respect to Risk Priority Number. By QFD, products are improved according to customers' needs. By FMEA, risks are detected in design stage of the product. The study presents an integrated QFD and FMEA methodology. The integrated methodology prevents some waste and loss and increases design quality and productivity. The methodology is used in metal plating process industry.

Keywords: FMEA, New Product Development, Metal Plating, Quality Function Deployment

1 INTRODUCTION

In increasing competition environment, the basic perspective is "to manufacture acting upon customer requirements", while, at the beginning, "It sells whatever it is manufactured". Current competitive business environment is characterized by following factors:

1. Rapidly changing technologies have made the product life cycles shorter.
2. Dismantling of trade barriers has resulted in globalization of the marketplace.
3. Customer expectations are ever increasing. (Anant Bellary, 1999)

As the product life cycles become shorter, continuous improvement in the new product development is critical to ensure survival and growth of manufacturing firms. Because of shortened product life cycles and the desire of firms to reduce the NPD cycle time, NPD speed has become an important research issue. (Ozer M., Cebeci U., 2010) To adapt fast and short time period in market, it is necessary that firms have to apply QFD to improve a product in parallel with customers' requirements and have to apply FMEA to determine the critical failure modes in the product design improved by QFD. This paper proposes an integrated QFD and FMEA methodology to develop new products.

Quality **F**unction **D**evelopment (QFD) is a method for developing a design quality aimed at satisfying the consumer and then translating the consumer's demand into design targets and major quality assurance points to be used throughout the production phase. (Akao, 1990). QFD has been carried out different subjects to develop customer satisfaction and to gain competitive advantages in the initial design stage of the product (Cohen, 1995). Delice and Gungor (Delice & Güngör, 2009) suggested a model which optimizes the product development and other application of the QFD using mixed integer linear programming and Kano model. Na et al. (Ll, Sun, Wei, & Zeng, 2012) converted customer needs to service requirement. Chen and Chou (Chen & Chou, 2011) studied on identifying service quality in a library.

If the product risks could be defined before manufacturing, product can be launched to market as soon as possible at a high quality level. One of the different standard approaches is Failure Mode and Effect Analysis. FMEA is a technique that aims to define failures and then remove or decrease their effects before they exist about system, design, process or service. In this method, the failures are sorted with respect to Risk Priority Number (RPN).

Hoseynabadi et al. (Hoseynabadi, Oraee, & Tavner, 2010) used FMEA for reliability of a wind turbine. Zammori and Gabbrielli (Zammori & Gabbrielli, 2011) proposed an developed FMEA, named analytic network process (ANP)/RPN. Yang et al. (Yang, Bonsall, & Wang, 2008) focused on a fuzzy rule-based Bayesian reasoning (FuRBaR) approach for sorting failures according to RPN in FMEA. While Zaim et al. (Zaim, ve diğerleri, 2014) Moldovan (Moldovan, 2013) Yung et al. (Yung, ve diğerleri, 2006), Sher (Sher, 2006) and Miguel (Miguel, 2005) focused on product development and design only using QFD, Hassan et al. (Hassan, Siadat, Dantan, & Martin, 2010), Chen and Ko (Chen & Ko, 2009), Korayem and Iravani (Korayem & Iravani, 2008), Almannai et al. (Almannai, Greenough, & Kay, 2008), Tan (Tan, 2003), Braglia et al. and Ginn et al. used in their studies both QFD and FMEA. Braglia et al. integrated the house of quality (QFD/HOQ) concepts to FMEA and house of reliability (HOR). In study of Chen and Ko, the RPNs was defined as fuzzy ordered weighted geometric averaging (FOWGA).

2 QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT (QFD)

The literature offers a number of definitions for QFD. Basically, it is a method for understanding customer outcomes and developing comprehensive product specifications. (Killen, Walker, & Hunt, 2005). QFD is a concept that provides translating customer requirements into technical characteristics for product development. It uses House of Quality (HOQ) to development product. HOQ, is a matrix that compares customer requirements and quality characteristics. It is the most important phase of QFD since it is in this phase that the customer requirements for the product are identified, and then technical measures and their priorities are determined.

QFD can be thought, according to Kotler's NPD process phases, in concept development and testing phase.

2.1 Steps of the QFD

Steps of the QFD are explained below briefly.

Step 1: Customer Requirements - "Voice of the Customer"

The first step in a QFD project is to identify who the customers are. Then, information is gathered from customers for the product. These requirements are rated the importance of each requirement on a scale from 1 to 5. This scale will be used later in the relationship matrix.

Step 2:* Technical *Characteristics - "Voice of the Engineer"
There are some technical requirements which the customers cannot identify. These requirements will be either technical or regulatory requirements. Regulatory requirements are such things as government legislation, safety requirements, quality and product standard requirements, classification requirements etc. Technical requirements occur because the company may have some specific plans for the new product.

Step 3: Relationship Matrix
The relationship matrix is where it is determined the relationship between customer needs and the company's ability to meet those needs. It is asked the question, "what is the strength of the relationship between the technical characteristics and the customer needs?". Relationships can either be "weak, moderate, or strong" and carry a numeric value of "1, 3 or 9". We demonstrate them as a symbols respectively, ▲, ■, ●.

Step 4: Interrelationship Matrix between Technical Characteristics
The roof of the house of quality, called the correlation matrix, is used to identify any interrelationships between each of the technical characteristics. Correlation matrix allows to identify which technical characteristics support one another and which are in conflict. Conflicting technical descriptors are extremely important because they are frequently the result of conflicting of customer requirements and consequently, represent points at which tradeoffs must be made.

Step 5: Customer Assessment
The customer assessment is a good way to determine which customer requirement is the most important and to identify areas to concentrate on in the next design. At right side of the house of quality, relatively importance score of each of customer needs are calculated. And then it is decided to which customer need is significant for product development. With comparing competitors can also be understood which customer requirement can provide a competitive advantage.

Step 6: Technical Assessment
Technical Assessment is to evaluate how your company performs in comparison to its most serious competitors. Similar to the customer assessment, the products are evaluated for each technical descriptors and weights are assigned all of them.

3 FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS (FMEA)

The FMEA discipline was developed in the United States Military in 1940s (Mikulak, Robin, & Michael, 1996). By the early 1960s, contractors for the U.S. National Aeronautics and Space Administration (NASA) developed for their obvious reliability requirements (Ebeling, 2001). FMEA in 1970s was used in nuclear establishments and since 1977 was implemented in the automotive industry. Citroen Company for the first time has used this technique and then Peugeot Company used FMEA. Now, this technique is usefulness for all organizations (Bahrami, Bazza, & Sajjadi, 2012).

The FMEA is an analysis procedure which documents all probable failures in a system within specified ground rules, determines by failure mode analysis the effect of each failure on system operation, identifies single failure points, and ranks each failure according to a severity classification of failure effect.

One of the best features of FMEA is its action manner rather than reaction in dealing with failure. In other words, this is an action before failure rather than after; because usually a lot of money will spend to resolve problems and damage caused (Bahrami, Bazza, & Sajjadi, 2012). Traditionally, applying FMEA has been done by developing risk priority number (RPN). RPN is the value obtained by the product of three components: The occurrence probability of a failure mode (P), the severity of the failure mode (S) and the detectability of the failure mode (D). Higher the value of the RPN higher is the risk associated with the corresponding failure mode. The purpose of RPN is to prioritize the failure modes of a product or system, so that the available resources can be effectively allocated (Mandal & Maiti, 2014).

4 THE DEVELOPED INTEGRATED METHODOLOGY

The suggested methodology includes a joint between QFD and FMEA techniques. In QFD stage, customer needs and technical characteristics are defined. Relations are evaluated between the needs and the characteristics. The most important characteristic is detected and it is the joint. A risk assessment is conducted using FMEA technique. In the developed system, QFD gives the answer of questions "What are the most important customer needs" and "What are the most important technical characteristics to meet the customer needs?" So, the firm focuses on the right option in its current system. FMEA also answers the questions "What may be possible risk for the determined characteristic?" and "What activities may avoid the potential failures?"

The flowchart of the integrated QFD and FMEA system shown in Figure 2 is briefly explained. In Figure 2, blue lines shows QFD stage and orange lines shows FMEA stage.

QFD Stage

- The new idea can belong to a new product or an available product to develop it. Result of the QFD study is that to meet customer needs, which customer requirement and technical characteristic are more important than others.
- According to the defined new idea, it is determined that what customer needs should be and to meet the needs, what technical characteristics should be.
- For a new product, conditions of the rivals are important. In order to compare with rivals, some data of the rivals is entered into the system to evaluate results. Data about rivals can be guessed by experts.
- In consideration of gathered data is entered house of quality.
- Relation matrix, correlation matrix (roof of the house) and competitors' data are filled into the house of quality.

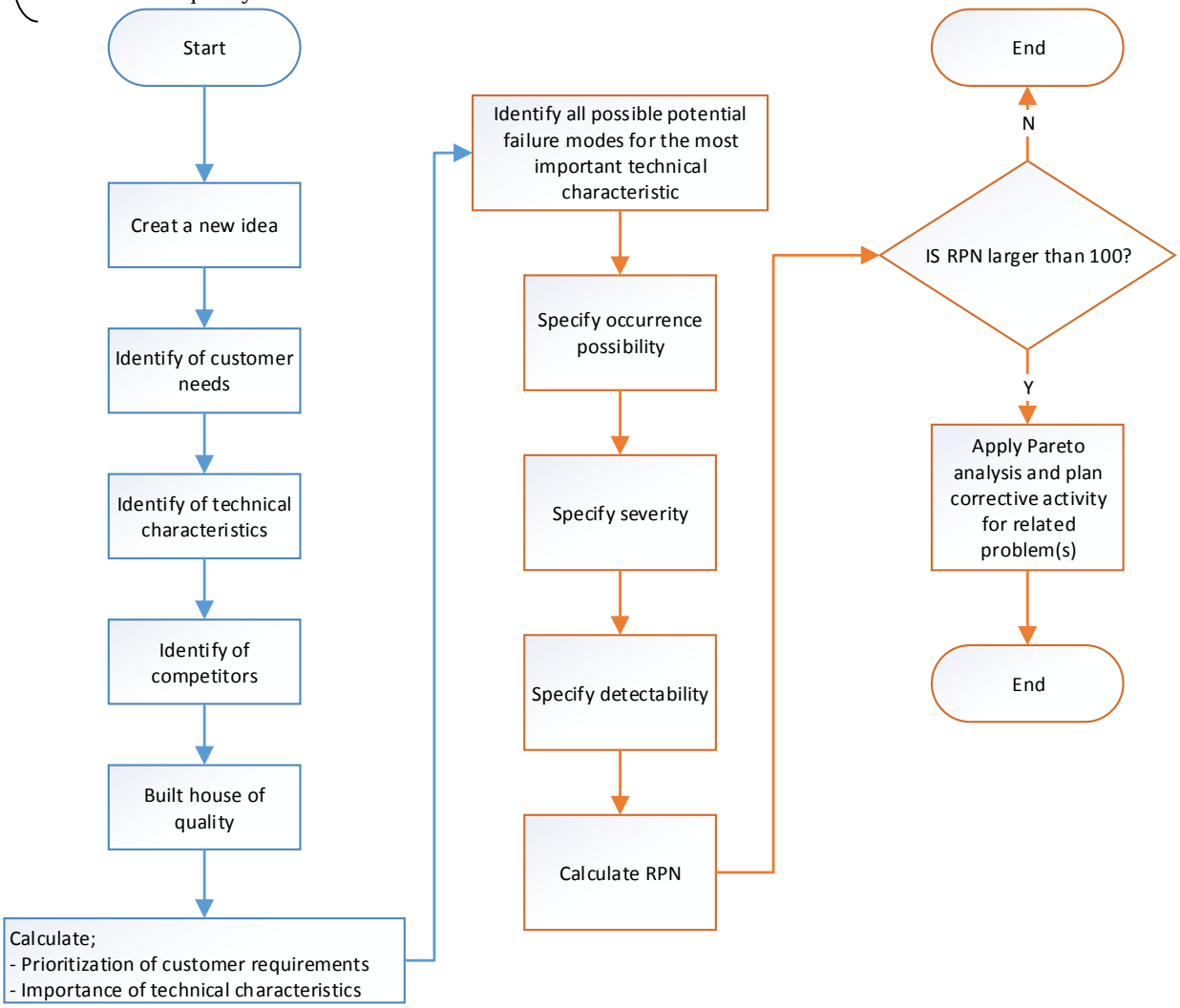


Figure 2. Flowchart of integrated QFD-FMEA system

FMEA Stage

- Prioritization of customer requirements (customer perception) and importance of technical characteristics (engineering measures) are calculated. QFD stage ends here.
- First step of the FMEA stage is to identify possible potential failure modes of the product for the technical characteristic which has the biggest importance.
- Specify for all possible potential failure modes possibility of occurrence, severity and detectability, respectively.
- Risk priority number is calculated. And it is controlled whether it is larger than 100 or not.

- For failure modes which is larger than 100, pareto analysis, which is based on the idea that 80% of a project's benefit can be achieved by doing 20% of the work or conversely 80% of problems are traced to 20% of the causes, is applied to determine root causes. Then some corrective activities are planned to avoid the causes.

5 INDUSTRIAL APPLICATION

The Intelligent System is applied in a metal plating firm which established in 1986. The firm has been growing by investing new equipment and having complete customer satisfaction.

By using the intelligent system, better ways for R&D at higher level of quality and meeting customer needs will be achieved. Data used in this paper was gathered by interviewing with managers from different departments such as quality management, marketing, production and public relations. For plating process, steps of the QFD will be established and finally HOQ will be explained by intelligent decision support system. The main aim of the firm is to meet exactly consumer needs and attain the quality by intelligent systems.

First, a HOQ is built with intelligent system and some technical calculations are made. Then, some suggestions are deduced from intelligent system. Finally, it is determined the most risky failure mode using FMEA technique for the result of the QFD.

The firm, generally, aims for keeping available quality level, reaching equal degree of other industry leadings by enhancing its technological infrastructure. As a result of these, the firm intends to increase customer satisfaction and production capacity. A technical group consisting of experts for QFD was created in the company and details of QFD application was told them.

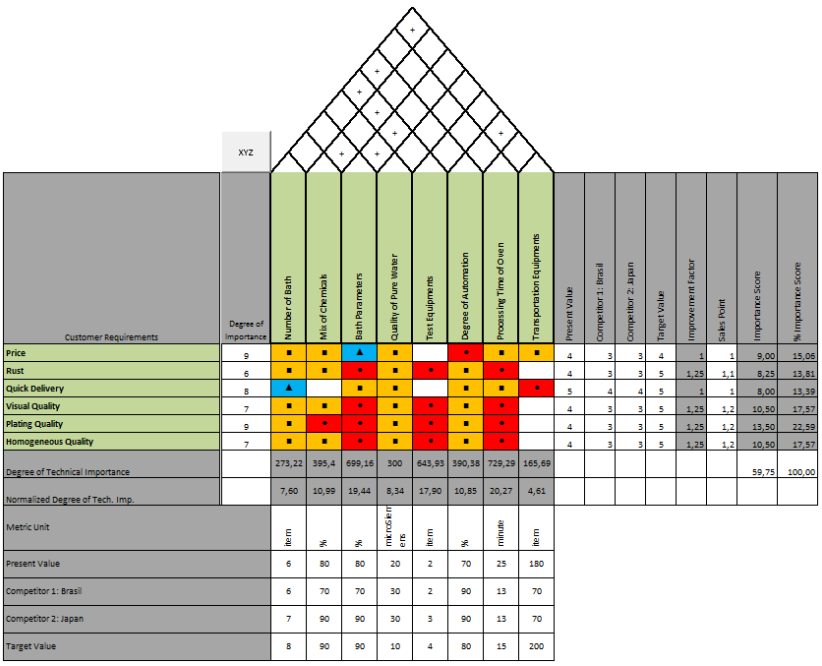
Customer needs are determined by considering all demands, complaints and satisfactions from customer by e-mail, phone and fax in last 5 years and data is entered the system (Figure 1).

After adding the customer requirements to house of quality, intelligent system is guided the user to "Technical characteristics" tab. Voice of the engineer which was determined before is entered to the decision system.

For benchmarking, two competitors that one of them from Brazil and the other is from Japan are determined. Some targets are set according to customers' level in customer assessment and technical assessment because becoming leader in sector, one of the aims of the firm, depends on this.

Competitors tab is the end of the entering data. Finally, after pressing "Add to House of Quality", intelligent system draws house of quality and shows to the user.

After data gathered from authorized group in the departments mentioned before was entered to the system, house of quality takes its final shape (Figure 3).



Customer Requirements	Degree of Importance	Number of Bath	Mix of Chemicals	Bath Parameters	Quality of Pure Water	Test Equipments	Degree of Automation	Processing Time of Oven	Transportation Equipments	Present Value	Competitor 1: Brasil	Competitor 2: Japan	Target Value	Improvement Factor	Sales Point	Importance Score	% Importance Score
Price	9	■	■	▲	■		●	■	■	4	3	3	4	1	1	9,00	15,06
Rust	6	■	■	●	■	●	■	●		4	3	3	5	1,25	1,1	8,25	13,81
Quick Delivery	8	▲		■	■		■	■	●	5	4	4	5	1	1	8,00	13,39
Visual Quality	7	■	■	●	■	●	■	●		4	3	3	5	1,25	1,2	10,50	17,57
Plating Quality	9	■	●	●	■	●	■	●		4	3	3	5	1,25	1,2	13,50	22,59
Homogeneous Quality	7	■	■	●	■	●	■	●		4	3	3	5	1,25	1,2	10,50	17,57
Degree of Technical Importance		273,22	395,4	699,16	300	643,93	390,38	729,29	165,69							59,75	100,00
Normalized Degree of Tech. Imp.		7,60	10,99	19,44	8,34	17,90	10,85	20,27	4,61								
Metric Unit		Item	%	%	micrometers	Item	%	minute	Item								
Present Value		6	80	80	20	2	70	25	180								
Competitor 1: Brasil		6	70	70	30	2	90	13	70								
Competitor 2: Japan		7	90	90	30	3	90	13	70								
Target Value		8	90	90	10	4	80	15	200								

The intelligent system can suggest some recommendations to user. So, the methodology facilitates a successful new product development implementation. User does not need detailed technical knowledge about QFD.

According to the intelligent system developed, some advices are presented (Figure 4).

- ***General Assessment***
  - Number of customer requirements and technical characteristics are enough for focusing important items.
- ***Voice of Customer Assessment***

- The most important customer requirement is "Plating Quality" with 22,59 % score. I think, you should dote on "Plating Quality".
- After reaching your targets, you should increase your target level in terms of 'Price' and 'Visual Quality' from your level to maximum level 5.
- Although 'Price' looks as if the most important customer requirement, when other factors are considered, 'Plating Quality' have more importance than it.

- ***Voice of Engineer Assessment***
  - The most important technical characteristic is "Processing Time of Oven" with 20,27 % score. I think, you should dote on "Processing Time of Oven". For example, you can alter its value from 25 min. to 15 min.
- ***Competitor Analysis***
  - When seen 'Present Value' of the firm according to voice of engineer, generally;
  - You look better than 'Competitor 1: Brasil.' Competitor 2: Japan' looks better than your firm. But if you achieve your objectives, you will be better.

According to outcomes of QFD, "Processing Time of Oven" is the most important technical characteristic and at the same time, it is the input for FMEA. Failure modes and recommended activities are determined by experts and company officials. At the end of the FMEA, for processing time of oven, the critical failure mode was found low corrosion. To prevent it, regular maintenance and control with litmus paper is advised for recommended activity. So, designing the product in parallel with customers' need is less risky. Table 1 shows only a part of the study.

Table 1. A part of FMEA for Processing Time of Oven

Potential Failure Modes	Reasons of the Failure	P	S	D	RPN	Recommended Activity	New P	New S	New D	New RPN
low coating thickness	long processing time	6	2	3	36	find appropriate time with Experimental Design	4	2	3	24
low corrosion	breakdown of resistance	7	5	6	210	regular maintenance	5	5	4	100
	less than 6 value of pH	6	5	4	120	control with litmus paper	5	5	2	50
poor coating	less than 18 concentration level	5	5	3	75	control before putting into the oven	4	5	3	60

6 CONCLUSIONS

Firms which analyze customer needs correctly and timely and at the same time, convert the analysis to product to market catch an advantage in front of rivals. When considered the first step of the converting process, QFD is a strong method. Defining potential failures before design is also important in terms of cost, time and customer satisfaction. FMEA is a useful technique to determine failure modes. So, in this study, an integrated methodology combining QFD and FMEA is applied in a firm plating metals. While QFD is applied, customer needs are determined considering voice of customers for the meeting customer requirements and technical characteristics are revealed. At first stage, customer requirements are determined by experts and complaint and offers coming from customers with email, fax or telephone. Then, to meet the requirements technical characteristics are determined. Finally, for comparing, 2 rivals are decided and their data are entered the system. In duration of developing with QFD application of available process, consumer needs and technical characteristics are analyzed. House of quality are drawn and commented by the intelligent system. Through the intelligent system, firms can basically apply a QFD study in one of the first steps product development process. Outcome of QFD is used the input for FMEA and for one technical characteristic, possible failure modes and their potential effects are determined. To avoid risk, some activities are recommended.

7 FURTHER RESEARCH

Future studies can expand our research by using different techniques like fuzzy approach while giving scale between 1-5 for present and target values and 1-10 for customer needs.
Design of Experiment (DOE) can be added to the FMEA in recommended activities part.
A software is used developed for QFD. It can be integrated with FMEA. According to collected data, we may apply a knowledge based and machine learning system to improve our software.

8 ACKNOWLEDGEMENTS

We thank to the management of Karakaya 86 company for their valuable support.
The NPD process of Karakaya 86 is granted by The Scientific and Technological Research Council of Turkey (TUBITAK).

9 REFERENCES

Akao, Y. (1990). Quality Function Deployment. Cambridge MA.: Productivity Press.

Almannai, B., Greenough, R., & Kay, J. (2008). A decision support tool based on QFD and FMEA for the selection of manufacturing automation technologies. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 24(4), 501-507.

Anant Bellary, D. M. (1999). New Product Development Process and Total Quality Management. Management of Engineering and Technology, 1999. Technology and Innovation Management. PICMET '99. Portland International Conference on.

Bahrami, M., Bazza, D. H., & Sajjadi, S. M. (2012). Innovation and Improvements In Project Implementation and Management; Using FMEA Technique. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 41, 418-425.

Chen, L.-H., & Ko, W.-C. (2009). Fuzzy linear programming models for new product design using QFD with FMEA. Applied Mathematical Modelling, 33(2), 633-647.

Chen, Y.-T., & Chou, T.-Y. (2011). Applying GRA and QFD to Improve Library Service Quality. The Journal of Academic Librarianship, 37(3), 237-245.

Cohen, L. (1995). Quality Function Deployment: How to Make QFD Work for You. Addison Wesley, Reading, MA.

Delice, E. K., & Güngör, Z. (2009). A new mixed integer linear programming model for product development using quality function deployment. Computers & Industrial Engineering, 57(3), 906-912.

Ebeling, C. (2001). An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering. New York, NY: Tata McGraw-Hill.

Hassan, A., Siadat, A., Dantan, J.-Y., & Martin, P. (2010). Conceptual process planning – an improvement approach using QFD, FMEA, and ABC methods. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 26, 392-401.

Hoseynabadi, H. A., Oraee, H., & Tavner, P. (2010). Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) for wind turbines. International Journal of Electrical Power & Energy Systems, 32(7), 817-824.

Killen, C., Walker, M., & Hunt, R. (2005). Strategic planning using QFD.

Korayem, M., & Iravani, A. (2008). Improvement of 3P and 6R mechanical robots reliability and quality applying FMEA and QFD approaches. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 24(3), 472-487.

Ll, N., Sun, X., Wei, Y., & Zeng, M. (2012). Decision Making Model Based on QFD Method for Power Utility Service Improvement. Systems Engineering Procedia, 4, 243-251.

Mandal, S., & Maiti, J. (2014). Risk analysis using FMEA: Fuzzy similarity value and possibility theory based approach. Expert Systems with Applications,, 41(7), 3527-3537.

Miguel, P. (2005). Evidence of QFD best practices for product development: A multiple case study. Journal of Quality and Reliability Management, 22(1), 72-82.

Mikulak, R. J., Robin, M., & Michael, B. (1996). The Basics of FMEA.

Moldovan, L. (2013). QFD Employment for a New Product Design in a Mineral Water Company. The 7th International Conference Interdisciplinarity in Engineering, INTER-ENG 2013, 12, 462-268.

Ozer M., Cebeci U. (2010). The Role of Globalization in New Product Development. IEEE Transactions on Engineering Management, Vol. 57, No. 2.

Sher, S. (2006). The application of quality function deployment (QFD) in product development—The case study of Taiwan hypermarket building. The Journal of American Academy of Business, 8(2), 292-295.

Tan, C. (2003). Customer-focused build-in reliability: a case study. The International Journal of Quality & Reliability Management, 20(2), 378-397.

Yang, Z., Bonsall, S., & Wang, J. (2008). Fuzzy rule-based Bayesian reasoning approach for prioritization of failures in FMEA. IEEE Transactions on Reliability, 57, 527-528.

Yung, K., Ko, S. M., Kwan, F. Y., Tam, H. K., Lam, C. W., Ng, H., & Lau, K. (2006). Application of function deployment model in decision making for new product development. Concurrent Engineering: Research and Applications, 14(3), 257-267.

Zaim, S., Sevkli, M., Camgöz, H., Demirel, O., Yayla, A., & Delen, D. (2014). Use of ANP weighted crisp and fuzzy QFD for product development. Expert Systems with Applications, 41(9), 4464-4474.

Zammori, F., & Gabbrielli, R. (2011). ANP/RPN: A multi criteria evaluation of the risk priority number. Quality and Reliability Engineering International, 28, 85-104.

PROTOTİP GELİŞTİRME SÜRECİNDE DEĞİŞİKLİKLERİN YÖNETİMİ

İsmail Durgun
TOFAŞ Ar-Ge

ÖZET

Sanal analizlerdeki gelişmeler otomotiv ürün geliştirme süreçlerinde prototiplere olan ihtiyacı her geçen gün azaltmak ile birlikte tamamen sıfırlayamamıştır. Ayrıca günümüzdeki rekabet ürün geliştirme sürelerinin azaltılması baskısını oluşturmaktadır. Bu nedenle prototip, maliyetlerinin yüksek ve sanal analizlere göre daha fazla zamana ihtiyaç duyması nedeni ile mümkün olmadıkça tercih edilmeyen bir süreçtir. Prototiplerin üretilmesi için de her geçen gün süreci kısaltan yeni yöntemler geliştirilmektedir. Fakat buna rağmen parçayı üretecek imalatçının belirlenmesi, siparişlerin oluşturulması, parçanın üretilmesi, parçaların temin edilip komple araç haline getirilmesi ve tüm prototiplerin tamamlanması uzunca bir süreçtir. Bu süreçte sanal analizlerde yapılmaya devam etmektedir. Sanal analiz sonuçları bazen prototiplerde değişikliklerin yapılmasını zorunlu kılmaktadır. Aksi takdirde yapılan prototipler ve bu prototiplerle ile gerçekleştirilecek testler anlamlı olmayacaktır.

Bu çalışmada prototip araçların gövdelerine gelen değişiklikler, değişiklik sebepleri ve nedenleri ile bu değişikliklerin maliyetleri detaylı olarak analiz edilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Prototip, Değişiklik Yönetimi, Ürün Geliştirme

MANAGEMENT OF MODIFICATION IN PROTOTYPE DEVELOPMENT PROCESS

ABSTRACT

Each passing day, developments in virtual prototyping analysis could not completely reset with the need to reduce in automotive product development process. Also today, reducing product development time is the pressure of competition. Therefore, prototype cost is high and because of the time needed more than virtual analysis, it is a process, not preferred unless possible. New methods also reduce the time for producing the prototypes being developed each passing day. But nevertheless, It is a long process for determination of the manufacturer to produce parts, creation of in order, the production of parts,, to be supplied parts into complete vehicles and the completion of all prototype. It continues to be the virtual analysis in this process. Virtual analysis sometimes requires modifications of the prototype. Otherwise made prototypes and tests will be carried out with these prototypes will not be significant.

In this study, It was analyzed in detail for modifications from the body of the prototype vehicles, and the reason for the modification the cost of these modifications and the reasons

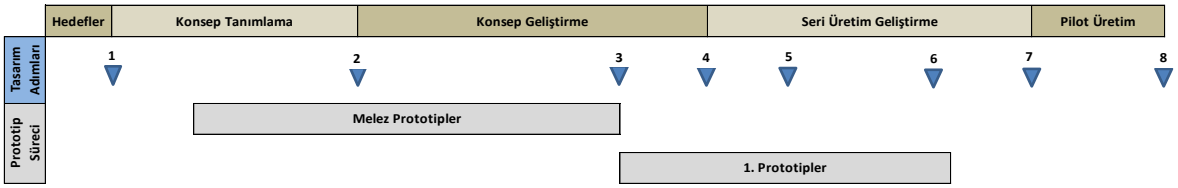
Keywords: Prototype, Modification Management, Product Development

1. GİRİŞ

Otomobil ürün geliştirme süreçlerinde rekabetin getirdiği baskı nedeni ile her geçen gün süreler kısalmaktadır. Bu da bir süreç tamamlandıktan sonra takip eden sürecin başladığı bir ürün geliştirme sürecinin uygulanmasını imkânsız kılmaktadır. Artık günümüzde süreçler iç içe girmiş durumdadır. Bu nedenle süreçlerdeki hataların azaltılması ve süreçler sonunda en uygun ürünün elde edilmesi için tüm paydaşların süreçlere katılımı zorunlu olmaktadır. Süreçlerdeki süre baskısı prototip araç üretimi yapılmaksızın ürün geliştirilmesini istese de günümüzde içeriği değişerek te olsa hala prototip araç üretimine ihtiyaç duyulmaktadır [1].

Bir otomobil çok sayıda alt komponentin bir araya gelmesi ile oluşmaktadır. Bu nedenle birçok ürüne göre oldukça karmaşık bir üründür. Çok sayıda araştırmacının çalışmasını gerektiren ürün geliştirme süreci uzun ve maliyeti de oldukça yüksektir. Ürün geliştirme sonuna gelindiğinde başlangıçta planlanan özellikte bir ürün olması mali açıdan olduğu kadar kanuni açıdan da büyük bir risk oluşturabilir. Bu nedenle ürün geliştirme süreci hem sanal hem de fiziksel prototipler üzerinde doğrulama gerektirir. Ürün geliştirme sürecinde sanal doğrulamalar yapılmış olsa bile ürün piyasaya çıkmadan önce fiziki test sonuçlarına göre yasal onay alması gerekmektedir. Bu yasal testler bazen ülkelerde bakanlık temsilcileri gözleminde yapılarak raporlanmakta, bazen de yasal mevzuatlara uygunluğunun üretici firma tarafından teyit edilmesi istenilmektedir. Bu durumda da üretici firmalar bu testleri kendileri gerçekleştirmektedir. Yasal testlerde kullanılan araçlar seri üretim kalıplarından çıkmış ve seri üretim tesislerinde üretilmiş olmalıdır. Büyük bütçeler ile gerçekleştirilen araçların son aşamada bu testlerde başarısız olması aracın piyasaya çıkışını geciktirecek ve şirkete mali yük oluşturacaktır. Bu nedenle tasarım sürecinin farklı aşamalarında geliştirilen prototip araçlar ile tasarım doğrulama çalışmaları yapıla gelmektedir. Bu amaçla hazırlanan taşıt prototipleri başta güvenlik testleri, yol tutuşu, konfor, yorulma için sinyal toplama, akustik ölçümler, klima ve kalorifer kontrolleri, motor ve şanzıman uyum testleri gibi esas olarak taşıt performansların değerlendirildiği çalışmalarda kullanılmaktadır [2].

Gerek ürün geliştirme sürecindeki kısalmalar, gerekse de sayısal analiz imkanlarındaki gelişmeler prototip süreçlerini de etkilemiştir. 2000'li yıllar ile birlikte melez prototipler ve tek fazlı prototip üretimi yapılmaya başlanılmıştır (Şekil 1). Ürün geliştirme süreci başında kullanılan melez prototiplerde çok fazla değişiklik olmamıştır. Sadece tabanı geliştirilen ürüne sadece motor boşluğu, iz ve tekerlek genişliği ile uyumlu olan melez prototipler kullanılmaz olmuştur. Bunun dışında birinci seviye ve ikinci seviye prototipleri birleştirilerek tek seviyede prototipler üretilmeye başlanılmıştır. Prototip araçların testlerinden veya sanal testlerden gelen geribildirimler neticesinde birleştirilen bu süreçteki araçların üretim periyodunun sonuna doğru olanlarında tasarım değişikliği yapılmış parçalar kullanılmıştır. Yani bu prototip sürecinde bir öncekine kıyasla çok sayıda değişiklik uygulanmak zorunda kalınmıştır.



Şekil 1. İki kademeli prototip üretim süreci [2]

Yakın gelecekte halen kullanılan melez prototip uygulamasında da değişim olacağı planlanmaktadır. Sayısal analizlerdeki gelişmeler neticesinde bir çok doğrulama faaliyetinin sanal ortamda tamamlanacağı öngörüsüne dayanan bu yeni süreçte prototip üretimi büyük ölçüde azalacaktır (Papo ve Tanasescu, 2010). Bu uygulamada prototip üretimi mümkün olduğunca azaltılacak ve parçaların büyük çoğunluğu seri üretim kalıplarından alınacaktır (Sridhar, 1998). Örneğin saç parçalar için prototip kalıplar yerine seri kalıpların derin çekmesinden parça alınacak, lazer kesimleri ile tamamlanan parçalar prototip araçlarında kullanılacaktır.

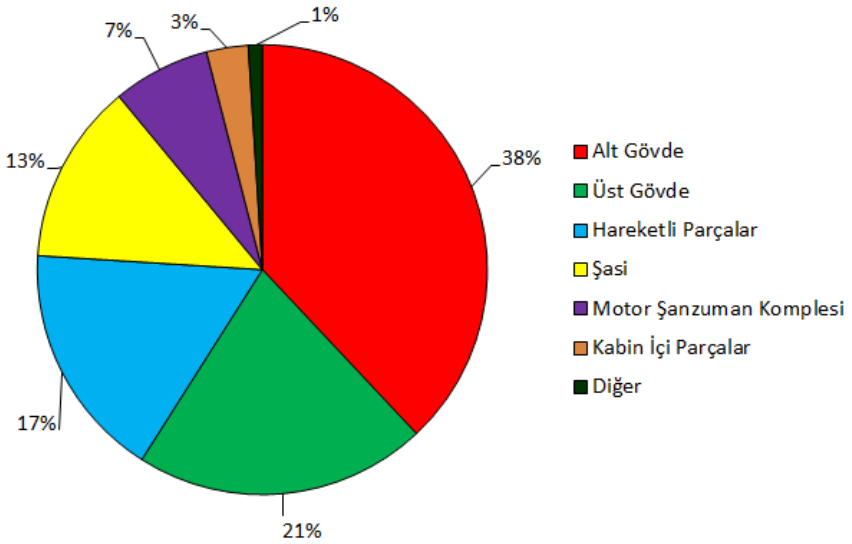
Bazı otomobil üreticileri günümüzde prototip sürecini tamamen ortadan kaldırmak için çalışmaktadır (Skogsmo, 2007). Bu çalışmalar prototip araçların kullanıldığı doğrulama faaliyetlerinin önemli bir kısmını teşkil eden güvenlik test araçlarında yoğunlaşmıştır (Björkman vd., 2007 ve Annarumma, 2008). Bunun için özellikle sayısal analizlerdeki gelişmeler umut vericidir.

Prototip üretimini henüz tamamen ortadan kaldırmak mümkün olmamıştır. Bu nedenle kısaltılan prototip süreçlerinde değişiklikler kaçınılmazdır. Bu çalışmada melez prototip üretimi olan bir hafif ticari araç geliştirme sürecinde prototip fazı için araç gövdesinde (Body in White – BIW) yapılan değişiklikler incelenmiştir.

2. ÜRÜN GELİŞTİRME SÜRECİ

Bu çalışmada incelenen hafif ticari aracın geliştirme çalışmaları için 102 adet prototip araç üretimi gerçekleştirilmiştir. Tüm bu prototiplerin üretimlerinin gerçekleştirildiği süreçte 272 adet değişiklik yapılmış ve tüm bu değişikliklerden de 1.361 adet parça etkilenmiştir. Ortalama olarak her bir parça için 1219 € değişiklik maliyeti oluşmuştur. Değişiklik sayısından da anlaşılacağı gibi bir prototip araç bir başka prototip araca benzememektedir. Bu kadar çok değişikliğin yönetilmesi ve testlere hatasız üretimin gerçekleştirilebilmesi ayrı bir zorluk olarak ortaya çıkmaktadır. Etkilenen parça sayısındaki yükseklik bir parça için birden fazla değişiklik yapılmasından dolayıdır. Yapılan 272 değişikliğin 66 adedi sadece alt gövde değişikliğidir. Yapılan bu 66 değişiklik ile 395 adet parçada değişikliğe gidilmiş ve toplam değişiklik harcamalarının %39'u bu değişiklikler için harcanmıştır. Toplam değişiklik sayısı içerisindeki oranı harcama oranlarına göre daha az olan bu değişiklikler diğerlerine göre daha kapsamlı değişiklikleri içermektedir.

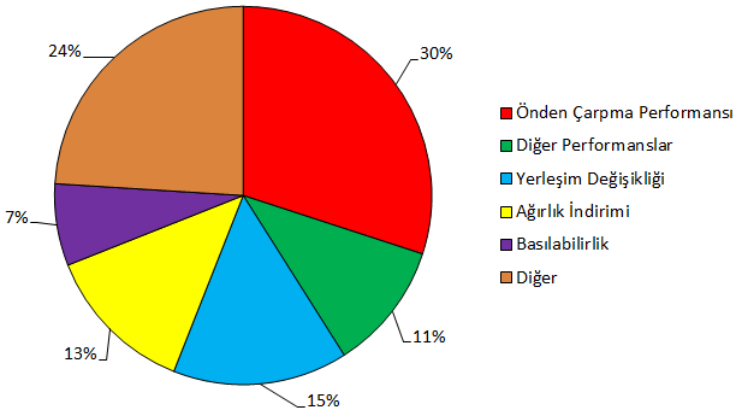
Oluşan maliyetler açısından değişikliklerin hangi parçalarda oluştuğunu incelediğimizde en çok değişikliğin gövde parçalarında %77 ile oluştuğu görülmüştür (Şekil 2). Daha sonrada sırası ile şasi parçaları, motor grubu parçaları ve kabin içi parçalarda oluşmaktadır. Burada unutulmaması gereken bir nokta araç içi parçalar prototip sürecinde çok az kullanıldığı için değişiklik maliyet etkisi en az olarak karşımıza çıkmaktadır. Bazı firmaların ürün geliştirme süreçlerinde tam araç prototipi yerine melez prototip (aracın tabanı ve motor boşluğu ile mekanik parçalarının projeye uygun, diğer parçalarının ise mevcuttaki bir araca ait parçaların modif edilerek kullanıldığı prototipler) kullanılması durumunda üst gövde ve hareketli parçalardaki değişiklikler kabin içi parçalardaki gibi daha düşük seviyelerde gerçekleşecektir. Bu da yaklaşık %30'dan fazla değişiklik maliyetlerinde azalma sağlayacaktır.



Şekil 2. Değişiklik maliyetlerinin sistem bazında dağılımı

Gövde değişikliklerini de alt gövde, üst gövde ve hareketli parçalar (kapılar, motor kaputu ve bagaj kapağı) olarak üç ana grupta incelediğimizde en fazla değişiklik maliyeti %50 ile alt gövde parçalarında oluşmaktadır. Üst gövde de %28 ve hareketli parçalarda da %22 olarak alt gövde maliyetleri oluşmuştur. Gövdenin dış kısmı yani üst gövde ve hareketli parçaların dış kısımları dış stilin bir parçası oldukları ve prototip çalışmalarının ilk döneminde dondurulduğu için bu parçalara ait değişiklikler prototip sürecine daha az yansıtılmıştır. Ayrıca prototip sürecinde araç içerisinde kullanılan parçalar projeye uygun olan parçalar olmayıp mevcut modellere ait parçalar olduğu için projede yapılan değişikliklerin tamamının prototiplere yansıtılmadığı da unutulmamalıdır.

Alt gövde de yapılan değişikliklerin nedenleri incelendiğinde yoğunlukla çarpma testlerindeki performansı iyileştirme (%41) odaklı olmak ile birlikte, motor boşluğu yerleşimi, ağırlık indirimi, sac parçaların basıla bilirliği önemli yer tutmaktadır. Performans testleri içerisinde en çok değişikliğe önden çarpma performansını iyileştirmek (%77) için ihtiyaç duyulmuştur. Burada ayrıca iyileştirme çalışmaları için tek bir değişiklik yeterli olmamış ve bazı parçalardan birden fazla değişiklik yapılmıştır.



Şekil 3. Alt gövde değişikliklerinin sebep dağılımı

Motor boşluğu yerleşimi için yapılan değişiklikler incelendiğinde hemen hemen tüm sistemler için benzer sayıda değişiklik yapıldığı görülmüştür. Ağırlık indirimlerinde ise malzeme değişikliği çoğunlukta olmak ile birlikte kalınlık değişimi yapılan değişiklikler yapılmıştır.

3. SONUÇLAR

Günümüzde rekabetin ürün geliştirme sürecinin kısaltılması yönünde yaptığı baskı nedeni ile iç içe geçen süreçlerde sayısal analiz yetkinliğinin önemi bu çalışmada da görülmüştür. Başta çarpma testleri olmak üzere çok sayıda değişikliğin nedeni sayısal analizlerin zamanında doğru bir şekilde tamamlanamaması ve sonuçlarının doğru olarak yorumlanamaması nedeni ile olmuştur. İstenilen sonucu vermeyen tasarım değişikliklerinin hedefi yakalamadaki etkisi iyi yorumlanamamıştır. Bu alanda başarı elde etmek için yetkinliği gelişmiş sayısal analiz uzmanları yanında robust bir tasarıma da ihtiyaç vardır.

Proje çalışması sırasında birimler arası koordinasyon iyileştikçe parçaların birbiri ile etkileşimleri sonucu ortaya çıkan değişiklikler azalacaktır. Prototip grubuna parça siparişleri için verilen parça matematik modelleri için bu etkileşimin doğru bir şekilde kontrol edilerek tamamlanmış olması da önemlidir.

Ağırlık indirimi için yapılan değişiklikler incelendiğinde de başlangıçta tasarım grubunun kendisini güvende bırakacak kalınlık ve malzemeleri seçtiği sayısal analiz sonuçlarına bakarak ta değişikliklere gittiği görüşmüştür. Robust bir tasarım gerçekleştiren yetkin bir tasarım grubunun bu değişikliklere daha az ihtiyacı olacaktır.

Sonuç olarak hem tasarım hem de sayısal analiz gruplarına değişiklik maliyetleri konusunda bilgi verilmeli, birimler arası iletişim arttırılmalı ve robust tasarım konusunda eğitimler verilmelidir. Ayrıca prototip araçlarda ne kadar çok mevcut modellere ait parça kullanılırsa değişiklik maliyetleri de o kadar azalacaktır. Alt gövde özelinde ise platform geliştirmedeki başarı alt gövde değişikliklerini azaltacaktır.

KAYNAKLAR

Annarumma, M., Naddeo, A., Pappalardo, M., "Software Independence: Impact on Automotive Product Development Process", Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering, Volume 31, Issue 2, December 2008

Björkman, G., Engström, J., Forsberg, J., "Volvo Technology Vehicle Structural Optimization Environment", 6th European LS-DYNA Users' Conference, Gothenburg, Sweden, 2007

Durgun, İ., "Prototip ve Seri Sac Parça İmalatçılarının Aynı Olmasının Otomotiv Ürün Geliştirme Sürecine Etkileri", 13. Üretim Araştırmaları Sempozyumu (ÜAS), 25 – 27 Eylül 2013, Sakarya, Sayfa: 34-39

Durgun, İ., "Otomotiv Geliştirme Sürecinde Prototip İmalatının Dünü Bugünü ve Yarını", 15. Üretim Araştırmaları Sempozyumu (ÜAS), 14-16 Ekim 2015, İzmir, Sayfa: 597-602

Popa, V., Tanasescu, D., "Project Management On New Product Development And Lunch In The Automotive Industry", Proceedings of the 2nd International Conference on Manufacturing Engineering, Quality and Production Systems, p.217-223, Romania, 2010

Skogsmo, I., "The Role of CAE Modelling in Volvo Safety Engineering", 6th European LS-DYNA Users' Conference, Gothenburg, Sweden, 2007

Sridhar, K., Londal, G.F., Flynn, M.S., "Automotive Product Design And Development Delphi", Automotive Transportation University of Michigan Transportation Research Institute, November 1998

TRIZ YAKLAŞIMININ İNOVASYON SÜRECİNE ETKİSİ

İsmail Durgun
TOFAŞ Ar-Ge

Seda Çimdiken Turan
TOFAŞ Ar-Ge

ÖZET

Günümüzün hızla değişen rekabet ortamında şirketler ürünlerini, hizmetlerini ve üretim yöntemlerini sürekli olarak değiştirmeleri ve yenilemeleri gerekmektedir. İnovasyon olarak adlandırılan bu değiştirme ve yenileme işlemi yeni veya iyileştirilmiş ürün, hizmet veya üretim yöntemi geliştirmek ve bunu ticari gelir elde edecek hale getirmek için yürütülen tüm süreçleri kapsar. Yeni veya iyileştirilmiş ürün, hizmet veya üretim yöntemi geliştirme, yeni düşüncelerden doğar. Söz konusu yeni ve iyileştirilmiş çözümlerin ortaya çıkarılmasına temel oluşturacak, bir sistematik çerçevesinde değerlendirme ve yaygınlaştırma sürecini efektif hale getirebilecek araçlardan biri kurum içerisindeki söz konusu faaliyetlerin TRIZ (Yaratıcı Problem Çözme Teorisi) yöntemi ile desteklenmesidir. TRIZ, sadece mevcut durumun geçmiş deneyimlerin bir kombinasyonu olduğu varsayımından hareket eden ve karar vericiye bir düşünce sistematiği sunan bir yöntemdir. Firmalarda, temelinde çelişkiler barındıran problem ya da gelişime açık süreçlerin TRIZ yönteminde faydalanılarak ideal çözümlere ulaştırılması mümkündür. Böylece maliyet, uygulanabilirlik vb. çeşitli parametreler çerçevesinde optimize edilen çözümler ve bu çözümlerin uygulamaya alınması firma içerisindeki inovasyon sürecinin vazgeçilmez bir parçası olabilmektedir.

Bu çalışmada firmalarda TRIZ yönteminden faydalanmak için eğitim sürecinden başlayarak, nasıl faydalanılabileceği, çalışma örneklerinin tespiti, yöntemin temel prensipleri, firma içerisinde yaygınlaştırılması ve sürekliliğinin sağlanması incelenecektir. Ayrıca firmada TRIZ uygulamasının devreye alınmasının patent süreçlerine olan etkisi gerçek uygulama örnekleri ile verilmiştir.

Anahtar Sözcükler: İnovasyon, TRIZ, Patent

THE EFFECT OF TRIZ APPROACH IN INNOVATION PROGRESS

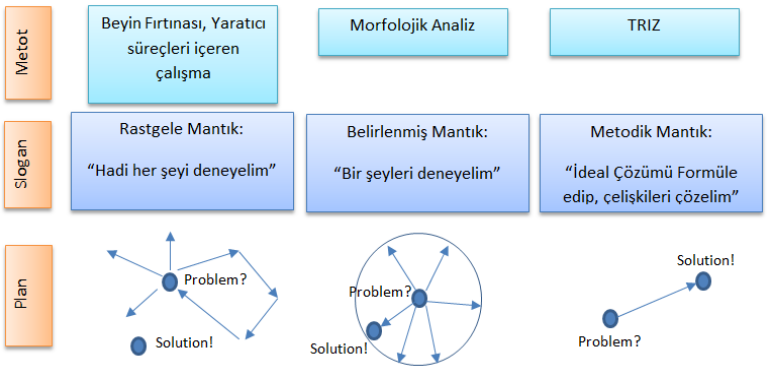
ABSTRACT

Companies are required to constantly change and renewal their products, services and production methods in today's rapidly changing competitive environment. These replacement and renewal process called 'innovation' includes all activities about new or improved products and processes will be carried out to make it commercially profitable. New or improved products, services or process development burns with the new ideas. One way is to be supported by TRIZ (Innovative Problem Solving Theory) method which will form the basis for the revealing of said new and improved solutions, created a systematic framework for the evaluation and dissemination of the process. TRIZ is a method that acts on the assumption that current situation is a combination of the past experience and offers a systematic thinking to decision-makers. Processes which contains problem have the basic contradiction or open for improvement is possible to conclude by utilizing TRIZ methodology. Thus, solutions which are

optimized under various parameters like cost, applicability etc. and implementation of these solutions to the products will be the indispensable part of the innovation activities.
In this study, starting with the educational process in order to benefit from the TRIZ methods in companies, identification of case studies, the basic principles of the method and ensure dissemination and continuity in the company will be examined. In addition, the effect of the TRIZ method to the patent process will be explained with real practical examples/statistics.
Keywords: Innovation, TRIZ, Patent

1. GİRİŞ

Her alanda büyük bir rekabetin yaşandığı günümüzde, rekabet edebilmek için araştırma ve teknoloji geliştirmeye dayalı bir sanayi yapısı gerekmektedir. Ana hedef, ürün know-how'ına sahip ve uluslararası alanda katma değeri yüksek ürünler ile rekabet eden bir sanayinin oluşturulması olmalıdır. Sanayinin artan rekabet ortamında, rekabetçi ürünler üretebilmesi için tasarım ve imalat süreçlerinde yenilikçi fikirleri ön plana çıkarması ve yeni teknikleri kullanması gerekmektedir. Klasik yöntemlerin uygulandığı üretim aşamalarında karşılaşılan sınırlamalar, teknolojiye dayalı katma değeri yüksek ve rekabet edebilen ürünlerin üretilebilmesi için yeni tekniklerin tasarım ve imalat süreçlerine entegrasyonunu zorunlu kılmaktadır. Bu nedenle sektör kuruluşlarının tasarım ve imalat süreçlerindeki problemlere optimum çözümler bulup müşteri memnuniyetini sağlamaları, istenen özelliklerde ürünleri en kısa zamanda ve düşük maliyetlerde üretmeleri için gerekli yeni teknikleri kullanmaları ve organizasyon düzenlemelerini yapmaları gerekmektedir (Şahin ve Öztürk, 2009).
Bu amaca ulaşmak için gerek problemlerin çözümlerine ulaşmada ve gerekse de problemsiz bir ürün geliştirme için çok sayıda yöntem kullanmaktadırlar. Deneme yanılma, psikolojik atalet, beyin fırtınası, morfolojik analiz, sinektik, pareto analizi, dağılım diyagramları, kontrol çizelgeleri, neden sonuç diyagramları, histogramlar, poka yoke, 5N1K, biyonik eşleme, tersine yenilik, teknoloji aktarımı, birleştirme, kalite fonksiyon yayılımı, taguchi, altı sigma, hata türü ve etkileri analizi, deneysel tasarım gibi yöntemler bunlardan bazılarıdır (Şener, 2006). Tüm bu yöntemlerin karmaşıklık artıkça kullanışlıkları kaybolmaktadır. Bu yöntemlerden farklı olarak deneme yanılma ile zaman kaybetmeden sonuca ulaşmak için geniş bir çözüm uzayından, en ideal çözüme doğru yönlendirme yapan bir yöntem olarak TRIZ son yıllarda gittikçe artan bir kullanım ile karşımıza çıkmaktadır (Şekil 1).

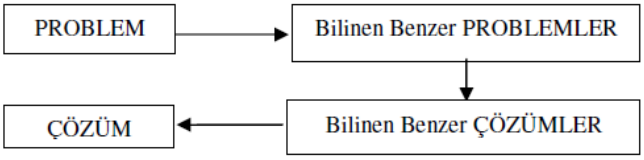


Şekil 1. TRIZ yönteminin diğer problem çözme teknikleri ile karşılaştırılması (Kraev, 2014)

2. TRIZ

TRIZ, Rusça "Yaratıcı Problem Çözme Teorisi" anlamına gelen "Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadatch (Теория Решения Изобретательских Задач)" kelimelerinin baş harflerinden oluşmaktadır. Ayrıca literatürde İngilizce "Theory of Inventive Problems Solving" kelimelerinin baş harflerinden oluşan TIPS kısaltması da kullanılmaktadır (Duran, 2011). Yaratıcı problem çözme tekniği (Şekil 2),

- İnsanların sistematik ya da analitik düşünmelerine yardımcı olmayı hedefleyen,
- Günlük yasamda karşılaşılan teknik ve teknik olmayan problemlerin çözümlerinin geçmiş deneyimlerin bir kombinasyonu olduğunu varsayıp düşünce sistematiği sunan,
- Asla karar verici yerine geçerek sorunlara mekanik ve detay çözümler yaratmayan sadece yön gösteren bir yöntemdir.



Şekil 2- TRIZ'in Genel Sorun Çözme Modeli (Hacıevliyagil vd., 2005)

TRIZ sistematiğinin temelleri 1940 yılında Genrikh Altshuller adlı Moldavyalı bir patent uzmanı tarafından atılmış ve gelişimini bu güne kadar sürdürmüştür. Altshuller Bakü' deki patent bürosunda 200.000 den fazla patent başvurusunda yenilik olarak öne sürülen fikirlerin aslında bazı ana temaların değişik isimlerde tekrarından başka bir şey olmadığını fark etmiştir. TRIZ yöntemi, sorunların % 90'ından fazlası tekrarlıdır, belirlidir ve tanımlıdır temel varsayımı üzerine kurulmuştur. Altshuller bu genellemeyi yaratıcılık ölçütünde Tablo 1'deki gibi vermiştir (Duran, 2011).

Tablo.1: Yaratıcılığın Seviyeleri

Seviye	Yaratıcılık Derecesi	Bütün Çözümler İçindeki % Değeri	Bilgi Kaynağı
1	Bilinen Çözüm	32%	Kişisel Bilgi
2	Küçük Yenilikler	45%	Kurum İçi Bilgi
3	Büyük Yenilikler	18%	Sektör İçi Bilgi
4	Yeni Kavram	4%	Sektör Dışı Bilgi
5	Buluş	1%	Tüm Bilgi

Tablo1'den de görüleceği gibi bir sorunun çözümüne yönelik olarak ortaya konan çözüm yolu ya da fikirlerin % 4' ü yeni bir kavram niteliği taşımakta ve ancak % 1 'i yaratıcılık kapsamında bir buluş olarak yorumlanabilmektedir. Buradan da sorunların, ısı kaybı, cismin hızı, cisme uygulanan kuvvet gibi ana temalar halinde genelleştirilebileceği söylenebilir.

Sorunlar ve bunlara karşı geliştirilen çözüm yolları ise çelişkileri yaratır. Diğer bir deyişle bir aksiyon sorunun karşısında görünmeyen bir reaksiyon sorun daima vardır. Çelişkinin ortadan kaldırılması ise yaratıcı gerçek çözümü oluşturur. Ancak karar verici için çelişkiden arınıp gerçek çözüme ulaşmak kolay değildir. Çünkü karar verici her gün karşılaştığı ve bilinçaltında alışkanlık haline getirdiği sorunların yol açtığı bir çeşit sanal körlük olarak yorumlanabilecek algılama hatası içindedir. Oysa gerçek çözüm çoğunlukla çok kolaydır ve TRIZ in bulguları ile örtüşecek şekilde karar vericinin hemen yanı başındadır. İdeal çözüm ya da ideallik TRIZ yönteminin ana amacıdır. İdeallik, çözümün yararlı etkilerinin zararlı etkilerine oranı olarak tanımlanır ve nokta, tek boyutlu çizgi, iki boyutlu düzlem ve üç boyutlu cisim adımlarından oluşan temel bir süreci gerektirir. Diğer bir deyişle ideal çözüm, çelişkilerden bütün boyutlarıyla düşünülerek arındırılmalıdır. Ayrıca ideal çözüm fonksiyonel olmalıdır ve etkin kaynak kullanımı ile ortaya konmalıdır (Kurt, vd., 2012).

TRIZ yöntemini dört aşamalı bir süreci kullanarak tanımlanmıştır:

1. Sorunun tanımlanması
2. Sorunun genel TRIZ sorunlarıyla karşılaştırılması ve eşleştirilmesi
3. Sorun çiftine karşılık gelen genel TRIZ çözümünün bulunması
4. Soruna ilişkin ideal çözümün geliştirilmesi

Bugüne kadar incelenen milyonlarca patent sonucunda sorunlar sınıflandırılmış ve genel tanımları yapılarak 39 adede indirgenmiştir (Tablo.2). Bu 39 mühendislik parametresi, matris formatında düzenlenerek 39x39 boyutunda Çelişkiler Matrisi adı verilen kare bir matris elde edilmiştir. Çelişkiler matrisinin x ve y eksenlerinde mühendislik parametreleri yer alır. Bu matriste y ekseni aksiyon sorunlarını ve x ekseni de reaksiyon sorunlarını gösterir.

Tablo.2: Mühendislik Parametreleri (Savransky, 2000)

No	Mühendislik Parametreleri	No	Mühendislik Parametreleri	No	Mühendislik Parametreleri	No	Mühendislik Parametreleri
1	Hareketli Cismin Ağırlığı	11	Gerilme / Basınç	21	Güç	31	Zarar Verici Yan Etkiler
2	Hareketsiz Cismin Ağırlığı	12	Şekil	22	Enerji Kaybı	32	İmalat Kolaylığı
3	Hareketli Cismin Uzunluğu	13	Cismin Değişmezliği	23	Madde Kaybı	33	Kullanım Kolaylığı
4	Hareketsiz Cismin Uzunluğu	14	Mukavemet	24	Bilgi Kaybı	34	Onarım Kolaylığı
5	Hareketli Cismin Alanı	15	Hareketli Cismin Dayanımı	25	Zaman Kaybı	35	Adapte Edilebilirlik
6	Hareketsiz Cismin Alanı	16	Hareketsiz Cismin Dayanımı	26	Madde Miktarı	36	Cihaz Karmaşıklığı
7	Hareketli Cismin Hacmi	17	Isı	27	Güvenilirlik	37	Kontrol Karmaşıklığı
8	Hareketsiz Cismin Hacmi	18	Parlaklık	28	Ölçüm Güvenilirliği	38	Otomasyon Düzeyi
9	Hız	19	Hareketli Cismin Harcadığı Enerji	29	İmalat Güvenilirliği	39	Verimlilik
10	Kuvvet	20	Hareketsiz Cismin Harcadığı Enerji	30	Cisme Zarar Verici Faktörler		

Çelişkiler matrisini kullanmadan önce incelenecek sorun tanımlanmalıdır. Sonra bu sorun TRIZ'in aksiyon sorunları ile karşılaştırmalıdır. Aksiyon sorun belirlendikten sonra, bu sorunu ortadan kaldıracak çözüm geliştirilmelidir. Çözüm bir dirençle karşılaşmıyorsa bu çözüm ideal bir çözümdür. Fakat normal koşullarda sorun basit ve bilinen bir yapıya sahip değilse en az bir reaksiyon sorunun ortaya çıkması beklenmelidir. Çelişkiler matrisinde sütunlarda yer alan reaksiyon sorunları ile kendi çözüm sürecinde ortaya çıkan sorunu karşılaştırarak satır ve sütun eşlemesini yapılarak bir hücre bulunur. Bu hücre TRIZ yönteminde ideal çözüm hücresidir. Bu hücrede mühendislik parametrelerinin belirlenmesi sürecinde olduğu gibi patent başvurularının incelenmesi sonucu Yaratıcı Prensipler adı verilen ideal çözümler vardır (Tablo 3).

Tablo 3. 40 Yaratıcı Prensip (Savransky, 2000)

No	Yaratıcı Prensipler	No	Yaratıcı Prensipler	No	Yaratıcı Prensipler	No	Yaratıcı Prensipler
1	Bölümleme	11	Öncü Önlem	21	Hızlı Hareket	31	Gözenekli Malzeme
2	Ayırma	12	Eşit Potansiyel	22	Zararı Faydaya Çevirme	32	Renk Değiştirme
3	Kısmi Kalite	13	Ters Eylem	23	Geribesleme	33	Homojenlik
4	Asimetri	14	Yuvarlama	24	Aracılık	34	Atılan ya da Değiştirilen Parçalar
5	Kombinasyon	15	Dinamiklik	25	Self – Servis	35	Fiziksel ya da Kimyasal Durum Değişikliği
6	Evrensellik	16	Kısmi Fazlalık	26	Kopyalama	36	Faz dönüşümü
7	Yuvalama	17	Yeniden Boyutlama	27	Ucuz ve Kısa Ömürlü Cisimler Kullanma	37	Isıl Genleşme
8	Karşı Ağırlık	18	Mekanik Titreşim	28	Mekanik Sistemin Yerine Koyma	38	Güçlü Okside Ediciler Kullanma
9	Öncü Karşıt Eylem	19	Periyodik Eylem	29	Pnömatik ve Hidrolik Yapılar Kullanma	39	Durağan Cevre
10	Öncü Eylem	20	Yararlı Bir Eylemin Sürekliliği	30	İnce Film ya da Zar	40	Kompozit Malzeme

Altshuller tanımladığı 40 Yaratıcı Prensibi, Çelişkiler Matrisinin hücrelerine, her bir hücrede en fazla dört prensip olmak üzere yerleştirmiş ve matrisi tamamlamıştır. Sonuçta 39x39 boyutundaki Çelişkiler Matrisinde yaklaşık 1.600 hücre ve yaklaşık 6.400 ideal TRIZ çözümü yer almaktadır.

3. TRIZ'İN FİRMALARDA İNOVASYON SÜRECİNE EKLENMESİ

Şirketlerin TRIZ sürecinden maksimum faydayı elde edebilmeleri için bir alt yapının oluşturulması şarttır. Her yeni uygulamanın şirketlerin kurumsal süreçlerine adapte edilebilmesindeki koşullar TRIZ in adapte edilebilmesi için de geçerlidir. Bu nedenle TRIZ uygulamasının başlatılabilmesi için şirket üst yönetimin uygulama konusunda bilgilendirmesi ve desteğinin alınması ile işe başlanılmalıdır. Burada eğer bu destek sağlanabilir ve sürecin gidişatına katılımları sağlanabilirse diğer katılımcıların bu sürece katılmaları ve süreci içselleştirmeleri mümkün olacaktır. Süreçte TRIZ'i kullanacak çalışanlara yöneticilik yapan yöneticilerinin de çalışanlarını yaratıcı problem çözümü yöntemine teşvik edebilmesi için uygulama hakkında TRIZ eğitimlerini almışmış olması veya en azından temel düzeyde bilgi sahibi olması gereklidir. Bu yöneticiler bu eğitimleri aldıklarında yapacakları problem çözme çalışmalarındaki bilgi birikimleri veya bilgilendirme çalışmaları sırasında benzer alanda TRIZ yöntemi ışığında çözülen örnek problem uygulamaları ile desteklenmesi uygulamanın sağlayacağı faydalar konusunda ikna edici olabilmeleri açısından daha yararlı olacaktır.

TRIZ yöntemi hakkında yapılan bilgilendirme sonrasında yöneticiler çalışanlarına metot hakkında bilgilendirme yapma ve alt gruplar oluşturma sürecinde rol almalıdır. Söz konusu yöntemin çalışanların kişisel ve teknik gelişim ihtiyaçları ve şirketin beklentileri göz önünde bulundurularak TRIZ uygulamasını öncelikli olarak kullanması gereken çalışanlar belirlenmelidir. Tasarım faaliyetlerinde görev yapan çalışanlar TRIZ eğitim sürecinde öncelik verilebilecek çalışanlar olabilmektedir. Şirket imkânları el veriyor ise tüm Ar-Ge çalışanlarının bu eğitimi alması önerilmektedir.

TRIZ eğitimine ihtiyaç duyan çalışanların belirlenmesinin ardından, bir sonraki step çalışanlarının bu metodu daha kolay uygulamaya geçirebilmesi için alacakların eğitimin planlanmasıdır. İlk adımda çalışanlar minimum 1 hafta sürecinde TRIZ yöntemi temel bilgilendirmesini alabilecekleri ve grup çalışması şeklinde inceleyecekleri problemi çözebilecekleri bir eğitim tasarlanmalıdır. Bu aşamayı

tamamlayan katılımcılar temel prensipler hakkında bilgi sahibi olabilecek düzeye ulaşacaktır. Bahsedilen 1. Seviye eğitimi tamamlayan katılımcılar arasından süreçte daha fazla başarı gösteren çalışanlar için TRIZ eğitiminin bireysel olarak uygulayıcısı olabilecekleri ve TRIZ i destekleyici ARIZ, 6 Sigma vb. metotları da yöntem içerisine entegre edebilecekleri ileri seviye bir eğitimin planlanması gerekmektedir. Bu eğitimde bireysel olarak çözebilecekleri problemler için en az bir hafta olmak üzere iki haftalık bir eğitim planlanması önemlidir. İki haftalık bir eğitim verilecek ise bu iki hafta arasında iki hafta da ara verilmesi önerilir. Bu eğitim sürecini de başarı ile tamamlayanlar arasından seçilecek küçük bir gruba iki haftalık bir eğitim daha verilerek TRIZ konusunda uzmanlaşmış bir ekip oluşturulabilir. Bu eğitim ile birlikte TRIZ eğitimini hem şirket içi eğitim olarak verebilecek hem de çalışma temposu içerisinde bir problem çözümü için gruplar oluşturarak onlara liderlik edebilecek uzmanlar yetiştirilmiş olacaktır. Bununla birlikte TRIZ in kullanılan bir problem çözüm yöntemi olarak kurumsal hafıza içerisine dâhil edilebilmesi sağlanabilecektir.

TRIZ eğitiminden maksimum verimin alınabilmesi için eğitimi alacak katılımcıların belirlenmesinin yanı sıra eğitim esnasında çözülecek problemlerin belirlenmesi oldukça önemlidir. Eğitimin çalışanlar üzerinde kalıcı olabilmesi için şirketin hali hazırda yaşadığı TRIZ e uyumlu problemlerin uygulamalı olarak çözümü oldukça önemlidir. Grup çalışması yapılacak eğitimde konuda uzman çalışanlar bir araya getirilerek problemin tespiti ve tarifinin yapılması gerekmekte ve grubun ilgili probleme hâkimiyeti sağlanmalıdır. Bir sonraki aşama olan bireysel uygulamada da benzer şekilde eğitim öncesi TRIZ e uygun problem seçimi son derece önemlidir.

4. TRIZ ÇIKTILARI VE TAKİBİ

TRIZ eğitimi sonrasında, eğitimden elde edilen çıktıların bir sistematik içerisinde sunulması ve takip edilmesi oldukça önemlidir. İnovasyon sürecine entegre edilen TRIZ eğitimindeki temel amaç buluşların ve ardından patentlenebilir çözümlerin ortaya çıkarılması olduğundan bulunan her bir çözüm bu pencereden ele alınmalıdır. Öncelikli olarak, gerek grup çalışması gerek ise bireysel çalışma sonucu ortaya konulan TRIZ aktivitesinde her bir eğitimin sonunda çözüm içerikleri şirket ilgilileri ile bir sunum aracılığı ile paylaşılmalıdır. Söz konusu sunumun içeriğinde öncelikle, problem tanımı ve karşılaşılan sorunlar belirtilmelidir. Bunu tekniğin bilinen durumunda bilinen standart çözümlerin tarifi izlemelidir. Fakat söz konusu standart çözümlerin TRIZ in ortaya koyacağı yaratıcı çözümlerden verim, maliyet, teknolojik seviye vb. olarak farkları belirtilmelidir.
Ardından TRIZ in en temel aktivitesi olan problem tanımında bir özelliğin iyileştirildiğinde sistemde kötüye giden diğer özelliklerde oluşturulan teknik çelişkiler ortaya konulmalıdır. Bu teknik çelişkiler bir ve ya birden fazla olabilmektedir. Teknik çelişkilerin ortaya konulmasının ardından, çelişkiler matrisinde bu çelişkilerin kesiştirilmesi ile ulaşılan yaratıcı prensipler belirlenmelidir. Belirlenen yaratıcı prensipler içerisinde en fazla sayıda karşılaşılanlar yaratıcı çözümlere giden en temel yaklaşımlar olacaktır. Ardından her bir çözümün temel patentlenebilirlik araştırması yapılmalıdır. Eğitim çıktılarının ortaya konulduğu en önemli kısım çözümlerin sunumu ve analizidir. Çözümler taslak çizimler/şemalar ve alternatif gösterimler ile ortaya konulmalı ve önceliklendirme analizi Tablo 4 de belirtilen parametreler nezdinden incelenmelidir.

Tablo 4. Örnek TRIZ Eğitim Sonu Çözümlerinin Değerlendirme Skalası

	Uygulanabilirlik	Maliyet	Patentenebilirlik
Çözüm 1	+	+	-
Çözüm 2	-	-	+
Çözüm x	+	+	+

Eğitim sonunda ulaşılan çözümler şirketlerin kendi belirleyecekleri parametreler nezdinde +/- olarak değerlendirilebileceği gibi, her bir çözüme kriterler bazında niteliğine karşılık gelecek puanlandırmalar ve verilen puanların çarpılması sonucu ortaya çıkan değerler ile önceliklendirilmesi mümkün olabilmektedir.
TRIZ uygulamasının çıktıları bu süreç sonrasında şirketlerin Fikri Haklar Yönetimi ekipleri ile buluş bildirimi olarak paylaşılmalıdır. Eğitim sonunda patentlenebilir görülen çıktılar, patent vekilleri tarafından kapsamlı bir patent ön araştırmasına tabi tutulup patent başvurusu yapılması ya da yapılmaması kararı verilmelidir. Benzer şekilde teknik çözümler patent değeri taşımasa dahi mevcut problemlerin

çözümü için kullanılabilirliği konusunda şirketlerin ürün yönetimi, pazarlama vb. ilgili bölümleri ile paylaşılıp çözümlerde maksimum düzeyde faydalanılmalıdır.
TRIZ eğitiminin çalışanların yetkinlik matrislerine eklenmesi gereklidir. Böylece kişisel gelişim ile konu sürekli güncel tutulacaktır. Yetkinlik için eğitim almak birinci basamak olarak tanımlanabilir ise bir sonraki basamakta eğitimde ele alınan konunun dışında gerçek bir problemin ele alındığı bir problemi çalışan TRIZ ile çözmelidir. Yapılan bu çalışmayı bu eğitimin üçüncü seviyesini tamamlamış çalışanlardan oluşan bir komiteye sunması ve onların değerlendirmeleri sonucunda başarılı olarak kabul edilmesi gerekir. Bu aşamayı da geçen çalışanlar şirkettin birden çok birimini ilgilendiren ve TRIZ ile çözülebilecek bir konu için çalışarak ve elde ettiği çözümlerden birisini devreye alma sürecine kadar denemelerini de yaparak sonuçlandırır. Yaptığı bu çalışmayı şirket üst yönetimine sunar. Bu süreci birden fazla gerçekleştiren çalışan ise TRIZ konusunda en yüksek yetkinlik seviyesine ulaşmış olur.

5. SONUÇ

Örnek uygulamada 2013 yılında pilot uygulama ve 2014 yılından beri etkin olarak yürütülen TRIZ eğitimi sürecinde, buluş bildirimi ve patent başvurusu sayısındaki artış kayda değer şekilde gerçekleşmiştir. Tablo 5'de sayısal değişimler ve TRIZ in sürece katkısı açıklanmıştır. Bu tablonun oluşturulmasında sadece eğitim sırasında oluşturulan buluş bildirimleri gösterilmemiştir. Bir çalışanın eğitimini tamamladıktan sonra yapmış olduğu tüm patent çalışmaları gösterilmiştir.

Tablo 5. TRIZ Eğitiminin Etkileri ve Sağladığı Katkılara İlişkin Sayısal Veriler

	Buluş Bildirim Adetleri			Patent Başvuru Adetleri		
	2013	2014	2015	2013	2014	2015
Gerçekleşen Adetler	247	454	956	46	67	103
Gerçekleşen Adetler (Kümülatif)	352	806	1762	46	113	216
Triz Eğitimine Katılanların Gerçekleştirdikleri Adetler	23	82	127	13	13	29
Triz Eğitimine Katılanların Gerçekleştirdikleri Adetler (Kümülatif)	23	105	232	13	26	55
Triz eğitim katılımcılarının etkisi	0,09	0,18	0,13	0,28	0,19	0,28
Triz eğitim katılımcılarının etkisi (kümülatif)	0,07	0,13	0,13	0,28	0,23	0,25
Triz eğitim katılımcıların bireysel katkısı (adet/kişi)	1,53	1,71	3,18	0,87	0,27	0,73
Triz eğitim katılımcıların bireysel katkısı (adet/kişi)-kümülatif	1,53	1,67	2,25	0,87	0,41	0,53
Triz eğitimine katılmayanların bireysel katkısı (adet/kişi)	0,90	1,22	2,67	0,13	0,18	0,24
Triz eğitimine katılmayanların bireysel katkısı (adet/kişi)-kümülatif	1,33	2,31	4,94	0,13	0,29	0,52

Tablo 4'den de görülebileceği gibi eğitime katılanların buluş bildirim sayıları düşük olmasına rağmen, buluş bildirimlerinin patente dönme oranı eğitim almayanlara göre oldukça yüksektir. Fakat özellikle 2014 yılında eğitim alan çalışanların proje çalışmaları için yurt dışında olmaları patent bildirim oranlarını ve dolayısı ile patent katkılarını düşürmüştür.
2013 yılında bir grup için yapılan pilot TRIZ Eğitimi ile başlayan süreç 2014 ve 2015 yıllarında da çok sayıda eğitimler gerçekleştirilmiş ve halen devam etmektedir. Fikri mülkiyet zenginliğini arttırmak ve Ar-Ge personeli başta olmak üzere şirket çalışanlarına yaratıcı düşünce tekniğini bir çalışma kültürü olarak yerleştirebilmek adına TRIZ çalışması ile kayda değer bir yol kat edilmiştir. Bundan sonraki süreçte problem çözme metodu olarak TRIZ yöntemini başarı ile kullanan, TRIZ eğitimini tekniğe eğitmenlik düzeyinde bilgi sahibi olan çalışanlar ile gerçekleştirmek ve çalışanların teknik kariyerleri çerçevesinde kazanılması zorunlu olan bir yetkinlik olarak tanımlanması amaç edinilmiştir.

KAYNAKLAR

Duran, H. C., (2011), "Yaratıcı Problem Çözme Tekniği Yardımıyla Konstrüktif Bir Problemin Ele Alınması", İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi

Durgun, İ., Doruk, D., (2015), "TRIZ Yaklaşımını Kullanarak Önden Çarpmalı Trafik Kazalarında Yayaların Güvenlik Koşullarının İyileştirilmesi", Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, Sayı.015901 s.1-6, DOI: 10.5578/fmbd.8307

Hacıevliyagil, N. K., Ercan, S., Metin, B. C., (2005), "Yenilikçi Sorun Çözme Kuramının Stratejik Önemi", İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Yıl:4 Sayı:7 s.93-102

Kapucu, S., Baykasapoğlu, A., Dereli, T., (2001), "Toplam Kalite Yönetimi Uygulamalarında Kullanmak İçin Yenilikçi – Yaratıcı Problem Çözme Yaklaşımı: TRIZ", Mühendis ve Makine Dergisi, sayı : 499

Kraev, V., (2014), "TRIZ Apprentice Course", And Invent, Inc. 398 Blue Hills Parkway, Milton, MA 02186, 12-16.

Kurt, Ü., Bilgin, M. B., Yavuz, M., (2012), "Türkiye'de TRIZ Eğitimi", Geleceğin Mühendislik Eğitiminde Endüstri ile İşbirliği Sempozyumu, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta

Savransky, S. D., (2000), "Engineering of Creativity, Introduction to TRIZ Methodology of Inventive Problem Solving", CRC Press, USA

Şahin Ş., Öztürk, F., (2009), " İmalat Süreçlerindeki Problemlere Optimum Çözüm Arama ve Bir Uygulama", Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 14, Sayı 1

Şener, S.D., (2006), "TRIZ: Yaratıcı Problem Çözme Teorisi ve Diğer Problem Çözme Yöntemleriyle Karşılaştırma", İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi

DÜNYA KLASINDA ÜRETİMDE DÜŞÜK MALİYETLİ OTOMASYON UYGULAMASI

İsmail Durgun
TOFAŞ Ar-Ge

Ülfet Öztürk
TOFAŞ Ar-Ge

Hüseyin Karataş
TOFAŞ Ar-Ge

ÖZET

Günümüzde şirketlerin varlıklarını devam ettirebilmeleri piyasaya arz ettikleri ürünlerinin müşteriler tarafından beğenilip satın alınması ve bunun sürekliliğinin sağlanabilmesidir. Şirketlerin bu hedeflerine ulaşmaları için müşteri ihtiyaçlarını karşılayan ve rakiplerine göre daha kaliteli ve daha ucuz ürünleri piyasaya sunabilmelerini gerektirmektedir. Aksi durumda gittikçe artan rekabet ortamı şirketleri zor durumda bırakacaktır. Bu amacı desteklemek için işletmelerdeki en önemli kriterlerden birisi kayıpların azaltılmasıdır. Bunun için geliştirilen farklı yöntemler işletmelerde sıfır kaza, sıfır israf, sıfır stok, sıfır arıza ve sıfır hatayı hedeflerler. Bu yöntemlerden birisi de Dünya Klasında Üretim (World Class Manufacturing - WCM) yöntemidir. WCM sürekli geliştirme odaklı bazı özel süreçlerin uygulandığı bir felsefe olarak günümüzde dünya ölçeğinde faaliyet gösteren birçok işletme tarafından kullanılmaktadır. Bu yöntemde israfların elimine edilmesi için Düşük Maliyetli Otomasyon (Low Cost Automation - LCA) sistemleri kullanılır. LCA düşük maliyetli iş gücü, ergonomik prensiplere uygun, hızlı, hatasız, kaliteli ve aynı standartlarda üretim yapmak için çalışanlar tarafından geliştirilebilen, basit uygulama çalışmalarına denir. Bu çalışmada dünya klasında üretim mantığında düşük maliyetli otomasyon çalışması detayları verildikten sonra ihraç edilen araçların dış yüzeylerine manuel olarak yapılan kaplama işleminin nasıl otomatik yapılabilir duruma getirildiği ve bunun sonucunda hangi kazançların elde edildiği detayları ile anlatılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Dünya Klasında Üretim, Düşük Maliyetli Otomasyon, Kayıplar

LOW COST AUTOMATION APPLICATION FOR WORLD CLASS MANUFACTURING

ABSTRACT

Today, companies existence depends on customer satisfaction and consumption of products on the market and also ensuring its continuity. To achieve this goal, companies should be launching the product on the market with low cost and high quality that can satisfy the customer needs. Otherwise, increasing competition in the market will be put them in a different position. In parallel with this purpose, one of the most important criteria in business is to reduce the work losses. Some methods have been developed to prevent these losses and provide zero accidents, zero waste, zero stock, zero breakdowns and zero error. One of these methods is World Class Manufacturing (World Class Manufacturing - WCM). WCM focuses on continuous improvement with implementing special processes is used by many global companies today. Low Cost Automation is being used to eliminate losses in this method (Low Cost Automation - LCA). LCA can be built up by workers for making fast, defect free, qualified-standard production with low-cost labour force, suitable ergonomic principles. In this study, World Class Manufacturing low cost automation study details will be given with the automation process explanation

of exported automobiles' exterior surface manual coating and consequently, the provided benefits will be defined detail.

Keywords: World Class Manufacturing, Low Cost Automation, Losses

1. GİRİŞ

Günümüzde hızla artan rekabetçi ortam ürün fiyatlarının istenildiği gibi belirlenmesine imkân vermemektedir. Bu durum firmaları ayakta kalabilmek için üretim maliyetlerini aşağıya çekmeye zorlamaktadır. Üretim maliyetlerini aşağıya çekmenin en önemli adımlarından birisi üretim kayıplarının azaltılmasıdır. Son yıllarda sanayimizde de hızla uygulanmaya başlayan Dünya Klasında Üretim (World Class Manufacturing – WCM) yöntemi de üretim kayıplarının azaltılmasına odaklanmış yalın üretim mantığını kullanan bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır (Şekil 1).

Şekil 1. Dünya Klasında Üretim sistemi [Arsovski, vd., 2011, Felice, vd., 2013]

WCM iş kayıplarını sıfırlama, üretim kalitesini dünya çapında en iyi seviyeye ulaştırma, israf ve kayıpları azaltarak üretim maliyetlerini azaltma, teslimat akış süresini azaltma, çevre kazalarını sıfırlama ve negatif çevresel etkileri azaltmaya odaklanmıştır. WCM yönteminde bu konudaki sistematik yaklaşım TEI (Total Industrial Engineering) dir. Toplam Endüstriyel Mühendislik doğal olmayan (MURI), düzensiz (MURA), katma değeri olmayan (MUDA) işlemlerinin azaltılarak iş gücü performansını maksimize etmeye çalışan, makine ile iş gücünü birbirinden ayırmaya yarayan bir metodolojidir (Pienkowski, 2014). Bu iyileştirmeleri hayata geçirebilmek için Düşük Maliyetli Otomasyon (Low Cost Automation-LCA) uygulamaları kullanılmaktadır (Hansen, vd., 2014).

Yapılması zor ve doğal olmayan operasyonlar üzerlerinde durularak, bu operasyonlardaki hareketler analiz edilmeli ve ortadan kaldırılmalıdır. Doğal olmayan bu hareketler çalışanlar için ergonomik olmadığından tekrarları sağlık sorunları oluşturacaktır. Dokuz nokta metodu olarak ta adlandırılan değerlendirmelere bakılarak mevcut durumun nasıl iyileştiği belirlenebilir.

Çalışma alanındaki işi engelleyen veya zorlaştıran her türlü düzensizlik incelenmeli ve düzensiz hareketler standart operasyon tanımlamaları yapılarak ortadan kaldırılmalıdır. Yapılan operasyondaki düzensiz hareketleri görebilmek için operasyonu baştan sona mümkünse videoya çekerek incelemek gerekir. Video çekimi var ise tüm vardiyalarda ve en az 10 defa yapılmalıdır. Bu sayede işlemin standartlaştırılması sağlanabilir. Burada sırası ile yapılması gerekenler;

1. Her çalışanın / operasyonun çevrim süresi değişiminin araştırılması
2. Değişimi en yüksek olan çalışanın belirlenmesi
3. Her çalışanın / operasyonun ortalama çevrim süresinin incelenmesi
4. Minimum çevrim süresi ortalamasına sahip çalışanı referans alarak tüm çalışanların çevrim süresini iyileştirerek bu seviyeye çekmeye çalışılması
5. Mevcut prosesteki katma değerli ve katma değersiz operasyonların ayırt edilmesi (Şekil 3)
6. Katma değersiz operasyonların düşürülmesi ve tamamen ortadan kaldırılması

7. 1 ve 6 adımlarının tekrar edilmesi

Gereğinden fazla üretim, taşıma, bekleme, gereksiz işlemler, stoklama, hareket ve tamir başlıca katma değeri olmayan işlemler olarak tanımlanır. Bu işlemlerin tespit edilerek ortadan kaldırılması israfı önleyecektir.

Düşük maliyetli otomasyon uygulamaları hatanın kaçırılmaması için operatöre yardımcı olmalıdır. Operatörün algısını artırmalı, gerekirse üretimi durdurarak hatanın bir sonraki sürece gitmesine engel olmalıdır. Kayıpları elimine etmelidir.

- Makine ve ekipmanın geliştirilmesi anlamına gelmelidir.
- Operatörün her zaman doğru parça seçmesini kolaylaştırmalı ya da operatörün seçim yapmasını doğru malzemeyi doğru sayıda operatöre getirerek ortadan kaldırmalıdır.
- Basit ve ucuz olmalıdır.
- Profesyonel donanım ya da yazılım içerebilir ancak bu tip uygulamalarda kullanıcının anında müdahale edebildiği çok kolay devreye alıp ayar yapabildiği şekilde kullanıcı dostu özellikleri olmalıdır.
- Bir işin gerektiği kadar yapılması sağlanır. Eksik ya da fazla bir operasyonun probleme yol açacağı unutulmamalıdır.
- Üretim değişiklik ihtiyacı için yeterince esnek olmalıdır.

Düşük maliyetli otomasyon işletmelerin kendi öz varlıkları, değerleri ile kendi problemlerini ve kayıplarını çözmeleri ve iyileştirmeleri için bir araç olarak kullanılır. Yapılacak her çalışma ve bu çalışmadan kazanılan deneyim, bir sonraki çalışma için bir özgüven oluşturur. Bu sayede şirketin personel yetkinliği artarak daha kısa zamanda daha etkili çözümler üretilebilir.

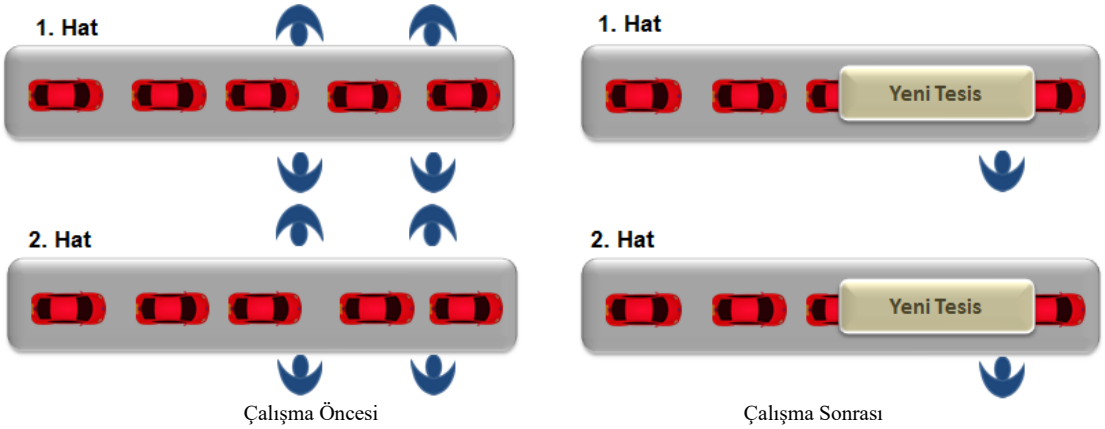
Bu sayede işletmelerin kaynakları dışarıya verilmeden, azaltılmadan rekabete hazırlanmış olur. Hem de ellerindeki öz değerlerinin gelişimleri sağlanmış olur. Mevcut parçaları birleştirerek fark yaratmak işletmeleri rekabet ortamında güçlü kılar. Yaratıcılığa yeni bir fikri bulana kadar mevcutta yapabileceklerimizi yaparak katkı sağlayabiliriz. LCA, tam olarak da budur. Mevcut imkânları mevcut iş gücü ile birleştirmektir.

2. ÖRNEK UYGULAMA

Bu çalışmada bir otomobil fabrikasında üretim ve kontrolleri tamamlanan araçların yurt dışına gönderilmeden önce film ile kaplanma operasyonları incelenmiştir (Şekil 2). Günümüzde tüm araç üreticileri özellikle deniz yolu ile sevk ettikleri araçlara bu film kaplama işlemini yapmaktadırlar. Araçlar bu film kaplama ile sevkiyatları süresince dış etkilerden korunurlar. Yapılan bu kaplamalar aracın sevkiyat sırasında içerisine girilmesini, bagaj kapağı ve motor kaputunun açılmasını engelleyecek şekilde olmamalıdır. Yine uygulanan bu filmler genellikle şeffaf olmadıkları için far ve stop gibi aydınlatma elemanlarının üzerlerine de gelmemelidir. Bu uygulamada biz tavan ile motor kaputu ve bagaj kapağı üzerine film kaplamasını inceleyeceğiz. Bazı firmalar bu kaplamayı çamurluklar ve kapılar üzerine de yapmaktadırlar.

Şekil 2. Araçların film kaplanan bölgeleri

Üretimi tamamlanan araçlar tüm kalite kontrol işlemlerinden geçirildikten sonra sevkiyata hazır hale geldiklerinde film kaplama işlemleri yapılmaktadır. İncelenen tesiste üretim adetlerinin yüksek olması nedeni ile motor kaputu, tavan ve bagaj kapağına iki hatta film kaplama uygulaması yapılmaktadır. Her iki hatta her bir vardiyada toplam 8 operatör ile uygulama gerçekleştirilmektedir (Şekil 3).

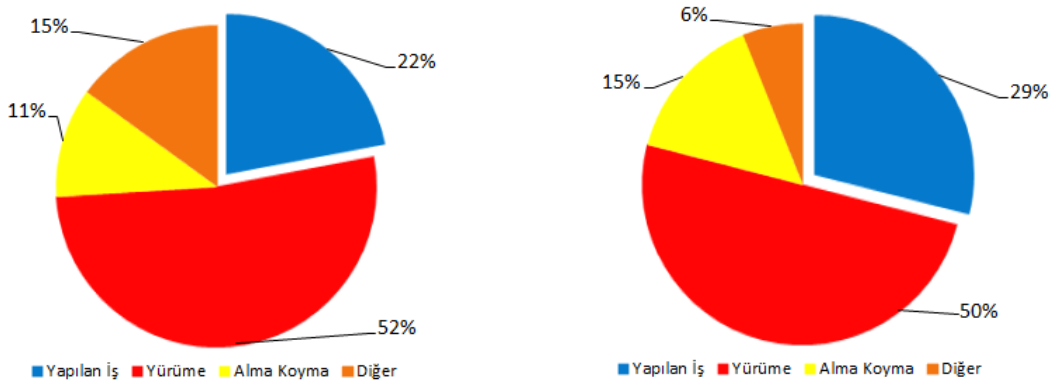


Şekil 3. İncelen operasyonların çalışma alanları

Her bir hatta 2 operatör ile tavana rahat ulaşabilmek için bir platform üzerinde tavana film kaplama uygulaması yapmaktadır. Diğer 2 operatörde motor kaputu ve bagaj kapağı üzerine film kaplamasını uygulamaktadır (Şekil 4). Motor kaputu ve bagaj kapağı için filmler hat yanından alınarak araç ilgili bölgesine pozisyonlanmaktadır. Operatörün birisi yerleştirme sonrasında filmin altında hava kalmadan araç üzerine yerleştirirken diğeri de kaput dışına taşan bölgelerin kesimlerini yapmaktadır.

Şekil 4. Otomasyon öncesi film operasyonu

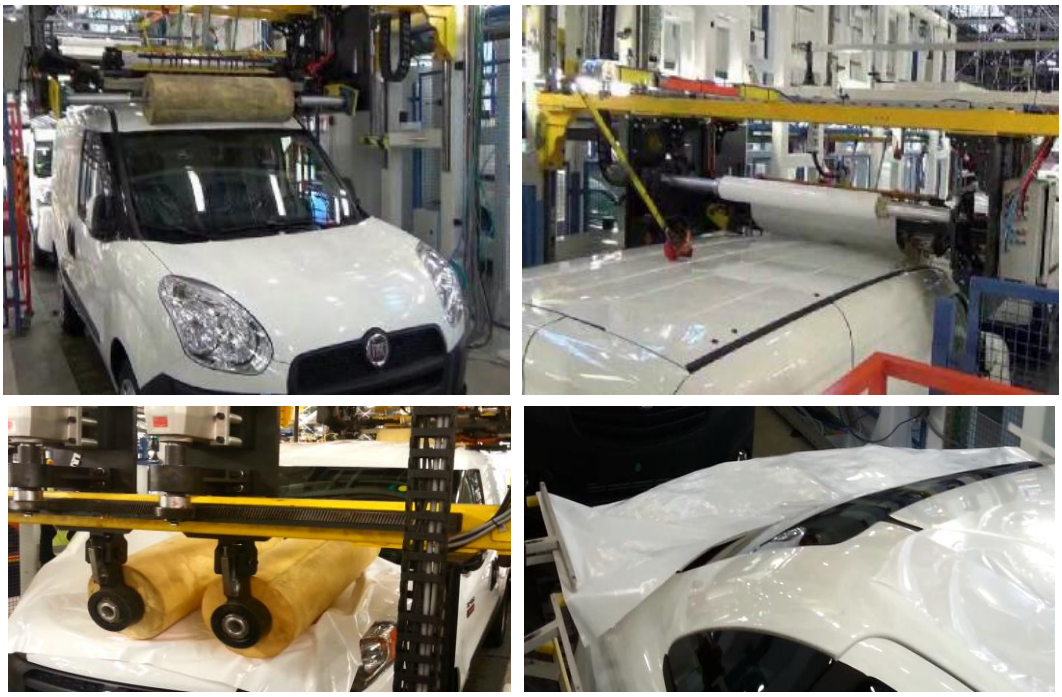
Çalışmaya başlamadan önce her iki vardiyadaki 8 operatörde en az 10 kez operasyonlarını yaparken izlenmiş ve çalışmaları videoya kaydedilmiştir. Videoların incelenmesi sonrasında operatörlerin hangi hareketleri yaptıkları ve bu hareketlerin hangilerinin film uygulaması için gerekli olduğu ve hangilerinin gereksiz işlerden oluştuğu tespit edilmiştir. Şekil 5'de verilen sonuçlardan da görülebileceği gibi toplam çalışma süresi içerisinde film kaplama ile ilgili olan süre %22 ile %29 arasındadır. Geri kalan süreler ise yürüme ve alma koyma gibi direk olarak işe yönelik hareketler değildir. WCM bize bu gereksiz hareketleri sıfırlayarak kayıpların önlenmesine atak etmemizi istemektedir. Buradaki kayıp yüzdesinin yüksek olması bir otomasyon uygulaması ile kayıp zaman azaltılabilir mi düşüncesini doğurmuştur.



Sağ Taraf Sol Taraf

Şekil 5. Operasyonların detay zaman analizleri

Otomasyon fikri oluştuğunda yapılan araştırmalar sonucunda söz konu operasyonlar için ne ülkemizde ne de yurt dışında bir otomasyon uygulamasına rastlanılmamıştır. Fakat burada devreye alınacak bir otomasyon büyük kazanç sağlayacaktır. Başarılı bir otomasyon için nelere gerek olduğu konusunda yapılan çalışmalar sonrasında bir tasarım ortaya konulmuştur. Yapılan otomasyon uygulaması ile filmin araca uygulanması işlemi tamamen otomatik olarak uygulanabilir hale gelmiştir (Şekil 6). Her bir hatta sadece bir operatör kenar kesimler için çalışır durumuna gelmiştir.



Şekil 6. Otomasyon sonrası film operasyonu

3. SONUÇLAR

WCM bize kayıplara odaklanırsak iyileştirme fırsatları sunabileceğini bu çalışmada da göstermiştir. Yapılan operasyona odaklanılır, operasyonda nelerin gerçek işlem için gereken hareketler ve nelerinde kayıp hareketler olduğunun tespit edilmesi sonrasında iyileştirme imkanları bulunabilecektir. Kayıp hareketlerin eliminesi için neler yapabileceğimiz konusunda çözümlere geliştirerek verimlilikler elde edilecektir.

Yapılan otomasyon sonucunda her bir hatta 3 operatör azaltılmıştır. Çalışma sonusunda vardiyada 6 ve toplamda 12 operatör azaltılmıştır. Buradan elde edilen verimlilik otomasyona harcanan maliyetlerin 8 ayda geri kazanılmasını sağlamıştır.

Özellikle tavana film uygulamasında ergonomik açıdan uygun olmayan operasyonlar ortadan kaldırıldığı için iş güvenliği açısından daha düzenli bir çalışma alanı oluşturulmuştur.

KAYNAKLAR

Arsovski, S., Dokic, I., Dokic, S.P., (2011), "Quality in World Class Manufacturing", International Journal for Quality research, Vol.5, No.4, p.309-316

Felice, F.D., Petrillo, A., Monfreda, S., (2013), "Improving Operations Performance World Class Manufacturing Technique: A Case in Automotive Industry", Operations Management, ISBN: 978-953-51-1013-2, InTech, DOI:10.5772/54450. Available from: http://www.intechopen.com/books/operations-management/improving-operations-performance -with-world-class-manufacturing-technique-a-case-in-automotive-indus

Hansen, R., Hilton, A., Berger, B., Pullan, W., Gao, Z., Lee, C.M., (2001), "Low-cost automation and SCADA: A Pacific Rim perspective", 1st Asian Regional Conference, Seoul, Korea, 16-21 September

Pienkowski, M., (2014), "Waste Measurement Techbiques For Lean Companies", International Journale of Lean Thinking", Volume 5, Issue 1, Pg.1-16

SOĞUK HAVA KOŞULLARINDA ARAÇ SÜRGÜLÜ KAPILARININ AÇILMA PROBLEMİNİN TRIZ YAKLAŞIMI İLE ÇÖZÜLMESİ

İsmail Durgun
TOFAŞ Ar-Ge

Özgür Öztürk
TOFAŞ Ar-Ge

Ülfet Öztürk
TOFAŞ Ar-Ge

ÖZET

Günümüzde aynı alanda faaliyet gösteren firmalar arasında, dünyanın neresinde üretim yaptıklarından bağımsız olarak rekabet gittikçe artmaktadır. Bu durum firmalar için kriz olabildiği gibi fırsatları da ortaya çıkarmaktadır. Firmaların rekabet edebilmek için belirleyici olan faktörü, müşteri ihtiyaçlarını anlayabilmiş pazarlanabilir yeni ürünlerin geliştirilmesi ve rakipleri karşısında tercih edilebilir fiyat ve kaliteyi ortaya çıkaracak yeni üretim teknolojilerini kullanabilmeleridir. Firma çalışanlarının yeni fikirler oluşturabilmeleri ve problem çözme teknikleri, firmaların bu başarıyı elde etmesini sağlamaktadır. Fakat çalışanların bilgi ve tecrübelerini arttırdıkça aynı şekilde yeni fikirleri oluşturma yeteneklerini arttıramamaktadırlar. Bu nedenle sistematik bir yaklaşımla yeni fikir üretmelerinin sağlanması gerekmektedir. Bu amaçla geliştirilen TRIZ son yıllarda firmaların başarılı sonuçlar aldığı bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bu çalışmada TRIZ yönteminin program çözme konusunda firma çalışanlarına nasıl bir sistem sunduğu üzerinde durulmuştur. Örnek bir problem olarak ta soğuk havalarda araç kapılarının açılmasında karşılaşılan problemi çözmek için nasıl fikirler üretildiği ve probleme nasıl çözümler oluşturulduğu detaylı olarak ele alınmıştır.

Anahtar Sözcükler: TRIZ, İnovasyon, Problem Çözme, Sürgülü Kapı, Sızdırmazlık Fitili

TRIZ SOLUTIONS FOR THE VEHICLE SLIDING DOORS OPENING PROBLEM ON COLD WEATHER CONDITIONS

ABSTRACT

Today, among the companies operating in the same space regardless of whether they produce anywhere in the world is increasing competition. This status can bring not only opportunities but also crises for companies. Decisive factors for competing firms, marketable are able to understand customer needs and the development of new products and their ability to use new production technologies to reveal preferable price and quality over their competitors. Firms could get mentioned successful works with employers who create new ideas and problem solving techniques. For this reason, new creative ideas could be developed with systematic approach. Recently TRIZ method is underlined as a successful method for the companies in order obtained successful results on their works.

In this study effect of TRIZ method on problem solving techniques for employees was introduced. Solving the problem of vehicle door opening during cold weather condition was discussed in details as an examples using TRIZ method.

Keywords: TRIZ, Innovation, Problem Solving, Sliding Door, Weatherstripping

1. GİRİŞ

Dünyada rekabetçiliğin arttığı ortamda, yaratıcılık ve yenilikçilik firmalar ve organizasyonlar için stratejik önem arz etmektedir. Geleneksel yaratıcılık ve yenilikçi düşünme metotları olan Beyin Fırtınası, Morfolojik Diyagramlar, NLP, Sinektik vb. gibi tekniklerin hiçbirisi tam olarak yaratıcılık/yenilikçilik yeteneğinin artırılmasını sağlayamamakta olup, aynı zamanda güvenilir ve/veya öğretilebilir de değildir. Buna karşılık yenilikçi/yaratıcı problem çözme teorisi TRİZ yöntemi yapısal, öğretilebilir ve tekrarlanabilir bir metot olarak karşımıza çıkmakta ve kişilerin problemlerini yenilikçi/yaratıcı olarak çözebilmelerini sağlamaktadır. [Horowitz ve Maimon, 1997, Tasi ve Tseng, 2000]

TRIZ Rusça "Theoria Resheneyva Isobretatelskehuh Zadach" orijinal isminin baş harflerinden oluşur. İngilizce'ye "Theory of Inventive Problem Solving" olarak çevrilen metodu, Türkçe'de "Yenilikçi Problem Çözme Teorisi'' olarak tanımlanır (Durgun ve Doruk, 2015). Yenilik ile sıklıkla öngörülemeyen ve düzensiz süreçleri ifade eden yaratıcılık arasında bir ilişki vardır. Buna rağmen "sistematik yenilikçilik" içinde çelişki barındıran bir ifade değildir. TRIZ'in payandası yenilikçi çözümlerin uygulamasıyla çelişkilerin yöntemli olarak çözülebileceğinin anlaşılmasıdır. Teorinin üzerine kurulduğu üç esas ise şunlardır:

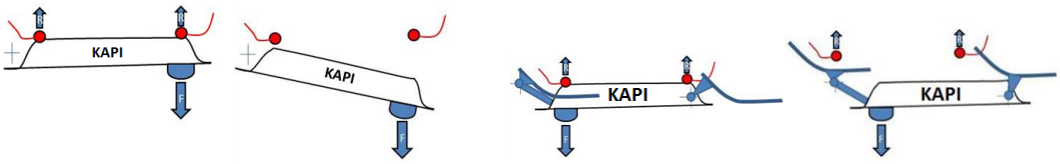
a. İdeal tasarım bir amaçtır
b. Çelişkiler problem çözümüne yardımcı olur
c. Yenilikçi süreç sistematik olarak yapılandırılabilir.

Yaratıcılığı arttırmak için kullanılan geleneksel süreçlerin en büyük kusuru, problemin karmaşıklığı arttıkça, kullanışlılığının azalmasıdır. Her süreçte kullanılan deneme yanılma yönteminde, problemin karmaşıklığı arttıkça gerekli denemelerin sayısı da artmaktadır. TRIZ'de, problem ve nesnelerinin bir sistem olarak algılanarak problemlerin hiyerarşik bir sistem oluşturmasıyla probleme ve çözüme dair çok sayıda evrimsel bakış açısı elde edilir. Bunun ardından teknik sistemlerin artan idealliğe doğru evrim geçirdiği bilgisine dayanarak deneme-yanılma yöntemine zıt bir düşünme süreciyle ideal çözüm düşünülür ve buna ulaşma yolları aranır. Sıradaki aşama ortaya çıkarılan fiziksel çelişkinin TRIZ'in ayrılık prensipleri gibi somut araçlarla çözülmesidir.

TRIZ mucitlerin nasıl buluş yaptıklarını keşfetmeyi amaçlar. TRIZ yönteminde yapılan 50 yıllık çalışmayla geçmişte yaratıcı kişilerin sahip olduğu analitik ve bilgi tabanlı araçlar ortaya konularak yaratıcı süreç açığa çıkarılmış ve buluş yapmak için yüksek seviye zekâ gereksinimine gerek kalmamıştır. TRIZ'in kullanımıyla yeni ürün geliştirme konusunda önemli yenilikçi hamleler yapmanın ve patentleşebilir fikirler üreterek pazar payını artırmanın mümkün olduğu görülmüştür. Yeni ürünlerin rakip firmaların patentlerine üstün gelmesinin yanında, mevcut teknolojinin etrafında bir patent şemsiyesi oluşturmak ve ürün veya teknoloji gelişimini öngörmek TRIZ yönteminin getirdiği olanaklar arasında yerini almıştır. Araştırma ve geliştirme sürecini kısaltmak suretiyle ürünün pazar sunumunu çabuklaştıran TRIZ, maliyetli veya önemli bir değiş tokusun zorunluluğuna işaret eden mevcut çözümler için somut cevapların üretilmesini sağlamıştır.

2. PROBLEM TANIMI

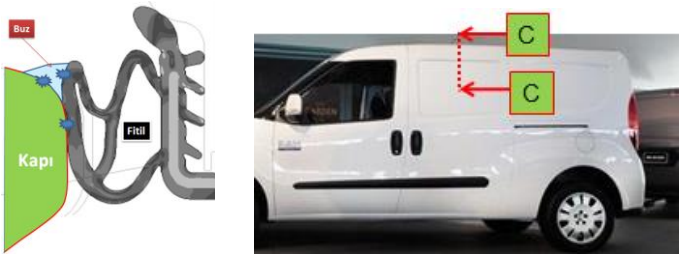
Zaman zaman sürgülü kapılı ticari veya binek araçlarda yaşanan sıfırın altındaki sıcaklıklarda sürgülü kapının açılamaması sorununa çözümler bu çalışmada TRIZ ile bulunmaya çalışılmıştır. Bunun için rakip araçlar dâhil 6 farklı araç otomatik rulolu araç yıkama tesisinden geçtikten sonra aracın kapılarının açılmadan daha önceden şartlandırılmış -30^{0}C soğuk test kabinine alınmış ve 10 saat bekletildikten sonra kabine girerek sürgülü kapının dışardan açılıp açılmadığının kontrolü yapılmıştır. Genel olarak müşteri tarafından gerçekleştirilmesi zor bir senaryo olmasına rağmen olabilecek en kötü durumu yansıttığı için test bu şekilde gerçekleştirilmiştir. İncelenen 6 farklı aracın sürgülü kapılarının açılmadığı tespit edilmiştir. Aynı araçların ön kapıları da test sonrasında kontrol edilmiş ve herhangi bir açılmama sorununa rastlanmamıştır. Bu durumda düşünülmesi gereken olasılık problemin sürgülü kapıların kendine has kinematik hareketinden kaynaklandığıdır. Zira kapı sızdırmazlık fitili ile kapı iskeleti arasındaki mimari kesitler hem ön kapıda hem de sürgülü kapıda aynıdır. Tek fark ön kapının Şekil 1'de görüldüğü gibi tek bir dönme merkezi etrafında ve nispeten uzun bir kuvvet yolu kullanılarak açılması, ancak sürgülü kapıların Şekil 1'de görüldüğü gibi sabit bir dönme merkezi olmadan aracın uzunluğu boyunca hareket etmesidir.



Ön kapı hareketleri Sürgülü kapı hareketleri

Şekil 1. Ön ve sürgülü kapı hareketleri

Bu durum kapı kolundan uzak olan taraftaki fitil ve kapı iskeleti arasındaki yapışma sebebiyle ortaya çıkan reaksiyon kuvvetini yenmek için kapı kolu tarafından iletilen kuvvetin sürgülü kapılarda ön kapılara göre düşük olmasına yol açmaktadır. İkinci bir sebep de sürgülü kapının tam kapanma ve açılma anında fitile sürtünerek hareket etmesidir. Kapı ile fitil zaten birbirine yapışmış durumda iken kapı ve fitilin birbiri üzerinde kaydırılmaya çalışılması sırasında çok daha yüksek bir reaksiyon kuvvetinin ortaya çıkacağı aşikârdır.
Şekil 2'de görülebileceği gibi aracın yıkanması sonrasında süzülen su kapı iskeleti ile sızdırmazlık fitili arasında kalan doğal bir havuzda birikmekte ve sonrasında sıcaklık düşüşü ile donmakta ve hem kapıya hem de fitile yapışmaktadır.



Şekil 2. Sürgülü kapılarda buzlanmanın olduğu bölgeler

Konu ile ilgili patent taraması sonucunda birkaç uygulanabilir çözüm bulunmuştur. Yaratılacak yeni çözümlerde bu patentlerden kaçınmak faydalı olacaktır. İlk bulunan ve pending durumundaki patent fitilin içinden geçirilen bir rezistans vasıtasıyla ısıtılmasını ve bu şekilde olası buzun çözülmesini ve kapının açılmasını sağlamayı hedeflemektedir (Sturgell, 2012). İkinci bulunan ve pending durumundaki patent de araç gövdesinin ısıtılarak fitil ile kapı arasındaki buzun çözülmesini hedeflemektedir (Zubrecki, 2008).
Tüm bu olası sebepler ve mevcut patentler ışığında TRIZ metodu uygulanarak muhtemel çözüm önerileri üretilmiştir. TRIZ metoduna göre öncelikle problemin içindeki teknik ve fiziksel çelişkinin tanımlanması gereklidir. Elimizdeki problemin teknik çelişki tanımı aşağıdaki gibidir.

Teknik Çelişki 1; Eğer *sıcaklık yüksek* ise kapı açma *kuvveti düşük* tür.
Teknik Çelişki 2; Eğer *sıcaklık düşük* ise kapı açma *kuvveti yüksek* tir.

Görüldüğü gibi sıcaklık ile kuvvet arasında bir ters orantı var. 2 numaralı çelişki bizim çözmek istediğimiz çelişkidir. Yani hem sıcaklığı düşük hem de kuvveti düşük olması sağlamak istiyoruz. Bir problemden çok farklı çelişkiler çıkarılabilir. Her tanımladığımız teknik çelişki bizim problemi çözmemiz için farklı çözüm önerileri geliştirmemiz için bize yardımcı olacaktır. Sıcaklık ile kuvvet arasında tanımlanan teknik çelişki aynı zamanda sıcaklık ve gerilim arasında da tanımlanabilir.
Buradan TRIZ'in 40 prensip matrisine gidip sıcaklık ve kuvvet arasındaki çelişkinin çözülebilmesi için olası uygulanabilir prensiplere baktığımızda aşağıdaki prensipler karşımıza çıkmaktadır.

35 Transformation properties (özellik değiştirme)
21 Do it faster (hızlı yap)
3 local quality (bölgesel kalite)
10 prior action (evvel aksiyon)

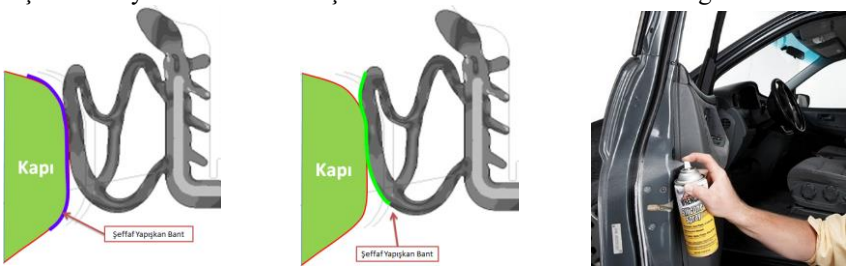
Benzer şekilde sıcaklık ve gerilim arasındaki çelişkinin çözümü için önerilen uygulanabilir prensipler;

35 Transformation properties (özellik değiştirme)
39 Inert environment (ortamı eylemsiz hale getir)
19 Periodic action (periyodik aksiyon)
2 Extraction (çıkarma)

Ardından bu prensipleri uygulayarak olası çözüm önerileri geliştirilmiştir. TRIZ metodu tarafından bize önerilen tüm prensipleri uygulama zorunluluğumuz yoktur. Önerilen prensiplerin bize çözüm üretmede

ilham vermesi amaçlanmaktadır. Unutulmamalıdır ki bu prensipler daha önce taranan binlerce patentin analiz edilmesi sonucunda ortaya çıkmış ve bizim çözmek istediğimiz teknik çelişkinin çözülmesinde daha önce binlerce kişi tarafından kullanılmıştır. Dolayısıyla çok büyük olasılıkla teknik çelişki doğru tanımlandı ise bize çözüm bulmada ilham vereceklerdir.

Çözüm 1 - Bölgesel Kalite (Local Quality): İlk önerilen çözüm problemin tanımında da olayın gerçekleştiği yer olan fitil ile kapı iskeleti arasındaki temas bölgesinde bir takım değişiklikler yapmaktır. İlk öneri Şekil 3(a)'daki gibi kapı iskeleti üzerine polietilen esaslı tek taraflı bir yapışkan bir film tabakası uygulamak ve bu sayede metalin ısı iletkenliğinden kaynaklanan kontak noktasındaki yapışma problemini engellemektedir. Her bir çözüm için uygulanabilirlik, maliyet ve patentlene bilirlik öngörüleri küçük bir tabloda yapılmıştır. Bu sayede bulunan tüm çözümler hızlıca tek bir tabloda değerlendirebilecektir.



(a) (b) (c)

Şekil 3. Kapı ve fitil üzerine tek taraflı yapışkan bant ve sprey uygulaması

Çözüm 2 - Bölgesel Kalite (Local Quality): Çözüm 2 kapı iskeleti üzerine uygulanan filmin sızdırmazlık fitili üzerine uygulanmasıdır Şekil 3(b). Sızdırmazlık fitilleri üzerine hâlihazırda uygulanan silikon esaslı veya su bazlı kaplamalar vardır. Problem yaşanan fitilde de hâlihazırda bu şekilde bir kaplama mevcut olduğu için kontak alanında sürtünmeyi azaltıcı ve fitilin üzerindeki micro gözenekleri kapatan bir başka kaplama kullanılması önerilmektedir.

Çözüm 3 – Evvel Aksiyon (Prior Action): Fitil üzerine Şekil 3(c)'de gösterildiği gibi silikon veya grafit esaslı bir sprey kullanarak soğuk havalarda öncesinde bir önlem alınabilir. Önerilen bu tarz sprey kaydırıcı çözümü satış sonrasında bu problemi çözme amacıyla sıklıkla servisler tarafından kullanılmaktadır.

Çözüm 4 - Periyodik Aksiyon (Periodic Action): Ultrasonik sistemler buz çözme amacıyla kullanılmaktadırlar. Bu fiziksel olgu kullanılarak da kapının açılması sırasında yaratılacak ultrasonik titreşimler fitil ile kapı arasında oluşmuş buzun çözülmesinde yardımcı olabilir. Helikopter palalarında oluşmuş buzları çözmek amacıyla önerilen bir deneysel sistem literatürde mevcuttur (Guo, 2015).

Çözüm 5 - Çıkarma (Extraction): Sistemde problemi yaratan komponent su olduğuna göre suyu bir şekilde sistemin dışında çıkarmak için fikirler düşünülmüştür. Fitil ile kapı iskeletinin birbirine yapışmasının en önemli sebebi hem doğal olarak oluşan havuzda biriken su hem de nemlenen fitil ve kapı üzerindeki suyun donarak kapı iskeleti ile fitili birbirine yapıştırmasıdır. Bu durumda suyun bu komponentlerden herhangi birine yapışamaması durumunda problem çözülebilir. Yapılan kısa araştırma sonunda metal kapı iskeletinin bir şekilde hidrofobik hale getirilmesi düşünülmüştür. Sonrasında birkaç farklı endüstriyel kaplama ve Amerikan Rochester üniversitesi tarafından geliştirilmiş lazer desenleme yöntemi bulunmuştur (Öztürk vd., 2016). Yöntem metal yüzeylere mikron seviyesinde lazer desenleri oluşturarak yüzeylerin hidrofobik hale dönüşmesini sağlıyor.

40 prensip matrisini kullanarak ortaya çıkarılan 5 farklı çözümün üzerine ARIZ yöntemini kullanarak Şekil 4'de görüldüğü gibi 2 adet farklı teknik çelişki tanımlanmıştır.

Şekil 4. ARIZ teknik çelişkileri

Buradan çözülmesi gereken teknik çelişki 2 numaralı olandır ve bu yöntem ile düşük sıcaklığın açılma kuvvetine olan negatif etkisi çözülmeye çalışılacaktır. Yöntem gereği sistem bileşenlerinden ürün ve

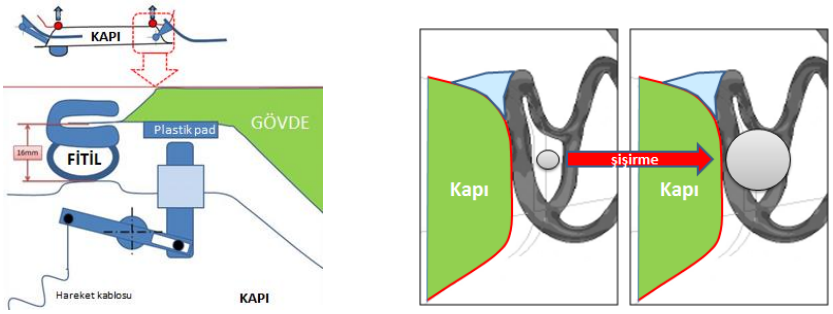
aletleri tanımlamamız gereklidir. Ürün sistemdeki değiştirilemez olan komponenttir. Bizim durumumuzda "su" sistemdeki değiştirilemez üründür. Aletler ise üzerinde değişiklik yapılarak problemin çözümüne katkı sağlanabilecek sistem bileşenleridir ve bizim örneğimizde kapı iskeleti, sızdırmazlık fitili, kapı kolu, kapı kilidi, sürgülü kapı makara ve kızak sistemidir.
Yine yöntem gereği 3 adet ideal nihai sonuç tanımlanır ve yine bu tanımlanan 3 ideal nihai sonuçlardan esinlenerek probleme çözümler üretilmeye çalışılır.

İdeal nihai sonuç 1: (X-element) Sisteme eklenecek bir X-element -30^{0}C'de kolay açılmayı sistemde çok fazla bir komplikasyon yaratmadan garanti edecektir.

İdeal nihai sonuç 2: (System Itself) Sistem kendi kendine -30^{0}C'de kolay açılmayı garanti edecektir.

İdeal nihai sonuç 3: (Operation Zone Itself) Operasyon bölgesi kendi kendine -30^{0}C'de kolay açılmayı garanti edecektir.

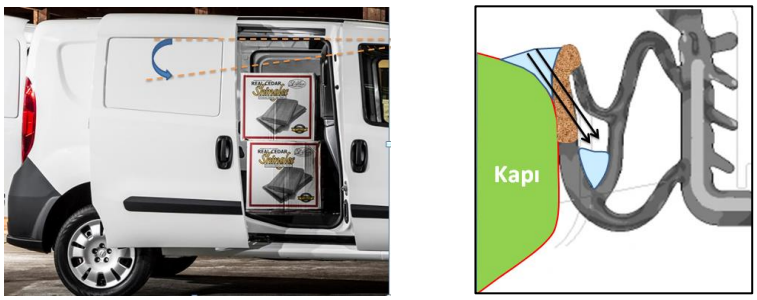
İlk bakışta çok anlamlı gelmeyen bu cümleler aslında TRIZ yönteminin problem çözücüyü ulaştırmak istediği noktaya varması için ilham vermeyi amaçlamaktadır. TRIZ'e göre ideal durum fonksiyonun sistem olmadan hala var olmasıdır.
Çözüm 6 - X-element: Sisteme eklenecek bir X-elementin -30^{0}C'de sistemin kolay açılmasını garanti etmesi beklenmektedir. Bunun için Şekil 5(a)'da gösterilen tulumba sistemi düşünülmüştür (Palacios vd., 2008). Konsept aşamasında bir mekanizma olan sistem gövde üzerine yapıştırılmış bir plastik pad üzerine basan ve kapı üzerine monte edilmiş hareketli bir pimden oluşmaktadır. Problem tanımında da bahsettiğimiz gibi sürgülü kapının kendine has kinematiği sebebiyle kapı kolundan kapıyı açmak için uyguladığımız kuvvet kapının arka kısmına daha az şekilde iletilmektedir. Burada fitil yapışma kuvvetini yenebilmek için mevcut iletilen kuvveti arttırmaya yönelik olarak dış ve iç kapı kolundan tahrik edilecek bir mekanizma ile pim kapıyı dışarı doğru itmeye çalışacak ve kapı kolundan kapıyı açmak için uygulanan kuvvetin daha net şekilde arka kilit bölgesine iletilmesini sağlayacaktır.



(a) **(b)**

Şekil 5. Tulumba sistemi ve kapı fitili içerisine şişebilen bir balon eklenmesi

Çözüm 7 - X-element: Bulunan bir diğer X element çözümü fitilin içine şişebilecek bir balon ekleyerek kapı ve fitil arasındaki yapışmayı fitili hareketlendirerek çözmektir. Bu yöntem araç üzerine hava pompalayabilecek bir sistemin kurularak bu sistemin fitilin içindeki boşluktan geçirilmiş bir balonu şişirmek için kullanılmasıdır. Sistemin tahriki ihtiyaç durumda veya otomatik olarak sağlanabilir. Şekil 5(b)'de sistemin basit açıklaması yer almaktadır.
Çözüm 8 – Sistemin Kendisi (System Itself): Bulunan bir diğer çözüm üst bölgede biriken suyun tahliyesi için üst bölgenin arkaya doğru açılı yapılması ve bu sayede bu bölgede su birikmesinin engellemesidir. Bu sayede sistem kendi kendine suyu ortamdan uzaklaştıracağı için kapı iskeleti ile fitilin yapışması engellenebilecektir. Sistemde yapılması düşünülen değişiklik Şekil 6(a)'da gösterilmiştir.



(a) (b)

Şekil 6. Kapı üst bölgesinin açılı ve kapı fitilinin bölgesel olarak sünger malzemeden yapılması

Çözüm 9 – Çalışma Bölgesinin Kendisi (Operation Zone Itself): Bulunan son çözüm Şekil 6(b)'de anlatılmaya çalışılmıştır. Çözüm fitilin bir kısmının yapısını sünger şeklinde değiştirerek ortamdaki suyun fitil tarafından emilmesini fitilin içindeki boşluk sayesinde tahliyesini sağlamasıdır.

3. SONUÇLAR

TRIZ yöntemi, örneğimizde de olduğu gibi çok sayıda alternatif çözüm önerisini bulabilmemizi sağlamaktadır. Bunu yaparken yapılan patent araştırmaları ile mevcutta bulunan çözümleri de incelememizi isteyen TRIZ, sağladığı düşünme sistematiği içerisinde bize 9 farklı konsept çözüme ulaşmamızı sağlamıştır. Elde edilen bu çözüm önerilerinin uygulanabilirlik, maliyet ve patentlene bilirlik açısından değerlendirmeleri Tablo 1'de verilmiştir. Konsept çözümlerin problemi gerçekten çözüp çözmediğini anlamak için tabi ki çözümlerin detaylandırılması ve test edilmesi gerekmektedir. Ancak tabloya bakıldığında 8 numaralı önerinin problemi en az maliyetle çözme potansiyeli bulunmaktadır. Yine 9 numaralı çözüm de az maliyetli ve yaratıcı bir çözüm olarak ortaya çıkmaktadır. Hangi çözüm ile ilerleneceğine karar verilirken dikkat edilmesi gereken en önemli husus bu çözümün yeni bir araç geliştirme projesinde mi yoksa mevcut üretilen bir araçta mı uygulanacağıdır. Zira bu durum yatırım ve geliştirme maliyetlerini doğrudan etkileyecektir. Örneğin; 8 numaralı çözümün yeni geliştirilen bir araçta uygulanması neredeyse sıfır maliyetle yapılabilecekken, mevcut üretilen bir araçta uygulanması için milyonlarca avro para harcanması gereklidir.

Tablo 1. Çözümlerin değerlendirilmesi

Çözüm No	Uygulanabilirlik	Maliyet	Patentlenebilirlik
1	O	--	O
2	+	--	O
3	+	--	O
4	+	--	+
5	+	O	+
6	+	--	+
7	O	--	+
8	+	+	--
9	O	+	+

KAYNAKLAR

Durgun, İ., Doruk, E., "TRIZ Yaklaşımını Kullanarak Önden Çarpmalı Trafik Kazalarında Yayaların Güvenlik Koşullarının İyileştirilmesi", AKÜ FEMÜBİD 15 (2015) 015901 (1-6), DOI: 10.5578/fmbd.8307

Guo, C., "Laser-generated surface structures create extremely water-repellent metals", University of Rochester Institute of Optics, http://www.rochester.edu/newscenter/ superhydrophobic-metals-85592/, 2015

Horowitz R., Maimon O., "Creative Design Methodology and the Sit Method", Proceedings of DETC'97, 1997 ASME Design Engineering Technical Conference, paper no: DETCC97/DTM-3865 Page: 14-17, 1997, Sacramento, California

Öztürk, Ö., Uçar, K., Hara, D., "Araç Kapılarını İçin Bir Tulumba Sistemi", Patent No: 6876.342, 2016

Palacios, J.L., Smith, E.C., Rose, J.L., "Investigation of an Ultrasonic Ice Protection System for Helicopter Rotor Blades", American Helicopter Society 64th Annual Forum, Montreal, Canada, April 29 - May 1, 2008

Sturgell, G., "Sealing Arrangements for Doors of Motor Vehicle and Methods of Making The Same", Faurecia Interior Systems, Patent No: US20130312330 A1, 2012

Tasi C.C., Tseng C.H., 2000, "Using TRIZ for an Engineering Design Methodology Couse at NCTU in Taiwan", TRIZ Journal, https://triz-journal.com/using-triz-engineering-design-methodology-course-nctu-taiwan/

Zubrecki, S.W., "Vehicle De-icing Apparatus", Patent No: US20100096377 A1, 2008

YALIN ÜRETİM TEKNİKLERİNİN ÜRETİM HATLARINDA KULLANILMASI VE BİR UYGULAMA

Hazel Durmaz
Çukurova Üniversitesi / Koluman Otomotiv Endüstri A.Ş

ÖZET

Çalışma üretim hatlarına yalın üretim tekniklerinin uygulanarak nasıl iyileştirilebileceğini içermekle beraber bu iyileştirmelerin sürekli yapılabilmesi için yalın üretim felsefesinin temel olarak kullanılması gereken yönlerini de içermektedir.

Anahtar Kelimeler; Yalın Üretim ve Yönetim Sistemleri, Değer Akış Haritalama, Tek Parça Akışı

ABSTRACT

The case include how we can improve production lines with lean manufactoring techniques and whats the basic points in the lean manufactoring system to always use this techniques.

Anahtar Kelimeler; Lean Manufactoring and Management Systems,Value Stream Mapping,One Piece Flow

1. GİRİŞ

Yalın üretim 1950'lerde Japonya'da temelleri atılmış ve 1980'lerden itibaren batı ülkeleri başta olmak üzere tüm dünyada yaygınlaşmaya başlamış olan, üretimde mükemmellik ve sürekli iyileştirmeyi merkezine koyan bir üretim sistemidir. Yalın üretim için, yalın felsefenin üretim sistemlerine çeşitli yalın araç ve tekniklerle adapte edilmiş hali de denilebilir. Yalın üretimde temel öncelik sistemdeki değersiz tüm işlemleri yok etmek üzerinedir. Bu nedenle yalın üretim sistemleri, bünyelerinde hiçbir gereksiz unsur bulundurmamayı, hata, maliyet, stok, işçilik ve üretim alanı gibi unsurları olabilecek en alt seviyeye çekmeyi ilke edinmektedir. Üretim süreçleri içerisinde yapılan tüm işlerin, müşterilerin para ödemek için istekli davranacakları katma değerli işler olması bu üretim sisteminin birincil hedefidir. Ayrıca yalın üretim uygulaması için tüm sistem bileşenlerinin bu felsefeyi benimsemesi ve içselleştirmesi şarttır.(Yılmaz,2012)

Yalın üretim felsefesinde yapılan işteki değer (katma değer) çok önemlidir. Değer müşterinin istediği ürün için hammaddeden nihai ürüne kadar ki süreçte biri diğerinin üzerine eklenerek elde edilen müşterinin parasını ödediği hizmet ya da ürünü ifade eder. Değer akışı ise ham maddenin nihai mamüle dönüşme sürecindeki bir üreticiden diğer üreticiye ve son kullanıcıya kadar olan tüm aşamaları içerir. (Rother, Shook, 1999) Müşteri siparişi verdikten sonra teslim alıncaya dek geçen bir süre vardır ve müşteri bunu belirlenen ürün/hizmet bedelini ödeyerek bekler.İşletmeler için bu sürecin yönetimi çok önemlidir.Bu süreçteki değer akışı pek çok faaliyetten oluşsa da, hangi sektörde hangi faaliyet olursa olsun genel olarak üç temel kategoriden oluşur,bunlar; katma değerli faaliyetler,katma değersiz faaliyetler,katma değersiz fakat zorunlu faaliyetlerdir.Değer yaratmayan tüm faaliyetler üretim için israftır. (Ramaswamy vd, 2002) Katma değersiz faaliyetlerin sonuçları israfları doğurur bununla beraber bazı israf kaynakları da katma değersiz faaliyetlerin oluşumunu sağlar. Üretimde yaşanan katma değersiz faaliyetlerin oranının yükselmesi, israfların önüne geçilememesi teslimatta gecikmeler, beklenen kalitede veya miktarda ürün / hizmet sağlayamama gibi ana problemlere sebep olabilir ve müşteri şikayetleri olarak firmaya yansır. Üretim hatlarında karşılaşılan israflar ;

- Fazla üretimden kaynaklanan israf
- Beklemeden kaynaklanan israf
- Ulaştırmadan kaynaklanan israf
- Stoktan kaynaklanan israf
- Süreçten kaynaklanan israf
- Hareket israfı
- Hatalı ürünlerden kaynaklanan israf

İsrafın buradaki anlamı, boşa yapılan üretim, boşa stoklanan yarı mamul, boşa yüklenilen stok maliyeti, boşa giden insan gücü ve boşa giden sermaye gibi tüm fabrikalarda bir rutin içinde olan ancak kesinlikle üretime katma değer getirmeyen işlemlerin tamamıdır. Bu işlemlerin biri veya tamamı bir isletmenin içinde ortaya çıkabilir ve isletmenin mali durumu ne olursa olsun, azaltıldıkları ve hatta tamamen ortadan kaldırıldıkları takdirde yük oldukları isletme için maliyetleri aşağı çeken ve karlılığı arttıran bir etki gösterirler.

İsrafların önlenmesi veya katlanılabilinecek minimum seviyede tutulması sağlamak üzere Japonlar tarafından ilk kez ortaya atılıp Toyota Üretim Sistemi olarak isimlendirilen dünyaca yalın üretim sistemi olarak kabul edilen sistem içerisinde pek çok teknik ve kavram bulunmaktadır. Bu temel teknikleri sıralayacak olursak;

- 5S,
- Kanban,
- Kaizen
- Toplam üretken bakım (Tpm),
- Tekli dakikalarda kalıp değiştirme (Smed),
- Değer akış haritalama (VSM),
- Tek parça akışı,
- Dengeli üretim (Heijunka),
- JIT (Just in time) – Tam zamanında üretim
- Jidoka
- Poke-yoke,
- 3M (Muda, Mura, Muri),
- İş rotasyonu (shojinka),

5S : Yalın üretim tekniklerinden fabrika ve ofislerin temiz düzenli görünümünü sağlayan,aranılan alet ekipman malzeme ve eşyalara kolay ulaşımı sağlayan ve

Seiri (Ayıkla): Gereksiz malzeme,ekipman,el aleti,dosya ,klasörlerin gereklilerden ayrılarak uzaklaştırılması
Seiton (Düzenleme) : Geriye kalan gerekli olanların düzenlenmesi ve tanımlanması
Seiso (Temizleme) : Makro,mikro ve bireysel temizliklerin gerçekleştirilmesi
Seiketsu (Standartlaştırma) : 3S'i standartlaştırmak için standartlaştırma adımlarının oluşturulması
Shitsuke (Disiplin) : 4S'in yaşamasının sağlanması ve tüm fabrika tarafından benimsenmesi
Kanban: Çekme sisteminde yalın üretimin temel tekniklerinden biridir.Stok seviyelerinin belirlenerek kartlar ile üretimden ambarlara ambarlardan tedarikçilere malzeme çekilmesini sağlar.Stok devir hızının kontrol altına alınabilmesinde ve istenen devir hızının yakalanmasında öne çıkan uygulamadır.
Kaizen: Proseslerde israflar en küçüklenerek ve ya yok edilerek katma değersiz durum ve faaliyetlerin azaldığı böylece aynı çıktının daha az girdi sayesinde verimliliği yükselten sürekli iyileştirmelerdir.
Toplam Üretken Bakım (TPM): Makine verimliliğini yükseltmek için duruşları,arızaları öncelikle kayıt altına alıp sonra bunları azaltabilmeye yönelik koruyucu/önleyici bakım,kestirimci bakımlarını plan dahiline alarak duruş ve arızalardan kaynaklanan zaman israfını önlemeye,makine ömrünü arttırmaya çalışan ve işletmelerde OEE ile takibi ve yönetimi yapılabilecek temel yalın üretim tekniklerindendir.
Tekli Dakikalarda Kalıp Değiştirme (SMED) : Kalıp değiştirme sürelerinin tekli rakamlara yanı 10 dakika altına indirilmesi gerektiğini anlatan tekniktir,kalıp değiştirmedeki zaman israfını önlemeye yönelik ortaya çıkan yalın üretim tekniğidir.
Değer Akış Haritalama (VSM) : İşletmenin müşteriden tedarikçisine kadar tüm sürecini haritalandırma yöntemi ile görebildiği,kuşbakışı görünüş ile öncesinde Mevcut Durum Haritalama ve bu haritadan hareketle israflar belirlenerek onlara karşı en küçükleyici veya yok edici çalışmalar yapılarak Gelecek Durum Haritasının çıkarıldığı ürünün değer akışını gösteren haritalardır.(Yurdugül,2010)
Tek Parça Akışı : Hammaddeden nihai ürüne olan sürecin tek bir akış ile gerçekleştirildiği ve bu akışın da hattın takt zamanına göre belirlendiği çekme sisteminin temelindeki felsefeyi yansıtan yalın üretim yöntemidir.
Dengeli Üretim (Heijunka) : Öncelikle çalışanlar arasında iş yükü dengesinin sağlanması sonrasında ise üretimin seviyelendirilmesidir.Parti tipi üretime göre dengeli üretim birden fazla israfın azalmasına aynı anda olanak sağlar.
Tam Zamanında Üretim-Just in Time (JIT) : Müşterinin istediği miktarda istediği kalitede ve istediği zamanda yani tam zamanında ürünün/hizmetin ulaştırılmasıdır.Çekme sistemi temel olarak alır bu sebeple takt zamanı tam zamanlı üretimde oldukça anlamlıdır.
Jidoka : Üretim devam ederken bir sorun çıktığında üretimin durdularak hemen müdahale edilmesidir.Burada müdahale edecek kişiler önceden belirlenir.
Poka-Yoke : Hata önleme sistemleridir, unutkanlık,moral motivasyon eksikliği,dikkatsizlik gibi insani sebeplerden oluşan hataların görseller,uyarıcı işaretler talimatlar ile önlenmesini sağlayan sistemdir.
3M (Muda, Mura, Muri) : İsrafın üç farklı türünü içeren kavramlardır.Muda; ürüne/hizmete katma değer yaratmayan israflardır.Mura; üretimde düzensiz işyükünün olmasından dolayı oluşan israftır,ya fazla yüklenmeye ya da boş beklemelere sebep olmaktadır. Muri; üretimde fazla iş yükü ,daha kısa sürede ürün çıkartma,makine kapasitesini ve çalışan kapasitesini zorlamalarda kaynaklanan israftır.
İş Rotasyonu (shojinka) : Heijunkada üretimin seviyelendirilmesi düşünüldüğümde iş rotasyonunda da çalışanın seviyelendirilmesi yapılmaktadır bu sebeple çalışanların yetkinlikleri arttırılarak denge sağlanmalıdır.
Yalın üretim tekniklerinde hem sektörden sektöre hem de aynı sektör içinde firmaların üretim sistemlerine göre tekniklerden bir kısmı öne çıkmaktadır. Öne çıkan teknikler arasında da firmanın yalın üretim çalışmalarının seviyesi dikkate alınarak projelendirme yapılmalı, bu temel ile yalın üretim çalışmaları gerçekleştirilmelidir. Uygulanacak yalın üretim teknikleri firmaların üretim sistemlerine göre belirlenebilir bunun için firmanın süreçlerinin analiz edilmesi ve tanımlanması ilk adımdır. Bu analiz sonucuna göre üretimin odaklandığı süreçlerin odak noktasını bulmak ve yalın üretim tekniklerinin uygulanmasındaki stratejiyi buna göre kurgulamak gereklidir. Üretim sistemi 3 farklı odakta olabilir;

Proses Odaklılık	Tekrar Odaklılık	Ürün Odaklılık
Ürün miktarı az,çeşitliliği çoktur.	Ürün genellikle standardize edilmiştir.	Ürün yüksek hacimli,çeşitliliği azdır.
Techizatlar genel amaçlıdır.	Techizat genellikle montaj hatları için özel amaçlıdır.	Özel techizat bulunur.
Üniversal operatörler vardır.	Çalışanlar orta derecede eğitimlidir.	Operatörler nispeten daha az eğitimlidir.
Yüksek sayıda iş emri bulunur.	Operasyonlar tekrar içermektedir.(takt time)	Az iş emri vardır,üretim standarttır.
Ürün değerine oranla hammadde değeri yüksektir.	Tam zamanında teslimat yapılmaktadır.	Ürün değerine oranla hammadde değeri düşüktür.
Çıktıya oranla proses içindeki işlem oranı yüksektir.	Tam zamanında envanter yönetilmektedir.	Çıktıya oranla prosesteki işlem oranı düşüktür.
Birimlerin fabrikada işleyişi yavaştır.	Hareketler saatler ve günler olarak ölçülmektedir.	Parçalar tesis içinde hızlı akmaktadır.
Sipariş için üretim gerçekleştirilir.	Öngörülmesi kolay bir akışa sahiptir.	Öngörülebilir bir stok yönetimi bulunur.
Sabit maliyetler yüksek,değişken maliyetler düşüktür.	Planlama modeller üzerine kuruludur.	Maliyetler kapasite kullanımı ile doğrudan orantılıdır.
Maliyet iş yapılmadan tahmin edilir,bitince tespit edilir.	Sabit maliyetler tesisin esnekliğine bağlıdır.	Sabit maliyetler yüksek,değişken maliyetler düşüktür.
Örnekler; Hastane,atölye,banka	**Örnekler; Araba üretimi,bisiklet üretimi,fast food**	**Örnekler;Çelik üretimi,cam şişe üretimi,kağıt üretimi**

Tablo 1: Üretim Sistemlerinde Süreçlerin Anatilik Değerlendirmeler Sonucu Belirlenmiş Özellikleri

Tesisteki bu değerlendirmeler ile o tesisin ait olduğu grup ya da gruplar bulunmalıdır çünkü her bir grup için uygulanacak yalın süreç de ayrı olacaktır.Tesisin odağı bunlardan biri olabilecekken ,ikisinin ya da üçünün tesis içindeki farklı alanlarda gözlemleyebileceği karma odakları da olabilir,bunlar için de karma yalın üretim stratejileri oluşturulmalıdır.

Çalışmada ele alınan tesis otomotiv sektöründe hizmet vermektedir. Üretim sistemleri gözlemler yapılarak incelenmiş ve proses odaklı bir üretim sistemi ile karşılaşılmıştır.Tesisin yalın üretimdeki entellektüel sermayesine bakıldığında henüz öğrenme durumundadır. Bu bilgiler ışında proses odaklı üretimin olduğu yerlerde genel prensip prosesi iyileştirme ve israf kaynaklarından beklemeden,süreçten ve hareketlerden kaynaklanan israfları azaltmak üzerine olacaktır. Prosesi iyileştirmek için önce üretimin gerçekleştiği alanın verimli üretime en uygun hale getirilmesi gerekmektedir bu sebeple seçilmesi gereken ilk yalın üretim tekniği 5S'dir.5S ile beraber üretim alet-ekipman ve malzemelerinden gerekli olanları hatta bulundurulması ve gerekli miktarda bulunması sağlanarak ve yapılan işe en yakın konumda bulundurulması önceliklendirilmelidir.5S üretimin verimli çalışması için fiziksel koşulları iyileştirme işin nispeten daha kolay yapılmasını sağlama ve üretimdeki kaba verimsizliğin ortadan kaldırılmasına yardımcı olur..Fakat hala proseslerdeki iyileştirme sağlanmamıştır,buna hizmet edecek teknik ise Kaizen'dir.Kaizenler ile üretimden kesitler izlenerek bu kesitler üzerinde takım çalışmaları başlatılır ve katma değersiz faaliyetler ortadan kaldırılır ise üretim proseslerinde toplam akış süresinde azalmalar,müşteri prosese aynı kalitede fakat daha hızlı parça/ürün geçişleri,çalışanların iş yükleri arasındaki dengeler ve çalışan motivasyonuyla beraber performanslarda yükselmeler elde edilebilir.Kaizenler sürekli iyileştirmelerdir ve en mükemmel operasyonlarda dahi belirli zaman aralıklarınca tekrarlanmalıdır fakat katma değersiz faaliyetler azaldıkça süreçlerde standartlaşmalar olacaktır bu sebeple kaizenler standart operasyonları belirler ve sürekli gerçekleştirildiği hatlarda kararlı operasyonlar oluşturur.Uygulanması gereken bir sonraki yalın üretim tekniği ise bu standart operasyonlar arasında heijunka yapmak dengeli bir üretim sistemi elde etmektir.Kaizenler standart olsun olmasın üretimin belli bir istasyonuna,operasyonuna odaklanırken heijunka da standart operasyonlar/istasyonlar vardır,bunlar arasındaki dengelemeyi sağlamak gereklidir.Burada bahsedilen dengeleme;iş gücünün dengelenmesi,iş adımlarının dengelenmesi,iş basitleştirme ve/veya iş zenginleştirme faaliyetlerinin yapılması gibidir.Yalın üretimde entellektüel sermayesi henüz öğrenme seviyesinde olan tesis bu tekniklerle beraber büyüme seviyesinden hızla geçerek sürdürme seviyesine ulaşacaktır.Bu tekniklerle beraber artık üretim sistemi prosese bağımlı olmaktan da çıkacak tekrar odaklı üretim haline gelecektir.Yukarıda bahsedilen uygulama örneğinde bulunulan noktadan ulaşılan noktaya kadar aslında dört temel teknikten bahsedilse de diğer tekniklerde elbette ki kullanılacaktır.Örneğin ;kullanılan

makinelerde kestirimci bakım,otonom bakım ve koruyucu bakımların yapılmasında TPM tekniği,proses iyileştirirken kalıp sürelerinin azaltılmasında SMED tekniği,proseslerde hata önlemeler için poka-yoke ve jidoka tekniklerine, çalışanlar arasındaki iş rotasyonu için shojinka gibi tekniklere gerekli durumlarda minimal anlamlarda yer verilmelidir.

KAYNAKÇA

Eren Yılmaz (2012). ‘’ Siparişe Göre Üretim Yapan Sistemlerde Yalın Üretim Uygulamaları’’, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Rother, M., Shook, J., Learning to See Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda, The Lean Enterprise Institude, Brookline, Massachusetts, USA, 1999.

Ramaswamy, N. R. Selladurai, V. Ve Gunesakaran, A. (2002). Just-In-Time Implementation In Small And Medium Enterprises. Work Study, 51(2):85-90.

Uğur Yurdugül (2010). ‘’ Değer Akış Haritalandırma Yöntemi ve Bir Uygulama’’, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

YALIN DÖNÜŞÜM YÖNETİMİ: BÜTÜNSEL BİR DEĞERLENDİRME

M. Bülent Durmuşoğlu
İstanbul Teknik Üniversitesi

ÖZET

Yalın dönüşüm, kültür değişimi gerektirdiği için muazzam bir stratejik projedir. Genellikle şirketler, birkaç verimlilik artımı çalışmasında elde ettiklerini yeterli bulmakta ve dönüşememektedirler. Bildiride bunun temel nedenleri üzerinde durulmuş, yalın dönüşüm yönetiminde dikkate alınması gereken faktörler teker teker ele alınarak analiz edilmiştir.

Anahtar Sözcükler: yalın, dönüşüm yönetimi, bütünü görme

LEAN TRANSFORMATION MANAGEMENT: A HOLISTIC EVALUATION

ABSTRACT

Lean transformation is a huge strategic project because it requires a cultural change. When the companies have obtained a few increased productivities, they satisfied their situations and could not frequently transform to lean. In this paper, the underlying reasons for this are emphasized and the factors influenced in the management of the lean transformation are analyzed one by one.

Key words: lean, transformation management, seeing the whole

1. GİRİŞ

Günümüz üretim şirketleri, müşteri için kalite-teslimat-maliyet ölçütlerini eş zamanlı olarak tatminkâr bir şekilde karşılamaya zorlanmaktadır. Yalın üretimi duyan şirketlerimiz bunu sihirli bir formül olarak görüp sarılmakta ve müşteri için performanslarını arttırmaya çalışmaktadır. Birkaç verimlilik artışı sağlayınca da söz konusu durumu yeterli görüp yalın çabaları sonlandırmaktadır. Başka bir deyişle yalına dönüşememektedir. Yalın dönüşüm iki ana nedenden dolayı tıkanmaktadır:

İnsanlardaki kaybetme komplosu: Orta kademe yöneticiler, yetki ve etki kaybetme komplosu nedeniyle değişime direnç göstermektedir. Burada kritik olan değişimin insanlara uygulanmadığı, insanlarla birlikte yapıldığı gerçeğini unutmamaktır. Bu nedenle yalın dönüşüm çok uzun bir süre alabilir. Bu uzunluktaki süre 2-7 yıl arasında olduğu için, şirketin bu kadar süre dönüşüme sabır gösterebilme olasılığı çok yüksek olamamaktadır.

Kısa vadede üretimdeki kayıplara razı olmama: Yalın, sorunları görünür hale getirmeyi ve bunlarla mücadele etmeyi gerektirir. Her şirket buna kültür olarak hazır değildir. Genellikle sorunlar kişilerde olumsuz bir etki yaptığından saklanır. Onları gelişme için bir fırsat olarak görmek zordur. Sorunlar ortaya çıkarılsa bile bunlarla mücadele edecek nitelikli işgücü veya işgücü süresi bulunmayabilir. Böylece üretim sisteminde ortaya çıkan sorunlar nedeniyle kayıplar oluşmaya başlar. Örneğin düşük stok nedeniyle makine arızalarının olumsuz etkisi artar. Bu da teslimatta gecikmelere neden olabilir. Oysa makine arıza olasılıklarını düşürmek için derhal otonom bakım çalışmalarına başlamak gerekir. Başka bir örnek "andon" ile tüm hat durdurulduğu zaman ortaya çıkan kayıplardır. Koskoca hattı durdurmak bir maliyettir. Hat durması sırasında takım liderinin işbirliği ile sorunlar incelenip görünür hale getirilmez ise bir sonuç alınamaz. Kısa vadede kayıplarla baş başa kalınır, uzun vadede kazançlar sağlanamaz.

2. YALIN DÖNÜŞÜM YÖNETİMİ

Tüm üste açıklanan nedenlerin üstesinden gelebilmek için, aşağıdaki faktörleri dikkate alan yalın dönüşüm yönetimine ihtiyaç bulunmaktadır:

Üst Yönetimin Öğrenme Sürecine Girmesi:

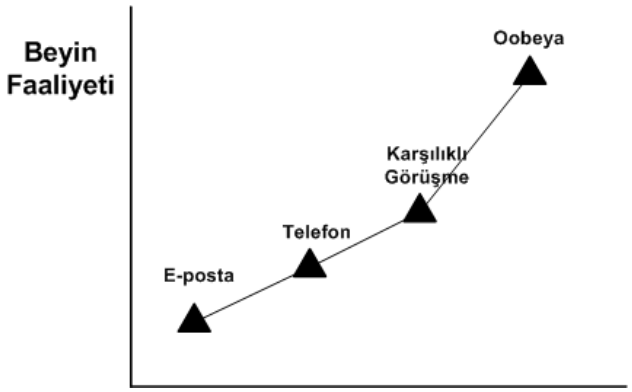
Üst yönetimin sadece yalın dönüşümü destekliyorum demesi yetmemektedir. Üst yönetimin yalını öğrenme sürecine girmesi gerekir. Şirketin sahibi onlardır. Yalın önemli bir şirket stratejisi olduğundan, başarı ancak ve ancak üst yönetimin dönüşüm sürecinde devamlı öğrenmesi ve yalına zarar verecek stratejik uygulamalardan öğrenme yoluyla kaçınması gerekmektedir.

Oobeya (Görsel Proje Odası) Yönetimi

Katma değerin üretildiği (imalat veya hizmet) alana yakın görsel bir proje odası (Oobeya) kurulmalı ve yalın dönüşüm buradan kaynaklı bir şekilde yönetilmelidir.

Oobeya' da genellikle ayakta çalışılır. Üretilen uygulama çalışmaları (örneğin değer akış haritaları, yamazumi şemaları vb) odanın duvarlarına (veya panolara) asılmalı ve duvar (veya pano) üzerindeki bilgiler tartışılarak değerlendirilip uygulamaya alınmalıdır.

Oobeya'da beyin faaliyetleri üst düzeye çıkar (Şekil 1). Yalın dönüşümün performansının arttırılması için gereklidir.



Şekil 1 Oobeya' da Beyin Faaliyetlerinin Artışının Göreli Durumu

Uzun Vadeli Düşünme

Yalınlaşma süreçlerinde kısa vadede kayıplarla karşılaşmak daha önce de bahsedildiği gibi olasıdır. Kararların uzun vadede kazanma üzerine dayandırılması, yalının ilk ilkesidir (Liker, 2004).

İş Güvencesi

Uzun dönemli yalınlaşma çalışmalarından sonra, daha az işgücüyle aynı çıktıyı elde etmek mümkün olabilmektedir. Bu durumlarda, fazla iş gücü büyüme amaçlı kullanılmalıdır. İşgörenlerin işten çıkarılması, Kaizen çalışmalarının sonu olur. Hiç kimse, kendini yok etmek için çalışmaz. Yönetim ile çalışanlar arasında güven ortamı kaybolur. Güven ve insana saygı, yalın dönüşümün temelini oluşturmaktadır.

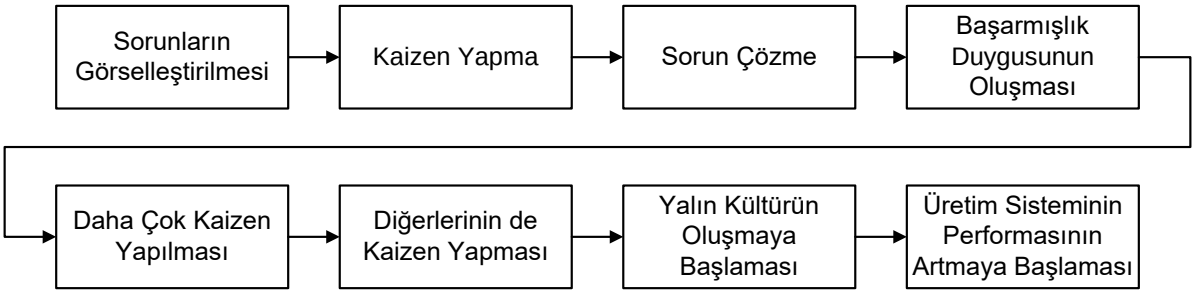
Düşünceyi Değiştirmek İçin Kültürü Değiştirme

"Davranışları (kültürü) değiştirmek için düşünceyi değiştir" yerine, "düşünceyi değiştirmek için davranışı (kültürü) değiştir" yaklaşımı Toyota 'da uygulanan temel yaklaşımdır (Shook, 2010). Sadece eğitim yoluyla geçmiş iş deneyimi olan insanların davranışları değiştirmek genellikle nadiren gerçekleşebilmektedir. Bu nedenle görsel yönetim ve standart iş yaklaşımı ile insanların davranışlarının değiştirilmesi gerekmektedir. Standart iş yardımıyla tasarlanmış uygulamalar sayesinde, yapılan geliştirme faaliyetleri bilinçsiz düşünme tarzına döner. Hayatın bir parçası haline gelir. Böylece insanların düşünceleri de zamanla değişir.

Sorunları Görsel Hale Getirme

Görsellik davranışlarımızı değiştirir. Sorunların görsel hale gelmesi, Kaizen yapma ortamı oluşturur. Sorun yok demek sorunun ta kendisidir. Şekil 2' de sorunları görselleştirme etkisinin nasıl yalın kültürün oluşmasına neden olduğu görülmektedir. Kaizen ortamı sorunların çözülmesine, başarı duygusunun oluşmasına ve nihayetinde yaygınlaşarak yalın kültürün oluşması neden olur.

Bir benzetme yaparsak, yalın başka bir deyişle kaizen virüsünü şirket içinde yayamazsak, organizasyonun bağışıklık sistemi onu ret edecektir. Böylece yalın, birkaç verimlilik çalışmasıyla sona erecektir. Bu nedenle sorun görselleştirme, dönüşüm yönetiminde önemli bir kilometre taşıdır.



Şekil 2 Sorunları Görselleştirme Etkisi

Rehberlik Etme

Geleneksel sistemde, lider "yapacaksın" der. İşgörenlere ne yapmaları gerektiğini söylediğimizde, onların zihinleri kapanır. İşgörenlerin zamanla deneyimlerini, bilgilerini ve yaratıcılığını kaybedersiniz. Bir benzetme yapmak gerekirse, bu aşamada **işgörenler işyerine girerken beyinlerini kapıya koyarak içeri girerler.** Tam tersine, "sen ne düşünüyorsun" diyen lider, yalın liderdir. Açık kapılı sorular sormak işgöreni içeri davet eder (Sokrat soruları). Altında yatan ileti, "senin fikrine değer veriyorum" dur.

Başka bir deyişle yalında çalışanların sadece alın teri değil, beyni de çalışmaların içine sokulur. Yalın liderlerin rehberlik etmesi yardımıyla yetenekli, motive edilmiş ve beynini kullanan işgörenler yetiştirilir. Bu işgörenler sayesinde iyi süreçler, iyi süreçler yardımıyla iyi sonuçlar alınır. Bu şekilde yalın dönüşüm süreci etkin olarak devam eder.

Sonuçlar ve İnsanlar Yerine Sürece Odaklanma

Normal günlük yönetim, süreç iyileştirme olmalıdır. Sonuçlara ve insanlara odaklanmak yerine, sürece odaklanmak gerekmektedir. Yalın olmayan düşünce ile yalın düşünceyi formülle göstermek gerekirse (Rother, 2010):

Yalın Olmayan Düşünce: Normal Günlük Yönetim + İyileştirme

Yalın Düşünce: Normal Günlük Yönetim = Süreç İyileştirme

Ayrıca diğer insanların düşünmesini, sorumluluk ve inisiyatif almasını sağlamak da süreç iyileştirmeye hizmet eder.

Bir Seferde Sadece Bir Değişimi Yapma

Süreçte "bir seferde sadece bir değişim" kuralı, insanların faktörlerin etki ve nedenlerini görmeleri, anlamaları ve sonuçları beklenen sonuçlarla karşılaştırmaları için çok önemlidir. Bu nedenle insanlara, bir

seferde bir faktörün değişimi denemesi öğretilmelidir. İnsanlardaki davranış değişikliğini başka bir yolla gerçekleştirmek mümkün değildir.
Yalın dönüşüm çabalarının temel amacı, mevcut üretim sistemini kargaşadan çıkarıp ürün-hizmet akışını sağlamak, üretim sistemini standart hale getirmek ve Kaizen yapma ortamına sokmaktır. Burada şirketin mutluluğunun (karı ve ciroyu artırmanın) yanı sıra şirket içindeki bireylerin mutluluğu amaçlanır. Bireysel mutluluk, dinamikleştirme faaliyetleri ile sağlanır. Dinamikleştirme faaliyetleri, bireylerin Kaizen yapma isteğini artırır. Maddi ve manevi ödüller, sorunları görselleştirme, Oobeya ve Asakai (sabah kısa süreli ayakta toplantı) çalışmaları, dinamikleştirme faaliyetleri arasındadır. Örneğin Şekil 3' de gerçekten yalın dönüşen şirketlerden birinin 2011' de dip yapan uygulanmış Kaizen sayısının, yeniden çarpıcı bir şekilde yükselmesinin nedeni, önceki yıllara göre, düşen dinamikleştirme faaliyetlerinin etkinliğinin arttırılması olmuştur. Sonuç enerji dolu bir iş ortamı, kalite artışı, maliyet düşüşü ile akıcı bir üretim sisteminin elde edilmesi ve en önemlisi bu performansın sürdürülmesidir.

Şekil 3 Bir Şirkette Düşen Kaizen Sayılarının Yeniden Yükselmesi

3. SONUÇ

Yalın üretim sistemi, Toyota fabrikalarında başlamıştır. Toyota böylesi bir sistemi onlarca yıllık deneyimleri sonucu geliştirmiştir. Kurdukları sıfırdan fabrikalarda bu sisteme yatkın genellikle deneyimsiz işgörenleri işe alarak doğrudan yalın standartlara göre onları çalıştırmaktadır. Oysa geleneksel bir üretim sistemini yalına dönüştürmek bambaşka bir projedir.
Yalın dönüşüm yönetimi, tüm şirketin ve şirketin yalın sensei' sinin (yol gösterici, öğretmen) topyekûn yalın stratejisi altında bir orkestra gibi hareket ettirilmesinin yönetimidir. Bildiride bahsedilen faktörlerin sıkı bir şekilde dikkate alınmasını gerektirir. İnsanlar arası güven ve sabır esastır. Kısa vadeli düşünme gibi sonuç eğilimli kültür, kültür değişimini engeller. Böyle şirketlerde, yalın dönüşüm, çeşitli verimlilik artışlarını gösteren birkaç "PowerPoint" sunuşları ile sona erer. Ancak şunu vurgulamalıyız ki, gidilmeye değer yalın dönüşüm yolunun, kestirmesi yoktur.

KAYNAKÇA

Liker, J.K. (2004) The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer, McGraw-Hill.
Rother, M. (2010) Toyota Kata, Managing People for Improvement, Adaptiveness, and Superior Results, McGraw-Hill.
Shook, J. (2010) How to Change a Culture: Lessons from NUMMI, MIT Sloan Management Review, 51, 2, s. 63-68.

THE IMPACT OF MISCELLANEOUS INDUSTRIAL AREAS TO TURKEY'S GROWTH RATE POINT OF PARADIGMS OF MASS PRODUCTION AND MASS CUSTOMIZATION

Deniz Efendioğlu
Marmara Üniversitesi

Gökçen Bayram
Marmara Üniversitesi

B. Gültekin Çetiner
Marmara Üniversitesi

SUMMARY

The concepts of mass production and mass customization differ from various aspects of subjects, such as goal, economy, focus point, product, key features, organization and customer involvement. When Turkey is investigated from this point of view, according to official data, employment in agricultural area is substantially decreasing by ratio. This situation can be counted as a specialty of developing countries. In this study, the main goal is trying to find out a statistical frame by the paradigms of mass production and mass customization. The main issue can be constituted as if what is the share of production, process and distribution of information and services as a property in internal revenue. The impact of this phenomenon on the usage of credit and main paradigms of the study at traditional three sector like agriculture, industry and service, are going to investigated by using multiple regression method. The consequence of this investigation will expose mass customization stand in the forefront compared to mass production by associating analysis of which sector impacts too much or what is the main reason in this change Turkey's growth ratio.

Key words: Multiple regression analysis, mass production, mass customization

TÜRKİYE'NİN BÜYÜME HIZINA KİTLESEL ÜRETİM VE KİTLESEL ÖZELLEŞTİRME PARADİGMALARI AÇISINDAN ÇEŞİTLİ ENDÜSTRİ KOLLARININ ETKİSİ

ÖZET

Kitlesel üretim ve kitlesel özelleştirme hedef, ekonomi, odak noktası, ürün, ana özellikler, organizasyon ve müşteri katılımı unsurları açısından farklılıklar göstermektedir. Türkiye'nin bu açıdan durumu incelendiğinde, resmi verilere göre tarımda çalışanların oransal olarak önemli ölçüde azaldığını göstermektedir. Bu durum gelişen ülkelere has bir özelliktir. Bu çalışmada temel olarak amaçlanan kitle üretimi ve kitlesel özelleştirme çerçevesinde istatistiksel bir çerçeve oluşturulmaya çalışılmaktadır. Çalışman temel sorunsalını ise şu şekilde oluşmaktadır: Milli gelir içinde bir mal olarak enformasyon ve hizmetlerin üretiminin, işlenmesinin ve dağıtımının payı nedir? Burada tarım, sanayi, hizmetler gibi geleneksel üç sektörde, kredi kullanımının yoğunluğu ve çalışmanın ana paradigması üzerindeki etkileri, çok değişkenli regresyon analizi yapılarak incelenecektir. Bu inceleme sonucundan Türkiye'nin büyüme oranını, hangi sektörlerin daha fazla etkilediğini ya da değişimlerinde temel sebeplerin ne olduğuna dair

ilişkilendirme analizlerle yapılarak kitlesel üretim ve kitlesel özelleştirme paradigması çerçevesinde, kitlesel özelleştirmenin, kitlesel üretime kıyasla daha ön planda olduğu ortaya çıkacaktır.
Anahtar Kelimeler: Çok değişkenli regresyon analizi, kitlesel özelleştirme, kitlesel üretim

1. INTRODUCTION

Turkey is growing in a high speed with economical rates. When the growth rate and GDP is investigated, we can see which sectors caused this rates increased. In this study, the attribution of the sectors are concluded and the impacts of each are shown by multiple regression method. A lot of sectors can be considered under this topic. Generally, agriculture, industry, construction, trade, transportation & communication, financial institution, ownership of dwellings, business & personnel service, imputed bank service, government service, private nonprofit service, import duties have investigated under this topic. From the table, sector share and growth rate is found for the inputs listed above. The inputs and their relation with the GDP and growth rate of country related with regression line. After this, the sectors are generally explained by the terms of mass customization and mass production and put into a category in which sectors explained by this terms. At the end we will see the situation of Turkey due to this results.

2. GENERAL INFORMATION AND LITERATURE REVIEW

The difference between mass production and mass customization generally concludes the concepts of production of product and customer needs. The phenomenon of technology has improved the production capability and product differentiation at organizations. When thinking about the improvements in technology, quick accessing to information and higher literacy rates customers become much more consciousness the events and situations happening near them. Due to this results, customer demands are turning into more complex and each customer preference varies. On the other hand, this situation depends on the product and industry as well.

A few products do not demand individual attention and mostly the need is similar with all customers. In this case, individual attention is not required and organizations choose the most efficient production setting. This explanation will assist in better understanding of mass production and mass customization.

Table.1: Comparison of Mass Customization and Mass Production **(Bayraktaroglu ve Atrek, 2010) & (Gaub, 2015)**

Features	**Mass Production**	**Mass Customization**
Focus	Effective production	Variety and customization
Criteria	Stability and control	Flexibility and quick response
Target	Market share	Customer share
Goal	Production, development and distribution of products being in the level of everyone can afford.	Production, development and distribution of products being in the level of not only everyone can find the way the variety and customization but also with price
Decision Maker	Producer	Customer and producer
Base of Production	Forecasting demand	Real demand
Features of Demand	Stabilized demand	Fluctuating demand
Features of Market	Large, homogenous market	Heterogeneous niche market
Product Development Curve	Long	Short
Product Life Cycle	Long	Short
Features	**Mass Production**	**Mass Customization**
Choices of Production	Consumers have the chance of choosing between a number of alternatives	Consumers have the chance of choosing between a lot of alternatives
Amount of Production	Low amount of production per orders	High amount of production per orders

Stock Management	Stock must be kept in every level of supply chain due to the fact that the amount of product is related to forecasting demand	There is no need for holding final product stock, because sales happened before the product produced although the variety customer wants provided.
Constraint of Production	Production to the stock	Production to the order
Agility	Slow	Fast
Pricing	Done by returned products from customers, holding costs and price discount	The criteria used for mass production is not considered in this concept
Cost of Production	Economies of scale	Economies of scope
Production	Continuous Production	Batch Production
Promotion	Large mass of community considered	Small mass of community considered
Investigated Features	Mass production	Mass customization
Lowering the Cost	Economies of scale	Economies of scope
Cash Flow	Constrained because of intermediate stock in every level of supply chain	A little or entire payment done, because sales happened before the product produced
Logistic	Classify a high amount of order which is similar.	Classify customized product amount based on customer demand.
Variety & Production	Limited level of production	Flexible production for product variety

Some products are standardized and customer need is highly similar. Also, there are products with excess demand with less supply. Mass production is regarded as the most efficient production system where costs are driven down while production capacity is maintained at a higher level. Mass production can be defined as the production of large quantities of standardized products quickly. Economies of scale are achieved with mass production (**Puma is Back in the Customization Game, 2012).**

Mass customization is the new frontier in the field of manufacturing and marketing. Custom made products with a low cost is the specialty of mass customization. The costs are maintained similar or marginally higher compared to mass production costing. It can be observed, that mass customization equips the firm to have diversity in products and flexibility for individual customization with a lower increase in corresponding costs. This customization can improve the customer value drastically and that will provide a competitive advantage in the industry.

As you can see there is a clear difference between the two types of production based upon the purpose of the production, the costs involved, the business model, and lead times. Not to mention, the actual product plays a huge purpose in the type of manufacturing used. To help put things into perspective, here are a few examples of the types of well-known metal products that would fall under these two manufacturing categories.

Table.2: Comparison of Mass Customization and Mass Production

Manufacturing Characteristics	**Custom Manufacturing**	**Mass Production**
Quantities	Small	Large
Manufacturing method	Small / one person shop	Assembly Lines
Manufacturing source	Human	Humans and/or machines
Labor costs	More	Less
Human error	More	Less
Design changes	Easy	Difficult
Business Model	Made to order	Large inventory / JIT
Production time	High	Low
Quality Assurance	High	Low

The custom manufacturing parts would have more human fabrication as oppose to mass production which would rely solely on automation of machines. This greatly influences the cost and lead time for fabrication.

Table.3: Products of Mass Production and Customization

Custom Manufacturing Products	Mass Production Products
Furniture	Cars
Gates / fences / railings	Computer chassis
Military projects	Mailboxes
Choppers	HVAC ducts
Metal signage	Filing cabinets
Airplane wings	Screws
Roller coasters	Lockers
Architectural structures	Home appliances

3. METHODOLOGY AND RESULTS

It is clearly seen that for 30 years, there is a real significant change for the effect of sectors. The share of agriculture and livestock have decreased very much although the income coming from this sector has increased. Actually for developing countries, it is not such a big deal to surprise seeing this result. The share of industry and trade have taken a lot from the total stuff and its increase can seen clearly. Construction part have a fluctuating trend and nowadays the increase for the construction play important role for the growth rate. Banking part and government services also increased their part very much in total. When it is considered with the paradigms of mass customization and mass production, especially for the increased part of the economy can have an effect at this stuff.

In regression analysis, the connection between GDP and sector share of every stuff tried to be understood. R-Square statistics and Adjusted R-Square statistics are investigated and despite adding independent variables, R-Sq and Adj. R-Sq statistics are very high, so the model can show the relation very good. The important variables in here are agriculture, mining and quarrying, wholesale and retail trade, services of hotels and restaurants, financial institution, ownership of dwellings, other service activities and tax part. The less important variables can observed as manufacturing industry, transportation and communication. Electricity, gas, water; communication and transportation, imputed bank service sectors have negative impact on GDP. Construction cannot show a direct effect on GDP, but the situation can be resulted of fluctuated trend of this sector. The negative part of this parameters can be estimated for the result of having not enough petroleum and petroleum products in the country.

Table.4: Results

Regression Analysis: GDP versus Agriculture ; Mining and Q; ...

```
The regression equation is
GDP = - 1,15E+13 + 1,10E+11 Agriculture Sector Share
        + 6,21E+11 Mining and Quarrying (S.S)
        + 2,80E+10 Manufacturing Industry (S.S)
        - 9,53E+10 Electricity, Gas, Water (S.S) + 7,57E+10 Construction (S.S)
        + 1,80E+11 Wholes. and Retail Trade (S.S)
        + 7,88E+11 Services of Hot. & Rest. (S.S)
        - 5,63E+10 Transportation & Comm. (S.S)
        + 1,22E+11 Financial Institution (S.S)
        + 1,33E+11 Ownership of Dwellings (S.S)
        - 1,83E+11 (Less) Imp. Bank Serv. (S.S) + 2,38E+11 Government Serv. (S.S)
        + 1,71E+11 Other Service Actv (S.S) & Tax

Predictor                              Coef      SE Coef      T      P
Constant                        -1,15359E+13  5,59744E+12  -2,06  0,047
Agriculture Sector Share         1,10267E+11  59190886460   1,86  0,071
Mining and Quarrying (S.S)       6,20623E+11  1,68780E+11   3,68  0,001
Manufacturing Industry (S.S)     28047908345  61900973886   0,45  0,653
Electricity, Gas, Water (S.S)   -9,52918E+10  1,53046E+11  -0,62  0,538
Construction (S.S)               75700677245  65120007856   1,16  0,253
Wholes. and Retail Trade (S.S)   1,79648E+11  1,08366E+11   1,66  0,107
Services of Hot. & Rest. (S.S)   7,88399E+11  2,30405E+11   3,42  0,002
Transportation & Comm. (S.S)    -5,63264E+10  56938196985  -0,99  0,330
Financial Institution (S.S)      1,21776E+11  71549616778   1,70  0,098
Ownership of Dwellings (S.S)     1,32539E+11  68206461914   1,94  0,061
(Less) Imp. Bank Serv. (S.S)    -1,82868E+11  80984123707  -2,26  0,031
Government Serv. (S.S)            2,37874E+11  72408372839   3,29  0,002
Other Service Actv (S.S) & Tax   1,70735E+11  63826224637   2,68  0,012

S = 174113762548   R-Sq = 92,6%   R-Sq(adj) = 89,7%

Analysis of Variance

Source          DF          SS          MS      F      P
```

Regression	13	1,25650E+25	9,66538E+23	31,88	0,000
Residual Error	33	1,00041E+24	3,03156E+22		
Total	46	1,35654E+25			

4. CONCLUSION

Is the mass-customization really the future of the industry?

Mass customization is a general word talked about since 1970; however, there are rare companies who actually implement it successfully. Mass production refers to the practice of providing the customers the ability to customize product to their liking before purchasing them **(User Customized Products Future of Business, 2013).** As the following figure shows, there are three kinds of production method traditional mass production, mass production with co-creation, and mass customization.

When we look at the results from above it is clearly seen that there is a lot of way to go to be a developed country. Manufacturing industry have very low level between other sectors and the sectors have high level clearly seen that have a mass production system. Banking and financial sectors also have significant effect on GDP, but not as high as developed countries.

The next question should be what's the benefit of the mass customization, compared to mass production with or without co-creation. The most obvious reason is that the mass customization better satisfy the consumer's need. Who could know the customers better than themselves **(Custom-Manufacturing-vs-Mass-Production, 2010)**. The second benefit is the cost. It seems counter-intuitive. As for the production cost, mass production is always cheaper than mass customization since mass production has more product volume to spread the fixed cost. However, the production cost is not the only expenditure. The expenditure also includes designing the product, distributing and storing the product.

There are also other benefit: customers feel that they are involved in the creation of the product so that they would consider the product with higher value and are likely to pay more; the companies become more flexible and won't get stuck in the existed investment. Some experts believe that the mass customization may someday replace the mass production as the technology developed and cost keeps reducing. However, I hold a skeptical opinions about the statement that mass-customization will become the future of the industry.

Table.5: Mass Customization Differs From Both Mass Production And Co-Creation (**User Customized Products Future of Business, 2013)**

Custom Manufacturing Products	Traditional Mass Production	Mass Production with co-creation	Mass Customization
Product-feature ideation	Executives	Guidance from groups of customers	Individual customers
Product design activity	Internal	Guidance from groups of customers	Point of sale, by the individual
Go-to-market	Push	Push	Curated, with individual choice options
Differentiation	Usually time-delimited	Crowdsourced customer ideas	Individual customer ideas
Customer needs	Determined via research and relationship	Determined by crowdsourced customer groups	Determined by the individual within boundaries
Customer involvement	None	Periodic but presale	Point of sale

REFERENCE

Bayraktaroglu, G. and Atrek, B. (2010). Testing the superiority and dimensionality of SERVQUAL vs. SERVPERF in higher education, The Quality Management Journal, 17(1), 47-59.

Custom-Manufacturing-vs-Mass-Production (2010). Retrieved June 15, 2015, from http://www.wired.com/magazine/2010/01/ff_newrevolution/

Gaub, H. (2015). Customization of mass-produced parts by combining injection molding and additive manufacturing with Industry 4.0 technologies. Reinforced Plastics.

Puma is Back in the Customization Game (2012). Retrieved June 12, 2015, from http://mass-customization.info/post/51558843025/puma-is-back-in-the-customization-game

User Customized Products Future of Business (2013). Retrieved June 08, 2015, from http://readwrite.com/2011/04/15/user-customized-products-future-ofbusiness#awesm=~ojNV7cRvVoscs

THE ROLE OF TECHNOLOGY TRANSFER OFFICES IN INNOVATION SUCCESS OF ORGANIZATIONS: PERCEPTIONS OF THE STAKEHOLDERS

Yeliz Ekinci
İstanbul Bilgi University

Nimet Uray
İstanbul Technical University

ABSTRACT

This paper is an attempt to analyze the role of technology transfer offices (TTO) in innovation success of companies. Companies need to benefit from other institutions in order to develop innovations since neither the coordination between marketing and other departments nor internal technology capacity is still sufficient for this aim. The importance of the TTOs comes from the fact that they facilitate the conversion of knowledge created at the university to the marketable goods. In order to understand the role of TTOs in the innovation success, we analyze the perceptions of the stakeholders in this process. The existing literature in this research area shows that; we must divide the stakeholders in the process in three bodies including students, academicians, and companies. Therefore, we conducted three surveys specific to each body and the results are summarized such that they give important pathways to the decision makers.

Keywords: Innovation Success, Stakeholders' Perceptions, Technology Transfer Office

1. INTRODUCTION

Innovation is defined as 'the process of turning opportunity into new ideas and of putting these into widely used practice' (Lin and Ho, 2007, p. 3). Successful innovation has the power to reshape marketplaces, improve people's lives and society, and trigger the development capacity of the whole economy. For this reason, governments in many countries have identified innovation as a core element of their progressive policies. The innovative capacity of a country is the basic driving force behind its economic performance. It provides a measure of the institutional structures and support systems that sustain innovative activity. Actually, national innovative capacity is the institutional potential of a country to sustain innovation. As Porter states; innovation is in the spotlight of a firm's ability to successfully differentiate itself from competitors and achieve a sustainable competitive advantage in the market. The same relationship is also valid at the macro level, for the country. Hence, governments base their wealth on a steadily increasing and widely accessible knowledge base derived from innovation activities of all the institutions in the country. In recent years, environmental changes such as shorter product life cycles, the growing complexity of technologies and markets have forced companies to rely not solely on their own resources for the entire innovation process but also on external sources of knowledge (Kogut and Zander, 1992). These developments encourage companies to reach out to actors or stakeholders beyond firm boundaries to maximize the benefits from inventions and ideas (Rosenkopf and Nerkar, 2001). There is significant evidence about the positive effects of incorporation of external knowledge at various levels of innovation success (e.g.,Cockburn and Henderson, 1998; Gambardella, 1995;Cassiman and Veugelers,2006). This fact leads to the inference that new knowledge needs not only to be discovered but also to be diffused. The most important interface for knowledge diffusion is the interaction between industry and science (Robin and Schubert, 2013). Within this context, a set of actors who may be broadly termed as 'intermediaries' and who perform a variety of tasks within the innovation process has come to the scene (Howells, 2006). The coordination of these intermediaries, matching them up and the knowledge sharing among them are the main concerns in the successful innovation process.

Interest in the role of intermediary in the innovation process has emerged from a number of different sources and research fields, which include these four categories: (1) literature on technology transfer and diffusion; (2) innovation research on the role and management of such activities; (3) the systems of innovation literature; (4) research into service organizations and more specifically Knowledge-Intensive Business Services (KIBS) firms (Howells, 2006). All of these research domains in general and the first one, in particular, emphasize that when a technological product is transferred or diffused, the knowledge upon which its composition is based is also both transferred and diffused.

Based on the increasing importance of collaboration in transfer of knowledge in innovation success, the industry-science collaborations have increased significantly over the recent past as becomes for instance visible in increased research joint ventures with university participation (Link, 1996; Link and Scott, 2005) and emerging joint industry-science R&D centers (Cohen et al., 2002).

In the long-run, the potential for knowledge spillovers from universities to business may positively impact on innovation, productivity, and economic growth. Much of the public investment in research, and particularly that in Universities, is designed to have a strong public good element; by its very nature it should be disseminated or leak out into the private sector (Hewitt-Dundas, 2013). Businesses have increasingly found 'pure knowledge spillover' channels such as scientific publications and patents to be a less effective means of dissemination and instead require more tailored knowledge transfer channels, including collaborative research and information contacts (Antonelli 2008; Bekkers and Freitas 2008; Hewitt-Dundas, 2013). These changes in the area lead to the formation of University Technology Transfer Offices (UTTO). The importance of the TTOs comes from the fact that, the knowledge created at the university should be converted to a marketable good in order to be used for public welfare. TTOs also motivate the students and academicians for being entrepreneurs, by this way they play a great role in the economic development of the countries. Moreover, TTOs create a link between the companies and universities and is a key element and motivator for the university-industry research cooperation.

This study will especially focus on the role of UTTOs in enhancing the innovation capacity of companies. Since academicians, students and companies are the main bodies that are interested in the activities performed by UTTOs, the study is designed as a quantitative study with each of these bodies separately. Three different surveys are developed for this aim and the results of the surveys show us how well these offices are known and how much they help in technology transfer process. The findings will also help us to improve the effectiveness of the TTOs and to develop successful innovations at both micro and macro level.

2. LITERATURE REVIEW

Technology and innovation are becoming increasingly important in the growing number of knowledge-based economies due to increasing national and corporate competitiveness in the information age (Sart, 2014). The related literature in defining a system of innovation has also recognized the existence of intermediary organizations; and these organizations may be both public and private in nature (Howells, 2006). These intermediary organizations are one of the factors that influence the success of innovation. The other important factors can be summarized as; dissemination of knowledge, the interaction of R&D and innovation, a collaboration of different departments (especially R&D and marketing) in a company (Bozeman, 2000; Howells, 2006; Fitjar and Rodriguez-Pse, 2013; Robin and Schubert, 2013).

Undoubtedly, innovation –or traditionally called as new product development- is a process which should include experts from more than one department, one of which is marketing. Since a need is satisfied by new product development, marketing department's role can not be underestimated. However, the teamwork of several departments is crucial for the process since the process is multi-directional and includes several actors (both within and inter-organization) (Rampersad et al, 2012). These actors range from strategic alliances, competitors, technology transfer offices (TTO), universities, consultancy firms and university technology transfer offices (UTTO) etc. UTTOs are especially crucial for knowledge creation and dissemination (D'Este et al, 2012).

Nowadays, the innovation process is increasingly characterized as multidirectional, iterative and involving multiple actors As these actors interact, a flow of knowledge is created that drives R&D, innovation, and economic growth. Conscious of this, greater openness in the innovation process has altered the intensity, the nature and ultimately the importance of cooperating with universities for business innovation (Hewitt-Dundas, 2013). In this context, some studies stress the importance of proximity in university-business cooperation for successful innovation. This leads to the fact that the presence of UTTOs and companies in the technicalities of universities is also important. Despite this fact, are the students, academics, and companies aware of the impact of UTTOs on innovation success? This question is not studied extensively in the literature. Moreover, due to increasingly greater expenditures and reliance on technology, there is a stronger drive to assess factors that affect perceptions of the success of technology transfer (Rampersad et al, 2012).

2.1 Technology Transfer and the Role Of UTTOs

There are many uses of the term ''technology transfer''. Roessner (2000) defines the concept as ''the movement of know-how, technical knowledge, or technology from one organizational setting to another''. Technology transfer is the implementation of the technology to a certain company for improvement of different processes. It is transforming the scientific knowledge and innovation to the marketable goods. Technology transfer can be made formally or informally. Formal technology transfer is seen as patent, license or royalty agreement. Informal technology transfer is the flow of knowledge through technical assistance, consulting and collaborative research between academics and industry personnel. Formal technology transfer focuses on protecting intellectual property (IP) (Link et al, 2007).

UTTO refers to 'a unit within the university, not a corporation or an entity separated from the university created specifically for the purpose of technology commercialization (Carlsson & Fridh, 2002). UTTOs are the places where the scientific knowledge transforms into the marketable goods and perform to achieve five objectives summarized below (Campbell, 2007; Sart, 2014):

- to contribute to the economy,
- to facilitate research uptake for the public good,
- to develop mutual beneficial ties with industry,
- to motivate and retain academic staff,
- to increase the income of the universities.

The main motivation for an UTTO is to bring the developments in the technology to the market. UTTOs take the inventions from university laboratories and commercialize them for public benefit. UTTOs fulfill their mission with providing a fund to the researchers and take the patent or license for future development. They work as a mediator between industry and universities for transferring technology; help both parties in various ways to commercialize the technology for the sake of society. The second motivation for UTTOs is to create income from the commercialized goods, IP, licenses and patents. They use their income to carry out researches in an attempt to produce more marketable goods and patents. The real measure of the level of technology transfer is the amount of technology that has been transferred to the private sector for future development. The primary motivation of TTO at this point is to increase the number of products and processes that have been transferred.

Although universities have always been traditionally a source of science and technology, especially in the last two decades they have made significant progress and development in their systems to empower

technology transfer through collaboration between industry and academics (Sart, 2014). Hence, UTTOs are established to ensure the commercialization efforts and are managed by the university; thereby the commercial value the academicians generate stays in the university. Leading mission of universities is to promote their academic personnel in research activities and having a UTTO in the university is the best way to monitor the research made by the academicians and to internalize the income from the IP originated from the university. In an attempt to encourage the academicians to engage formal technology transfer through UTTO; the universities should review their current TTO procedure and policy, reallocate royalty payments to the faculty members and prevent disclosures of inventions (Link et al, 2007).

The Turkish higher education system is comprised of 108 public and 71 private universities (Council of Higher Education, 2016). TTOs in Turkey have located in different structures; 41 R&D centers in universities, 32 Technopark companies, 20 Small and Medium Industry Development Organizations (KOSGEB), 74 State Planning Organization (DPT), and 2 private companies (Sart, 2014). Although the number of TTOs is not relatively low, the impact of these offices to the economy is insufficient. Undoubtedly, the recognition of the importance of UTTOs for having successful innovations and taking their advantages accelerate the impact of these entities in the economic development of the countries through innovation.

2.2 Previous Studies on Awareness and Perceived Advantages of UTTOs

After examining the previous studies on UTTO awareness and perceived advantages, we have seen that empirical studies are mostly based on surveys conducted with academicians, companies, and students separately. This necessity comes from the fact that, these bodies expect and need different services from the UTTOs. Students usually expect help for turning their business ideas into start-ups. Companies expect and need help for improving the technologies used for their business (for example: developing new products, new methodologies in assembly line balancing etc.). Academicians need and expect to fund their research, patenting their studies, commercializing their research findings.

Instead of the fact that there are not many studies in the literature about UTTOs, there are some report papers published by UTTOs. It has been seen that UTTOs have conducted surveys in order to understand how to improve their performances. In the study of Aralica (2011), several UTTOs in Europe (Delft University of Technology, Graz University of Technology, University of Alicante, Vienna University of Technology etc.) were analyzed by a survey and the perceived effectiveness of the TTOs was summarized. For instance, the users of the UTTOs have rated the effectiveness of commercialization of R&D results by patenting, licensing as the highest.

On the other hand, Rochester University TTO Survey (Anderson et al, 2007) was conducted with 465 people. According to the survey results, it was seen that only 34.8% of the attendants worked with the TTO. According to this survey, 46.2% of the attendants implied that effectiveness of TTO on providing education to faculty on patenting is low. This result exposes the importance of the training given by the offices. The survey Link and Siegel conducted in 2005 with 113 US TTOs expose that when they have funding opportunities faculty members will be more likely to engage in the technology transfer activities. Out of 1514 full-time tenured or tenure-track scientists and engineers, more than half of them indicate that they had cooperated with industry during past 12 months; among them 16% had involved in commercializing of technology, 15% co-authored with industry personnel and 18% had given consultation to industry (Link et al, 2007). Scientists also indicate that the interactions they had with the industry permit them to perform better basic research (Zucker and Darby, 1996) which again discloses the significance of TTOs to support the academicians to improve their research.

These studies and the similar ones motivate us to conduct a survey to measure the effectiveness of TTOs to engage academicians to formal technology transfer.

3. RESEARCH FINDINGS

We conducted a survey which aims to understand the perceptions of the academicians, students, and companies about the effects of the UTTOs on innovation success. The survey was conducted at an UTTO in Istanbul, Turkey. The summary of some selected findings of the study are presented and discussed in this paper.The sample of this study consists of 137 academicians, 127 companies, and 385 students. According to the results of the study, 25 % of the academicians have cooperated with the TTO before, while 36 % of the firms have previous experiences with UTTO. In addition, only 9 of the students cooperated with UTTO before which is equal to only 0, 02% of the students.

These findings indicate that industry has more experiences on the cooperation with UTTO in innovation process than actors in the Universities. Among those who have past experiences, 92% of the firms, 97% of the academicians, and 90 % of the students said that they would work with UTTO again; which means that they were satisfied with the services of UTTO. One of the important questions that were asked to the respondents was “Do you know the subjects that UTTO provides consultancy?”. 62 % of the companies

are aware of support activities (Project application, reporting etc), 63,8 % are aware of university-industry collaboration, 66,9 % of them are aware of intellectual property (patents etc), 64,4 % of them are aware of entrepreneurship and incubators. The percentages for the academicians are 69.3 %, 77.4 %, 82.5 %, and 75.9 %., respectively. The same values for student respondents are 48 %, 56.1 %, 56.4 %, and 48.3 %.

When we asked the attendants if they know about the training of the TTO, 53% of the respondents from the firms and 78% of the academicians said that they know about the training. 28% of the academicians also indicated that they have attended the training before and 80% of them wants to attend the training and wants to know the future events organized by the TTO. 44% of the students told they have heard of training, seminars and other activities organized by the TTO and only 21% of them attended these activities before. 82% of the students state that they would like to attend and to be informed of these activities. Project preparation training is the most wanted topic out of the training topics, the followings are entrepreneurship and intellectual property.

The findings of the study also indicate the perceived strengths and weaknesses of UTTOs by different parties. These findings are summarized below.

The companies state that the strengths of the UTTO are: being dynamic and result oriented, a good team working on project proposals, being good on legal issues. They also state the weaknesses as being less efficient on building collaborations between them and UTTO, being not very informative about UTTO activities.

Academicians state the strengths as a follow-up, physical conditions, good image. They state the weaknesses as long bureaucratic processes.Students did not give any feedback about this question.

One of the interesting findings of the study is the major reason for not working with the UTTO in the past. Most of the respondents state that they don't need to work in coordination with UTTO (50 %). Undoubtedly, this answer needs to be probed in order to understand why these actors do not need to use external sources in their innovation activities.

4. CONCLUSION AND FUTURE RESEARCH

This study explores the role of UTTOs in the innovation success in general and the innovation process in particular. For this aim, the perceptions of the different parties are analyzed via structured surveys conducted with related actors of an UTTO. The results of the surveys will give a pathway for the managers of the UTTOs in Turkey to improve their activities. To summarize the general expectations from UTTOs, three major results are driven from the analysis. The stakeholders need

- to be able to get support from the UTTO
- cooperation or partnership with UTTO
- feedback about the R&D projects

Despite the existence of these expectations, there is still a limited experience of related parties in terms of cooperation in innovation. In addition, the considerable number of companies are not aware of all the services given by UTTOs.These results indicate that most of the stakeholders believe that having a competitive advantage through successful innovations require managing any innovation process as a kind of multi-directional, iterative process involving multiple actors. However, UTTO as one of the valuable actor needs to be managed more effectively in order to build collaborations more actively.

REFERENCES

Anderson, T. R., Daim, T. U., & Lavoie, F. F. (2007). Measuring the efficiency of university technology transfer. Technovation, 27(5), 306-318.

Antonelli, C. (2008). The new economics of the university: A knowledge governance approach. The Journal of Technology Transfer, 33(1), 1–22.

Aralica, Z. (2011). Researching National Innovation Infrastructure in the Western Balkan Region. Posebna izdanja Akademije nauka i umjetnosti BiH, (2), 169-179.

Bekkers, R., & Freitas, I. M. B. (2008). Analysing knowledge transfer channels between universities and industry: To what degree do sectors also matter? Research Policy, 37, 1837–1853.

Bozeman, B. (2000). Technology transfer and public policy: a review of research and theory. Research policy, 29(4), 627-655.

Campbell, A.F. (2007). How to set up a technology transfer office: experiences from Europe.in Krattiger, A., Mahoney, R.T. and Nelsen, L. (Eds). Intellectual Property Management in Health and Agricultural Innovation: A Handbook of Best Practices, MIHR and PIPRA, Oxford, Davis, CA, available at: www.ipHandbook.org.

Carlsson, B., and Fridh, A.C. (2002). Technology transfer in the United States universities: A survey and statistical analysis. Journal of Evolutionary Economics, 12: 199-232.

Cassiman, B. and R. Veugelers (2006), In Search of Complementarity in the Innovation

Strategy: Internal R&D and External Knowledge Acquisition, Management Science52 (1), 68-82.
Cockburn, I. M., & Henderson, R. M. (1998). Absorptive capacity, coauthoring behavior, and the organization of research in drug discovery. *The Journal of Industrial Economics*, *46*(2), 157-182.
Cohen, W.M., R.R. Nelson and J.P. Walsh (2002), Links and Impacts: The Influence of
Public Research on Industrial R&D, Management Science48 (1), 1-23.
Council of Higher Education, www.yok.gov.tr, last visited on 05.08.2016.
D'Este, P., Guy, F., & Iammarino, S. (2012). Shaping the formation of university–industry research collaborations: what type of proximity does really matter?. Journal of Economic Geography, lbs010.
Fitjar, R. D., & Rodríguez-Pose, A. (2013). Firm collaboration and modes of innovation in Norway. Research Policy, 42(1), 128-138.
Gambardella, A. (1995). *Science and innovation: The US pharmaceutical industry during the 1980s*. Cambridge University Press.
Hewitt-Dundas, N. (2013). The role of proximity in university-business cooperation for innovation. The Journal of Technology Transfer, 38(2), 93-115.
Howells, J. (2006). Intermediation and the role of intermediaries in innovation. Research policy, 35(5), 715-728.
Kogut, B., & Zander, U. (1992). Knowledge of the firm, combinative capabilities, and the replication of technology. *Organization science*, *3*(3), 383-397.
Lin, C.Y., Ho, Y.H., 2007. Technological innovation for China's logistics industry. Journal of Technology Management & Innovation 2 (4), 1–19.
Link, A.N. (1996), Research Joint Ventures: Patterns from Federal Register Filings, Review of Industrial Organization11, 617-628.
Link, A.N., & Scott, J.T. (2005). Universities as partners in US research joint ventures. *Research Policy*, *34*(3), 385-393.
Link, A. N., Siegel, D. S., & Bozeman, B. (2007). An empirical analysis of the propensity of academics to engage in informal university technology transfer. *Industrial and Corporate Change*, *16*(4), 641-655.
Livesey, F. (2014). Report on survey of Brazilian Technology Transfer Offices (TTOs) June 2014.
Markman, G. D., Phan, P. H., Balkin, D. B., & Gianiodis, P. T. (2005). Entrepreneurship and university-based technology transfer. *Journal of Business Venturing*, *20*(2), 241-263.
Medhat, S. (2005). Knowledge and Technology Exchange in Further Education Colleges, New Engineering Foundation, London.
NoGAP Project (2013). http://www.no-gap.eu
Rampersad, G., Plewa, C., & Troshani, I. (2012). Investigating the use of information technology in managing innovation: A case study from a university technology transfer office. Journal of Engineering and Technology Management, 29(1), 3-21.
Robin, S., & Schubert, T. (2013). Cooperation with public research institutions and success in innovation: Evidence from France and Germany.Research Policy, 42(1), 149-166.
Roessner, J. D. (2000). Technology transfer. Science and technology policy in the US. A time of change. Longman, London.
Rosenkopf, L., & Nerkar, A. (2001). Beyond local search: boundary-spanning, exploration, and impact in the optical disk industry. *Strategic Management Journal*, *22*(4), 287-306.
Sahal, D., 1981. Alternative conceptions of technology. Research Policy 10, 2–24.
Sahal, D., 1982. The form of technology. In: Sahal, D. ŽEd.., The Transfer and Utilization of Technical Knowledge. Lexington Publishing, Lexington, MA, pp. 125–139.
Sart, G. (2014). Effects of Technology Transfer Offices on Capacity Building in Creativity, Innovation and Entrepreneurship.
UK Innovation Research Center (2012). Growing Value: Business-University Collaboration for the 21st Century, Project Report.
Zucker, L. G., & Darby, M. R. (1996). Star scientists and institutional transformation: Patterns of invention and innovation in the formation of the biotechnology industry. Proceedings of the National Academy of Sciences,93(23), 12709-12716.

BULANIK TAGUCHİ YÖNTEMİ ESASLI SMED METODOLOJİSİ VE BİR UYGULAMA

Caner Ekincioğlu
Sakarya Üniversitesi

Semra Boran
Sakarya Üniversitesi

ÖZET

SMED metodolojisi kayıp sürelerde azalma ve verimlilikte artış sağlayan bir kalıp değiştirme yöntemidir. Bazı proses adımlarında geleneksel SMED uygulamaları ile etkin bir iyileşme elde edilememesi söz konusu olabilmektedir. Bu gibi durumlarda bazı iyileştirme yöntemlerinden yararlanma ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Taguchi deney tasarımı yöntemi de bunlardan biridir. Taguchi yöntemi ile kalıp değiştirme süresini etkileyen faktörlerin en uygun seviyeleri belirlenerek daha etkin sonuç elde edilmesi amaçlanmaktadır. Ancak geleneksel Taguchi yöntemi ile belirlenen faktör seviyeleri önceden tanımlanmış olanlardan biri olmaktadır. Bununla birlikte tanımlanan seviyelerin ara değerlerinin daha iyi sonuçlar verebileceği de açıktır. Bulanık Taguchi yöntemi bunu sağlamaktadır. Bu çalışmada SMED metodolojisinin uygulanması sonucu 196 dakika olan kalıp değişim süresi SMED metodolojisi uygulandıktan sonra 87 dakikaya düşürülerek %55,61 iyileşme sağlanmıştır. Daha sonra SMED metodolojisi ile süresi kısaltılmayan bir adımda Bulanık Taguchi yöntemi uygulanmıştır. İlk durumda 21 dakikada tamamlanan proses adımı faktörlerin uygun seviyeleri ile 9 dakikaya kadar indirilerek bu adımın süresinde %57,14 azalma elde edilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Bulanık Taguchi yöntemi, SMED metodolojisi

FUZZY TAGUCHI METHOD BASED ON THE SMED METHODOLOGY AND AN APPLICATION

ABSTRACT

SMED methodology is a die change methods that increase the reduction in lost time and productivity. Some process steps may be effective in the improvement can not be obtained with traditional SMED applications. In such cases, there is a need to benefit from some improvement methods. Taguchi experimental design method is one of them. Factors affecting the changing die of time determining the most appropriate level with the Taguchi method is intended to achieve more effective results. But, the factors that determine the levels of traditional Taguchi method must be one of the predefined. However, it is clear that can give better results than the intermediate value of the defined level. Fuzzy Taguchi method is to provide it. In this study, as a result of the implementation of the SMED methodology is die change time of 196 minutes reduced to 87 minutes after SMED methodology applied to improved in 55.61%. Then, in a step shortened the duration with the SMED methodology was applied fuzzy Taguchi method. In the first case process step was completed in 21 minutes with the good levels of factors was reduced to 9 minutes. This means, the duration of this step %57,14 reduction has been achieved.

Keywords: Fuzzy Taguchi Method, SMED methodology

1. GİRİŞ

Günümüzde işletmelerin değişen pazar koşullarını ve müşteri isteklerini hızla karşılamalarının en etkin yollarında biri küçük partilerle farklı ürünler üretebilmeleridir. Ancak küçük partili üretimler makinalardaki kalıp değiştirme faaliyetlerini arttıracaktır. Mevcut üretim koşulların sürmesi durumunda bu kalıp ayar sürelerinin artması verimlilik ve işgücü kaybı anlamına gelmektedir. "Ayar" işlemleri birbirleri ile bağımlı olarak, sırasıyla ve üretimin başlamasından önce gerçekleştirilen bir dizi iş değişim faaliyetidir ve ayar sürelerinin düşürülmesi daha yüksek üretkenlik sağlar (Tanık, 2010). SMED (Tekli Dakikalarda Kalıp Değişimi- Single Minute Exchange of Die) metodolojisi makinedeki bir parçanın üretiminden diğerine geçişte hızı arttırarak, kayıp süreleri azalma ve verimlilikte artış sağlayan bir yöntemdir. SMED, müşteri beklentilerinin daha az kayıpla karşılanmasına yardımcı olur. Ancak proses adımlarında bazen geleneksel SMED metodolojisi uygulamaları ile etkin bir iyileşme elde edilememesi söz konusu olabilmektedir. Taguchi yöntemi ile kalıp değişim süresini etkileyen faktörlerin denemelerde kullanılan seviyelerinin en uygunu belirlenmektedir. Bununla birlikte Taguchi yöntemi ile sadece tanımlanan seviyelerden biri en uygun olarak belirlenmektedir. Tanımlanan seviyelerin ara değerlerinin daha iyi sonuçlar verebileceği açıktır. Bulanık Taguchi yöntemi bunu sağlamaktadır. Çakmakçı ve arkadaşları (Çakmakçı vd., 2014) çalışmalarında SMED metodolojisinde geleneksel Taguchi tekniğinden yararlanılabileceğini göstermişlerdir. Ancak onlar çalışmalarında bütün SMED adımlarını esas alan geleneksel Taguchi yöntemini kullanmışlardır.

Bu çalışmada geleneksel SMED uygulaması ile iyileştirilemeyen bir proses adımında bulanık Taguchi yöntemi ile daha etkin sonuç elde edilebileceği gösterilmektedir. Bulanık Taguchi yöntemi esaslı SMED metodolojisi Sakarya'da faaliyet gösteren bir alüminyum profil fabrikasında tren iskeletinde kullanılacak bir parçanın CNC makinesinde işlenmeden önceki kalıp değişimi işlemine uygulanmıştır. SMED metodolojisinin uygulanması sonucu 196 dakika olan kalıp değişim süresi 87 dakikaya düşürülerek %55,61 değerinde iyileşme sağlanmıştır. Bunun ardından SMED metodolojisi kapsamında incelenen proses adımlarında SMED ile süresi kısaltılmayan adım üzerine Bulanık Taguchi yöntemi ile de ilk durumda 21 dakikada tamamlanan proses adımı faktörlerin uygun seviyeleri ile 9 dakikaya indirilerek bu adımın süresinde %57,14 değerinde azalma elde edilmiştir.

2. SMED METODOLOJİSİ

Shingo tarafından geliştirilen SMED metodolojisi sistemi teorik olarak hazırlık sürelerini 10 dakikanın altına düşürmeyi diğer bir deyişle tek basamaklı dakikalara indirmeyi amaçlayan bir sistemdir. SMED' in hedefi sadece ayar süresini kısaltmak değil, bu süreyi tek basamaklı dakikalara indirmektir. Bu yöntemin en önemli özelliği, sadece makine kapalıyken yürütülebilen iç ayar işlemlerini makine çalışırken de yapılabilecek dış ayar işlemlerinden ayırmasıdır (Shingo, 1996). Bir işletmede SMED uygulamasına geçildiğinde uygulanması gereken 3 aşama vardır (MCIntosh, 2007):

- İç ve dış ayar işlemleri birbirinden ayrılır
- İç ayar işlemleri dış ayar işlemleri haline getirecek faaliyetler geliştirilerek makinanın üretim yapmadığı süre kısaltılır
- Makinaların kapalı tutulmasını gerektiren ayar faaliyetlerinin kısalmasını sağlayacak faaliyetler geliştirilir ya da tamamen makine çalışırken yapılması sağlanır.

SMED metodolojisi son yıllarda işletmelerde hızla uygulanmaya başlamıştır. Literatürde çeşitli alanlarda faaliyet gösteren çok sayıda işletmede yapılan uygulama çalışmaları yer almaktadır (Kušar vd, 2010), (Ulutaş, 2011), (Ribeiro vd., 2011).

3. BULANIK TAGUCHİ YÖNTEMİ

Taguchi yönteminin esas amacı; hedef değer etrafındaki değişkenliğin azaltılmasıdır. Bu çalışmada yararlanılan Bulanık Taguchi yöntemi Mamdani (Mamdani, 2003) tarafından geliştirilen bulanık mantık sistemini esas almaktadır. Bulanık Taguchi yöntemi, Geleneksel Taguchi yöntemine ilave olarak bulanık mantık yönteminin birlikte hibrit bir şekilde kullanılmasıdır. Geleneksel Taguchi yöntemi ile çıktı üzerinde etkili faktörler belirleniyorken bulanık mantık ile de bu etkili faktörler için seviyeler belirlenir ve bu seviyelerin ara değerlerinde çıktı değişkeninin nasıl değişeceği incelenebilir. Geleneksel Taguchi yönteminin ilk adımında faktör ve seviyeler tanımlanır. Sonra ortogonal dizi belirlenir buna uygun olarak deneyler yapılır. Çıktının en büyük en iyi, en küçük en iyi veya nominal en iyi olması durumuna göre sinyal gürültü oranları her deneme için hesaplanır. Taguchi deney tasarımında çıktı değerinin S/G oranı hesaplanırken "en küçük en iyi" S/G oranı için Eşitlik 1.'den yararlanılır (Şirvancı, 1997).

$$\frac{S}{G} = -10.\log \sum \frac{y^2}{n} \qquad (1)$$

Sinyal gürültü oranına göre ANOVA uygulanarak etkili faktörler belirlenir. Grafik yöntemi yardımıyla da faktör seviyeleri tanımlanabilir. Ancak burada belirlenen faktör seviyeleri önceden tanımlanan sınırlı sayıdaki seviyelerden biridir ve belki tanımlanan seviyelerin ara değerleri daha iyi bir çıktının elde edilmesini sağlayacaktır. Bu bulanık mantık uygulaması ile sağlanacaktır. Taguchi yönteminde bulanık mantık uygulamasında her faktör girdi ve iyileştirilmesi istenen değişken çıktı olarak alınır ve alabilecekleri değer aralığı belirlenir. Aralıklar bölünür, her bir aralık dilsel bir ifade ile tanımlanır. Her bir girdi ve çıktı değeri için belirlenen dilsel ifadeye uygun aralıkta bir değer verilir. Böylede Üyelik fonskiyonları tanımlanmış olur. Üyelik fonksiyonları belirlendikten sonra kurallar belirlenir. Kurallar yardımıyla faktör seviyeleri tanımlanır. Burada belirlenen kurallar sayesinde girdi değişkenlerinin seviye aralığında alacağı değerler sonucu çıktı değişkenin değeri elde edilir.

4. BULANIK TAGUCHİ YÖNTEMİ ESASLI SMED YÖNTEMİ UYGULAMASI

Amaçlanan model Sakarya'da alüminyum profil üreten bir işletmede süresi en yüksek olan kalıp değişimine uygulanmıştır. Bu tren iskeletinde kullanılacak bir parçanın CNC makinesinde işlenmeden önceki kalıp değişimidir. Uygulama iki aşamada gerçekleştirilmektedir. Birincisi geleneksel SMED yöntemi uygulaması ve ikincisi Bulanık Taguchi yönteminin daha etkin süre kısalması sağlamak amacıyla süresi kısalmayan bir SMED adımına uygulanmasıdır.

4.1. Geleneksel SMED Yöntemi

Kalıp değişim prosesi videoya alınmış ve buradan 19 adım ve süreleri belirlenmiştir. Her bir adım uzman görüşleri yardımıyla iç ayar ve dış ayar olarak ayrılmıştır. İç faaliyetleri dış faaliyet yapılması ile ilgili iyileşme önerileri uygulanarak elde edilen sürelerdeki kısalmalar belirlenmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. SMED Uygulama Tablosu

İşlem	SMED öncesi Süre (DK)	Yapılan İşlem	1.Durum	2.Durum	SMED sonrası Süre (DK)	İşlem	SMED öncesi Süre (DK)	Yapılan İşlem	1.Durum	2.Durum	SMED sonrası Süre (DK)
1	8	Tavan vincinin tezgahın önüne getirilmesi	İÇ	DIŞ	0	11	17	Programdaki kesici takımların kontrolü ve magazine takım takılması	İÇ	İÇ	0
2	7	Tezgah üzerindeki fikstürün tezgahtan indirilmesi	İÇ	İÇ	7	12	4	X ekseninde parça sıfırı alınması ve programın çağrılması	İÇ	İÇ	2
3	5	Sol difzörün tezgahtan alınması	İÇ	İÇ	5	13	6	Profilin fikstür üzerine setlenmesi	İÇ	İÇ	6
4	8	Tezgahtan alınan fikstürün fikstür rafına konulması	İÇ	DIŞ	0	14	25	İlk parçanın üretilmesi	İÇ	İÇ	25
5	8	İşlenecek ürünün fikstür rafından alınıp tezgahın yanına getirilmesi	İÇ	DIŞ	0	15	21	Üretilen ilk parçanın operatör tarafından kontrolü	İÇ	İÇ	21
6	4	Tezgahın temizlenmesi	İÇ	İÇ	4	16	6	Üretilen ilk parçanın 3D'ye götürülmesi	İÇ	DIŞ	0
7	9	Fikstürün tablanın üzerine konulması	İÇ	İÇ	9	17	25	Üretilen ilk parçanın 3D tarafından ölçülmesi	İÇ	DIŞ	0
8	14	Fikstürün tabla üzerinde pozisyonunun belirlenmesi ve sabitlenmesi	İÇ	İÇ	2	18	6	Üretilen ilk parçanın 3D'den alınıp atölyeye geri getirilmesi	İÇ	DIŞ	0
9	11	X ekseninde referans noktası için dayama oluşturma	İÇ	İÇ	0	19	6	İşlenecek ikinci parça için programda düzeltme yapılması	İÇ	İÇ	6
10	6	Fikstür üzerindeki pistonların 1.işleme uygun hale getirilmesi	İÇ	DIŞ	0	Toplam Süre	196		İyileştirme Sonrası Toplam		87

4.2. Bulanık Taguchi Yöntemi Uygulaması

15. Adım olan "üretilen ilk parçanın operatör tarafından kontrolü" adımı iç faaliyet olmasına rağmen dış faaliyete dönüştürülememiştir. Bu adım, makine kapalıyken gerçekleştirilebilecek bir adım olmasına rağmen, operatörün makinede üretilen ilk parçayı kontrol etmeden ikinci parçayı makineye yerleştirmesi ve bu esnada üretilen ilk parçanın hatalı çıkması akabinde ikinci parçanın da hatalı üretilebileceğinden dolayı bu adım makine kapalıyken gerçekleşmektedir. Bu nedenle SMED metodolojisi ile dış ayar işlemlerine çevrilemeyen bu adımın süresinin kısaltılması gerekmektedir. İlk olarak geleneksel Taguchi yöntemi uygulanarak bu adımın süresini etkiyen faktörler belirlendi. Uygulamada ilk olarak bu 15.adımın süresi üzerinde etkili olan faktör ve seviyeleri uzman görüşleri ile belirlendi. (Tablo 2).

Tablo 2.Deney için belirlenmiş faktör ve seviyeleri

Faktör	Sembol	1.seviye	2.seviye	Birim
Operatör Sayısı	A	1	2	adet
Vincin Hızı	B	8	14	m/sn
Kullanılan Tornavida Hızı	C	90	2200	dv/dk
Kullanılan Kumpas Çeşidi	D	Verniyerli	Dijital	yok

2 seviyeli 4 faktör için L_8 ortogonal dizisinin uygun olduğu belirlendi. Deneyler 2 tekrarlı olarak yapılmış sinyal gürültü (S/G) oranları "en küçük en iyi"ye göre her deneme için hesaplanmıştır.(Tablo 3). Tablo 3'teki S/G oranı Eşitlik 1.'e göre hesaplanmıştır.

Tablo 3. L8 Taguchi Deney Tasarımı Yöntemine Göre Ortalama Süre ve S/G Oranı Değerleri

Deney No.	Operatör Sayısı	Vincin Hızı	Kullanılan Tornavida Hızı	Kullanılan Kumpas Çeşidi	Ortalam Süre	S/G Oranı
1	1	1	1	1	21,75	-26,7492
2	1	1	2	2	19,25	-25,6886
3	1	2	1	2	19,5	-25,8007
4	1	2	2	1	17,25	-24,7358
5	2	1	1	2	14,25	-23,0763
6	2	1	2	1	12,75	-22,1102
7	2	2	1	1	12,25	-21,7627
8	2	2	2	2	9,25	-19,3228

Süre üzerinde etkili faktörleri belirlemek için S/G oranına göre ANOVA analizi uygulanmıştır. Analiz için yararlanılan minitab 16 programından elde edilen çıktı Tablo 4 deki gibidir.

Tablo 4. S/N Oranına Göre Varyans Analizi Sonucu

Faktör	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Varyans	F	P	K.T'	Katkı Yüzdesi
Operatör Sayısı	69,741	1	69,741	354,22	0,000	68,105	80,303
Vincin Hızı	9,007	1	9,007	45,75	0,000	8,285	9,968
Kullanılan Tornavida Hızı	7,649	1	7,649	38,85	0,000	7,945	9,168
Kullanılan Kumpas Çeşidi	0,54	1	0,54	2,74	0,126	0,475	0,561
Hata	2,166	11	0,197				
Toplam	89,103	15					100
Std. Hata = 0,4437		R-kare = %97,57			Düz. R-kare = %96,69		

Tablo 4'te görüldüğü gibi A,B ve C faktörleri etkilidir. D faktörünün anlam düzeyi 0,05'ten büyük çıktığı için etkisi yoktur.

Kalan ilk üç faktör üzerinden problem çözümüne devam edilmiştir. Bu faktörlerin değişen değer aralıklarında ortalama süreyi nasıl değiştirdiğini bulmak için bulanık mantık yöntemi kullanılmıştır. Her bir faktör bulanık mantık için bir giriş değişkeni olarak değerlendirilmiştir. Çıktı faktörü olarak yapılan faaliyetin işlem süresi alınmıştır. İnsan sayısı iki, vincin hızı ve tornavida hızı ise üç adet değer aralığına bölünmüştür. Çıktı değişkeni ise beş adet değer aralığına bölünmüştür. İnsan sayısı faktörünün modeldeki tipi yamuk, diğerlerinin üyelik fonksiyon tipi üçgensel olarak belirlenmiştir (Tablo 5).

Tablo 5. Girdi ve Çıktı Faktörleri Dilsel Değişkenleri ve Değer Aralıkları

Parametreler	Alt Değer	Üst Değer	Üyelik Fonksiyonu	Değer Aralıkları				
Giriş Parametreleri								
İnsan Sayısı	1	2	Yamuk	Az			Çok	
Vincin Hızı	8	14	Üçgensel	Yavaş		Orta	Hızlı	
Tornavida Hızı	90	2200	Üçgensel	Yavaş		Orta	Hızlı	
Çıkış Parametreleri								
İşlem Süresi	0	21	Üçgensel	Çok Düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek

Bulanık sistemin başlatılması için gerekli olan 2*3*3=18 kural aşağıdaki örneğe benzer şekilde oluşturulmuştur.

- EĞER İnsan Sayısı az VE Vincin Hızı yavaş VE Anahtar Hızı yavaş İSE İşlem süresi Çok Yüksek.

Matlab R2013a programında veri girişi yapılmıştır. Aşağıdaki Şekil 1'de Matlab R2013a'ya girilen faktörlere ait ikinci seviye değerleri ve bunu sonucunda işlem süresinin ne kadar olduğunu gösteren kural görüntüleyici ekranı yer almaktadır. Girdi değerleri sırasıyla 2, 14, 2200'dür. Bu değerlere karşılık çıktı yani işlem süresi değeri 9 dakikadır. Burada bulanık mantık sisteminin sağladığı fayda her bir faktör için deney düzeneği oluşturup tek tek deneyler yaparak sonuç elde etmek yerine belirlediğimiz girdi değerleri sonucunda bir sonuç yani çıktı değerinin elde edilmesidir.

Şekil 1. Bulanık Mantık Kural Görüntüleyici Ekran Görüntüsü

Kural görüntüleyicide girdi değişkenleri yerine sırasıyla 2, 10, 1850 değerleri girildiğinde işlem süresinin değişmediği ve 9 olarak bulunmuştur. Girilen bu değerlerden daha düşük değer girildiğinde, vinç hızı için 9 m/sn ve tornavida hızı için 1800 dv/dk, işlem süresi artmıştır. Burada bulanık mantık yönteminin klasik Taguchi yöntemi ile birlikte kullanılmasıyla belirlenen faktörlerin uç değerleri yerine ara değerlerin de aynı sonucu verebileceği gösterilmiştir.

5. SONUÇ

SMED metodolojisi ile makine durduğunda yapılan işlemlerden hangilerinin makine çalışmaya devam ederken yapılabileceğinin belirlenmesi ve bu bulgulara bağlı olarak kalıp değişiminin iş akışının yeniden düzenlenerek kontrol listelerinin oluşturulması ile işin standartlaştırılmasının ardından kalıp değişim süresini belirgin olarak azaldığı görülmüştür. Bu, beklenen bir sonuç olmakla birlikte, daha etkin iyileşme sağlamak amacıyla farklı yöntemlerden yararlanmak gerekebilir. Bu çalışmada Taguchi yönteminden yararlanılmıştır. Bulanık mantık kullanılmasının nedeni ise süreyi etkileyen faktörlerin alacağı seviye değerlerini daha iyi belirlemektir. Yapılan çalışma sonucunda, alüminyum profil üreten bir firmada kalıp değişim süresinden mevcut süreyi düşürmek amacıyla gerçekleştirilen SMED çalışması sonrasında 196 dakika süren kalıp değişim süresi 109 dakikadan 87 dakikaya indirilmiştir. SMED sonrası %55,61'lik bir kazanç elde edilmiştir. SMED sonrası iç ayar olarak kalan ve süresi azalmayan fakat süresi azaltılabilecek bir adım üzerine çalışmaya devam edilmiştir. Taguchi yöntemi ile belirlenen faktörler sonucu uygun faktör düzeneği ile yaklaşık 21 dakikalık işlem süresi 9 dakikaya indirilebilmiştir. Bu da %57,14'lük bir zaman kazancı vermektedir. Sonuç olarak ilk durumda 196 dakika süren değişim süresi, tüm çalışmaların sonucunda 76 dakikaya indirilmiştir. Toplamda %61,22 değerinde bir süre azaltma gerçekleştirilmiştir. Bu sonuç Taguchi yönteminin SMED yöntemi ile birlikte kullanımının çok daha etkin bir iyileşme sağlayacağını göstermektedir. Bulanık mantık yönteminin Taguchi metodu ile kullanılmasının avantajı ise faktörlere ait seviyelerin uç değerleri yerine ara değerlerinin de aynı sonucu vereceğini ve bu durumda verimliliğin artabileceğini göstermek olmuştur.

6. TEŞEKKÜR

Lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca bana yol gösteren ve bu çalışmanın gerçekleşmesinde yapmış olduğu katkı ve yönlendirmeler ile büyük destek veren Sayın Doç. Dr. Semra BORAN'a teşekkür ederim

KAYNAKÇA

Çakmakçı, M., Karasu, M.K., Cakiroglu, B.M., Ayva, E., Ortabas, N., Improvement of Changeover Times Via Taguchi Empowered SMED Case Study on Injection Molding Production, Measurement 47 741–748, 2014.

Kusar, J., Berlec, T., Zefran, F., Starbek, M., Reduction of Machine Setup Time, Journal of Mechanical Engineering, 2010.

Mamdani, E. H., Bulanık Mantık Denetleyiciler, ISBN 975-347-613-2, 2003.

MCIntosh, R., Changeover Improvement: Reinterpreting Shingo's SMED Methodology, IEEE Transactions on Engineering Management, Cilt.54, No. 1, S. 99-102, 2007.

Ribeiroa, D., Bragaa, F., Sousab, R., S. Carmo-Silvab, An Application of The SMED Methodology in An Electric Power Controls Company Proceedings of International Conference on Innovations, Recent Trends And Challenges in Mechatronics, Mechanical Engineering and New High-Tech Products Development - Mecahitch'11, Vol. 3, 2011.

Shingo S., Quick Changeover for Operators: The SMED System, Productivity Press Portland, 1996.

Şirvancı, M., Kalite için Deney Tasarımı–Taguchi Yaklaşımı, Literatür Yayıncılık, İstanbul, 1997.

Tanık, M., Kalıp Ayar Sürelerinin SMED Metodolojisi ile İyileştirilmesi: Bir Yalın Altı Sigma Uygulaması, Muğla Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 2010.

Ulutaş, B., An Application of SMED Methodology, International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic And Manufacturing Engineering Vol:5, No:7, 2011.

DEPO YERİ SEÇİM PROBLEMİNE STOKASTİK AHP VE BULANIK VIKOR YAKLAŞIMI: BİR UYGULAMA

Şeyma Emeç
Bayburt Üniversitesi

Gökay Akkaya
Atatürk Üniversitesi

Betül Turanoğlu
Atatürk Üniversitesi

ÖZET

Günümüz şartlarında, firmalar küreselleşen pazara ayak uydurmak için maliyetlerini sürekli olarak sorgulamaktadırlar. Bu kapsamda maliyeti azaltmak için verilmesi gereken birçok karar vardır. Depo yer seçimi problemi de, lojistik maliyetlere etkisi olan önemli bir karar problemidir. Bu tip problemleri çözmek için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Kullanılan yöntemlerden birisi de çok kriterli karar verme (ÇKKV) tekniklerdir. Bu çalışmada, belirsiz durumları içinde barındıran stokastik bir ortamdaki depo yer seçimi probleminin çözümü için yeni bir stokastik ÇKKV yaklaşımı geliştirilmiştir. Geliştirilen yaklaşımda; kriterlerin ağırlıkları Stokastik Analitik Hiyerarşi Prosesi (SAHP) metodu kullanılarak hesaplanmıştır. Alternatif sıralaması ise bulanık VIKOR (VlseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje) yöntemi ile yapılmıştır. Çalışmada, Türkiye'de birçok bölgede bayisi olan bir süpermarketin depo yer seçimi problemi ele alınmıştır ve uygun depo seçilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bulanık VIKOR, Stokastik AHP, Depo Yer Seçimi

STOCHASTIC AHP AND FUZZY VIKOR APPROACH TO WAREHOUSE LOCATION SELECTION PROBLEM: AN APPLICATION

ABSTRACT

In today's conditions, companies are constantly questioning their costs to keep up the globalized market. There are many decisions to be made within this cotext to reduce costs. Warehouse location selection problem is an important decision problem which has impact on logistics. Various methods are used to solve such problems. One of the used methods is multiple criteria decision making (MCDM) techniques. In this study, a stochastic multicriteria decision-making approach has been developed to solute the warehouse location problem in the stochastic environment which contains uncertain condition. In developed approach, the weight of criteria was calculated by using the stochastic analytic hierarchy process (SAHP) method. Alternative ranking was made and evaluated by fuzzy VIKOR (VlseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje). In this study dealt with warehouse location selection problem of a supermarket that has sellers in many regions in Turkey and selected proper warehouse.

Keywords: Fuzzy VIKOR, Stochastic AHP, Warehouse location selection

1.GİRİŞ

Lojistik maliyetlerine önemli etkisi olan depo yer seçimi problemi, birden fazla çelişen kriter altında en iyi alternatifin seçimine dayanan önemli bir karar problemidir. Çeşitli kriterleri içeren karar problemlerine çözüm yaklaşımı olarak çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleri kullanılmaktadır. Bu çalışmada, belirsiz durumları içinde barındıran stokastik bir ortamdaki depo yer seçimi probleminin çözümü için bir stokastik ÇKKV yaklaşımı geliştirilmiştir. Geliştirilen yaklaşımda kriterlerin ağırlıklarını hesaplamak için Stokastik Analitik Hiyerarşi Prosesi (SAHP) metodu kullanılmıştır ve Bulanık VIKOR (VlseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje) yöntemi ile de alternatif sıralaması ve değerlendirilmesi yapılmıştır. Çalışmada, Türkiye'de birçok bölgede bayisi olan bir süpermarketin depo yer seçimi problemi için bir yaklaşım geliştirilmiştir.

Depo yer seçimi problemleri ile ilgili literatüre bakıldığında sıklıkla kullanılan yöntemler şu şekildedir: Genellikle kriter ağırlıklandırmada kullanılan AHP (Analitik Hiyerarşi Prosesi) yöntemi, genetik algoritma tabanlı matematiksel model, alternatif sıralama amacı ile kullanılan VIKOR (VlseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje), MOORA (Multi Objective Optimization by Ratio Analysis), TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) ve ELECTRE (Elemination and Choice Translating Reality) yöntemleridir. Depo yer seçimi ve stokastik süreçler ile ilgili yapılan bazı çalışmalar şunlardır: Uludağ ve Deveci (2013) yaptıkları çalışmada Bulanık VIKOR ve Bulanık TOPSIS yöntemlerinin havalimanı kuruluş yeri seçimi probleminde uygulanabilirliğini araştırmışlardır. Ömürbek vd. (2013) tarafından yapılan çalışmada kuruluş yeri seçiminde AHP yöntemi kullanılarak Isparta ilinde hayvancılık yapılabilecek alanların belirlenmesine çalışılmıştır. Çalışmada Isparta ilindeki 7 ilçe 5 farklı kritere göre karşılaştırılarak optimum kuruluş yerine karar verilmiştir. Aktepe ve Ersöz (2014) ürünlerin dağıtım ağı verimliliğine katkı sağlamak ve lojistik maliyetlerini minimize etmek amacıyla depo yer seçimi modeli geliştirmişlerdir. Çalışmalarında depo yer seçimi probleminin çözümü için AHP metodunu kriter ağırlıklandırılmasında kullanırken, VIKOR ve MOORA metodunu alternatif sıralamada kullanmışlardır. Jalao vd. (2014) çalışmalarında belirsiz kriterler için bir stokastik AHP yaklaşımı ele almışlardır. Çalışmada tek bir amaç için 4 kriter altında 4 alternaif değerlendirilmiştir. Stokastik ikili karşılaştırma matrisi (İKM) bir algoritma yardımıyla beta dağılımlı İKM'ye dönüştürülmüştür ve bu matrisin ağırlıkları Non Lineer Programlama (NLP) metodolojisi ile hesaplanmıştır ve en büyük ağırlık değerine sahip olduğu için alternatif en iyi seçenek olarak seçilmiştir.

2.YÖNTEM

2.1.Stokastik AHP

Bu çalışmada, Jalao vd. (2014) ile Cobuloglu ve Büyüktahtakın (2015)'nın çalışmalarındaki SAHP modelinden yararlanılmıştır. Saaty'nin ikili karşılaştırma ölçeği stokastik ÇKKV analizinde kriterler değerlendirilirken kullanılmıştır.

Uygun depo seçimi için önerilen metodun adımları aşağıda detaylı olarak açıklanmıştır (Cobuloglu ve Büyüktahtakın, 2015):

Adım1: *n* kriter ve *m* alternatife sahip bir analitik hiyerarşi karar problemi yapılandırılmıştır.

Adım2: İkili karşılaştırmalar kullanılarak faktörlerin karşılaştırılır. İki faktörün karşılaştırılmasında net değer, düşük ve yüksek sınırlara sahip büyük ihtimalli değer (biraz belirsiz) veya düşük ve yüksek sınırlara sahip bir ara değer (tam belirsiz) uzmanların ihtiyacını karşılar.

Adım3: Uzmanların belirsiz tercihleri stokastik ikili karşılaştırmaya dönüştürülmüştür. Stokastik ikili karşılaştırma ve Beta dağılımı için Jalao vd. (2014) çalışmalarından faydalanılmıştır. Bir stokastik ikili karşılaştırmada verilen a_{ij} nin net değerini elde etmek için, 0_{ij} parametreli $f_{ij}(a_{ij} \mid 0_{ij})$ olasılık yoğunluk fonksiyonuna dönüştürülür. *i* kriteri, *j* ise alternatifi temsil eder. Bu varyans dağılımları için ağırlıkları hesaplamak zor olduğundan dolayı, stokastik ikili karşılaştırmalar beta dağılımlı ikili karşılaştırmaya $(\tilde{a}_{ij})$ dönüştürülmüştür. $\tilde{a}_{ij}$ beta dağılımı $B(\tilde{a}_{ij} \mid \alpha, \beta, LL, UL)$ olarak gösterilir. Burada; $LL(\text{alt değer}) \leq \tilde{a}_{ij} \leq UL(\text{üst değer})$ ve $\alpha(\text{net değer}), \beta(\text{beta değeri}) \geq 1$ dir. Bütün a_{ij} modellerini $\tilde{a}_{ij}$ beta rastgele değişkeni olarak tanımlamak için $(\alpha_{ij}, \beta_{ij})$ ve $(LL_{ij}, \mathrm{UL}_{ij})$ parametrelerinin hesaplanması gerekir. Dağılım parametrelerini tahmin etmek için kullanılan metotlardan biri MOM (the method of moments) dir. Örnek ortalaması ve varyansı birinci ve ikinci unsur alınarak elde edilir.

$$E\left[\tilde{a}_{ij}\right] = LL + \frac{\alpha}{\alpha+\beta}(UL - LL) \tag{2.1}$$

$$\mathrm{Var}(\tilde{a}_{ij}) = \frac{\alpha\beta}{(\alpha+\beta)^2(\alpha+\beta+1)}(UL - LL) \tag{2.2}$$

Eşitlik (2.1) ve (2.2) deki örnek ortalaması ($\tilde{a}_{ij}$) ve örnek varyansı (S^2_{ij}) eşitleyerek sırasıyla $\hat{\alpha}_{ij}$, $\hat{\beta}_{ij}$ parametreleri aşağıdaki eşitlikler kullanılarak hesaplanır.

$$\hat{\alpha}_{ij} = \left(\frac{\bar{a}_{ij} - LL}{UL - LL}\right)\left(\frac{\left(\frac{\bar{a}_{ij} - LL}{UL - LL}\right)\left(1 - \left(\frac{\bar{a}_{ij} - LL}{UL - LL}\right)\right)}{\frac{s_{ij}^{\ 2}}{(UL - LL)^2}} - 1\right) \tag{2.3}$$

$$\hat{\beta}_{ij} = \left(1 - \frac{\bar{a}_{ij} - LL}{UL - LL}\right)\left(\frac{\left(\frac{\bar{a}_{ij} - LL}{UL - LL}\right)\left(1 - \left(\frac{\bar{a}_{ij} - LL}{UL - LL}\right)\right)}{\frac{s_{ij}^{\ 2}}{(UL - LL)^2}} - 1\right) \tag{2.4}$$

Stokastik ikili karşılaştırma matrisini beta dağılımına dönüştürmek için MOM uygulanmış ve nasıl yapıldığı aşağıda özetlenmiştir. Burada *ML* orta değeri ifade eder.

Eğer a_{ij} net değer ise $\tilde{a}_{ij} = a_{ij}$ (2.5)

Eğer $a_{ij} \sim \mathrm{U}(\mathrm{LL}_{ij}, \mathrm{UL}_{ij})$ ise $\tilde{a}_{ij} \sim \mathbf{B}(\hat{\alpha}_{ij} = 1, \hat{\beta}_{ij} = 1, \mathbf{LL}_{ij}, \mathbf{UL}_{ij})$
(2.6)

Eğer $a_{ij} \sim \mathrm{T}(\mathrm{LL}_{ij}, \mathrm{ML}_{ij}, \mathrm{UL}_{ij})$ ise $\tilde{a}_{ij} \sim \mathbf{B}(\hat{\alpha}_{ij}, \hat{\beta}_{ij}, \mathbf{LL}_{ij}, \mathbf{UL}_{ij})$ (2.7)

Burada eşitlik (2.7)'teki $\hat{\alpha}_{ij}$ ve $\hat{\beta}_{ij}$ eşitlik (2.3)'ten ve eşitlik (2.4)'ten sırasıyla aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$\bar{a}_{ij} = (LL_{ij} + ML_{ij} + UL_{ij})/3 \text{ ve}$$
$$S_{ij}^{\ 2} = (LL^2_{ij} + ML^2_{ij} + UL^2_{ij} - LL_{ij}ML_{ij} - LL_{ij}UL_{ij} - ML_{ij} + UL_{ij})/18 \tag{2.8}$$

Adım4. Beta dağılımlı ikili karşılaştırma matrisi net değere dönüştürülür. Her bir $\tilde{a}_{ij}$ net değeri için beta dağılımının ortalama değeri kullanılmıştır. Beta dağılımının medyan değeri $\mathrm{m}(\tilde{\alpha}_{ij}, \tilde{\beta}_{ij})$ aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$\mathrm{m}(\hat{\alpha}_{ij}, \hat{\beta}_{ij}) \approx \frac{\hat{\alpha}_{ij} - 1/3}{\hat{\alpha}_{ij} + \hat{\beta}_{ij} - 2/3} \tag{2.9}$$

a_{ij} karşılaştırması medyan değerinin sayısal değeri, LL_{ij} ve UL_{ij} parametreleri ve Jensen (2004) formülasyonu dikkate alınarak hesaplanır.

$$a_{ij} = LL_{ij} + \mathrm{m}(\hat{\alpha}_{ij}, \hat{\beta}_{ij}) * (\mathrm{UL}_{ij} - LL_{ij}) \tag{2.10}$$

2.2.Bulanık Vikor Yöntemi

Opricovic tarafından ilk olarak 1998 yılında önerilen VIKOR tekniği, birbiri ile çelişen kriterler altında alternatifleri sıralayarak en uygun alternatif seçiminde kullanılmıştır. Tekniğin amacı, sıralamada ve seçimde uzlaştırıcı çözüm bulabilmektir. Klasik ÇKKV tekniklerinde olduğu gibi VIKOR yönteminde de kriterlerin ağırlıklarının kesin olarak bilindiği varsayılmaktadır. Ancak gerçek yaşam problemlerinin çoğunluğunda kesin verilere ulaşmak mümkün değildir. Karar vermenin doğasındaki belirsizlik ve sübjektif değerlendirmelerin varlığı da karar sürecinde kesin sayısal değerlerle ifade etmeyi zorlaştırmaktadır. Bulanık VIKOR tekniği, bulanık mantığın VIKOR tekniğine uygulanmasıdır. Yöntem dilsel ifadeleri ele alarak, en iyi çözümü ve uzlaştırıcı çözüm bulmada rasyonel ve sistematik süreçler sunmaktadır.

3.UYGULAMA

Bu bölümde, geliştirilmiş olan Stokastik AHP-Bulanık VIKOR yöntemlerinin uygulanışlarını göstermek ve elde edilen sonuçların doğruluğunu ve geçerliliğini kanıtlamak amacıyla yürütülmüş gerçek bir problem ele alınmıştır. Uygulama çalışmasında bir süper markete ait depo yer seçimi problemi etkin bir şekilde çözülmüştür. Verilerin ait olduğu süpermarketin adı ve hakkında diğer bilgiler süpermarket sahibinin gizlilik politikasından dolayı çalışmada kullanılmamıştır.

Uygulamanın ilk aşamasında depo sorumlusu, satın alma müdürü ve depo müdüründen oluşan karar

verme ekibi oluşturulmuştur. Ekip yardımı ile depo yer seçimi problemi çözüm yaklaşımında kullanılacak kriterler ve alternatifler belirlenmiştir. Karar ekibi tarafından belirlenen 17 kriter şu şekildedir: Ulaşım çeşitliliği,Tedarikçilere yakınlık, Gelişmişlik oranı, Deponun kapasitesi, Müşterilere yakınlık, Rakiplere yakınlık, İş gücü maliyetleri, Taşıma maliyetleri, Depreme dayanıklı olması, Arsa maliyeti, İklim şartları, Elde tutma maliyetleri, İletişim sistemleri, Elektrik-su-telefon alt yapısı, Müşteri hizmet seviyesi, Teslim süresi ve Üreticilere yakınlık kriteridir.
Belirlenen 4 alternatif şehir ise şu şekildedir:Trabzon, Gaziantep, Kars ve Diyarbakır.
Karar ekibi, kriterleri değerlendirirken gerçek hayata daha uygun olması için değerlendirme işlemini stokastik olarak yapmıştır. Stokastik olarak değerlendirme deterministik olarak ifade edemediğimiz durumlarda bize kolaylık sağlar. Alternatifler değerlendirilirken dilsel değişkenlerden yararlanılmıştır.

3.1.Stokastik AHP-Bulanık Vikor Hesaplamaları

İncelenen depo yer seçimi probleminde belirsizlikten doğabilecek sorunları aşabilmek için veri toplama aşamasında kriterler değerlendirilirken stokastik değerlerden, alternatifler değerlendirilirken ise dilsel ifadelerden yararlanılmıştır. Çalışmada ağırlıklandırma işlemi için stokastik çok kriterli karar verme hesaplamaları Jalao vd. (2014)'nin çalışmalarında önerildiği gibi yapılmıştır. Stokastik ÇKKV analizinde kriterler değerlendirilirken Saaty'nin ikili karşılaştırma ölçeği kullanılmıştır. Karar ekibinde bulunan her bir karar verici bu ölçeği kullanarak değerlendirme işlemlerini yapmıştır. Daha sonra her bir karar vericiye ait stokastik ikili karşılaştırma matrisleri eşitlikler (2.1-2.10) kullanılarak net değere dönüştürülmüşütr. Net değere dönüştürülen matrislerden elde edilen normalize edilmiş ikili karşılaştırma matrisi aşağıda verilmiştir.

Tablo 3.1. Normalize edilmiş ikili karşılaştırma matrisi

	İş Gücü Maliyeti Kriteri	Taşıma Maliyeti Kriteri	Elde Tutma Maliyeti Kriteri		İklim Şartları	Arsa Maliyeti
İş Gücü Maliyeti Kriteri	0,02	0,01	0,01	…	0,01	0,02
:	:	:	:	:	:	:
İklim Şartları	0,14	0,12	0,11	…	0,04	0,02
Arsa Maliyeti	0,16	0,03	0,27	…	0,34	0,15

Normalize edilmiş ikili karşılaştırma matrisine AHP metodundaki ağırlıklandırma hesaplamaları uygulanarak her bir kritere ait ağırlık değeri aritmetik ortalama ile hesaplanmıştır. Kriterlerin hesaplama sonucu bulunan ağırlık değerleri şu şekildedir: Ulaşım çeşitliliği=0.03, tedarikçilere yakınlık=0.04, gelişmişlik oranı=0.01, depo kapasitesi=0.12, müşterilere yakınlık=0.03, rakiplere yakınlık=0.02, iş gücü maliyetleri=0.04, taşıma maliyetleri=0.11, depreme dayanıklılık=0.01, arsa maliyeti=0.15, iklim şartları=0.07, elde tutma maliyetleri=0.12, iletişim sistemleri=0.01, elektrik, su, telefon alt yapısı=0.01, müşteri hizmet seviyesi=0.04, teslim süresi=0.14 ve üreticilere yakınlık kriteri=0.05'tir.
Uygulamadaki bulanık VIKOR hesaplamaları, Akyüz (2012) tarafından önerilen adımlara göre yapılmıştır. Çalışmadaki depo yer seçimi problemine çözüm yaklaşımında daha önce bahsedildiği gibi 17 kriter ve 4 alternatif bölge dikkate alınarak çözüm yapılmıştır. Tablo 3.2'de birleştirilmiş bulanık karar matrisleri gösterilmiştir.

Tablo 3.2. Birleştirilmiş bulanık karar matrisi

	İş Gücü Maliyeti Kriteri	Taşıma Maliyeti Kriteri	Elde Tutma Maliyeti Kriteri	…	İklim Şartları	Arsa Maliyeti
Trabzon	(3, 6.8, 10)	(5, 7.6, 10)	(3, 7.4, 10)	…	(3, 6.3, 10)	(0, 4.3, 10)
Gaziantep	(3, 7.7, 10)	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)	…	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)
Kars	(3, 5, 7)	(0, 0, 3)	(0, 0, 7)	…	(0, 1, 3)	(0, 1, 3)
Diyarbakır	(3, 6.1, 10)	(7, 9, 10)	(3, 7.4, 10)	…	(7, 9, 10)	(3, 5, 7)

Tablo 3.2 deki bulanık karar matrisi incelenerek bulanık VIKOR yöntemi adımları ile bulanık en iyi $\left(\tilde{f}_j^*\right)$ ve bulanık en kötü $\left(\tilde{f}_j^-\right)$ değerleri hesaplanmıştır (Tablo 3.3).

Tablo 3.3. Bulanık en iyi $\left(\tilde{f}_j^*\right)$ ve bulanık en kötü $\left(\tilde{f}_j^-\right)$ değerler

Kriterler	$\left(\tilde{f}_j^*\right)$	$\left(\tilde{f}_j^-\right)$
iş gücü maliyeti kriteri	(3, 7.7, 10)	(3, 5, 7)
...	...	...
iklim şartları	(9, 10, 10)	(0, 1, 3)
arsa maliyeti	(9, 10, 10)	(0, 1, 3)

Daha sonra alternatiflerin en iyi değere olan uzaklık değeri $\tilde{S}_i$ ile en kötü değere olan uzaklık değeri $\tilde{R}_i$ hesaplanmıştır. Tablo 3.4'de $\tilde{S}_i$ ve $\tilde{R}_i$ değerleri gösterilmiştir. Tablo 3.4 kullanılarak hesaplanan $\tilde{S}_i^*$, $\tilde{S}_i^-$, $\tilde{R}_i^*$ ve $\tilde{R}_i^-$ değerleri tablo 3.5'de gösterilmiştir.

Tablo 3.4. $\tilde{S}_i$ ve . $\tilde{R}_i$ değerleri

Alternatifler	$\tilde{S}_i$	$\tilde{R}_i$
Trabzon	(0.705, 0.389, 0.00)	(0.15, 0.095, 0.00)
Gaziantep	(0.054, 0.007, 0.00)	(0.04, 0.005, 0.00)
Kars	(1, 0.98, 0.912)	(0.15, 0.15, 0.15)
Diyarbakır	(0.545, 0.382, 0.203)	(0.12, 0.107, 0.12)

Tablo 3.5. $\tilde{S}_i^*, \tilde{S}_i^-, \tilde{R}_i^*$ ve $\tilde{R}_i^-$

$\tilde{S}_i^*$	(0.054, 0.007, 0.00)
$\tilde{S}_i^-$	(1, 0.98, 0.912)
$\tilde{R}_i^*$	(0.04, 0.005, 0.00)
$\tilde{R}_i^-$	(0.15, 0.15, 0.15)

Bulunan $\tilde{S}_i^*$, $\tilde{S}_i^-$, $\tilde{R}_i^*$ ve $\tilde{R}_i^-$ değerleri yardımı ile $\tilde{Q}_i$ değerleri hesaplanmıştır. Denklemdeki *v* değeri uzlaşmayı yansıtmak için 0.5 olarak alınmıştır. Elde edilen bulanık sayıları durulaştırılmış ve Q_i, S_i *ve* R_i indeks değerleri hesaplanmıştır. Bu indeks değerlerine göre alternatifler sıralanmıştır (Tablo 3.6).

Tablo 3.6: Q_i, S_i *ve* R_i indeksleri ve alternatiflerin sırası

Alternatifler	$\tilde{Q}_i$	Q_i	sıra	S_i	sıra	R_i	sıra
Trabzon	(0.84, 0.506, 0)	0.449	2	0.365	2	0.0817	2
Gaziantep	(0, 0, 0)	0	1	0.020	1	0.015	1
Kars	(1, 1, 1)	1	4	0.964	4	0.15	4
Diyarbakır	(0.786, 0.545,0.511)	0.614	3	0.	3	0.116	3

Uzlaştırıcı çözümün belirlenmesi aşamasında Q_i indeksine göre yapılan sıralamada iki koşulun sağlanıp sağlanamadığı araştırılmıştır.

1.Koşul: Kabul edilebilir avantaj: $Q(a'') - Q(a') = 0.449 - 0 \geq 0.25$, $Q(a''') - Q(a') = 0.614 - 0 \geq 0.25$ ve $Q(a'''') - Q(a') = 1 - 0 \geq 0.25$ olduğundan dolayı 1. koşul sağlanmıştır.

2.Koşul: Karar vermede kabul edilebilir istikrar: a' alternatifi, Q_i indeksine göre yapılan sıralamada en iyi alternatif, S_i *ve / veya* R_i değerlerine göre yapılan sıralamada da en iyi alternatif ise bu uzlaştırıcı çözüm karar verme sürecinde istikrarlıdır. Tablo 3.7'ye baktığımızda Gaziantep alternatifi Q_i, S_i *ve* R_i indekslerine göre yapılan sıralamada hepsinde en iyi alternatif olmuştur. Dolayısıyla 2. koşul sağlanmıştır.

Tablo 3.7: Karar vermede kabul edilebilir istikrar

Q_i	Gaziantep> Trabzon> Diyarbakır> Kars
S_i	Gaziantep> Trabzon> Diyarbakır> Kars
R_i	Gaziantep> Trabzon> Diyarbakır> Kars

$\tilde{Q}_i$ değeri hesaplanırken denklemdeki *v* değeri uzlaşmayı yansıtmak için 0.5 olarak alınmıştır. BulanıkVIKOR metodu hesaplama sonuçlarına bakıldığında en iyi alternatif olarak Gaziantep bölgesi gözükmektedir.

4. SONUÇ

Depo yer seçimi kararının firma lojistik maliyetlerine etkisi olduğundan dolayı depo yer seçimi sürecinin etkili bir şekilde yürütülmesi gerekir. Depo yer seçimi problemi pek çok farklı ve belirsiz kriterler içermektedir. Bu tür problemlere çözüm bulabilmek için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bu çalışmada daha önce depo yer seçimi problemlerinin çözümü için bir yaklaşım geliştirilmiştir.

Uygulamada bir süper markete ait depo yer seçimi probleminin etkin bir şekilde çözülmesi sağlanmıştır.

Depo müdürü, satın alma müdürü ve depo sorumlusundan oluşan karar ekibi görüşlerine göre kriterler belirlenmiştir. Belirlenen kriterlerin ağırlıklandırılmasında stokastik AHP tekniği kullanılırken, alternatiflerin sıralamasında ise bulanık çok kriterli karar verme tekniklerinden Bulanık VIKOR teknikleri kullanılmıştır. Karar ekibinin görüşlerine göre belirlenen kriterlere göre model ile yapılan alternatif sıralamasında en iyi depo yeri Gaziantep ili olarak bulunmuştur.

Önerilen yaklaşım bu çalışmada spesifik bir depo yer seçimi karar verme problemine uygulanmıştır. Ancak gelecek çalışmalarda diğer yer seçimi problemlerine ve farklı karar verme problemlerine de uygulanabilir. Aynı zamanda gelecek çalışmalarda stokastik AHP ile diğer çok kriterli karar verme yöntemleri hibritlenerek farklı yaklaşımlar geliştirilebilir ve farklı problem tipleri için geliştirilen bu yaklaşımlar kullanılabilir.

KAYNAKLAR

Aktepe, A., Ersöz, S., 2014. AHP-VIKOR VE MOORA Yöntemlerinin Depo Yeri Seçim Probleminde Uygulanması. Endüstri Mühendisliği, 25(1-2), 2-15.

Akyüz, G., 2012. Bulanik VIKOR Yöntemi İle Tedarikçi Seçimi. Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 26(1), 197-215.

Cobuloglu, H. I., Buyuktahtakin, I.E., 2015. A stochastic multi-criteria decision analysis for sustainable biomass crop selection. Expert Systems with Applications, 42(15-16), 6065-6074.

Jalao, E.R., Wu T., Shunk, D., 2014. A stochastic AHP decision making methodology for imprecise preferences. Information Sciences, 270(2), 192-203.

Jensen, P.A., 2004. Continuous Distribution. https://www.me.utexas.edu./jensen/ ORMM/computation/unit/rvadd/continuous_dist/beta.html/(15.11.2015)

Opricovic, S. 1998. "Multi-Criteria Optimization of Civil Engineering Systems", Faculty of Civil Engineering, Belgrade.

Ömürbek, N., Üstündağ, S., Helvacıoğlu, Ö.C., 2013. Kuruluş Yeri Seçiminde Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) Kullanımı: Isparta Bölgesi'nde Bir Uygulama. Yönetim Bilimleri Dergisi, 11(21), 101-116.

Ömürbek, N., Tunca, M.Z., 2013. Analitik Hiyerarşi Süreci ve Analitik Ağ Süreci Yöntemlerinde Grup Kararı Verilmesi Aşamasına İlişkin Bir Örnek Uygulama. SDÜ İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 18(3), 47-70.

Saaty, T.H., Niemira, M.P., 2006. A Framework for Making a Better Decision. Research Review, 13(1).

Uludağ, A.S., Deveci, M.E., 2013. Kuruluş Yeri Seçim Problemlerinde Çok kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Kullanılması ve Bir Uygulama. AİBÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 13(1), 257-287.

ÜRETİM YÖNETİMİNDE YALIN VE YEŞİL ÜRETİM UYGULAMASI

Akif Emiroğlu
T.C. Bülent Ecevit Üniversitesi

ÖZET

Günümüzde uluslararası rekabet koşullarında var olabilmenin ön koşulu önde koşabilmektir. Bunun için de çağın dinamik yapısına ayak uydurulmalı, değişiklik ve yeniliklere açık olunmalıdır. Bu gerçeklerden hareketle, önce Japonya'da Toyota otomotiv fabrikasında uygulanan ve sonraları diğer firmalara da yayılan "Yalın Üretim Sistemi" geliştirilmiştir. Bu sistem, sürekli gelişmeyi ve israfı ortadan kaldırmayı hedeflemektedir. Amacı; değerin, ilk hammaddeden başlayarak, değer yaratma süreci boyunca hiç kesintisiz nihai müşteriye ulaştırılmasıdır. "Yeşil Üretim Sistemi", israf ve kirliliği minimize eden bir üretim yöntemidir. Amacı; doğal kaynakların korunmasını sürdürülebilir kılarak gelecek kuşakları desteklemektir. Modellerin her ikisi de, istenilen işletme amaçlarını gerçekleştirmek için yönetim sistemleri, israf tanımlaması ve israf düşürücü tekniklerin kullanılmasını içermektedir.

Bu çalışmada Yalın ve Yeşil Üretimin tanıtımı ve Üretim Yönetimine uygulanması amaçlanmıştır. Yöntem; aralarındaki ilişkiyi göstererek bu üç sözcüğü tanımlamak ve her birini kısaca karşılaştırmaktır. Sonuç olarak; çalışma bulgularından, yalın ve yeşil üretim sistemlerinin dinamik bir süreç için zorunluluğu gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Üretim Yönetimi, Yalın Üretim, Yeşil Üretim.

LEAN AND GREEN MANUFACTURING IMPLEMENTATION IN OPERATIONS MANAGEMENT

ABSTRACT

Nowadays, the main requirement in order to survive on international conditions of competition is to run ahead. To realize this, it's required to keep up with dinamic structure of the century, be open to the changes and innovations. Because of these reasons, "Lean Manufacturing System" which was used first by Toyota Automobile Factory and later spread on other firms, was developed. This system aims for the continuous development (Kaizen) and removing unnecessary expences. The purpose is to deliver value which starts with raw material to final customers without interruption throughout value creating process.

"Green Manufacturing System" is a method for manufacturing that minimizes waste and pollution. The purpose is to support future generations by attaining sustainability by the means of preserving natural resources. Models for both all include management systems, waste identification, and implementation of waste reducing techniques to achieve desired business results.

The purpose of this study is to introduce Lean and Green Manufacturing and implementing these to Operations Management. Methodologically, by defining these three words, by showing relationship between them and by comparing each other briefly has been embraced. As a result, the findings from the study show that lean and green manufacturing systems should be necessary as a dynamic process.

Keywords: Operations Management, Lean Manufacturing, Green Manufacturing

1. GİRİŞ

Üretim, mal ve hizmet üreten bir işletmenin üç temel fonksiyonundan (üretim, finans, satış) biridir. Üretim yönetiminin amacı; bir mamulü elde mevcut kaynakları en ekonomik şekilde kullanarak istenilen miktar, kalite ve zaman koşullarına uygun en düşük maliyetle üretmektir. Üretim yönetimi (ÜY) prensipte örgütsel kaynaklarla ilgilidir. Ancak üretim fonksiyon kaynakları aynı zamanda örgütün dış çevre ile olan etkileşim şeklini ve paydaşlarının ihtiyaçlarını karşılamak için yeteneğini de etkileyecektir. ÜY, organizasyon stratejisinin entegre bir parçasıdır (Emiroğlu, 2015, 414). Uygun bir üretim stratejisi sadece bir organizasyon için iş stratejisinin hangi ölçüde uygulanabileceğini belirlemede gerekli olmayıp, operasyonların rekabet avantajlı kaynağı olabilir. Rekabetsel önceliklere dayalı üretim stratejisi, üretim yönetimi fonksiyonunca karşılamada müşteri ihtiyaçlarını karşılar (Slack ve Lewis, 2003). ÜY hakkındaki son araştırmalarda firmaların rekabetli olabilmeleri için teklif edilecek örneğin; yalın üretim, duyarlı üretim, çevik üretim, dünya standartlarında üretim, kitle özelleştirme, yeşil üretim gibi bir çok program vardır.

2. YALIN ÜRETİM (LM)

İmalat sanayi günümüzde son derece rekabetçi hale gelmiştir ve işletmelerin hayatta kalabilmesi, alanlarında lider olabilmelerine bağlıdır. Bu mücadelede, yalın üretim (YÜ) önde giden yönetim felsefesi olarak ortaya çıkmıştır. YÜ 1980'lerden bu yana özellikle otomotiv endüstrisi ve Toyota tarafından benimsenmesi nedeniyle etkililiğin ve optimal performansın sembolü olmuştur. Üretim stratejisi üzerine literatür bir şirketin operasyonel performansını artırmak için Yalın Üretim girişimlerine yatırımın önemini vurgulamaktadır (Pont vd., 2008). Cua vd., (2001), Rho vd., (2001), Shah ve Ward (2003), Gebauer vd., (2009), Mackelprang ve Nair (2010) ve Rahman vd. (2010). Birçok firma, verimliliğin artırılması, maliyetlerin düşürülmesi, müşteri tepki zamanının geliştirilmesi ve gelişmiş kaliteye katkı, daha fazla kârlılık ve gelişmiş firma imajı gibi büyük başarılara imza atmıştır.

Yalın üretim, ***sipariştan teslimata dek geçen sürenin, müşteriye hiçbir değer ifade etmeyen, sadece firma maliyetlerini artıran israfın sürekli iyileştirilerek ortadan kaldırılması yoluyla kısaltılmasıdır.*** Diğer bir ifade ile ***yapısında hiçbir gereksiz unsur taşımayan ve hata, maliyet, stok, işçilik, geliştirme süreci, üretim alanı, fire, müşteri memnuniyetsizliği gibi unsurların en aza indirgendiği üretim sistemi*** olarak tanımlanmaktadır (Emiroğlu, 2012). Yalın Üretim; ürün, hizmet ve/veya atık azaltımına yönelik operasyonları iyileştirmeye hedefli, ürüne değer katmayan faaliyetleri elimine etmeye yardımcı çoklu gereçlerin kombinasyonu olarak tarif edilebilir (Emiroğlu, 2015).

YÜ'in temel amacı; israflardan arındırılmış mükemmel proseslerin etkinlik ve verimlilik analizlerrini yaparak, maliyetleri azaltmak ve sonuçta müşteriye mükemmel değerler sunmaktır. Burada ***"değer"***, müşteriye sunulan yarar olup; gereksinimleri karşılayacak özelliklere sahip, tercih edilen zamanda ve yerde bulunabilen, müşterinin bedelini ödemeye istekli olduğu ürün veya hizmettir. ***"İsraf"*** ise, değer oluşturmaksızın maliyete eklenen her şey; hatalı üretim, düzeltme, tamir, kontrol, aşırı üretim (stoklar), gereksiz beklemeler ve hareketlerdir. Ürün veya hizmet üretiminde israfın ortadan kaldırılması, müşteri memnuniyetini ve kârlılığı artırırken maliyetleri azaltır.

Yalın üretim uygulayabilmek için operasyon yönetimi ile ilgili uygulamalar (üretim planlama ve kontrol, malzeme akışı, koruyucu bakım, toplam üretken bakım, kalite sistemi vb.) müşteri ile tedarikçiler arasındaki ilişkiler, üretim tasarımı veya kaynak yönetimi (katılımcı yönetim, çalışan katılımı vb.) grupları önerilmektedir. Womach ve Jones (2003), Yalın Düşünme (Lean Thinking) adlı kitaplarında felsefeyi, ilkeleri ve yalın üretimin uygulama aşamalarını tanımlamışlardır. Yalın Düşünme'de tanmımlanan Yalın'ın beş temel ilkesi vardır:

ı. Değer: Nihai müşteri tarafından belirlenmektedir. Nihai müşteriler, kendileri için değerin ne olduğunu üreticilere yansıtırlar. Örneğin, bir yolcu gideceği yere zamanında ulaşmayı bir değer olarak görebilir.

ıı. Değer Akışı: Ürünün hammaddeden nihai ürüne kadar izlediği yoldur. Bu süreçte ürüne değer eklenmiştir.

ıı. Değer Akışının Sürekliliği: Mahzende üzümlerin şaraba dönüşmesinden çok, yalın üretim daha çok üzümlerin mahzeme gelmesi ile ilgilidir.

ıv. Çekim: Her bir süreç için gerekli olan girişimdir. "Çekim" kavramı nihai müşteriye sorumluluk yükleyen bir süreçtir. Üretici, müşterinin istediğini üretir (tüketicinin / pazarın yönlendirdiği üretici).

v. Mükemmelliyetçilik: Sürekli olarak israflarla ve bunların elimine edilmesinin araştırlmasıyla ilgilenir: aşırı üretim, bekleme, nakliye, aşırı işleme, envanterler, süreçler ve defolar. Bütün bu israf kaynakları süreçle ilgilidir. Bunlar kontrol, plan ve süreç aşamaları tasarımlarıyla kontrol edilirler (Emiroğlu, 2014b).

Bazı kilit yalın araç ve teknikler, özellikle atık azaltımında kendilerini kanıtlamış ve işletmelerde sürdürülebilirliği iyileştirmişrtir. İşletme yönetimine yalın prensipleri uygulamak için bazı araç ve teknikler Kanban, Kaizen, yönetim sorumluluk programı, SMED ve 5S'tir.

3. ATIK KAVRAMI

İnsanların sosyal ve ekonomik faaliyetleri sonucunda işe yaramaz hale gelen, kullanım süresi dolmuş, yaşadığımız ortamdan uzaklaştırılması gereken maddelere genel olarak ***"atık"*** denmektedir. 2015 yılında yayınlanan Atık Yönetimi Yönetmeliği'ne göre **atık;** ***"üreticisi veya fiilen elinde bulunduran gerçek veya tüzel kişi tarafından çevreye atılan veya bırakılan ya da atılması zorunlu olan herhangi bir madde veya materyal"*** olarak tanımlanmaktadır.

Herhangi bir kurum veya süreçteki atık, kaynakların yanlış kullanılması olarak adlandırılır, imalat ve satışa uygun olmayıp, kuruma veya müşterilerine herhangi bir katkıları yoktur. Bunlar değer yaratan işlemler ve olanaklarla daha iyi değerlendirilebilir. YÜ atığı "mutlak minimal zamanda ve kaynakların üretime değer ekleyerek en yüksek kaliteye ulaşması" olarak tanımlar. YÜ aşağıdaki işlemleri tekrar organize etmeye odaklıdır: atık azaltımı, adımları asgariye indirme ve dolayısı ile maliyeti düşürme (Emiroğlu, 2015). Nihai hedef, işletmenin faaliyetlerinde minimum atık üretmesidir.

Taichi Ohno, üretimde **ı.** Aşırı Üretim, **ıı.** Nakliye, **ııı.** Gereksiz Envanter, **ıv.** Uygun Olmayan Üretim, **v.** Bekleme, **vı.** Aşırı Hareket ve **vıı.** Hatalar olarak yedi tür atık belirlemiştir. Bu atıklar üretim stratejisi kapsamında eğitim / deneyim araçları olarak kullanılıp iş ortamını iyileştirmeye ve müşteriye ek değer kazandırmaya odaklanılmalıdır. Atıklar değersiz faaliyetler olup müşteri tarafından bedel ödenmek istenmez.

4. YALIN ÜRETİM VE GELENEKSEL ÜRETİM

YÜ ortamını daha iyi anlayabilmek ve uygulayabilmek için geleneksel üretim ortamı ile karşılaştırılıp yöneticiler ve üretim arasındaki farkı anlamak önemlidir. YÜ'de üretim, gerçek müşteri isteğine dayalıdır. Geleneksel üretim ortamı ise ne satılacağının öngörüsüne dayalıdır. Yalın üretim, ürünü piyasaya sunma yerine müşterinin istek ve ihtiyaçlarına yanıt verecek sistem üzerine odaklanır.
Aşağıda yalın üretim ve geleneksel üretimle ilgili bir karşılaştırma yapılmıştır.

Yalın Üretim	Geleneksel Üretim
Siparişe uygun üretim	Tahmine dayalı üretim
Ürünler müşteri isteğine göre yapılır	Ürünler, envanteri tamamlamak için yapılır
Çevrim zamanları saat ve gündür	Çevrim zamanları hafta ve aydır
Envanter düzeyi tek-parça akışına dayalıdır	Envanter düzeyleri büyük parçalara göredir
Ürün akışı ile iş istasyonlar kurulur	İş istasyonları bölüm fonksiyonlarına göre tasarlanır
Her iş istasyonunda kalite test edilir	Kalite rastsal seçimle yapılır
İşçiler iyileştirmeyi belirlemede yetkilidir	İşçiler çok az veya hiç üretim öğelerine sahiptir
Üretim planlama esnekliği yüksek ve ayarlaması kolaydır	Üretim planı katı ve ayarlaması zordur
Üretim maliyetleri kontrol edilebilir ve azaltılabilir	Üretim maliyetleri artar ve kontrolu zordur

YÜ teknikleri geleneksel üretimden kavramsal olarak farklıdır. Örneğin, geleneksel üretim envantere dayalıdır ancak YÜ envanterin (stokun) rolünü sorgular ve atık olarak tanımlar. YÜ, ekonomik sipariş miktarları ile karakterize edilen geleneksel üretim yaklaşımı, sipariş miktarları, yüksek kapasite kullanımı ile doğrudan zıtlık gösterir. Geleneksel üretim ortamından yalın üretim ortamına geçişte dirençle karşılaşılabilir; bu nedenle bu geçişe eşlik edecek bir yönetim değişim programı gereklidir. Bunun ötesinde, geleneksel kütle üretimi uygulayanlara kıyasla YÜ tekniklerini geliştiren kurumlarda belirgin maliyet ve kalite avantajları vardır (Singh ve Sharma, 2009).

5. YEŞİL ÜRETİM (GM)

Yeşil üretim (GM: Green Manufacturing), hammadde tedarikinden üretime, paketlemeye, taşımaya, depolamaya kadar olan faaliyetlerin yanı sıra atıkların geri dönüşümü ve tersine kullanımı ile ilgili olup, çevresel ve sosyal etmenleri göz önüne alarak, ürünlerin sürdürülebilir bir şekilde üretimi ve dağıtımı ile ilgilidir. İşletmelerin çevresel riskleri ve olumsuz etkilerini azaltıp, aynı zamanda kâr elde etmek ve pazar paylarını artırmak için strateji geliştirmeleri; maliyetleri azaltıp verimliliklerini artırmaları olasıdır. Bu sayede çevresel korunmanın yanı sıra sosyal, ekonomik ve operasyonel düzeylerde kazanımlar elde edilebilmektedir (Emiroğlu, 2014b).
Yeşil üretim, araştırma ve üretim tasarımı ile atığı ve kirliliği minimize eden bir üretim yöntemidir. Bu hedefler ürün ve üretim tasarımı ile sağlanır. Amaç; doğal kaynakların korunması yoluyla

sürdürülebilirliği sağlanarak gelecek kuşaklara destek olmaktır (Emiroğlu, 2014b). Bize ya da çevreye zarar vermeyen ürün ve / veya hizmet üreten yenilenebilir bir şekilde destekleyen ve sürdüren bir yöntem olup, hedefi; gelecek kuşaklar için doğal kaynakların korunmasıdır. GM çevresel atık kaynaklarını tanıyan organizasyonel kültürü destekler ve kurumun faaliyetleri ile üretilen çevresel atık miktarını azaltacak tasarımla Yeşil Atık Azaltma Tekniklerini (YAAT) (GWRT: Green waste reducing techniques) uygular.

Birçok öncü firma, verimin artmasına, maliyetlerin düşmesine, gelişmiş müşteri tepki zamanına neden olan "Yalın Üretim" Sistemlerini, diğer bazı firmalar ise enerji tüketimini, israfların oluşmasını ve tehlikeli hammaddelerin kullanılmasını düşüren "Yeşil Üretim" Sistemlerini uygulamaktadırlar.

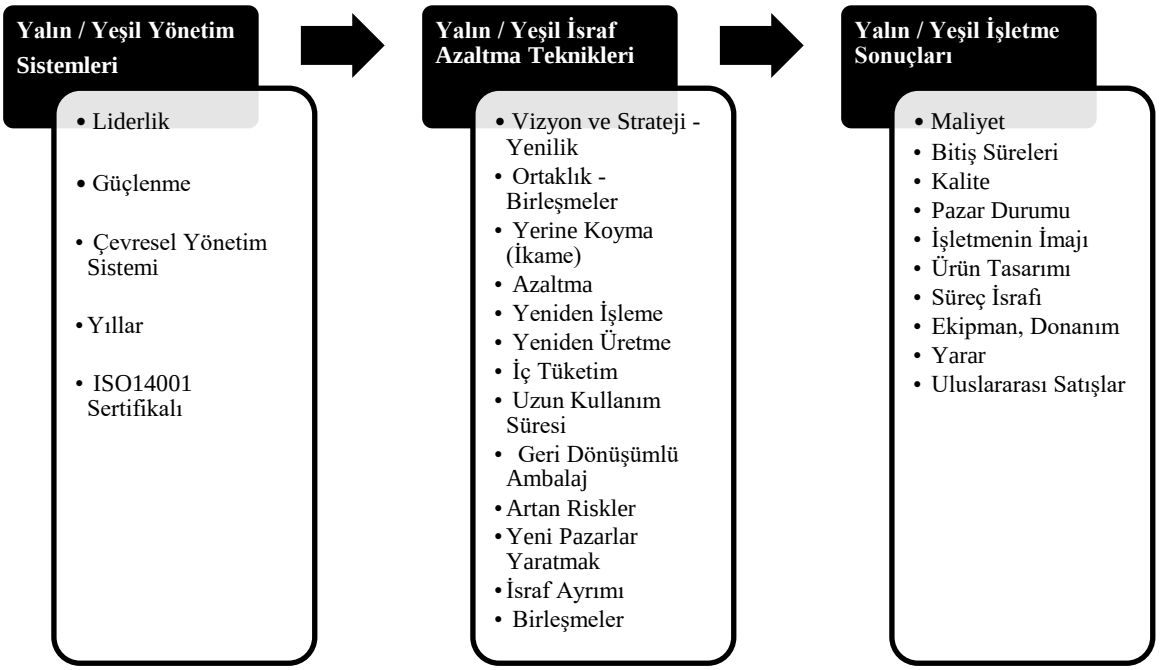
Yalın ve Yeşil Üretim Sistemleri modellerinin hepsi Atık Azaltma Tekniklerinin (WRT) yönetim sistemi, atık tanımlaması ve uygulaması istenen iş sonuçlarına ulaşır (Emiroğlu, 2014b). Yeşil üretiminin bazı temel karakteristikleri şunlardır: **ı.** Doğal kaynakların azaltılmış tüketimi, **ıı.** Üretimde daha az enerji kullanımı, **ıı.** Çevreye daha az gaz ve toksik malzeme atımı, **ıv.** Üretim işleminden daha az atık yaratma.

6. YALINDAN YEŞİLE OPERASYON YÖNETİMİ

Yalın ve Yeşil Üretim Sistemleri arasındaki ilişkiyi araştıran akademik araştırmalar azdır oldukça (EPA, 2003, Florida, 1996, King ve Lenox, 2001, s. 244-257). Bu araştırmalar Yalın ve Yeşil arasında pozitif bir ilişki göstermektedir. Her biri Yeşil Üretim Sistemlerinin bazı unsurları ve Yalın Üretim Sistemlerinin bazı bölümleri arasında korelasyon göstermiştir. Üretim süreçlerinde çevresel etki ve kaynak kullanımının azaltılması GM'in önemli konularından biridir (Yan vd. 2010). Üretim yönetiminde yalın üretim araç ve kavramlarının iş süreçlerini değerlendirme, (Kleindorfer vd.. 2005) kurumlarca kullanılan ölçümlere yeşil metrik ilavesi ile yapılır. Geleneksel yalın düşünce, bu atıkların nasıl azaltılacağı veya giderileceğini tanımlayacak şekilde planlamayı araştırmaktadır. Bunun için tek doğru bir yöntem yoktur, güçlü ve zayıf yönleri ile diyagnostik yaklaşımlar kombinezonu önerilmektedir. Benzer şekilde tek bir doğru yeşil yöntem de yoktur, süreçlerin değişik aşamalarında farklı yaklaşımlar uygulanabilir. Yalın ve yeşil sistemlerin her ikisi de yönetim sisteminin önemini vurgulamaya yönelik ise de, çeşitli atık azaltma tekniklerinin uygulanması ve istenen iş sonuçlarının başarısında bu modellerin yapılarında büyük benzerlikler söz konusudur. Her bir modelin değişik araçları arasında oluşturulmuş anlamlı korelasyonlar varsa da, hiç biri bütün modellerde tam korelasyon analizini gerçekleştirememiştir.

6. SONUÇ

Yalın ve Yeşil Üretim istemlerinin gelişmiş modellerini geliştirmek herbinin daha derinlemesine anlamaya yardımcı olur. Her iki kavram da ÜY'ndeki en son gelişmelerdendir. ÜY uzun zamandır atık azaltmaya odaklanmıştır, bu nedenle YÜ gibi modern yönetim programları, günümüzde en iyi ÜY uygulaması olarak görülmektedir. Hatta açıkca çevresel sonuçlara hedeflenmeksizin yalın girişimler yeterli çevresel kazançlar üretir. Böylece bu iki strateji (yalın ve yeşil) entegre edilebilir ve ÜY'ne simultane olarak sunularak atık ve kirlilik minimize edilebilir. Bu durum, kurumun verimliliği ve kazançını artıracaktır. Yüksek verimlilik, uzun süreli rekabet ve kurum kârı için yaşamsal öneme sahiptir. Yüksek verimlilik, YÜ araçlarının uygulanması ile etkin olarak yükseltilebilir. ÜY kapsamında yalın ve yeşil kavramları yürürlüğe koymak için ihtiyaca göre yalın ve yeşil sistemler eşzamanlı, geniş kapsamlı ve entegre olarak uygulanabilir. İki sistemin benzerlik ve ortak noktalarına bakarak bu modellerin paralel yapıları ve ortak noktaları belirlenebilir. Koordineli bir çaba ile yalın ve yeşil sistemler eşzamanlı entegre bir model olarak uygulanabilir. YÜ sistemi elemanlarını geliştiren firmalar, yalınlığı etkin olarak uygulamayan firmalara göre GM sistemini daha kolay geliştirebilirler.



Şekil 1. Ayrıntılı Yalın ve Yeşil Sistem Modeli

Önce GM sistemlerine adapte olmaya odaklanan, yeşil atık tanımlama ve azaltma tekniklerini yeşil iş sonuçlarına ulaşmak için birlikte uygulayan işletmeler, YÜ uygulamayan firmalara kıyasla iş sonuçlarına daha kolay odaklananabilirler.

KAYNAKÇA

Cua Ok, Mckone Ek, Schroeder RG. (2001). Relationships Between Implementation of TQM, JIT, and TPM and Manufacturing Performance. *Journal of Operations Management,* 9:675-694.

Emiroğlu, A. (2012). Yalın Üretim ve Otomotiv Sektöründe Uygulama Örnekleri. *12. Üretim Araştırmaları Sempozyumu*, 27-29 Eylül 2012, İzmir.

Emiroğlu, A. (2013). Yalın Üretim Uygulamasında Değişimin Yönetimi İçin Bir Yapı. *13. Üretim Araştırmaları Sempozyumu.* 25-27 Eylül 2013, İzmir.

Emiroğlu, A. (2014a). Yalın Üretim, Tam Zamanında Üretim ve Hücresel Üretimin Organizasyonel ve İnsan Boyutu. Leges sosyal Bilimler Dergisi, Ocak – Nisan 2014, ISSN 2148 – 4414.

Emiroğlu, A. (2014b). Yalın ve Yeşil Üretimler İçin Benzer ve Paralel Modeller. Bilimsel İnceleme. *Leges Fikri ve Sınai Haklar Dergisi.* Ocak – Nisan 2014, ISSN 2148 – 4473.

Emiroğlu, A. (2015). Strategy, Operations Strategy and Lean Manufacturing, *The Journal of Academic Social Science Studies, International Journal of Social Science.* Number: 37, p. 409-419, Autumn I, 2015.

EPA, (2003). Lean Manufacturing and the Environment, Office of Solid Waste and Emergency Response, United States Environmental Protection Agency, EPA 100-R-03-005.

Florida, R. (1996). Lean and Green: the Move to Environmentally Conscious Manufacturing, Regents of the University of California.

Gebauer, H., Kıckuth M., Friedli, T. (2009). Lean Management Practices in the Pharmaceutical Industry. *Int. J. Serv. Oper. Manag.* 5(4):463-485.

King, A., Lenox, M. (2001). Lean and Green? An Empirical Examination of the Relationship Between Lean Production and Environmental Performance. Production and Operations Management, 10(3), 244-257.

Kleindorfer, Singhal, and Wassenhove, V. (2005). Sustainable Operations Management. *Production and Operations Management,* 14(4), pp. 482–492. *Production and Operations Management Society.*

Mackelprang, AW, Nair, A. (2010). Relationship Between Just-In-Time Manufacturing Practices and Performance: A Meta-Analytic Investigation. *Journal of Operations Management,* 28: 283-302.

Pont, GD., Furlan, A., Vinelli, A. (2008). Interrelationships Among Lean Bundles and Their Effects on Operational Performance. *Oper. Manag. Res.* 1: 150-158.

Rahman, S., Laosırıhongthong, T., Sohal, AS. (2010). Impact of Lean Strategy on Operational Performance: A Study of Thai Manufacturing Companies. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 21(7):839-852.

Shah R., Ward, PT. (2003). Lean Manufacturing: Context, Practice Bundles, and Performance. *Journal of Operations Management*, 21: 129-149.

Singh, B., Garg, S. K. & Sharma, S.K., (2009). Reflective Practice: Lean can be a Survival Strategy During Recessionary Times. *International Journal of Productivity and Performance Management*, Vol. 58 No. 8, pp. 803-808, Emerald Group Publishing Limited 1741-0401.

Singh, B. and Sharma, S.K. (2009). Lean and Green Manufacturing: Concept and its Implementation in Operations. *International Journal of Advanced Mechanical Engineering*, ISSN 2250-3234 Volume 4, Number 5 (2014), pp. 509-514.

Slack, N., Lewis, M. (2003). *Operations Strategy*. New Jersey: Prentice Hall.

Womack, J. P. and D. T. Jones (2003). Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation. *Free Press.*

Yan. H., Fei, L. and Jinliang, S., (2010). A Framework of Scheduling Models in Machining, Metal Casting News 6, *Foundry Management & Technology.*

YALIN ÜRETİM ARAÇLARI UYGULAMASINDA PROJE YÖNETİMİ

Akif Emiroğlu
T.C. Bülent Ecevit Üniversitesi

ÖZET

Proje yönetimi; kısıtlı zaman, maliyet ve teknik durumları dikkate alarak, projenin en etkin bir biçimde gerçekleşebilmesi için insan, araç-gereç, materyal gibi kaynakların planlanması, yönetilmesi ve kontrol edilmesi işlevidir. Yalın Üretim ise; *"siparişten teslimata dek geçen sürenin, müşteriye hiçbir değer ifade etmeyen, sadece firma maliyetlerini artıran israfın sürekli iyileştirilerek ortadan kaldırılması yoluyla kısaltılmasıdır"*.

Çalışmanın amacı; proje, yalın üretim ve yalın proje kavramları ile yalın proje yönetimi ve "Oobeya" kavramlarını sunmak, proje yönetimi yöntemleri uygulamasında yalın dönüşümler alanında değişime olan ihtiyacı belirlemektir. Yöntem olarak; yalın üretim, yalın yönetim, proje ve yalın proje yönetimi kavramları tanımlanmış, birbirleriyle ilişkileri vurgulanmıştır. Bulgu olarak; yalın proje uygulaması sonucunda endüstriyel işletmelerin maliyet etkinliği ve rakipsel avantajları yakalamasında yalın üretim, yalın proje ve yalın proje yönetiminin güçlülüğü ve gerekliliği belirtilmiştir. Sonuç olarak; bu tekniklerin en tanınmış ve yaygın olanı "Yalın Proje Yönetimi" ve Oobeya'nın küresel rekabet ortamında işletmeler, proje yöneticileri ve ülke ekonomileri için vazgeçilmez bir katma değer aracı olduğu vurgulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Oobeya, Yalın Proje Yönetimi, Yalın Üretim

PROJECT MANAGEMENT AT LEAN MANUFACTURING TOOLS IMPLEMENTATION

ABSTRACT

Project management takes time limitation, cost and technical status into account for the realization of the project in most efficiently manner by planning functions of people, tools, materials, management and control. Lean Manufacturing is; *"is shortening the elapsed time of a product from order to delivery by means of continuous efforts of improving the elimination of the increasing cost effect of waste which is of no interest to the customer."* The purpose of this study is to design, lean manufacturing and lean project, lean project management with concepts "OOBE A" to provide the concepts of project management methods introducing lean production practices to determine the need for transformation in the field. As findings; as a result to capture lean project implementation and cost-effectiveness of industrial business, lean manufacturing, lean project and difficulties and necessity is specified. As a result; the most well-known and common of these techniques "Lean Project Management" (OOBE A) is emphasized for enterprises in the global competitive environment, project managers and economies as an indispensable tool for added value.

Key Words: Oobeya, Project Management, Lean Manufacturing

1. GİRİŞ

Proje; özgün bir ürün ya da hizmet üretmek için belirli bir kapsam içinde belirli bir zaman aralığında gerçekleştirilen aktiviteler bütünüdür. Farklı veya benzersiz bir ürün, hizmet ya da sistem oluşturma amacı olan, bu amaca ulaşmak için ölçülebilir hedefleri olan, belli bir başlangıç ve bitiş noktası olan, sınırlı kaynaklar kullanmayı gerektiren, geçici olarak organize edilmiş faaliyetler bütünüdür. Proje; kompleks, rutin olmayan, bir defaya özgü, zaman, bütçe, kaynak, ve performans spesifikasyonları ile sınırlı, belirli müşteri gereksinimlerini karşılayacak çabadır. Proje yönetimi işlemi; **ı.** Başlatma, **ıı.** Planlama, **ıı.** Gerçekleştirme, **ıv.** İzleme ve kontrol etme, **v.** Kapatma olmak üzere beş gruba ayrılır.

2. YALIN KAVRAMI VE YALIN ÜRETİM

"Yalın" kavramı "Dünyayı Değiştiren Makina" (Womack, Jones ve Roos, 1990) adlı gelecek vadeden kitap ile popüler olmuş, ilk kez Japon ve Batı otomotiv endüstrileri arasındaki önemli performans boşluğuna işaret etmiştir. Yeni sistem, teknik ve teknolojileri adapte edemeyen firmalar rekabetin gerisinde kalırlar. Bu gerçeklerden hareketle, önce Japonya'da Toyota otomotiv Fabrikası'nda uygulanan ve sonraları diğer firmalara da yayılan "Yalın Üretim Sistemi" geliştirilmiştir.

Yalın Üretim (Lean Manufacturing) ise; *"siparişten teslimata dek geçen sürenin, müşteriye hiçbir değer ifade etmeyen, sadece firma maliyetlerini artıran israfın sürekli iyileştirilerek ortadan kaldırılması yoluyla kısaltılmasıdır"*. Diğer bir ifade ile, *"yapısında hiçbir gereksiz unsur taşımayan ve hata, maliyet, stok, işçilik, geliştirme süreci, üretim alanı, fire, müşteri memnuniyetsizliği gibi unsurların en aza indirgendiği üretim sistemi"* olarak tanımlanmaktadır. Yalın üretimin temel amacı; israflardan arındırılmış mükemmel süreçlerin etkinlik ve verimlilik analizlerini yaparak, maliyetleri azaltmak ve sonuçta müşteriye mükemmel değerler sunmaktır. (Emiroğlu, 2012). Sektör lideri birçok firma verim artışı, maliyet azaltıcı, müşteri yanıt süresini (geribildirim) iyileştirici vb. nedenlerle Yalın Üretim Programlarını uygulamaktadır (Emiroğlu, 2014). Yalın düşüncenin hedefi en kısa zamanda en az kaynak israfı ile müşteri değerinin sürekliliğini yaratmaktır. "Yalın Düşünce"de (Womack ve Jones, 1996) beş yalın prensibi yalın düşünceye uygulayacak beş kavram ileri sürülmüştür: **ı.** Müşteriyi Tanımlama ve Değeri Belirleme, **ıı.** Değer Akışı, **ıı.** Değer akışının sürekliliği, **ıv.** Çekim, **v.** Mükemmelliyetçilik.

Değer akışı analizi, değer akışında üç tip faaliyet olduğunu gösterir: **ı.** Değer katan faaliyetler (value added): Motoru monte etmek, bir civatayı sıkmak vb., **ıı.** Gerekli fakat değer eklemeyen (necessary but not value adding NVA) faaliyetler: Kaliteden emin olmak için kaynakların incelenmesi, **ıı.** Değer katmayan (non value added) faaliyetler: Değer katmayan ve hemen silinen faaliyetler.

3. YALIN PROJE YÖNETİMİ

Literatürde yalın proje yönetimi ile ilgili sadece tek bir tanıma rastlanmaktadır: "Projeler geçici üretim sistemleridir. Bu değeri maksimize eden ve atığı minimuma indiren sistemler yalın proje olarak adlandırılır" (Ballard and Howell, 2003). Yalın Proje Yönetimi, proje yönetiminde yalın düşünme olup, proje yönetimini değer yaratma ve atık önlemeye odaklandırırak proje verimini iyileştirir. Yalın proje yönetimi; yalın düşünme, yalın yapılandırma ve yalın üretim uygulamalarının kapsamlı adaptasyondur. Ana prensibi; proje bazında minimum atık, maksimum değer katmaktır. Aşağıda, Tablo 1'de, Yalın hedefler ve proje hedefleri, Tablo 2'de ise yalın prensipleri ile yalın proje yönetimi prensipleri ve Tablo 3'de yalın üretim araçları uygulamasında proje yönetimi avantajları belirtilmiştir.

4. YALIN ÜRETİM İŞLEMİ

Yalın üretim, kendisini kanıtlamış yönetim stratejisi olan yalın bilgiye dayalı ve sorumluluk tabanlı eğitim şekilleri kullanılarak öğretilebilir. İşlemin üç kilit aşaması vardır: **Aşama 1.** Atığın tanımlanması, **Aşama 2.** Atığın analizi ve nedenlerinin bulunması, **Aşama 3.** Atığı oluşturan nedenin çözümü ve çevrimin tekrarı.

Yalın Hedefleri	Proje Hedefleri
* Kaliteyi iyileştirme	* Zamanında bitirme
* Atığı giderme	* Bütçeye bağlılık
* Yalın Süresini azaltma	* Performans gereksinimlerini karşılama
* Toplam maliyeti azaltma	* Proje maliyetini azaltma
* Daha fazla çaba, değişim, iyileştirme	* Daha fazla araç, teknik, yöntem, sonuç

Tablo 1. Yalın Hedefleri ve Proje Hedefleri

Yalın Prensipleri	Yalın Proje Yönetim Prensipleri
* Değeri belirle	* Atığı elimine et
* Değer akışını tanımla	* İmkan verme, Hürmet, Dürüstlük
* Akış	* Sonra karar ver, Hızlı teslim et
* Çek	* Öğrenmeyi Artır
* Mükemmeliyet	* Tamamına bak
	* Risk Yönetimi

Tablo 2. Yalın Prensipleri ve Yalın Proje Yönetim Prensipleri

Yalın Üretim proje uygulama aşaması	Proje yönetimi kullanım avantajı. Ulaşılabilir ve ölçülebilir hedefleri kullanım olanağı ve değer akış görüntülemesine göre (VSM) proje başlangıçına dayalı proje başarısı.
Yalın Üretim projesi başlatılması	Yalın proje hiyerarşi yapısını kullanma olanağı ve karmaşık gerçekleşimden realistik ekonomik etkisini olanaklı kılan karmaşık iyileştirme programı kullanımı.
Yalın Üretim proje planlaması	"geliş dalgası" (Mazur et al., 2014) yalın program planlama yöntemi yardımı ile yönetimsel muhasebe sistemi devamlı dönüşümü uygular, devamlı iyileştirme prensiplerine uyar. (Kaizen) (Shingo, 2007).
Yalın Üretim proje uygulaması ve kontrolu	Ana ve yardımcı planlama işlemlerine dayalı açıkça belirtilmiş planlama algoritması uygulaması. Gerekli kaynak ve maliyete göre ölçüm ve diyagram çizelgesi planı Muhasebe ve kontol tekrarlanması ile iş çizelgesine uyan tedariki. Yönetimsel muhasebe sisteminin doğru çalışmasının teminatı.
Yalın Üretim proje analizi	Kazanılmış Değer Yöntemi dahil, proje metodolojisi çatısı kapsamında proje uygulaması analiz olanağı (PMI, 2013). Yalın üretim hedefleri gerçekleşmesi için sıralama zamanı ve maliyet sınırları.
Yalın Üretim proje yönetimi	Kurumda proje yönetibilirliği uygulamasında düzey artırımı ve genel yönetim düzeyi ve kültürü. Kurum elemanlarının profosyenel ve eğitimsel yeterliliğinin iyileştirilmesi.
Yalın Üretim proje başarısı	Oluşturulan projeye göre, belirli her yardımcı bölüme uygulanan yalın dönüşüm sonuçlarının belirlenmesinin sağlanması.

Tablo 3.Yalın Üretim Araçları Uygulamasında Proje Yönetimi Avantajları

5. ATIĞI AZALTAN ARAÇLAR

Atığı azaltan araçlar şunlardır: * Tam Zamanlı, * Kanban, * Sıfır Hata, * SMED (Single Minute Exchange of Die) (Tekli Dakikalarda Kalıp Değiştirme) ve * 5S Felsefesi. Toyota Üretim Sisteminin geliştiricisi Taiichi Ohno, yabancı deneyimlerin körü körüne taklidini ve kopyalanmasını reddetmekte ve kurumun alışılmamış özellikleri ve çalışma ortamının ışığında kendi sistemini geliştirme ihtiyacını belirtmektedir (Ohno, 2012). Böyle bir sistemi uyarlamak için sadece nasıl uygulanacağını bilmek yeterli olmayıp neden kullanılması gerektiğini de anlamak gereklidir.

6. YÖNTEMLER

Yalın proje yönetiminde farklı yöntemler uygulanabilir ancak üretim hattı iş istasyonları gibi bazı organizasyonlar, değer mühendisliğinde bütün ikincil kısımların bağımsız koordinasyonu ile tek başına gerçekleştirilebilir. Bu tür yenililkler kurumların detaylı incelenmesini gerektirmekte ve net olarak tanımlanan ölçülebilir hedeflerin elde edilmesine yönelik stratejiyi oluşturmaktadır. Yalın proje, belirli üretim kayıplarını elimine ederek bütün kaynaklara yönelik, özellikle zaman tasarrufu şeklinde ekonomik ve teknolojik sonuçlara varır. Yalın proje ve fizibilitesini hazırlamak için "değer akışı haritalama" (VSM: value stream mapping) kullanmak mümkündür (Rother ve Shook, 2006; Jones ve Womack, 2002).

7. OOBEYA

Günümüzde klasik proje yönetimi anlayışının artık çok çeşitte ve çok sayıdaki ürünü daha kısa sürelerde devreye almak için yetersiz kaldığı bir dönem yaşamaktayız. Canon ve Toyota gibi Japon üreticiler tarafından yıllardır uygulanan **"Oobeya Proje Yönetim Sistemi"** ise yeni ürünleri hedeflenen kalitede, maliyette ve zamanda başarıyla devreye almayı sağlamaktadır. Oobeya Japonca "Büyük Oda" anlamına

gelen uluslararası literatürde "Obeya, O-obeya veya Big Room" olarak anılan son derece etkili bir Yalın Proje Yönetimi ve Yeni Ürün Geliştirme sürecine ait bir metodolojidir. Projenin bir ekip anlayışıyla yönetildiği, proje planlamasının ve iletişimin bilgisayarlar üzerinden değil, panolar üzerinden ve post-it'ler aracılığıyla yapıldığı Oobeya Proje Yönetim sürecinde, tüm çalışanlar hedeflenen kalite, maliyet ve sürenin gerçekleşmesi için sürekli iletişim halindedirler. Oobeya'da sihirli kelime "Çekme" kelimesidir. Yalın Düşünce sisteminde var olan üretimde çekme sistemi gibi, Oobeya'da bilgiyi çekme olarak tanımlanabilir. Oobeya için gerekli olan şeyler ise post-it diye adlandırılan sarı, mavi, kırmızı renklerdeki yapışkanlı kağıtlardır. Sarı post-it'ler talep edilen bilgiyi, kırmızı post-it'ler çözülmesi gerekli sorunları, yeşil post-it'ler ise verilen bilgi, karşılanan tasarım girdisi veya çözümlenen sorunları görselleştirmek için kullanılmaktadır. Oobeya, tek bir sonuca kitlenmiş, hiyerarşinin olmadığı, liderlik ve karar verme konsepti üzerine dayalı, zaman disiplinine düzenli uyumun olduğu maksimum delegasyon ve sorumluluk bilinci ile bürokrasinin sıfıra indirgendiği, tüm verilerin güncel ve görsel olduğu, belirli aralıklar ile yapılan çözüm odaklı, efektif kısa süreli proje toplantılarıdır. Oobeya'nın yararlılığı; iletişim karmaşasını olağanüstü basitleştirmesi (Communication breakdown) ve yönetilecek olan yeni proje sürecine ait bütün problemleri ve performans noktalarını görselleştirerek yönetilmesini sağlamasından kaynaklanmaktadır.

8. SONUÇ

Yalın üretim araçlarının proje yönetimine uygulama yaklaşımı önemli avantaj sağlamaktadır. Bu avantajlar Tablo 1'de özetlenmiştir. Görüleceği gibi proje yönetimi yalın üretim gereçleri ile kurumda dönüşüm performansı aşamalarında yararlı olmaktadır. Proje Yönetimi ve Yalın Üretim kavramları profesyonelce entegre edildiğinde sinerjik bir etki yaratma ve yenilenme etkinliğini artırma yeteneğine sahiptir. Yalın proje yönetimi, bir proje ortamında minimum atık ile maksimum değer yaratmaya yöneliktir.

KAYNAKÇA

Ballard, G., Howell. A. G., (2003). Lean Project Management. *Building Research & Information,* 31(2), 119-133.

Emiroğlu, A. (2012). Yalın Üretim ve Otomotiv Sektöründe Uygulama Önerileri. 12. Üretim Araştırmaları Sempozyumu (ÜAS12) Bildiriler Kitabı, İzmir.

Emiroğlu, A. (2014). Yalın ve Yeşil Üretim İçin Paralel Modeller, Bilimsel İnceleme. *Leges Leges Fikri ve Sınai Haklar Dergisi,* Ocak – Nisan 2014.

Jones, D. & Womack, J. (2002). Seeing the whole: Mapping the extended value stream. S.l.: LEI 482-486.

Ohno, T. (2012). Taiichi Ohnos Workplace Management: Special 100th Birthday Edition. New York: McGraw Hill.

PMI – Project Management Institute. (2013). A Guide to the Project Management Body by Knowledge (5th ed.) Newtown Square.

Rother, M., & Shook, J. (2006). Learning to see: Value Stream Mapping
to Create Value and Eliminate Muda. (2nd ed.). Moscow Russia: Lean Enterprise Institute.

Womack, S. P., Daniel T. Jones and Daniel Roos. (1990) The Machine that Changed the World. Lean Enterprise Institute.

Womack, James P. and Daniel T. Jones (1996). Lean Thinking, Simon & Schuster, Michigan, USA.

Womack, J. & Jones, D. (2003). Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation (Revised and Updated). New York: Free Press.

STRATEJİK TEDARİK ZİNCİRİ İLİŞKİLERİ YÖNETİMİNİN BELİRLEYİCİLERİ VE SONUÇLARI İLE İLGİLİ JACK & POWERS (2015) MODELİNİN TEST EDİLMESİ: KAHRAMANMARAŞ TEKSTİL İŞLETMELERİNDE BİR UYGULAMA

Arif Selim Eren
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

ÖZET

Küreselleşme, müşteri tercihlerindeki değişim ve üretim süreçlerinin karmaşıklaşması işletmelerin rekabet edebilmelerini güçleştirmektedir (Svahn ve Westerlund, 2009). Bunlara bağlı olarak işletme süreçleri içinde Tedarik Zinciri Yönetimi (TZY) kapsamında oluşturulan ilişkilerin stratejik olarak sürekli gözden geçirilmesi gerekmektedir (Park vd., 2010).

Bütün bu gelişmelere bağlı olarak TZY ilişkilerinin işletme performansı üzerine etki ettiği görülmektedir (Kim ve Michell, 1999). Bu nedenle TZY ilişkilerinin belirleyici ve sonuçlarının araştırılmasına yönelik araştırmaların yapılması gerekmektedir.

Buradan yola çıkarak mevcut araştırma Kahramanmaraş Tekstil işletmeleri bağlamında TZY ilişkilerinin belirleyici ve sonuçlarını Jack ve Powers (2015)'ın modelini kullanarak ortaya çıkarmayı hedefler. Bu amaçla yazın taranmış ve önceki çalışmalardaki yöntem ve bulgular ortaya konulmuştur. KMTSO üyelerine yazından uyarlanan anket gönderilmiş ve elde edilen 219 anket istatistiki analizlere tabii tutulmuştur.

Sonuç olarak tepe yönetimi desteğinin ve finansal performansın TZY ilişkileri ile daha fazla ilişkili olduğuna yönelik bulgular elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Stratejik Tedarik Zinciri İlişkileri, Tekstil Sektörü, Yapısal Eşitlik Modeli

TESTING JACK & POWERS (2015)'S MODEL ON DEFINING ANTECEDENTS AND CONSEQUENCES OF STRATEGIC SUPPLIER RELATIONSHIP MANAGEMENT: A STUDY ON TEXTILE FIRMS IN KAHRAMANMARAŞ

ABSTRACT

Globalization, change in customer choices and complex production systems making it difficult to compete (Svahn & Westerlund, 2009). Depending on these improvements, it is essential to review Supply Chain Management (SCM) relationships, continually (Park et.al. 2010).

On this basis, SCM relations affect business performance (Kim and Michell, 1999). Thus, it is essential to make research on defining antecedents and consequences of SCM relationships.

Starting from here, the present study aims to put forth the antecedents and consequences of SCM relations in Kahramanmaraş textile firms by using Jack and Powers (2015)'s model. With this aim a detailed literature review is conducted and previous literature is analyzed in terms of methodology and findings. A

questionnaire adopted from literature is sent to the textile producing members of KTIC and 219 responses are received. Obtained data is analyzed by statistical analyses.
The results shows, top management support and financial performance are being affected more by SCM relationships.
Keywords: Strategic Supply Chain Relations, Textile Sector, Structural Equation Model

1. GİRİŞ

İşletme süreçleri küreselleşme başta olmak üzere mevcut durumda pek çok faktörden etkilenmektedir (Svahn ve Westerlund, 2009). Bu kapsamda müşteri beklentileri, üretim süreçlerinin karmaşıklığı ve tedarik süreçlerinin yönetimi sürekli biçimde değişmektedir (Park vd., 2010). Bu nedenlerden ötürü işletmelerin küresel bağlamda rekabet edebilmeleri güçleşmektedir (Tang ve Hsu, 2015).
Bütün bu gelişmeler ışığında Tedarik Zinciri Yönetimi(TZY)'nde bireysel faktörlerin üretim sistemleri ve dolayısıyla da işletme performansı üzerinde etkiler yaptığı gözlenmektedir (Kim ve Michell, 1999). Bu bağlamda bu araştırma Kahramanmaraş tekstil işletmeleri üzerinden Jack ve Powers (2015)'ın geliştirmiş olduğu TZY ilişkileri modelinin geçerliğini sorgular.
Bu amaçla öncelikle kapsamlı bir yazın taraması gerçekleştirilmiş ve araştırmanın teorik altyapısı oluşturulmuştur. Yazındaki eserler konu, kapsam, yöntem ve bulgular bakımından analiz edilmiş ve araştırma metodolojisi ortaya çıkarılmıştır. Uyarlanan anket uygulanmış ve 219 form alınmıştır.
Yine yazındaki analiz yöntemlerinin kullanımı ile modelin testi gerçekleştirilmiş ve sonuç olarak TZY ilişkilerinin en çok tepe yönetiminin desteğinden etkilendiği bulunmuştur. Ayrıca TZY ilişkilerinin ürün ve hizmet kalitesinden çok finansal performansa etki yaptığı görülmüştür. Sonuç olarak hem metodoloji hem de bulgular bakımından akademisyenlerin ve işletme yöneticilerinin kullanabileceği bir çalışma ortaya konulmuştur.

2. YAZIN TARAMASI

Jack & Powers (2015) konu ile ilgili çalışmaları kapsayan geniş bir altyapı oluşturmuştur. Ancak geliştirmiş oldukları modelin testi ile ilgili ayrı bir yazın taramasının yapılması gerekmektedir. Bu bağlamda önceki çalışmalar taranmış ve konu, bağlam, yöntem ve bulgular bakımından incelenmiştir. Yazın taraması ile ilgili bulgular aşağıda özetlenmiştir.
Nazlı vd., (2006) Türk otomotiv sektöründe alıcı-tedarikçi ilişkilerini incelemiştir. 51 alıcı ve 72 tedarikçiye uygulanan anket sonuçları ANOVA ve Sheffe testi kullanılarak analiz edilmiş ve kapsayıcı tedarikçi, pazarın el değiştirmesi ve stratejik ortaklık olmak üzere üç ilişki türü belirlenmiştir. Bağlamsal, yönetimsel ve sosyal iklim ile ilgili değişkenlerde anlamlı farklılıkların bulunduğu ifade edilmektedir. Kim ve Michell (1999) de yine otomotiv sanayi ile ilgili alıcı-tedarikçi ilişkilerini incelemiştir. Araştırmanın bulguları Japon otomotiv üreticilerinin birbirinden farklı tedarik süreçlerini benimsediklerini ortaya çıkarmıştır. Ayrıca alıcı-tedarikçi ilişkilerinin daha detaylı bir biçimde incelenmesine yönelik araştırmaların yapılması yönünde bir çağrı da bulunmaktadır.
Field ve Meile (2008) ise finansman hizmetlerinde tedarikçi ilişkileri ve tedarik zinciri performansını incelemiştir. Araştırmada tedarikçilerle iyi ilişkiler kurabilen firmaların tedarik zinciri yönetimi performanslarının artacağı ifade edilmektedir. Cousins vd. (2008) stratejik alıcı-tedarikçi ilişkilerinde performans ölçümü üzerine bir araştırma gerçekleştirmiştir. 142 işletmeden elde edilen verilerden yola çıkılarak bir Yapısal Eşitlik Modeli (SEM) geliştirilmiştir. Araştırma bulguları sosyal ilişkilerin tedarikçi performansını doğrudan etkilediğini iddia etmektedir.
Abrose vd., (2010) ise tedarik zinciri ilişkilerinde alıcı-satıcı bakış açılarını incelemiştir. Güven, bağlılık, güç, iletişim, belirsizlik ve performans üzerinden yapılan araştırma bulguları alıcı ve satıcıların birbirinden tamamıyla farklı beklentiler içinde olduklarını göstermektedir. Park vd. (2010) ise tedarikçilerle ilişkilerin yönetimi için bir model önerisi geliştirmiştir. Analitik süreç hiyerarşisi yöntemi ile gerçekleştirilen çalışmanın sonuçları etkin bir tedarik zinciri elde etmek için tarafların daha iyi etkileşim içinde olması gerektiğini ifade etmektedir. Pressey vd. (2007) tedarik zinciri ilişkilerinde stratejik satın alma ve değerleme problemi üzerine yoğunlaşmıştır. 50 işletme yöneticisine uygulanan anket yoluyla yapılan çalışmanın bulguları tarafların kalite ve dağıtım başta olmak üzere pek çok faktöre yoğunlaştıklarını göstermektedir. Ayrıca etkin iletişim kanallarının kullanımının beklentilerin karşılanması açısından olumlu sonuçlar doğuracağı da belirtilmektedir.
Svahn ve Westerlund (2009) tedarik ilişkilerinde satın alma stratejileri üzerine bir çalışma yapmıştır. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde alıcıların satın alma amaçlarına göre farklı stratejiler benimsedikleri görülmüştür. Ayrıca alıcı-tedarikçi ilişkilerinin etkin bir şekilde gerçekleştirilmesi gerektiği de ifade edilmektedir. Kannan & Tan (2006) stratejik gruplar bağlamında tedarikçi-toptancı ilişkilerini incelemiştir. Kalite ve dağıtıma dikkat çekilen araştırmanın sonuçları da etkin alıcı-tedarikçi ilişkilerinin

kullanımını önermektedir. SEM kullanılan çalışmanın sonuçları etkileşimin yoğunluğunun tedarik zinciri yönetiminde başarıyı getirdiğini ortaya çıkarmıştır. Qrunfleh ve Tarafdar (2013) da tedarik zincirinin yalınlaştırılması ve hızlandırılması üzerine yürüttükleri çalışmada alıcı-tedarikçi ilişkilerinin sıkılaştırılması gerektiğini ifade etmektedir.

Revilla ve Knoppen (2015) ise alıcı-tedarikçi ilişkilerinde bilgi entegrasyonunu konu alan bir çalışma gerçekleştirmiştir. 133 işletme yöneticisinden elde edilen anket sonuçları sadece bilgi paylaşımının etkinliği olumlu etkilemeyeceğini göstermektedir. Olumlu sonuçlar elde edebilmek için birlikte karar verme mekanizmalarının da çalıştırılması gerektiği ifade edilmektedir. Teller vd. (2016) ise tedarik zinciri yönetiminde alıcı-tedarikçi ilişkisini stratejik bağlamda ele almıştır. 174 işletme yöneticisi üzerinden gerçekleştirilen anketin sonuçları tarafların arasındaki etkileşimin artması ile tedarik zincirinin performansının da artacağını göstermektedir. Huang vd. (2014) tedarik zinciri entegrasyonunun tedarikçi performansı ve belirsizlik üzerine yeniden incelenmesi üzerine bir araştırma gerçekleştirmiştir. 164 tedarikçi üzerinden gerçekleştirilen çalışmanın sonuçları tedarik zinciri entegrasyonunun tedarikçi performansını artırdığını göstermektedir.

Son olarak Dries vd. (2014) Ermeni süt üreticileri üzerinde gerçekleştirdikleri çalışmada tedarik zinciri ilişkilerini ve tedarikçi destek programlarını incelemiştir. Başarılı bir şekilde yürütülen tedarikçi destek programlarının tedarikçi performansı üzerinde olumlu etki yaptığı, alıcı-tedarikçi etkileşiminin arttığı durumlarda da benzer bir durumun söz konusu olduğu ifade edilmektedir. Yazındaki önceki çalışmaların konu, kapsam, yöntem ve bulgular bakımından incelenmesi ile araştırmanın teorik altyapısı ve hipotezleri oluşturulmuştur. Bunun yanında elde edilen sonuçların kıyaslanabileceği bulgulara da ulaşılmıştır.

3. STRATEJİK TEDARİK ZİNCİRİ İLİŞKİLERİ YÖNETİMİ

İşletmelerin Tedarik Zinciri Yönetimi(TZY) faaliyetlerini etkin bir şekilde gerçekleştirebilmeleri taraflarla etkin bir etkileşim ve sosyalleşmenin sağlanması ile mümkündür (Cousins vd., 2008). Örgüt içindeki dinamiklerin etkileşime açık hale getirilmesinden sonra etkileşim kurulacak olan tedarikçilerle ve müşterilerle kurulacak olan iletişimin güvene dayalı bazı ölçütler içinde yapılması gerektiği ifade edilmektedir (Pressey vd., 2007; Tang ve Hsu, 2015). Bu etkileşimin uzun vadeli ve karşılıklı bağımlılığı kontrol edebilecek şekilde gerçekleştirilmesi işletmenin TZY performansını artırdığına yönelik bilgiler sunulmaktadır (Kannan ve Tan, 2006; Qrunfleh ve Tarafdar, 2013). Bütün bunların ışığında işletme yöneticilerinin TZY faaliyetlerindeki stratejilerini işlemenin temel süreçlerinden günlük süreçlerine yayılabilecek şekilde düzenlemesi gerekmektedir (Revilla ve Knoppen, 2015). Bu kapsamda stratejik tedarik zinciri ilişkileri yönetiminin belirleyicileri ve sonuçları yazındaki eserler göz önünde bulundurularak ele alınmıştır (Jack ve Powers, 2015).

3.1. Stratejik Tedarik Zinciri İlişkileri Yönetiminin Belirleyicileri

Sistem yaklaşımı içinde işletme süreçlerinin bir bütün halinde hareket etmeyi gerektirdiği bilgisinden hareketle (Nazlı vd., 2006) tepe yönetiminin desteği, teknolojik hazır bulunma ve güven stratejik tedarik zinciri ilişkileri yönetiminin belirleyicileri olarak ele alınmıştır (Cousins vd., 2008; Pressey vd., 2007; Svahn ve Westerlund, 2009).

3.1.1. Tepe Yönetiminin Desteği

İşletme süreçlerinde tepe yönetiminin desteğinin belirlenen herhangi bir işe karşı gerçekleşmesi o işe karşı çalışanların daha olumlu bir tavır takınmalarını, bilgi paylaşımında daha istekli olmalarını ve risk alma yönünde daha etkin bir çaba sarf ettiklerini göstermektedir (Pressey vd., 2007). TZY ilişkilerinin yönetimi için de aynı durumun geçerli olduğuna yönelik bilgilere rastlanmaktadır (Teller vd., 2016; Jack ve Powers, 2015).

3.1.2. Teknolojik Hazır Bulunma

İşletme süreçlerine bilgisayarlı üretim teknolojilerinin dâhil olması ile birlikte işletmeler, süreçlerinin karmaşık ya da basit olmasına bakmadan teknoloji edinimi ile üretim süreçlerini kolaylaştırmaya gayret göstermektedirler (Qrunfleh ve Tarafdar, 2013). Etkin TZY ilişkileri gerçekleştirebilmek için de teknolojik hazır bulunmak önemlidir (Jack ve Powers, 2015).

3.1.3. Güven

Güven ilişkilerin uzun vadede gerçekleşmesinin anahtarı olarak görülmektedir (Qrunfleh ve Tarafdar, 2013). Tarafların birbirlerinin gücünü sınamaları ile başlayan süreç zayıf olanın güçlü olana dayanması ve güvenmesi ile devam etmektedir. Bu nedenlerden ötürü güvene dayalı ilişkiler geliştirilebilmesi TZY ilişkilerinin sürdürülebilirliği açısından da önem arz etmektedir.

3.2. Stratejik Tedarik Zinciri İlişkileri Yönetiminin Sonuçları

İşletme süreçlerinin maksimum fayda ve minimum maliyeti gözetecek şekilde gerçekleştirilmesi işletmenin performansını üst düzeylere taşıyan bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır (Svahn ve

Westerlund, 2009). Bunun gerçekleştiği hem işletmenin finansal performansı hem de ürün ve hizmet kalitesi ile ölçülebilir.

3.2.1. Finansal Performans

İşletmede gerçekleştirilen etkili TZY ilişkilerinin performansı artırdığı ifade edilmektedir (Qrunfleh ve Tarafdar, 2013; Tang ve Hsu, 2015). Böylece işletmenin finansal gücü artmakta ve tedarikçilerle ilişkilerini yeniden gözden geçirme imkânı elde etmektedir (Kannan ve Tan, 2006). Elde edilen güç karşılıklı güven ortamının oluşmasını sağlamakta ve işletme süreçlerinin daha etkili bir şekilde gerçekleşmesine zemin hazırlamaktadır (Field ve Meile, 2008).

3.2.2. Ürün ve Hizmet Kalitesi

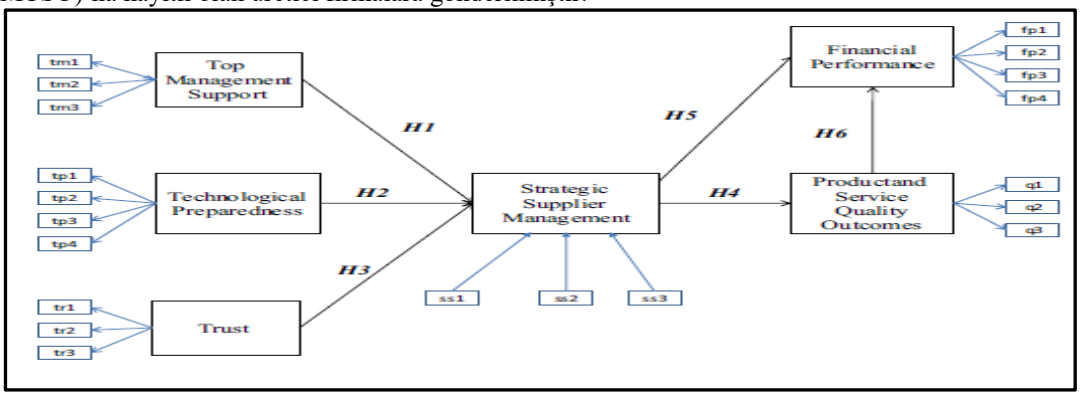
Tedarik süreçlerinin etkin bir şekilde gerçekleşmesi etkin TZY ilişkileri geliştirilmesine bağlıdır (Dries vd., 2014). Bu süreçlerin de işletmenin hizmet ve ürün kalitesini artıracağı ifade edilmektedir (Pressey vd., 2007). Bu bakımdan etkili iletişimin sonucu olarak ürün ve hizmet kalitesinin artması öngörülmektedir (Park vd., 2010). Böylece ürün ve hizmet kalitesi TZY ilişkilerinin sonucu olarak benimsenmiştir (Jack ve Powers, 2015).

4. JACK & POWERS (2015) MODELİNİN TEST EDİLMESİ

Jack ve Powers (2015) alıcı-tedarikçi ilişkilerinin belirleyicileri ve sonuçları hakkında bir çalışma yürütmüştür. SEM üzerinden gerçekleştirilen çalışmada tepe yönetiminin desteği, teknolojik hazır bulunma ve güven TZY iletişiminin belirleyicileri olarak kabul edilmiştir. Sonuçlar kısmında ise finansal performans ve ürün ve hizmet kalitesi benimsenmiştir. Araştırma modeli Şekil 1'de gösterilmiştir.

Araştırma metodolojisi incelendiğinde konunun farklı bağlamlarda çalışılması ve modelin doğruluğunun test edilmesine yönelik çalışmaların yapılması gerektiği ifade edilmektedir. Yazında bu yönde araştırmalar yapılması gerektiğini ifade eden eserlere de rastlanmıştır (Jack ve Powers, 2015; Teller vd., 2016).

Buradan hareketle Kahramanmaraş tekstil işletmeleri bağlamında modelin test edilmesine yönelik olarak mevcut çalışma yürütülmüştür. İlk olarak kapsamlı bir yazın taraması gerçekleştirilmiş ve konu hakkındaki önceki çalışmalar bağlam, yöntem ve bulgular bakımından incelenmiştir. Araştırmanın bir sonraki aşamasında Jack ve Powers (2015)'ın uyguladığı anket Kahramanmaraş Ticaret ve Sanayi Odası (KMTSO)'na kayıtlı olan üretici firmalara gönderilmiştir.



Şekil 1. Araştırma Modeli(Jack & Powers, 2015)

Gönderme aşamasından önce akademisyen ve uygulayıcıların istekleri doğrultusunda anlaşılmayan noktalar ön-test kapsamında giderilmiştir (Kannan ve Tan, 2006; Field ve Meile, 2008). Anket tasarımında beşli Likert ölçeği kullanılmıştır (1=Kesinlikle Katılmıyorum, 5=Kesinlikle Katılıyorum) (Revilla ve Knoppen, 2015). Kayıtlı 650 civarında işletmenin tümüne e-posta yoluyla anketler elektronik ortamda gönderilmiştir (Nazlı vd., 2006). Yoğun telefon konuşmaları neticesinde 219 adet kullanılabilir anket formu elde edilmiştir (Pressey vd., 2007).

Sonuçlar sektör dinamikleri ile uyuşan bir örneklemin elde edildiğini göstermektedir. Örneklem ile ilgili hususlar incelendikten sonra önermelerin güvenirliği test edilmiştir (Kannan ve Tan, 2006).

Tablo 1. Önermelerin Güvenirlik Analizi

Değişken	Önerme Sayısı	Cronbach α	Değişken	Önerme Sayısı	Cronbach α
TYD	3	0,848	Güven	3	0,739
THB	4	0,902	FP	4	0,866
STY	3	0,855	ÜHK	3	0,903

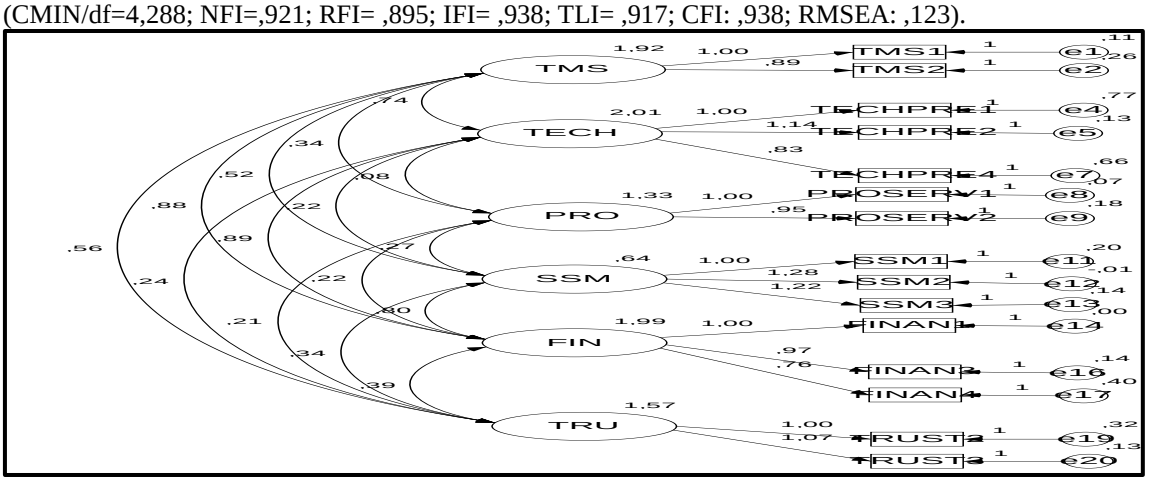
TYD= Tepe Yönetiminin Desteği, THB=Teknolojik Hazır Bulunuşluk, STY=Stratejik Tedarikçi Yönetimi, Güven=Güven, FP=Finansal Performans, ÜHK=Ürün ve Hizmet Kalitesi

Test sonuçları incelendiğinde önermelerin ölçmeyi hedeflediği değişkenin diğer önermeleri ile birlikte istatistiki olarak güvenilir sonuçlar verdiği gözlenmiştir (Kannan ve Tan, 2006). Analiz tanımsal istatistiklerle devam ettirilmiştir. Önermelerin ölçmeyi hedeflediği değişkenin diğer önermeleri ile genel anlamda benzerlik gösterdiği görülmüştür (Field ve Meile, 2008; Cousins vd., 2008; Huang vd., 2014; Dries vd., 2014). Teorik altyapının birden fazla bağlamı içinde barındırması, örneklem yeterliğinin ve kapsam geçerliğinin test edilmesi için hem Keşif Amaçlı Faktör Analizi (EFA) hem de Doğrulayıcı Faktör Analizi (CFA) uygulanmıştır (Cousins vd., 2008; Revilla ve Knoppen, 2015; Teller vd., 2016).
EFA hem belirleyiciler, hem sonuçlar hem de genel bağlamda uygulanmıştır. Bu analizin sonuçları Tablo 2'de sunulmuştur.

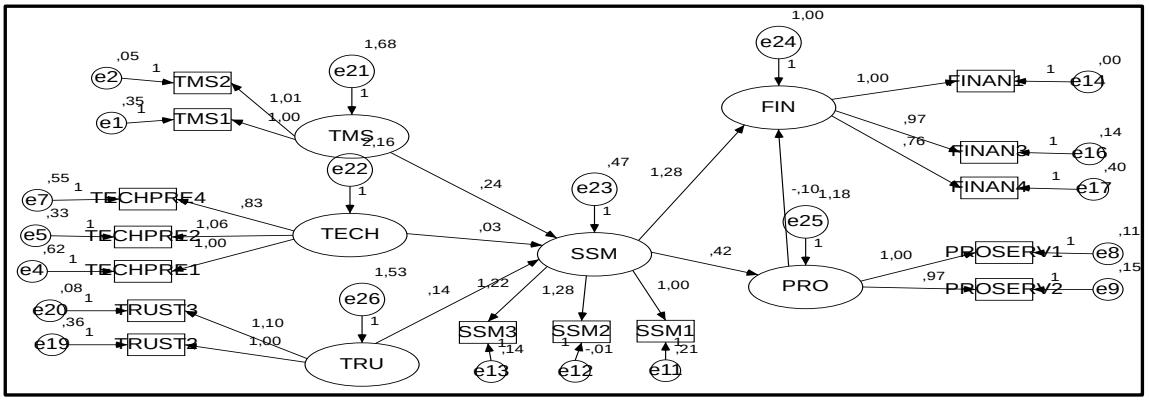
Tablo 2. EFA Sonuçları

EFA Kapsamı	KMO-Barlett Testi Sonucu	Açıklanan Toplam Varyans
EFA1 Belirleyiciler	,718	75,127
EFA2 Sonuçlar	,717	88,215
EFA3 Genel	,782	83,970

Tablodaki verilere göre yeterli düzeyde örneklem büyüklüğüne erişilmiş olduğu ve verinin kapsam geçerliğinin olduğu görülmektedir (Revilla ve Knoppen, 2015). Bununla birlikte varimax yöntemi ile döndürülen sonuçların teorik altyapıyı doğruladığı da görülmektedir (Qrunfleh ve Tarafdar, 2013). CFA'da ise TZY ilişkilerinin de dâhil edildiği EFA sonuçlarının kapsam geçerliğinin fazla olduğu anlaşıldığı için tüm değişkenler birlikte analize tabi tutulmuştur ve elde edilen sonuçlar Şekil 2'de gösterilmiştir.
Bütün önermelerin dâhil edildiği CFA verinin modele uyum konusunda kısıtları olduğunu göstermiştir (CMIN/df=5,656; NFI=,826; RFI= ,787; IFI= ,853; TLI= ,818; CFI: ,852; RMSEA: ,146). Bu nedenle kimi önermelerin kapsam dışına çıkarılması gerekmiştir. Kapsam dışına çıkarılan önermelerle verinin modele uyum sağladığı gözlenmiştir (CMIN/df=4,464; NFI=,914; RFI= ,880; IFI= ,932; TLI= ,904; CFI: ,931; RMSEA: ,126) (Cousins vd., 2008; Kannan ve Tan, 2006; Revilla ve Knoppen, 2015; Huang vd., 2014).
Bundan sonraki aşamada ise Jack ve Powers (2015)'ın geliştirmiş olduğu modelin testi ile ilgili işlemler gerçekleştirilmiştir. İlk olarak model CFA sonuçlarına göre tasarlanmış ve her bir değişkene hata terimleri atanmıştır (Field ve Meile, 2008; Cousins vd., 2008; Kannan ve Tan, 2006; Dries vd., 2014). Modelin test edilmesi sonucunda Jack ve Powers (2015)'ın modelinin geçerli olduğu yönünde sonuçlar elde edilmiştir (CMIN/df=4,288; NFI=,921; RFI= ,895; IFI= ,938; TLI= ,917; CFI: ,938; RMSEA: ,123).



Şekil 2. CFA Sonuçları



Şekil 3. SEM Testi Sonuçları

Modelde TMS; tepe yönetiminin desteğini, TECH; teknolojik hazır bulunmayı, TRU; güveni, SSM; stratejik TZY ilişkileri yönetimini, FIN; finansal performansı ve son olarak da PROSERV; ürün ve hizmet kalitesini temsil etmektedir. Belirleyiciler açısından değerlendirildiğinde TZY ilişkilerinin en çok tepe yönetiminin desteğinden etkilendiği, TZY ilişkilerinin de en fazla finansal performansa etkisinin olduğu görülmektedir. Ayrıca ürün ve hizmet kalitesi arttıkça finansal performans yeni harcamaları gerektireceği için düşmektedir. Bu sonuçlar yazındaki çalışmalarla uyuşmaktadır (Jack ve Powers, 2015).

5. SONUÇ

Bu araştırma Kahramanmaraş tekstil işletmeleri bağlamında Jack ve Powers (2015)'in TZY ilişkileri üzerine kurgulamış olduğu SEM'in geçerliğinin testi için gerçekleştirilmiştir. Yazında farklı bağlamlarda bu tür çalışmaların yapılmasına yönelik çağrıların olduğu görülmektedir (Jack ve Powers, 2015; Teller vd., 2016). Buradan hareketle yazın taraması yapılmış, anket uygulanmış ve veriler uygun istatistiki yöntemlerle analiz edilmiştir. Araştırmanın sonuçları değer zinciri bağlamında TZY belirleyicileri arasında en fazla tepe yönetiminin desteğinin etkin olduğunu göstermektedir. Ayrıca finansal performansın ürün ve hizmet kalitesine göre çok daha fazla etkilendiğini göstermektedir.

Buradan işletme yöneticilerinin TZY ilişkilerini geliştirecek şekilde faaliyetlerini yürütmeleri gerektiği anlaşılmaktadır (Pressey vd., 2007; Teller vd., 2016). Ayrıca işletmede gerçekleştirilecek olan daha etkin TZY ilişkilerinin işletme süreçlerini daha olumlu etkileyeceği görülmektedir ve bu bulgu da yazındaki örneklerle uyuşmaktadır (Qrunfleh ve Tarafdar, 2013; Tang ve Hsu, 2015). Dolayısıyla daha etkin bir işletme hayal eden işletme yöneticilerinin TZY ilişkilerinin örgütsel kültürü içinde işletme lehine işlemesi için çaba sarf etmeleri gerekmektedir.

Bu çalışma, yerel bağlamda genele oranla küçük sayılabilecek bir örneklem ile gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, Jack ve Powers (2015)'ın modeli bu kapsamda yapılan modelleme çalışmalarından sadece bir tanesidir ve diğer modelleme çalışmalarının da geçerliğinin farklı bağlamlarda araştırılmasının yazına katkı sağlaması ümit edilmektedir.

KAYNAKÇA

Cousins, P.D., Lawson, B. & Squire, B., (2008),"Performance measurement in strategic buyer-supplier relationships", International Journal of Operations & Production Management, Vol. 28 Iss 3 pp. 238 – 258.

Dries, L., Gorton, M., Urutyan, V. & White, J. , (2014),"Supply chain relationships, supplier support programmes and stimulating investment: evidence from the Armenian dairy sector", Supply Chain Management: An International Journal, Vol. 19 Iss 1 pp. 98 – 107.

Field, J.M. & Meile, L.C., (2008),"Supplier relations and supply chain performance in financial services processes", International Journal of Operations & Production Management, Vol. 28 Iss 2 pp. 185 – 206.

Huang, M., Yen, G. & Liu, T., (2014),"Reexamining supply chain integration and the supplier's performance relationships under uncertainty", Supply Chain Management: An International Journal, Vol. 19 Iss 1 pp. 64 – 78.

Jack, E.P. & Powers, T.L., (2015),"Managing strategic supplier relationships: antecedents and outcomes", Journal of Business & Industrial Marketing, Vol. 30 Iss 2 pp. 129 – 138.

Kannan, V.R., Tan, K.C., (2006),"Buyer-supplier relationships", International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, Vol. 36 Iss 10 pp. 755 – 775.

Kim, J. & Michell, P., (1999),"Relationship marketing in Japan: the buyer-supplier relationships of four automakers", Journal of Business & Industrial Marketing, Vol. 14 Iss 2 pp. 118 – 130.

Nazlı, S., Wasti M., Kozan, K. & Kuman, A., (2006),"Buyer-supplier relationships in the Turkish automotive industry", International Journal of Operations & Production Management, Vol. 26 Iss 9 pp. 947 – 970.

Park, J., Shin, K., Chang, T. & Park, J., (2010),"An integrative framework for supplier relationship management", Industrial Management & Data Systems, Vol. 110 Iss 4 pp. 495 – 515.

Pressey, A., Tzokas, N. & Winklhofer, H., (2007),"Strategic purchasing and the evaluation of "problem" key supply relationships: what do key suppliers need to know?", Journal of Business & Industrial Marketing, Vol. 22 Iss 5 pp. 282 – 294.

Qrunfleh, S. & Tarafdar, M., (2013),"Lean and agile supply chain strategies and supply chain responsiveness: the role of strategic supplier partnership and postponement", Supply Chain Management: An International Journal, Vol. 18 Iss 6 pp. 571 – 582.

Revilla, E. & Knoppen, D., (2015),"Building knowledge integration in buyer-supplier relationships", International Journal of Operations & Production Management, Vol. 35 Iss 10 pp. 1408 - 1436.

Svahn,S. & Westerlund, M., (2009),"Purchasing strategies in supply relationships", Journal of Business & Industrial Marketing, Vol. 24 Iss 3/4 pp. 173 – 181.

Tang, J. & Hsu, T., (2015),"A fuzzy preference relations model for evaluating key supplier relationships in TFT LCD TV panel manufacturing industry", Management Decision, Vol. 53 Iss 8 pp. 1858 – 1882.

Teller, C., Kotzab, H., Grant, D.B. & Holweg, C., (2016),"The importance of key supplier relationship management in supply chains", International Journal of Retail & Distribution Management, Vol. 44 Iss 2 pp. 109 – 123.

TEDARİK ZİNCİRİ AĞLARINDA İNFORMAL KOORDİNASYONUN BELİRLEYİCİLERİ: TÜRK METAL MUTFAK EŞYASI ÜRETEN FİRMALARDA BİR ALAN ÇALIŞMASI

Arif Selim Eren
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

ÖZET

Küreselleşme ve teknolojik gelişmelere bağlı olarak işletmeler tedarik zinciri ağlarını yönetmede güçlük yaşamaktadır (Hameri ve Hintsa, 2009). Bu güçlüğü alt etmek kuralların dışında informal koordinasyonla mümkün olmaktadır. Bu nedenle tedarik zinciri ağlarının örgütsel faktörlerle birlikte incelenmesi gerekmektedir (Singh, 2013).

Bu araştırma Türkiye metal mutfak eşyası bağlamında tedarik zinciri ağlarında informal koordinasyonun belirleyicilerini araştırmayı amaçlar. Yapılan yazın taraması ile önceki çalışmaların konu, yöntem ve bulguları incelenmiştir. Bunlardan bir anket uyarlanmış ve rastgele belirlenmiş 240 kişiye uygulanmıştır. Yazındaki yöntemler kullanılarak analiz edilen veriler uygulayıcılar ve araştırmacılar için pek çok bilgiyi ortaya çıkarmıştır.

Araştırma sonuçlarına göre düzenlemeler ve kurallar informal bir koordinasyonun oluşmasını engellemektedir (Ogulin ve Selen, 2005; Ogulin vd., 2012). Ayrıca yetenek bağlılığı ve ilişki düzenlemenin iç etkinliği artırdığı gözlenmiştir (Ogulin vd., 2008; Cox, 2004a; Cox, 2004b). Son olarak tedarik (Bhatnagar ve Sohal, 2005; Hameri ve Hintsa, 2009) ve pazarla ilgili TZY unsurlarının (Zhu ve Sarkis, 2007) dış etkinliği artırdığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tedarik Zinciri, İnformal Koordinasyon, Metal Sektörü

ANTECEDENTS OF INFORMAL COORDINATION IN SUPPLY CHAIN NETWORKS; A FIELD STUDY IN TURKISH METAL HOUSEHOLD ITEMS MANUFACTURING FIRMS

ABSTRACT

Due to globalization and technological developments, firms are having difficulties in managing their supply chains (Hameri and Hintsa, 2009). Overcoming these difficulties is possible with informal coordination except from rules. With this reason, supply chains should be evaluated with organizational factors (Singh, 2013).

This research aims to explore factors of informal coordination in supply chains in Turkish metal household items sector. With the literature review, topics, methodology and findings of former studies are examined. A questionnaire is adapted and applied to 240 randomly defined sample. Data is analyzed with the methods of former research and many implications are derived.

The results of the study revealed that, rules hinder informal coordination (Ogulin and Selen, 2005; Ogulin et.al., 2012). Moreover, capability connectivity and relationship alignment boost internal efficiency (Ogulin et.al., 2008; Cox, 2004a; Cox, 2004b). Lastly, issues related to market and supply raise external efficiency (Zhu and Sarkis, 2007).
Keywords: Supply Chain, Informal Coordination, Metal Industry

1. GİRİŞ

Küreselleşen dünya ekonomisinde yer almak için işletmeler sürekli olarak süreçlerini takip etmek durumundadır (Huang ve Xue, 2012). Tedarik zinciri yönetimi küresel bağlamda rekabet edebilmenin şartları arasında gösterilmektedir (Hameri ve Hintsa, 2009). İşletme yöneticilerinin örgütsel faktörlere de dikkat etmeleri gerektiği ifade edilmektedir (Singh, 2013).

Bu araştırma işletmelerin tedarik zinciri ağlarında informal koordinasyonun belirleyicilerini Türkiye metal mutfak eşyaları üreten firmalar bağlamında incelenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla öncelikle yazın detaylı bir biçimde taranmıştır (Bhatnagar ve Sohal, 2005). Elde edilen çalışmalar konu, kapsam, yöntem ve bulgular bakımından incelenmiştir. Bu çalışmadan elde edilen ölçekler bahsi geçen bağlama uyarlanmış ve ön testi akademisyen ve uygulayıcılara yapılmak kaydıyla bir anket formu oluşturulmuştur. Bu anket formu cevaplayıcılara elektronik ortamda gönderilmiş ve bunlardan 240 adet kullanılabilir anket formu elde edilmiştir.

Elde edilen veriler yine yazındaki istatistiki yöntemler uygulanarak analiz edilmiş ve işletme yöneticileri ile araştırmacıların kullanabileceği faydalı bilgilere ulaşılmıştır.

Sonuç olarak, işletme yöneticilerinin tedarik zinciri ağ tasarımında örgütsel dinamikleri de dikkate almaları ve örgüt içinde etkili koordinasyon sistemlerinin geliştirilmesi ve bunun örgüt kültürü içinde sürdürülebilirliği üzerine çalışmalar yapmaları gerektiği ortaya çıkarılmıştır.

2. YAZIN TARAMASI

Konu ile ilgili eserler ulaşılabilen veri tabanlarının kullanımı neticesinde belirlenmiştir. Ulaşılan eserler araştırmanın seyrinde kullanılabilecek pek çok faydalı bilgiyi içermektedir. Yapılan yazın taramasının sonuçları aşağıdaki gibidir.

Chen ve Paulraj (2004) tedarik zinciri yönetimi ile ilgili teorik bir çalışma gerçekleştirmiştir. Bu kapsamda kullanılan yapılar ve ölçme araçları üzerinden gerçekleştirilen çalışmada tedarik zincirinin tedarikçilerle müşteriler arasında mal ve hizmetlerin ortaya çıkarılmasındaki satın alma, üretim ve dağıtım süreçlerine yer verilmiştir. Bu kavramlardan yola çıkılarak oluşturulan araştırma modeli, stratejik satın alma ile ilgili çevresel belirsizlikler, tepe yönetiminin desteği, rekabetçi öncelikler ve iletişim teknolojiler gibi belirleyicileri içermektedir. Modelin ikinci kısmında ise tedarik zincirinin yapısı, alıcı-tedarikçi ilişkileri ve lojistik entegrasyonu irdelenmiştir. Modelin son kısmında ise tedarikçilerin ve alıcıların performansına dayanan hususlar incelenmiştir. Sonuç olarak tedarik zinciri yönetiminde kullanılan belirleyici faktörlerle ilgili geçerli ve güvenilir bir ölçeğin geliştirildiği iddia edilmektedir. Bahsi geçen faktörlerden araştırmanın teorik altyapısının oluşturulmasında faydalanılmıştır. Örgüt içinde bilgi paylaşımı konusunun Willem ve Buelens (2007) tarafından da işlenmiştir.

Hameri ve Hintsa (2009) ise küresel kaynak oluşturma için şebekeleştirilmiş işletmeleri yeni bir iş modeli olarak incelemiştir. Mevcut araştırmada bunlardan tedarik zinciri yönetiminin önemi ve işletmelerin oluşturdukları networklerin bileşenlerinin belirlenmesinde faydalanılmıştır.

Tulio vd. (2013) informal koordinasyonun örgütsel performans ile etkileşimi bağlamında güven konusunu incelemiştir. Benzer eserlere Aagard vd. (2015)'de de rastlanmıştır. Ayrıca işletmelerin iç etkinliğinin ölçüldüğü çalışmalar da vardır (Cagliano vd., 2004; Shah ve Singh, 2001).

Ogulin vd. (2008) ise yetenek bağlılığının informal şekilde yapılandırılmış tedarik zincirlerinde nasıl gerçekleştiği hususunda teorik altyapıyı oluşturduğu görülmektedir.. Ogulin ve Sellen (2005) ise elektronik olarak etkileşimde olmak üzerine bir çalışma gerçekleştirmiştir.

Özceylan (2010) tedarik zinciri ağ yapısının oluşturulması üzerinde yoğunlaşmıştır. Ayrıca ilişkilerin düzenlenmesi ile ilgili çok sayıda çalışmaya rastlamak da mümkündür (Cox, 2004a; Cox, 2004b; Cox vd., 2004). Etkileşimin yanında bu faktörlerin yeteneklerinin dengelenmesi de çalışmalara konu olmuştur (Ogulin ve Selen, 2005).

Jennings ve Ewalt (1998) örgüt içi koordinasyon konusunu yönetimsel sağlamlaştırma ve politikaların performansı bağlamında ele almıştır. Operasyonel etkinlik de pek çok çalışmaya konu olmuştur (Simatupang ve Sridharan, 2002).

Liv vd. (2006) ve Singh (2013) bulanık mantık yöntemi ile tedarik zinciri ağ tasarımı üzerine bir çalışma gerçekleştirmiştir. Huang ve Xue (2012) ise kümesel tedarik zinciri uygulamaları üzerine bir çalışma gerçekleştirmiştir.

Bhatnagar ve Sohal (2005) rekabet avantajının elde edilmesi için online pazarların kullanımı üzerine bir çalışma gerçekleştirmiştir. Tedarik zinciri ağlarında pazar ile ilgili hususların belirlenmesinde bu çalışmadan faydalanılmıştır. Pazar ile ilgili faktörler Zhu ve Sarkis (2010) tarafından da incelenmiştir.
Böylece eserin teorik altyapısı oluşturulmuştur. Bunun yanında kullanılabilecek ölçekler elde edilmiş ve bu ölçeklerden elde edilen sonuçların kıyaslanabileceği bulgulara da ulaşılmıştır.

3. İNFORMAL KOORDİNASYONUN BELİRLEYİCİLERİ

İnformal koordinasyon güvene dayanan örgüt içinde işbirliği yapma eğilimi neticesinde ortaya çıkan etkileşimi ifade eder (Zanini ve Migueles, 2013). Bilgi işlem ve iletişim teknolojilerinin gelişmesi ile birlikte bireylerin formal koordinasyondan daha çok informal biçimde etkileşim içinde oldukları bildirilmektedir (Ogulin vd., 2008). İnformal koordinasyonun belirleyicilerinin yetenek bağlılığı, düzenleme ve kural bağlılığı ve ilişkilerin düzenlenmesi olduğu görülmüştür (Ogulin vd., 2012; Aagaard vd., 2015).

3.1. Yetenek bağlılığı

Yüksek düzeyde rekabetin yaşandığı günümüz koşullarında işletmelerin tedarik zincirleri talepteki dalgalanmaları karşılayabilmekte zorluk yaşamaktadır. Bu gibi bir sorunun çözümü de tedarik zincirindeki ortakların yeteneklerinin birbirine bağlı olmasından geçmektedir (Ogulin vd., 2008). Yeteneklerin bağlılığı tedarik zinciri içindeki ortakların farklı alanlarda birbirlerinin açıklarını kapatarak daha etkili bir süreç gerçekleştirmeleri olarak tanımlanabilir ve bu işletmenin bilgi paylaşımı kabiliyeti ve dolayısıyla da tedarik zincirinin etkinliği üzerinde etkilidir (Fawcett vd., 2009). Bu sayede işletmelerin kısa zamanda gerçekleşen talepleri karşılamada daha etkili bir performans ortaya koyabilecekleri ifade edilmektedir (Ogulin ve Selen, 2005).

3.2. Düzenleme ve kural bağlılığı

İşletmelerde çalışanların bağlı olması gereken iş etiği, gümrük mevzuatı, müşteri istekleri, vergi kanunları, enerji tasarrufu beklentileri, çevresel kaygılar, bilgi paylaşımı ile ilgili düzenlemeler, internet kullanımı, düşük maliyeti yakalama, yeni teknolojileri takip etme, hammaddeyi ucuza sağlama ve güvenliği sağlama gibi düzenlemeler bulunmaktadır (Hameri ve Hintsa, 2009). Bütün bu sınırlamaların içinde her şeyi resmi prosedürler içinde gerçekleştirmek işletmenin operasyonel kabiliyetine zarar vermektedir (Ogulin ve Selen, 2005; Ogulin vd., 2012). Bu nedenle de işletmeler kendi kurallarını resmi düzenlemelere uygun hale getirmek suretiyle operasyonel kabiliyetlerini artırma çabası içine girmektedirler (Aagaard, 2015).

3.3. İlişki düzenleme

İşletmelerde alıcılar ile satıcılar arasındaki etkileşimin her iki tarafın da fayda gördüğünü hissettiği sürece devam ettirileceği ifade edilmektedir (Cox, 2004a). Bu gibi bir etkileşimin sürekli olarak formal halde kalması mümkün olmayacağı için bu ilişkilerin düzenlenmesi önem arz etmektedir (Cox, 2004b). İşletmelerin tedarik zincirinden beklentilerinin gerçekleşmesi için de bu tür ilişkilerin düzenlenmesi gerektiği ifade edilmektedir (Cox vd., 2004).

4. TEDARİK ZİNCİRİ AĞLARI BELİRLEYİCİLERİ

Tedarik zinciri ağları işletmenin iş modeli çerçevesinde şekillenen ve pek çok farklı boyutta ele alınan bir husustur (Huang ve Xie, 2012; Chen ve Paulraj, 2004). Bu nedenle de aslında birbirini çağrıştıran ama farklılık gösterdiği iddia edilen faktörlerle ölçülmeye çalışılmıştır. Bu çalışmada Ogulin vd. (2012)'nin sınıflandırması benimsenmiş ve pazarla, tedarikle ve operasyonel performansla ilgili hususlar incelenmiştir.

4.1. Pazarla ilgili hususlar

Pazara dair faktörler tedarik zincirinin çevresel etkenler ışığında iş performansının geliştirilmesi ve ilişkilerin düzenlenmesini kapsar (Zhu ve Sarkis, 2007). Bu bağlamda pazarın büyüklüğü ve kalıcılığı geliştirilecek olan ilişkilerin niteliğini de belirler (Bhatnagar ve Sohal, 2005). Bu tür bir ilişkinin de işletmenin operasyonel kabiliyetlerini artırdığı yönünde bulgulara rastlanabilmektedir (Ogulin vd., 2012).

4.2. Tedarikle ilgili hususlar

İşletmenin pazardaki değişimlere hızlı cevap verebilme yeteneği ve tedarikçileri ile bu yöndeki çabalarında iyi ilişkiler geliştirebilmiş olması ile ifade edilen bu hususun işletmenin operasyonel performansı ile doğrudan ilişkili olduğu ifade edilmektedir (Ogulin vd., 2012). Böylece tedarik zincirinin halkaları süreçlerde daha etkin rol alır ve bağlılık artar (Hameri ve Hintsa, 2009). Bilgi paylaşımı ve güven artacağı için işletmenin kendisine olan güveninin artması öngörülmektedir.

4.3. Operasyonel Performans

Yukarıda bahsi geçen bütün kavramların olumlu ya da olumsuz olarak ilişkilendirildiği tek faktör olan operasyonel performans işletmenin süreçlerindeki etkinliğini ifade etmektedir (Chen ve Paulraj, 2004). İyi

yapılandırılmış bir tedarik zinciri ağının etkileşimi işletmenin operasyonel performansını artırması gerektiği belirtilmektedir (Fawcett vd., 2009). İç faktörler açısından değerlendirildiğinde işletmenin daha müdahil olabileceği bir ortam söz konusuyken, dış faktörlere işletmelerin kendilerini adapte edebilme kabiliyetleri operasyonel performansı belirler (Shah ve Singh, 2001). Bu nedenle de bu faktörün mevcut çalışmada iki boyutu ile birlikte değerlendirilmesi gerektiği düşünülmüştür.

5. AMPİRİK ÇALIŞMA

Bu araştırma Türkiye metal mutfak eşyası sektörü bağlamında informal koordinasyonun belirleyicilerinin tedarik zinciri ağındaki yerini belirlemek için gerçekleştirilmiştir. Metal mutfak eşyası sektörü sürekli değişen müşteri istekleri ve sürekli yenilenen ürün gamı nedeniyle mütemadiyen tedarik zinciri ortakları ile etkileşim içinde bulunmak durumundadır. Bu sektöre yoğunlaşmaktaki temel amaç ise bu değişim içinde formal koordinasyonun sürdürülebilir görünmemesidir.

Bu amaçla, öncelikle Ogulin vd. (2012)'nin uyguladığı anket, Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği (TOBB) sanayi veritabanından rastsal yöntemlerle elde edilen bir örnekleme uygulanmıştır. Bu anketin ön testi metal mutfak eşyası üreticileri ve akademisyenlere yapılmıştır (Chen ve Pulraj, 2004; Li vd., 2006; Singh, 2013). Analizin ilk aşamasında Cronbach Alfa skorları üzerinden önermelerin güvenirlikleri test edilmiş ve yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 1. Önermelerin Güvenirlik Analizi

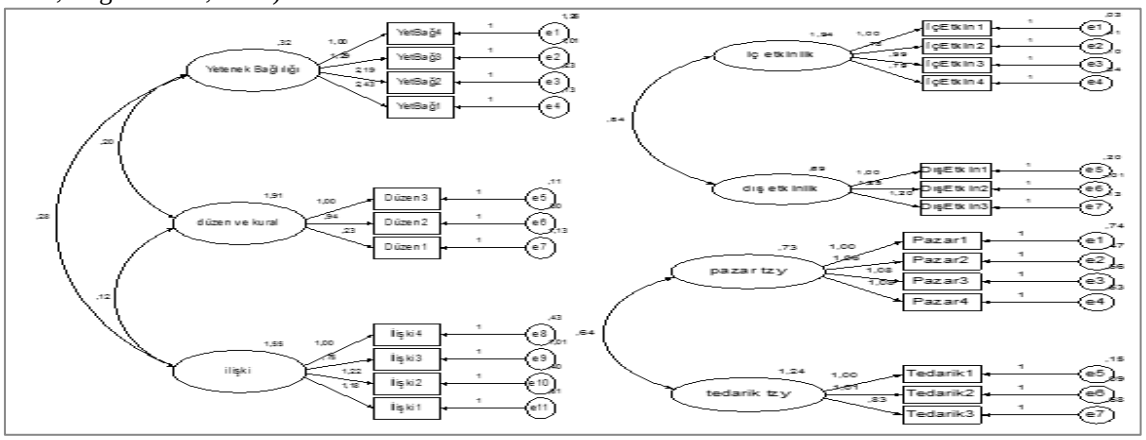
Değişken	Önerme Sayısı	Cronbach α	Değişken	Önerme Sayısı	Cronbach α
Yetenek Bağlılığı	4	0,843	Tedarik TZY	3	0,810
Düzen ve Kural	3	0,756	İç Etkinlik	4	0,868
İlişki Düzenleme	4	0,809	Dış Etkinlik	3	0,860
Pazar TZY	4	0,847			

Elde edilen örneklem ile ilgili olarak sektör dinamikleri ile örtüşen bir örneklemin elde edildiği düşünülmektedir. Tanımsal istatistiklerde düzen ve kural bağlılığı ile ilgili bir değişkenin diğerlerinden farklı sonuçlar içerdiği gözlenmiştir. Geçerlik bakımından incelendiğinde hem Keşif Amaçlı Faktör Analizi (EFA) hem de Doğrulayıcı Faktör Analizi (CFA) uygulanmıştır (Chen ve Paulraj, 2004; Cagliano vd., 2006; Zhu ve Sarkis, 2007; Ogulin vd., 2012). EFA araştırmanın teorik altyapısı üç ana değişkeni içerdiği için bu önermelerin kullanımı ile gerçekleştirilmiştir.

Tablo 2. EFA Sonuçları

EFA Kapsamı	KMO-Barlett Testi Sonucu	Açıklanan Toplam Varyans
EFA1 İnformal Koordinasyon	,727	72,666
EFA2 Tedarik Zinciri Ağı	,829	76,668
EFA3 Operasyonel Performans	,797	92,325

Tabloda gösterilen verilere dayanarak yapılan EFA'lar için yeterli düzeyde örnekleme ulaşılmış olduğu ve kapsam geçerliğinin sağlandığı anlaşılmaktadır (Zhu ve Sarkis, 2007). Ayrıca varimax yöntemi ile döndürülen sonuçların araştırmanın teorik altyapısını doğruladığı da görülmektedir (Chen ve Paulraj, 2004; Cagliano vd., 2006).



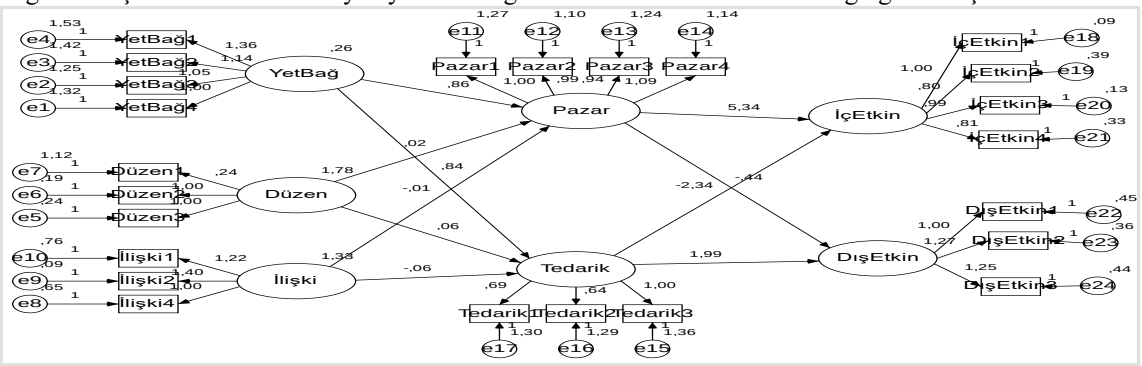
Şekil 1. CFA Sonuçları

Tablo 3. CFA Sonuçları

CFA Kapsamı	CMIN/DF	NFI	RFI	IFI	TLI	CFI	RMSEA
İnformal Koordinasyon	5,011	,892	,855	,911	,880	,911	,130
Tedarik Zinciri Ağı	6,963	,925	,879	,935	,895	,935	,158
Operasyonel Performans	37,215	,833	,730	,836	,735	,836	,389

Elde edilen sonuçlar incelendiğinde modelin veriye tam olarak uyduğu söylenemese de kimi önermelerin kapsam dışına çıkarılması ile birlikte modelin veriye uyabileceği anlaşılmaktadır (Chen ve Paulraj, 2004).

Bu sonuçlardan yola çıkılarak analize devam edilebileceği anlaşılmaktadır. SEM testi neticesinde model doğrulanmış ancak modelin veriye uyumu ile ilgili istatistiklerde kısıtların olduğu görülmüştür.



Şekil 2. SEM Testi

CFA ve EFA'da görüldüğü üzere verinin operasyonel performans ile ilgili kısmında modelin veriye uyumunu engelleyen bir durum gözlenmektedir. Bu durumun neticesi olarak CMIN/DF: 13,690, NFI:,486, RFI: ,423, IFI: ,505, TLI: ,442, CFI: ,503 ve son olarak da RMSEA: ,230 olarak tespit edilmiştir. Bu sonuç doğrultusunda uyumu imkansız hale getiren verilerin modelden çıkarılması gerekmektedir (Willem ve Buelens, 2007). Ya da değişkenler arasındaki ilişkiler korelasyon ve regresyon analizi ile teker teker incelenmek durumundadır (Ogulin vd., 2008; Jennings ve Ewalt, 1998; Bhatnagar ve Sohal, 2005). Bunun için öncelikle önermelerin değişkeni ölçmeyi hedeflediği diğer önermelerle veriyi kontrol altında tutabilmek için aritmetik ortalamaları alınmıştır.

Tablo 4. Değişkenler Arası Korelasyonlar

	YetBağ	Düzen	İlişki	Pazar	Tedarik	İçEtkin
Düzen	,176**					
İlişki	,395**	0,066				
Pazar	,368**	0,115	,214**			
Tedarik	,230**	0,111	,151*	,658**		
İçEtkin	,485**	,137*	,334**	,397**	,237**	
DışEtkin	,432**	,256**	,182**	,467**	,368**	,685**

*=p<0.05, **=p<0.01 düzeyinde anlamlı. YetBağ= Yetenek Bağlılığı, Düzen= Düzenleme ve kural bağlılığı, İlişki= İlişki düzenleme, Pazar= Pazar TZY, Tedarik= Tedarik TZY, İçEtkin= İç Etkinlik, DışEtkin= Dış Etkinlik

Korelasyonlar incelendiğinde düzen ve kural bağlılığı haricinde diğer değişkenlerin ilişkili olduğu görülmüştür. Ancak bu analiz ile nedensellik araştırılamadığı için çoklu regresyon analizi gerçekleştirilmiştir (Bhatnagar ve Sohal, 2005).

Bu bağlamda ilk olarak iç etkinlik ile ilgili bir regresyon analizi gerçekleştirilmiştir. Buna göre Durbin Watson istatistiği 1,664 ve R değeri ,558 olarak tespit edilmiştir. İkinci bir regresyon analizi de dış etkinlik için gerçekleştirilmiştir. Burada da Durbin Watson 2,143 ve R değerinin de ,575 olduğu gözlenmiştir. Bu değerlerden Durbin Wattson değerleri artık verilerde otokorelasyon olmadığı, R değeri ise elde edilen sonuçların örneklemin yüzde kaçında olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlara göre iç etkinlikle ilgili %55 civarında, dış etkinlikle ilgili de %57 civarında bulunan değerlerin gerçekleştiği gözlenmektedir.

Tablo 5. Regresyon Sonuçları

	İç Etkinlik		Dış Etkinlik	
	Beta	**Anlamlılık**	**Beta**	**Anlamlılık**
YetBağ	0,329	0,000	0,283	0,000
Düzen	0,044	0,430	0,163	0,003
İlişki	0,150	0,012	-0,016	0,782
Pazar	0,264	0,001	0,280	0,000
Tedarik	-0,04	0,581	0,103	0,149

Bu sonuçlar değerlendirildiğinde iç etkinliğin en fazla yetenek bağlılığı ile ilişkili olduğu ve bu tür çalışmaların artırılması ile bu kapsamdaki etkinliğin de artırılabileceği gözlenmiştir. Dış etkinliğin ise hem yetenek bağlılığı hem de pazara yönelik TZY uygulamaları ile ilişkili olduğu gözlenmiştir. Bu sonuçlar Ogulin vd. (2012)'nin sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

6. SONUÇ

Bu araştırma Türkiye metal mutfak eşyası sektörü bağlamında informal koordinasyonun tedarik zinciri ağlarında belirleyicilerini araştırmayı amaçlar. Yazından elde edilen veriler ışığında yazında güvenirliği ve geçerliği kanıtlanmış bir ölçek (Ogulin vd., 2012) akademisyenler ve uygulayıcılara ön-testi yapılmak suretiyle uyarlanmıştır. Anket uygulanmış ve yazındaki yöntemler baz alınarak analiz edilmiştir.

Araştırmanın teorik altyapısı çok değişkenli bir yapıya sahip olduğu için hem EFA hem de CFA gerçekleştirilmiştir. Buradan elde edilen sonuçların teorik altyapıyı destekler nitelikte olduğu görülmüştür. Yine yazından uyarlanan araştırma modeli SEM kullanılarak test edilmiştir. Model her ne kadar doğrulansa da verinin modele uyumu hususunda bir kısıtın ortaya çıktığı gözlenmiştir. Bu nedenle modelin hem korelasyon hem de regresyon analizi ile doğrulanması yöntemine başvurulmuştur (Cagliano vd., 2006).

Bu aşamalardan sonra elde edilen sonuçlar incelendiğinde düzenleme ve kuralların informal koordinasyonu olumsuz etkilediği (Ogulin ve Selen, 2005; Ogulin vd., 2012); yetenek bağlılığının (Ogulin vd., 2008) ve ilişkilerin düzenlenmesinin (Cox, 2004a; Cox, 2004b) iç etkinliği artırdığı; tedarik (Bhatnagar ve Sohal, 2005; Hameri ve Hintsa, 2009) ve pazarla ilgili TZY unsurlarının (Zhu ve Sarkis, 2007) dış etkinliği artırdığı tespit edilmiştir. Bu bulgular yazındaki çalışmalarla uyumluluk göstermektedir.

Konu ile ilgili çalışma yapacak olan araştırmacıların farklı sektörler üzerinde yoğunlaşarak yazını genişletmeleri önem arz etmektedir. Ayrıca teorik altyapıdaki faktörlerin birbirini etkilemeleri ya da bunlar arasındaki nedenselliğin belirlenmesine yönelik çalışmaların da yapılabileceği görülmektedir. Böylece üretim yönetiminin sosyal tarafına bakan yerli yazındaki büyük bir açığın kapatılması da sağlanabilecektir.

KAYNAKÇA

Aagaard, A., Eskerod, P., Madsen, E.S., (2015),"Key drivers for informal project coordination among sub-contractors", International Journal of Managing Projects in Business, 8(2), pp. 222 – 240.

Bhatnagar, R. & Sohal, A.R., (2005), “Supply chain competitiveness: measuring the impact of location factors, uncertainty and manufacturing practices”, Technovation, 25(5), pp. 443-456,

Cagliano, R., Caniato, F. & Spina, G., (2006),"The linkage between supply chain integration and manufacturing improvement programmes", International Journal of Operations & Production Management, 26(3), pp. 282 – 299.

Chen, I.J. & Paulraj, A., (2004), “Towards a theory of supply chain management: the constructs and measurements”, Journal of Operations Management, 22(2), pp. 119-150.

Cox, A., (2004a),"Business relationship alignment: on the commensurability of value capture and mutuality in buyer and supplier exchange", Supply Chain Management: An International Journal, 9(5), pp. 410 – 420.

Cox, A., (2004b),"The art of the possible: relationship management in power regimes and supply chains", Supply Chain Management: An International Journal, 9(5), pp. 346 – 356.

Fawcett, S.E., Chad, C.W. & Magnan, A.G., (2009),"Supply chain information-sharing: benchmarking a proven path", Benchmarking: An International Journal, 16(2), pp. 222 – 246.

Hameri, A. & Hintsa, J., (2009),"Assessing the drivers of change for cross-border supply chains", International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 39(9), pp. 741 – 761.

Huang, B. & Xue, X., (2012),"An application analysis of cluster supply chain: a case study of JCH", Kybernetes, 41(1/2), pp. 254 – 280.

Jennings, E.T. & Ewalt, J.A.G., (1998), “Interorganizational Coordination, Administrative Consolidation, and Policy Performance Source”, Public Administration Review, 58(5), pp. 417-428.

Ogulin, R., Selen, W., & Şen, T., (2008), “Capability Connectivity in Informally Networked Supply Chains: Construct Development”, 5th International Conference on Information Technology and Applications (ICITA 2008), pp.306-311.

Ogulin, R., Selen, W., Ashayeri, J., (2012),"Determinants of informal coordination in networked supply chains", Journal of Enterprise Information Management, 25(4), pp. 328 – 348.

Ogulin, R., Selen, W.., 2005, “Capability Leverage in Informally Networked Supply Chains: A Conceptual Model”, 10th Annual Asia-Pacific Decision Sciences Institute (APDSI) Meeting, Taipei, Taiwan.

Özceylan, E, 2010, “Tedarik Zinciri Yönetiminde Üretim/Dağıtım Ağlarının Tasarımına Yeni Model Yaklaşımları”, Selçuk Üni, FBE, Y.Lisans Tezi, Konya.

Simatupang, T.M. & Sridharan, R., (2002),"The Collaborative Supply Chain", The International Journal of Logistics Management, 13(1), pp. 15 – 30.

Singh, R.K., (2013),"Prioritizing the factors for coordinated supply chain using analytic hierarchy process (AHP)", Measuring Business Excellence, 17(1), pp. 80 – 97.

Tulio, M., Zanini, F. & Migueles, C.P., “Trust as an element of informal coordination and its relationship with organizational performance”, EconomiA, 14(2), pp. 77-87.

Willem, A., & Buelens, M. (2007). "Knowledge sharing in public sector organizations: The effect of organizational characteristics on interdepartmental knowledge sharing". Journal of Public Administration Research and Theory, 17(4), pp. 581–606.

Zhu, Q. & Sarkis, J., (2007), "The moderating effects of institutional pressures on emergent green supply chain practices and performance", International Journal of Production Research, 45(18-19), pp. 4333-4355.

TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNDE TAKIM TEPKİSELLİĞİNİN BELİRLEYİCİLERİ: KAHRAMANMARAŞ TEKSTİL İŞLETMELERİNDE BİR ALAN ÇALIŞMASI

Arif Selim Eren
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

ÖZET

Tedarik Zinciri Yönetimi (TZY), birden fazla işletmede gerçekleşen süreçleri kapsayan karmaşık bir süreçtir (Ünüvar, 2009: 559). Bu sürecin iyi bir şekilde yönetilebilmesi için birbirinden bağımsız takımların koordineli bir şekilde çalışmaları gerekmektedir (Pieterse vd., 2011: 155). Takım tepkiselliği ise takımların uyum içinde çalışmaları için gereksinim duyulan bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır (Lee, 2008: 548). TZY'nin örgütsel tarafına ışık tutan bu kavramın belirleyicilerinin ortaya konulması gerektiğine dair çağrılar bulunmaktadır (Dayan ve Başarır, 2009: 18).

Buradan hareketle mevcut çalışma Kahramanmaraş tekstil işletmeleri bağlamında takım tepkiselliğinin TZY bağlamında belirleyicilerini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Gerçekleştirilen yazın taramasında belirlenen ölçütler ile ilgili bir anket çalışması gerçekleştirilmiştir ve kullanılabilir 210 anket elde edilmiştir. Bu anketlerin analizi ile örneklemin sektör dinamiklerini yansıttığı, takım tepkiselliğinin belirleyicilerinin belirlenen bağlamda amaç belirliliği, takım güçlendirme, trans-aktif bellek sistemi, etkileşimsel ve prosedürel adalet olduğu bulunmuştur. Bununla birlikte işletme yöneticilerinin TZY uygulamalarından daha fazla faydalanmak için takım tepkiselliğini artırmaları gerektiği de ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Tedarik Zinciri Yönetimi, Takım Tepkiselliği, Tekstil Sektörü

ANTECEDENTS OF TEAM REFLEXIVITY IN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT; A FIELD STUDY IN KAHRAMANMARAŞ TEXTILE FIRMS

ABSTRACT

Supply Chain Management (SCM) is a complex process involving processes being held in more than one business enterprise (Ünüvar, 2009: 559). It is essential for different teams to work in harmony in order to manage these processes in a good way (Pieterse et al., 2011: 155). Team reflexivity emerges as a concept which is required for harmonious work of teams (Lee, 2008: 548). There are calls for research on this concept as it shed light to the organizational dimensions of SCM (Dayan and Başarır, 2009: 18).

Hence, the present study aims to reveal the antecedents of team reflexivity of Kahramanmaraş textile firms in SCM context. Application of a questionnaire including measures derived from the literature is conducted and 210 usable responses are obtained. By the analysis of these responses, it is detected that the sample represents the sector dynamics and goal clarity, team empowerment, transactive memory system, interactional and procedural justice are the determiners of team reflexivity. Besides, an

implication, that the firm managers should increase team reflexivity in order to boost SCM applications, is uttered.
Keywords: Supply Chain, Team reflexivity, Textile Industry

1. GİRİŞ

Teknolojik gelişmeler, küresel bağlamda gerçekleşen diplomatik olaylar ve bunlara bağlı olarak gerçekleşen müşteri tercihlerini karşılayabilmek için işletmeler sürekli olarak süreçlerini gözden geçirmek durumundadır (Cirella vd., 2014: 598). Bunun gerçekleştirilebilmesi etkin insan kaynakları yönetimi uygulamalarından geçmektedir (Chiang vd., 2014: 631). Etkin şekilde yapılandırılmış örgüt kültürünün bireylerin ve takımların performansını artırdığı rapor edilmektedir (Lee, 2008: 553). Etkin takımlar elde edebilmek için takımların tepkiselliğinin üst düzeyde olması gerektiğini ifade eden çalışmaların olduğu görülmüştür (Elbanna, 2015: 1236).

Buradan yola çıkarak mevcut çalışma Kahramanmaraş tekstil işletmelerinin Tedarik Zinciri Yönetimi (TZY) süreçlerinde takım tepkiselliğinin belirleyicilerini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Bu amaçla yapılan yazın taraması, TZY'nin örgütsel boyutuna ışık tutan bu kavramlar ilgili fazla çalışmanın olmadığını göstermiştir. Bu nedenle yazındaki açığın kapatılabilmesi için çalışmalara ihtiyaç olduğu görülmüştür. Böylece yazından uyarlanan bir ölçek rastsal yöntemlerle belirlenen bir örnekleme uygulanmış ve elde edilen veriler tanımsal istatistikler, güvenirlik, korelasyon, Keşif Amaçlı Faktör Analizi (EFA) ve Doğrulayıcı Faktör Analizi (CFA) ile analiz edilmiştir.

Elde edilen bulgular incelendiğinde elde edilen örneklemin sektör dinamiklerini yansıttığı, verinin geçerli ve güvenilir olduğu, takım tepkiselliğinin belirleyicilerinin bir bütün halinde geliştirilebileceği ve bunu yaparken de adalet olgusunun bütün işletmede yaygın olması gerektiği gibi yazına katkı sağlayabilecek sonuçlar elde edilmiştir. Araştırmanın sonuç kısmında mevcut araştırmanın kısıtları da incelenmiş olup gelecekte yapılacak olan çalışmaları yürütecek olan akademisyenlerin kullanabilecekleri bir takım bilgiler de sunulmuştur. Bununla birlikte işletme yöneticilerinin TZY takımını daha etkin hale getirerek örgütsel bağlamda daha etkili bir örgütsel kültürü işletmelerinde hakim kılabileceklerini gösteren ampirik bulgular da elde edilmiştir.

2. YAZIN TARAMASI

Gerçekleştirilen yazın taramasında konu ile ilgili doğrudan konuyu ele alan çok fazla çalışmanın olmadığı görülmektedir. Bu kapsamda sadece Lee (2008: 458) ve Dayan ve Başarır (2009: 18)'ın çalışmasının değerlendirilebileceği görülmüştür. Bu çalışma yeni ürün geliştirme süreçlerinde takım tepkiselliğinin belirleyicileri ve sonuçları üzerine yoğunlaşmıştır. Bu nedenle bu çalışmada yer alan belirleyiciler üzerine ayrı ayrı yazın taraması gerçekleştirilmiş ve yazının mevcut durumu aşağıdaki gibi ele alınmıştır.

Öncelikle takım tepkiselliği ile ilgili olarak yapılan tarama sonucunda tepkiselliğin bireylerin eğilimleri ile proje çıktıları arasında aracı rolünün olup olmadığını sorgulayan Elbanna (2015: 1236)'nın çalışmasına rastlanmıştır. Pieterse vd. (2011: 153)'nin de yine takım tepkiselliği, amaç oryantasyonu ve takım performansı arasındaki ilişkileri incelediği tespit edilmiştir. Aynı zamanda üretim yönetiminde rollerin değişiminde tepkiselliğe olan ihtiyacın işlendiği çalışmalara da rastlanmıştır (Johnson vd., 1999: 1234). Yine aynı bağlamda Oertel ve Antoni (2014: 328) takım öğrenmesi için tepkiselliğin önemli bir husus olduğunu ortaya koymaktadır. Steayert vd. (2012: 34) ise örgütsel çalışmalarda çoğulculuk ve tepkiselliği birlikte inceleyen bir çalışma gerçekleştirmiştir. Cirella vd. (2014: 590) ise takım üretkenliği bağlamında tepkisellikten bahsetmiştir. Tepkiselliğin arttığı durumlarda performansın da artacağı ortaya konulmaktadır. Konu ile ilgili yazın topyekûn olarak değerlendirildiğinde Tedarik Zinciri Yönetimi (TZY) bağlamında takım tepkiselliğinin önemli bir konu olduğu görülmektedir. Ancak, bu kadar önemli bir konu ile ilgili çok az çalışmanın yapılmış olması da yazına yapılabilecek katkılara yol göstermektedir.

Takım tepkiselliği ile ilgili doğrudan ele alan çalışmaların incelenmesinden sonra bu kavramın belirleyicileri ile ilgili alt kavramlarla ilgili yazın taraması da gerçekleştirilmiştir. Buna göre amaç belirliliği, takım güçlendirme, trans-aktif bellek sistemi, etkileşimsel ve prosedürel adalet ile ilgili de yayınlar incelenmiştir. Patanakul vd. (2016: 65) işletme ortamı gibi birden çok işlevin yerine getirildiği durumlarda amaçların takım üyeleri tarafından bilinmesi gerektiğinden bahsetmektedir. Takım güçlendirme ile ilgili olarak Bektaş ve Sohrabifard (2013: 886) takım çalışmalarından istenilen sonuçların elde edilebilmesi için takım üyelerinin yeteneklerinin geliştirilmesi gerektiğini ifade etmektedir. Friend vd. (2016: 78) ise eğitim bağlamında gerçekleştirmiş olduğu çalışmada benzer bulgulara ulaşmıştır. Trans-aktif bellek sistemi ile ilgili çalışmalar incelendiğinde Chiang vd. (2014: 631)'nin örgütsel bağlılığın artırılması için bireylerin birbiri ile ilgili olumlu algılarının yükseltilmesi ve kurum hafızasının olumlu düzeylerde yapılandırılmış olması gerektiğini ifade etmektedirÇalışmaya göre takım çalışmasının istenilen düzeylerde gerçekleşmesi için olumlu bir belleğin oluşturulması gerekmektedir. Chung vd. (2015: 564) ise konuyu medya bağlamında ele alan bir çalışma gerçekleştirmiştir. İletişimin

kuvvetlendirilebilmesi için takım üyelerinin olumlu tavır içinde olmaları gerektiğinden bahsedilmektedir. Öte yandan Peltokorpi ve Hasu (2016: 1) ise araştırma takımlarının performansı hususunda trans-aktif belleğin yerini inceleyen bir çalışma gerçekleştirmiştir. Son olarak Fan vd. (2016: 49) da benzer sonuçlara ulaşan bir çalışmayı yenilikçi takımların performanslarının belirleyicileri bağlamında ele almıştır. Etkileşimsel ve prosedürel adalet kavramlarının genelde çalışmalarda birlikte ele alındığı gözlenmiştir. İlk olarak Collie vd. (2002: 545) takım çalışmasının istenilen sonuçları getirebilmesi için takım içinde adalet olgusunun yerleşmiş olması gerektiğinden bahsetmektedir. Hui vd. (2007: 210) ve Turel ve Connelly (2013: 674)'nin de benzer sonuçları olan çalışmalar gerçekleştirdiği gözlenmiştir. Sonuç olarak konu ile ilgili dağınık bir yapı sergileyen ama TZY'nin örgütsel tarafına ışık tutacak az sayıda çalışmanın yapılmış olduğu gözlenmiştir.

3. TAKIM TEPKİSELLİĞİNİN BELİRLEYİCİLERİ

Takım tepkiselliği takım üyelerinin karşılaştıkları yeni durumlara karşı verdikleri tepki duyarlığını tanımlandığı görülmektedir (Lee, 2008: 458). Bu kavram TZY bağlamında önemli bir işlevin gerçekleştirilmesini sağlamaktadır (Ünüvar, 2009:559). TZY ile ilgili işlemleri yürüten ekiplerin işletmenin piyasadaki talep dalgalanmalarından zarar görmelerini önlemek için tepkiselliklerinin üst düzeyde olması gerekmektedir (Cirella vd., 2014: 590). Ayrıca bu takımın uyumu işletme performansının göstergeleri arasında değerlendirilmektedir. Kavramın TZY bağlamında ele alındığı fazla çalışmanın olmadığı gözlenmiştir. Bu nedenle Dayan ve Başarır (2009: 18)'ın sınıflandırması göz önünde bulundurularak amaç belirliliği (Rose, 2015: 289), takım güçlendirme (Bektaş ve Sohrabifard (2013: 886), trans-aktif bellek sistemi, etkileşimsel (Collie vd., 2002: 545) ve prosedürel (Hui vd., 2007: 210) adalet bakımından incelenmesi sağlanmıştır.

3.1. Amaç Belirliliği

İşletmeyi yaşayan bir sistem olarak kabul edersek, işletmenin fonksiyonlarını yerine getirebilmek için karmaşık bir düzen içinde birbirine geçmiş işlevlerin bir araya getirilmesi ile faaliyetlerini yerine getirebildiği görülebilmektedir (Bates vd., 2016: 36). Bu faaliyetlerin istenilen düzeylerde yerine getirilebilmesi için uyum içinde çalışan insan kaynaklarına ihtiyaç duyulmaktadır (Lee, 2008: 555). Bahsi geçen uyumun gerçekleşmesi takım çalışmasına bağlı olarak gerçekleşmektedir (Patanakul, 2016: 67). Bu nedenle de amaç birliği olan bireylerin örgütsel bağlılıklarının daha yüksek olması gerektiği ifade edilmektedir (Chiang vd., 2014: 632). Buradan yola çıkarak amacın ne olduğunun takım üyelerince bilinmesi gerekmektedir (Pieterse vd., 2011: 153). Böylece etkin şekilde bilgi paylaşımının gerçekleşebileceği ile ilgili önermelerde bulunulmaktadır (Turel ve Connelly, 2013: 675). Bütün bunlardan yola çıkarak aşağıdaki hipotezler geliştirilmiştir;

H1: Amaçların belirli olması takımın birlikte çalışma azmini artıracağı için takım güçlendirme ile amaç belirliliği arasında olumlu bir ilişki vardır.

H2: İşletmede çalışanların birbiri ile olumlu şeyleri hatırlamaları aynı amaca hizmet etmelerini kolaylaştıracağı için amaç belirliliği ile trans-aktif bellek sistemi arasında olumlu bir ilişki vardır.

H3: Amaçların belirli olması işletme içinde yapılması gereken işlerin de belirlenmesi anlamına geleceği için etkileşimsel adaletle amaç belirliliği arasında olumlu bir ilişki vardır.

H4: Yine amaçların belirli olması işletme içi süreçlerin adaletli bir şekilde yapılandırılmasını gerektireceği için prosedürel adalet ile amaç belirliliği arasında olumlu bir ilişki vardır.

3.2. Takım Güçlendirme

Yine işletme bir sistem olarak düşünüldüğünde etkin insan kaynakları yönetimi ile güçlü çalışanlar elde etmenin mümkün olduğu görülmektedir (Elbanna, 2015: 1245). Takımların güçlendirilmesi için bireylerin eksik oldukları noktaların belirlenmesi ve iletişim becerilerinin yükseltilmesi gerekmektedir (Dayan ve Başarır, 2009: 18). Buradan yola çıkarak aşağıdaki hipotezler geliştirilmiştir;

H5: Takım üyelerinin birbirini güçlendirecek şekilde faaliyetler yürütmeleri birbirleri ile ilgili olumlu anıları hafızalarında barındırmalarına neden olacağı için trans-aktif bellek sistemi ile takım güçlendirme arasında olumlu bir ilişki vardır.

H6: Takımın güçlendirilmesi için insan ilişkilerinin dengeli bir şekilde gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu nedenle de etkileşimsel adalet ile takım güçlendirme arasında olumlu bir ilişki vardır.

H7: Takımların güçlendirilmesinde prosedürel adaletin sağlanmış olması bireylerin performansına olumlu etki yapacaktır. Bu nedenle de prosedürel adalet ile takım güçlendirme arasında olumlu bir ilişki vardır.

3.3. Trans-Aktif Bellek Sistemi

Bu sistem bireylerin geçmiş yaşantıları yoluyla birbirlerine karşı geliştirmiş oldukları tavırların topluluk psikolojisi içindeki tavra dönüşmüş halini ifade etmektedir. Bu tavrın olumlu gelişmesi durumunda bireylerin takım içinde olumlu davranış sergileme eğilimlerinin arttığı belirtilmektedir (Chiang vd., 2014: 631). Buradan yola çıkarak bu kavramla ilgili şu hipotezler geliştirilmiştir;

H8: Bireylerin birbirine karşı tutumları geçmiş yaşantıları ile şekillenmektedir. Bu nedenle etkileşimsel bakımdan adaletin sağlanmış olması trans-aktif bellek sisteminin de olumlu olarak yapılanmasını sağlayacaktır. Buradan yola çıkarak etkileşimsel adalet ile trans-aktif bellek sistemi arasında olumlu bir ilişki vardır.
H9: Etkileşimsel adaletin bir sonucu olarak ortaya çıkan prosedürel adalet bireylerin birbirleri ile ilgili olumlu algılar sergilemeleri halinde ortaya çıkabileceği için prosedürel adalet ile trans-aktif bellek sistemi arasında olumlu bir ilişki vardır.

3.4. Etkileşimsel ve Prosedürel Adalet

İşletme içinde adaletin sağlanması bireylerin takım etkinliklerine katılım eğilimlerini artırmaktadır (Collie vd., 2002: 545). Bu nedenle de gerek bireyler arasındaki ilişkilerde sağlanan etkileşimsel adalet (Hui vd., 2007: 210) gerekse de bu ilişkiler sonucunda ortaya çıkan prosedürlerin bütün çalışanlara eşit biçimde dağılmasını sağlayan prosedürel adaletin takım tepkiselliğinin belirleyicileri olarak kabul edildiği gözlenmiştir (Dayan ve Başarır, 2009: 18). Buradan hareketle şu hipotez geliştirilmiştir;
H10: Etkileşimsel adaletin sağlanması için prosedürlerin bütün çalışanlar için eşit şekilde uygulanması gerekmektedir. Bu nedenle de etkileşimsel adalet ile prosedürel adalet arasında olumlu bir ilişki vardır.

4. AMPİRİK ÇALIŞMA

Bu araştırma Kahramanmaraş Tekstil işletmelerinde takım tepkiselliğinin TZY bağlamında belirleyicilerinin ortaya çıkarılması amacıyla gerçekleştirilmiştir. İlk olarak yapılan yazın taramasından elde edilen ölçekler kıyaslanmış ve gerek konu bütünlüğü gerekse de bu hususu doğrudan ele alan sadece iki çalışma olması nedeniyle Dayan ve Başarır (2009: 18)'ın kullanmış olduğu ölçeğin uyarlanmasına karar verilmiştir. Bu ölçek akademisyen ve uygulayıcıların görüşlerine sunularak gerekli değişiklikler yapılmıştır (Elbanna, 2015: 1241). Ölçek rastsal yöntemlerle belirlenen bir örnekleme uygulanmış ve kullanılabilir 210 adet anket elde edilmiştir.
Analizin ilk aşamasında elde edilen örneklemin sektör dinamiklerini karşılayıp karşılamadığının belirlenmesi için demografik faktörler tanımsal istatistikler bakımından incelenmiştir. Demografik bakımdan tatmin edici sonuçlar elde edildiği için takım tepkiselliğinin ve alt değişkenlerinin ölçümüne yönelik sorulan önermelerin analizine geçilmiştir.

Tablo 2. Güvenirlik Testi Sonuçları

	Önerme Sayısı	Cronbach alfa skoru
Trans-aktif Bellek Sistemi	3	0,880
Takım Tepkiselliği	4	0,902
Prosedürel Adalet	6	0,846
Etkileşimsel Adalet	4	0,909
Amaç Belirliliği	3	0,850
Takım Güçlendirme	3	0,893

Test sonucunda bütün değişkenlerin ölçümü hedeflenerek bir araya getirilen önermelerin güvenirliğinin olduğu gözlenmiştir (Friend vd., 2016: 80). Dağılımda herhangi bir farklılığın olup olmadığının tespit edilmesi amacıyla önermelerin ortalamaları ve standart sapmaları da incelenmiştir. Sonuç olarak aynı değişkeni ölçmeyi hedefleyen önermelerin benzer ortalama ve standart sapmaya sahip oldukları görülmüştür.

Tablo 3. Korelasyonlar

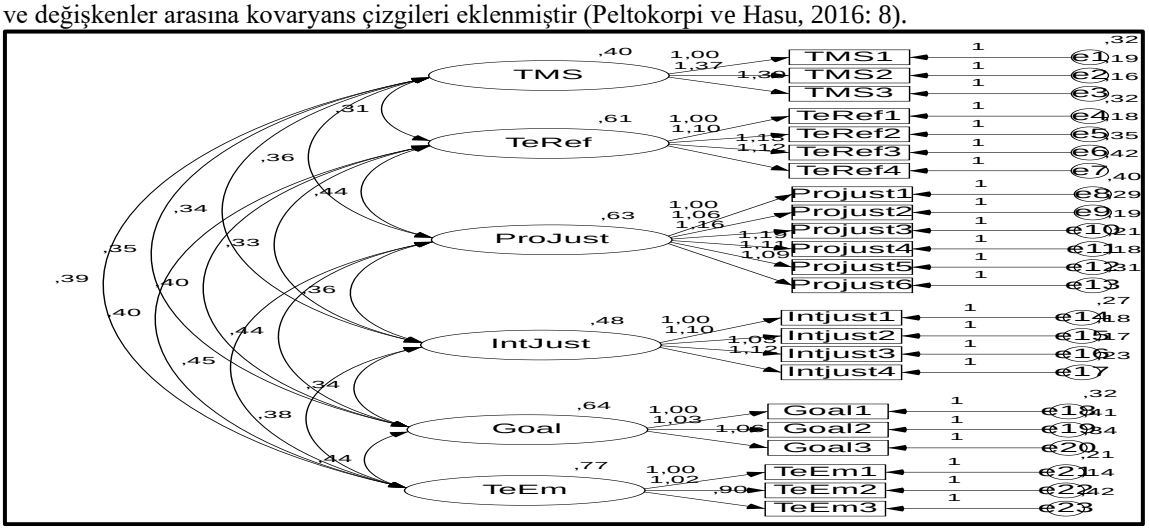
	TBS	TT	PA	EA	AB
TT	,557**				
PA	,663**	,648**			
EA	,691**	,538**	,607**		
AB	,614**	,564**	,623**	,537**	
TG	,636**	,524**	,604**	,576**	,548**

TBS= Trans-aktif Bellek Sistemi, TT= Takım Tepkiselliği, PA= Prosedürel Adalet; EA= Etkileşimsel Adalet, AB= Amaç Belirliliği, TG= Takım Güçlendirme

Korelasyonların elde edilmesinde aynı önermeyi ölçmek için kullanılan önermelerin aritmetik ortalamaları verinin kolay yönetilebilmesi için hesaplanmış ve bunlar korelasyon analizine tabii tutulmuştur. Bundan sonra Keşif Amaçlı Faktör Analizi (EFA) ve Doğrulayıcı Faktör Analizi (CFA) (Pieterse vd., 2011: 157)'nin yapılmasına karar verilmiştir.
İlk olarak EFA ile birlikte Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) testi yapılmış ve elde edilen sonuçtan faktör analizi yapabilmek için yeterli örneklem büyüklüğünün elde edilmiş olduğu görülmüştür (KMO=,742). Açıklanan Toplam Varyans (TVE) değerinin %80,040 olduğu görülmüştür. İlk olarak Eigen değerleri (Patanakul vd., 2016: 73) üzerinden gerçekleştirilen EFA'da beş faktör açıklanmış ve TMS ile ilgili önermelerin farklı dağıldığı gözlenmiştir. Müştereklik tablosundan da anlaşıldığı üzere araştırmanın teorik altyapısının doğrulanması için altı faktöre ihtiyaç duyulmaktadır (Chung vd., 2015: 572). Bu

nedenle varimax rotasyonu ile altı faktör istenmiş ve teorik altyapının doğrulandığı görülmüştür (Lee, 2008: 556).

EFA'da TMS ile ilgili önermelerin farklı dağılması ve ancak altıncı faktörün istenmesi ile doğrulanması CFA yapılmasına karar verilmesine neden olmuştur (Fan vd., 2016: 54). Bu amaçla öncelikle bir ölçüm modeli geliştirilmiştir. Modelin geliştirilmesinde aynı değişkeni ölçmek için kullanılan önermeler EFA sonuçlarına göre yerleştirilmiştir. SPSS Amos 16.0 kullanılan analizde önermelere hata terimleri eklenmiş ve değişkenler arasına kovaryans çizgileri eklenmiştir (Peltokorpi ve Hasu, 2016: 8).



Şekil 1. CFA ölçüm Modeli

Modelin testi gerçekleştirilmiş ve verinin modele uyum sağladığına dair bulgular elde edilmiştir (CMIN/DF: 1,611, NFI:,919, RFI: ,905, IFI: ,968, TLI: ,962, CFI: ,967 ve RMSEA: ,044) (Oertel ve Antoni, 2014: 334). Modelden elde edilen veriler ışığında korelasyonlarda olduğu gibi bütününün birbiri ile ilişkili olduğu görülmekle birlikte farklı özellikler sergiledikleri için ayrıştıkları gözlenmiştir. Ölçek uyarlanmış olduğu için ayrışım ve benzeşim geçerliğinin testi de gerçekleştirilmiştir (Fan vd., 2016: 54).

Tablo 5. Ayrışım ve Benzeşim Geçerliği Sonuçları

	CR	AVE	MSV	ASV	Goal	TMS	TeRef	ProJust	IntJust	TeEm
Goal	0,851	0,656	0,475	0,424	0,810					
TMS	0,883	0,717	0,594	0,500	0,689	0,847				
TeRef	0,903	0,700	0,493	0,405	0,646	0,633	0,837			
ProJust	0,946	0,746	0,514	0,463	0,687	0,717	0,702	0,864		
IntJust	0,910	0,717	0,594	0,429	0,607	0,771	0,608	0,646	0,847	
TeEm	0,897	0,745	0,516	0,413	0,623	0,718	0,586	0,648	0,630	0,863

Verinin benzeşim ve ayırma geçerliğinin testi için Açıklanan Ortalama Varyans (AVE) değerleri hesaplanmıştır. AVE değerinin 0,5'ten büyük seyretmesi ve Birleşik Güvenirlik Değeri (CR)'nin bütün değişkenler için AVE'den büyük olması benzeşim geçerliğinin olduğunu göstermektedir (Chiang vd., 2014: 635; Katerattanakul vd., 2014; 194). Ayırma geçerliği için ise Paylaşılan En Yüksek Varyans (MSV) ve Paylaşılan Ortalama Varyans (ASV) değerlerinin AVE'den küçük olması gerekmektedir (Nunnaly, 1978). Bu şartların karşılandığı görüldüğü için verinin hem benzeşim hem de ayrışım geçerliğinin olduğu tespit edilmiştir. Araştırma kapsamında geliştirilen hipotezlerin testi için CFA sonuçları kullanılmıştır.

Tablo 6. Hipotez Testi Sonuçları

			Tahmin	S.E.	C.R.	P	Hipotez/Destek
TMS	<-->	**ProJust**	0,359	0,054	6,693	***	H9/Evet
TMS	<-->	**IntJust**	0,335	0,048	6,926	***	H8/Evet
TMS	<-->	**Goal**	0,346	0,053	6,488	***	H2/Evet
TMS	<-->	**TeEm**	0,395	0,057	6,910	***	H5/Evet
ProJust	<-->	**IntJust**	0,356	0,054	6,541	***	H10/Evet
ProJust	<-->	**Goal**	0,437	0,065	6,704	***	H4/Evet
ProJust	<-->	**TeEm**	0,451	0,067	6,760	***	H7/Evet
IntJust	<-->	**Goal**	0,336	0,054	6,197	***	H3/Evet
IntJust	<-->	**TeEm**	0,382	0,058	6,626	***	H6/Evet
Goal	<-->	**TeEm**	0,436	0,067	6,489	***	H1/Evet

TMS=trans-aktif bellek sistemi, ProJust= prosedürel adalet, IntJust=etkileşimsel adalet, TeEm=takım güçlendirme, Goal=Amaç Belirliliği

Buna göre Kahramanmaraş tekstil işletmelerinde TZY takımlarının tepkiselliklerinin olumlu düzeyde gerçekleştiği tespit edilmiştir. Değişkenler arasındaki ilişkiler değerlendirildiğinde TMS ile en çok takım

güçlendirmenin ilişkili olduğu görülmektedir. Benzer biçimde yine adalet algılarının da takım güçlendirme ile sağlandığı ortaya konulmuştur. Dolayısıyla işletme yöneticilerinin takım güçlendirme ile ilgili faaliyetlere hız vererek TZY uygulamalarından daha fazla verim alabilecekleri gözlenmiştir.

6. SONUÇ

Gelişen piyasa koşulları değerlendirildiğinde işletmelerin TZY de dâhil olmak üzere bütün süreçlerini sürekli olarak gözden geçirmelerini gerektirmektedir (Patanakul vd., 2016: 65). Bu araştırma yazından uyarlanan bir ölçekten elde edilen bulgulardan yola çıkarak TZY bağlamında işletme yöneticilerinin takım tepkiselliğini artırmak için bütün hususları bir arada değerlendirerek örgütsel adaleti sağlamaları gerektiğini ortaya koyar. Yazında elde edilen sonuçların kıyaslanabileceği çalışmaların kısıtlı olması da bu çalışmanın tartışma kısmının kısıtlı kalmasına neden olmaktadır. Bu kısıtların yanında mevcut çalışma gerek metodoloji, gerekse de bulguları bakımından araştırmacılara yol gösterebilecek özelliklere sahiptir. Konunun başka sektörlerde ele alınmasının yerli ve yabancı yazına katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

KAYNAKÇA

Bektaş, Ç. & Sohrabifard, N., (2013), “Terms of Organizational Psychology, Personnel Empowerment and Team Working: A Case Study”, Procedia - Social and Behavioral Sciences 82(1), pp. 886 – 891.

Chiang, Y., Shih, H. & Hsu, C., (2014), “High commitment work system, transactive memory system, and new product performance”, Journal of Business Research, 67 (1), pp. 631–640.

Cirella, S., Radaelli, G. & Shani, A.B., (2014),"Team creativity", Management Research Review, 37(7), pp. 590 – 614.

Collie, T., Bradley, G. & Sparks, B.A., (2002), “Fair process revisited: Differential effects of interactional and procedural justice in the presence of social comparison information”, Journal of Experimental Social Psychology, 38 (1), pp. 545–555.

Dayan, M. & Basarir, A., (2009),"Antecedents and consequences of team reflexivity in new product development projects", Journal of Business & Industrial Marketing, 25(1), pp. 18 – 29.

Elbanna, S., (2015), “Intuition in project management and missing links: Analyzing the predicating effects of environment and the mediating role of reflexivity”, International Journal of Project Management, 33(1), pp. 1236–1248.

Fan, H-L., Chang, P-F, Albanese, D., Wu, J., Yu, M. & Chuang, H., (2016), “Multilevel influences of transactive memory systems on individual innovative behavior and team innovation”, Thinking Skills and Creativity, 19(1), pp. 49-59.

Friend, M.L., Sieloff, C.L., Murphy, S. & Leeper, J., (2016), “Content and factor validation of the Sieloff-King-Friend Assessment of Group Empowerment within Educational Organizations”, Nurse Education Today, 42(1), pp. 78–85.

Hui, M.K., Au, K. & Zhao, X., (2007), “Interactional justice and the fair process effect: The role of outcome uncertainty”, Journal of Experimental Social Psychology, 43 (1), pp. 210–220.

Johnson, P., Duberley, J., Close, P. & Cassell, C., (1999), "Negotiating field roles in manufacturing management research", International Journal of Operations & Production Management, 19(12), pp. 1234 – 1253.

Katerattanakul, P., Lee, J.J., & Hong, S. (2014), “Effect of business characteristics and ERP implementation on business outcomes”. Management Research Review, 37 (2), 186 – 206.

Lee, L., T-S, (2008),"The effects of team reflexivity and innovativeness on new product development performance", Industrial Management & Data Systems, 108(4), pp. 548 – 569.

Chung, N., Lee, S. & Han, H., (2015), “Understanding communication types on travel information sharing in social media: A transactive memory systems perspective”, Telematics and Informatics, 32(4), pp. 564-575.

Nunnally, J.C. (1978), Psychometric Theory, McGraw-Hill, New York, NY.

Oertel, R. & Antoni, C.H., (2014),"Reflective team learning: linking interfering events and team adaptation", Team Performance Management, 20(7/8), pp. 328 – 342.

Patanakul, P., Pinto, J.K. & Pinto, M.B., (2016), “Motivation to perform in a multiple-project environment: The impact of autonomy, support, goal clarity, and opportunities for learning”, J. Eng. Technol. Management, 39(1), pp. 65–80.

Peltokorpi, V. & Hasu, M., (2016), “Transactive memory systems in research team innovation: A moderated mediation analysis”, Journal of Engineering and Technology Management, 39(19, pp. 1-12.

Pieterse, A.N., Knippenberg, D. & Ginkel, W.P., (2011), “Diversity in goal orientation, team reflexivity, and team performance”, Organizational Behavior and Human Decision Processes, 114(1), pp. 153–164.

KONTROL DİYAGRAMLARINDA $\mp 3\sigma$ LİMİTLERİNİN BELİRLENMESİ: OTOKORELASYON İÇEREN VERİ SETİ İLE BİR UYGULAMA

Özlen Erkal Sönmez
İstanbul Üniversitesi

Alp Baray
İstanbul Üniversitesi

ÖZET

İstatistiksel süreç kontrol diyagramlarının en önemli varsayımlarından biri, verinin bağımsızlığıdır. Ancak uygulamaların pek çoğunda, diyagram üzerinde görüntülenmek istenen veri setleri genellikle bağımlı bir yapı sergilemektedir. Kontrol diyagramlarında korelasyon içeren veri ile çalışmak; temel anlamda, ihtiyaç duyulandan daha dar kontrol limitlerinin üretilmesine neden olur. Bu durum, hatalı sinyal oranında önemli bir artışa yol açarak; kontrol diyagramlarının performansını azaltan bir unsur olarak karşımıza çıkabilir. Literatürde pek çok yazar, kontrol diyagramlarında otokorelasyon içeren veri ile çalışabilmek ve otokorelasyonun negatif etkilerini giderebilmek için yöntemler araştırmaktadır. Bu çalışmada, kopula tabanlı nümerik bir uygulama sunulmaktadır. Uygulama için R istatistiksel programlama yazılımı bünyesinden elde edilebilecek örnek bir veri seti kullanılmıştır. 100 gözlemin bulunduğu ve birinci seviyeden otoregresif (AR(1)) modele uyan tek değişkenli zaman serisi veri seti için öncelikle, MLE (Maximum Likelihood Estimator) aracılığıyla ortalama ve standart sapma için parametre tahmini yapılmıştır. Ardından, tahmin edilen parametrelere göre, $\mp 3\sigma$ limitleri hesaplanmış ve sonuçlar yorumlanmıştır.

Anahtar sözcükler: Otokorelasyon, Kopula, Süreç kontrol diyagramları

DETERMINING $\mp 3\sigma$ LIMITS IN CONTROL CHARTS: AN APPLICATION WITH AUTOCORRELATED DATA

ABSTRACT

One of the most important assumptions of statistical control charts is the independence of data. However, in most of the applications the data to be observed on the control charts, generally shows a dependent structure. Monitoring autocorrelated data in control charts mainly results in producing tighter control limits than required. This issue may decrease the performance of contol charts by increasing the false alarm rate. Most of the researchers in literature have studied on methods in order to use autocorrelated data and purify the negative effects of this dependence. In this study a copula based numeric application is presented. For the application, a data set is used from R statistical programming language. For the univariate AR(1) time series with one hundred observations, parameter estimation is performed by

Maximum Likelihood Estimation (MLE) on the onset. Then, according to the parameters estimated; $\mp 3\sigma$ limits are calculated and the results are interpreted.
Key words: Autocorrelation, Copula, Statistical control charts

1. GİRİŞ

Günümüzde hem üretici, hem de tüketiciler açısından kalite kavramı önemlidir. Müşterilerin kullanmayı tercih edeceği kaliteli ürünler, ancak üreticinin devamlılığını sağlayacağı kaliteli bir üretim sürecinin çıktısı olabilir. Bu nedenle, kabul edilebilir kalite düzeyinin sürdürülebilirliği için; üretim süreçlerinin düzenli takibi gerekmektedir. Dinamik doğası gereği, üretim süreçlerinde belirli bir düzeyde dalgalanmanın bulunması ise doğal karşılanır. Bu dalgalanma; süreçte, giderilmesi zor olan genel varyasyonun varlığına işaret eder. Ancak herhangi bir özel nedenle; üretim, limit değerlerinin dışında seyretmeye başladığında; bazı kolay giderilebilir nedenlere bağlı olarak oluşmuş özel varyasyonun varlığından şüphe edilebililir. Özel varyasyon kaynakları ortadan kaldırıldığında üretimin yeniden istikrarlı hale dönmesi beklenmektedir.

Süreç kontrol diyagramları (SKD), üretim süreçlerinde genel olarak önleyici bir yaklaşımla kullanılmaktadır. Bu diyagramlar; sürecin izlenmesine, giderilmesi kolay ve zor varyasyonun ayırt edilmesine ve kabul edilebilir bir kalite düzeyinin devamlılığının sağlanmasına yardımcı olabilecek en önemli istatistiksel kalite kontrol araçlarından biridir. SKD aynı zamanda, üretim süreçlerinin müşteri isteklerini temsil eden spesifikasyon limitlerine uygun bir yetenek sergileyip sergilemediğinin anlaşılmasını da sağlayabilmektedir (Baray, 2008).

Süreç kontrol diyagramlarının istatistiksel anlamda bazı temel varsayımları da mevcuttur. Bu varsayımların en önemlilerinden biri, verinin bağımsızlığıdır. Bağımlı veri söz konusu olduğunda, süreç kontrol diyagramlarının istatistiksel ilkeleri geleneksel haliyle kullanılmaya devam edilirse; kontrol limitleri gerekenden daha dar şekilde üretilebilir. Bu durum, hatalı sinyal oranında önemli bir artışa neden olabilmektedir. Özellikle endüstriyel uygulamalarda, diyagram üzerinde izlenecek verinin çoğunlukla bağımlı bir yapı sergilediği bilinmekte; buna karşın kontrol diyagramlarının hatalı kullanımı yaygın şekilde devam etmektedir. Diyagramların hatalı kullanımı nedeniyle; limitler hatalı şekilde hesaplanmakta; böylelikle diyagram performansları da yaygın şekilde yanlış yorumlanabilmektedir.

Bu çalışmada örnek bir uygulama olarak, kopula tabanlı seri bağımlılık gösteren bir zaman serisi veri seti analiz edilmiştir. Bu veri setine ait ortalama ile standart sapma parametrelerinin MLE (Maximum Likelihood Estimation) tahmin değerleri hesaplanmış, buna bağlı olarak da bağımlı veri için, farklı alt ve üst kontrol limit değerleri önerilmiştir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Literatürde korelasyon içeren veri ile çalışabilmek için, çeşitli kontrol diyagramlarında kullanılmak üzere sunulmuş farklı yaklaşımlar mevcuttur. Kimi yazarlar, geleneksel kontrol diyagramları üzerinde çalışmaya çeşitli düzenlemelerle devam etmeyi tercih etmektedir. Geleneksel kontrol diyagramlarının kullanımına otokorelasyon varlığında devam edilebilmesi için, kontrol limitleri üzerinde bir güncellemenin gerekliliği açıktır. Kimi yazarlarsa, tamamen yeni diyagramlar tasarlayarak; bu diyagramlara, farklı isimler verme yoluna gitmişlerdir. Kullanılan verinin niteliği de bu bağlamda değişkenlik gösterebilmektedir. Kontrol diyagramlarındaki uygulamalarda orijinal veri ile çalışmayı tercih eden yazarlar olduğu gibi; kalıntı değerler ile çalışmayı tercih eden yazarlar da mevcuttur. Kalıntı değer tabanlı diyagramların dayandığı temel fikir; veriyi, otokorelasyonu temsil edecek bir zaman serisine uydurmaktır. Eğer model yeterli ise, kalıntılar (örneğin bir basamak sonraki tahmin hataları) istatistiki anlamda yaklaşık olarak bağımsız olmaktadır. Shewhart, CUSUM ve EWMA gibi geleneksel kontrol diyagramları kalıntı değerlere uygulanabilir (Shu vd., 2002).

Literatürde konu ile ilgili benzer çalışmaların derlendiği ve genel bir değerlendirme ile sunulduğu (overview) çalışmalar da mevcuttur. Bu çalışmalar arasında Psarakis ve Papaleonida (2007) dikkat çeken yayınlar arasındadır. Yazarlar, otokorelasyonu da göz önünde bulundurarak tasarlanacak kontrol diyagramları için dikkat edilmesi gereken en önemli hususlar noktasında kapsamlı bir değerlendirme yapmışlardır. Farklı kullanım amacına yönelik olarak oluşturulmuş çeşitli kontrol diyagramları için sunulan bazı hesaplama yöntemleri sunulmuştur. Hesaplamalar; temel olarak "Ortalamayı izleyen kontrol diyagramları" başlığı altında "Gerçek gözlem değerlerine dayalı diyagramlar" ve "Kalıntılara dayalı diyagramlar" olmak üzere şekillenmiştir. Ortalamayı izleyen kontrol diyagramlarında gerçek değerlerin kullanıldığı diyagramlar alt başlığında; 1. Değiştirilmiş Shewhart X diyagramı, 2. Değiştirilmiş Ewma Diyagramı ve 3. Değiştirilmiş CUSUM diyagramı hesaplama yöntemleri sunulmuştur. Ortalamayı izleyen kontrol diyagramları başlığı altında kalıntılara dayalı diyagramlar kısmında ise 1. The Alwan and Roberts metodu ile 2. AR(1) + İlave Rassal Hata Modeli gösterilmiştir. Hesaplamalar için ayrı bir grup olarak varyansı izleyen kontrol diyagramlarına da değinilmiştir. Varyansı izleyen kontrol diyagramlarının alt

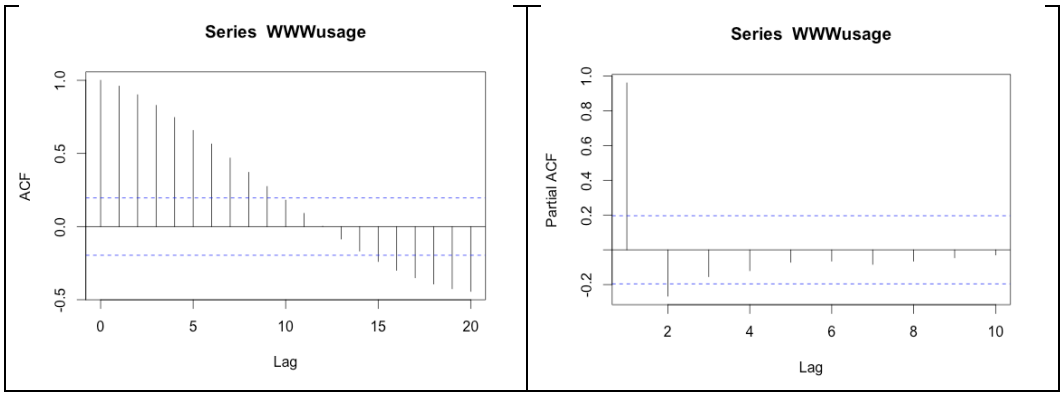
başlıklarında ise 1. MacGregor ve Harris metodu, 2. Ağırlıklı üstel ortalamaların karesi diyagramı, 3. Ağırlıklı üstel hareketli varyans diyagramı, 4. Lu ve Reynolds metodu ve 5. Kalıntıların Karesinin Logaritmalarına ait EWMA diyagramlarına ait hesaplamalar sunulmuştur.
Hryniewicz (2012) ise çeşitli matematik modellerle tanımlanabilecek farklı tipteki bağımlılıklar üzerine çalışmış ve geleneksel diyagramların bu tip bağımlılıklar karşısındaki robüstlük derecesini irdelemiştir. Bağımlılıkların modellenmesi için kopula fonksiyonunu kullanmış, verideki bağımlılığın tip ve derecesinin etkisini simülasyonla araştırılmıştır.
Long ve Emura (2014) kopula tabanlı zaman serisi modelinin kullanıldığı bağımlı veri için, Shewhart tipi kontrol diyagramlarının çalışma ilkesini değiştirmeyerek; alt ve üst kontrol limitlerinin daha doğru şekilde belirlenebilmesi ile ilgili olarak üç farklı metodun ((Joe's method, Chen and Fan's method, Standart method) kıyaslamasını yapmışlardır. Verilen belirli bir ortalama koşum uzunluğu (ARL) değerinin korunması için tercih edilmesi gereken alt ve üst kontrol limit değerlerinin hesaplanmasında kullanılabilecek bazı simülasyon tekniklerini de sunmuşlardır. Çalışmada, birinci seviyeden Markov modeli kullanılmış ve verideki bağımlılık kopulalar aracılığıyla tanımlanmıştır. Emura, Long ve Sun (2015) ise; Long ve Emura (2014)'nın çalışmasını destekler nitelikte; belirli kopula aileleri için bazı hesaplama rutinlerini, R istatistiksel programlama yazılımı üzerindeki bir paket ile kullanıcılara sunmuştur.

3. UYGULAMA

Örnek veri analizinde; Emura, Long ve Sun (2015) tarafından istatistiksel kalite kontrolü alanında, kopula temelli zaman serisi modelleri için R istatistik programı üzerinde geliştirilen "Copula.Markov" pakedi kullanılmıştır. Bu paket, bu çalışmada tercih edilmiş olan Clayton kopulası altında MLE'nin hesaplanmasında kullanılacak algoritmaların da tam olarak hesaplanmasını sağlayacak tüm hesaplama prosedürlerini içermektedir.
Kopula; en genel anlamıyla, değişkenler arası ilişkiyi (korelasyonu) temsil eder ve esasen bir fonksiyondur. İki veya daha fazla değişken davranışını birbirleriyle ilişkilendirmek ve daha çok, verideki "bağımlılık" kavramının modellemek (dependence modeling) için kullanılmaktadırlar. Verideki bağımlılık yapısının tanımlanmasında korelasyon katsayısı akla gelebilen ilk ölçütlerden olsa da bu ölçüt; verideki bağımlılık yapısını yorumlamak için her zaman yeterli olmayabilir. Kopulalar, kullanıcıyla bağımlılığın farklı bir ölçütünü sunmaktadırlar (Nelsen, 2006). Literatürde pek çok farklı kopula ailesi mevcuttur. Bu çalışmada, popülerliği ve matematiksel anlamda izlenebilirliği nedeniyle, Clayton kopulası tercih edilmiştir.
Tek parametreki Clayton kopula aşağıdaki gibi tanımlanabilir.

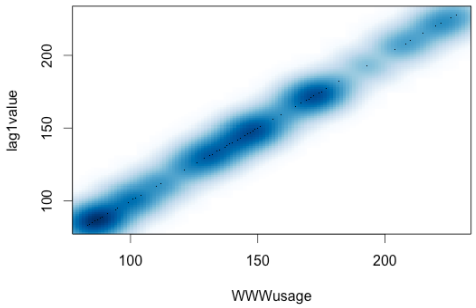
$$C(u_1, u_2; \propto) = (u_1^{-\propto} + u_2^{-\propto} - 1)^{-1/\propto} I(u_1^{-\propto} + u_2^{-\propto} - 1 > 0)$$

Burada $\propto \in (-1, \infty) \setminus \{0\}$ Y rassal gözlem değerlerinden Y_{t-1} ve Y_t arasındaki korelasyonu temsil etmektedir (Emura vd., 2015).
Bu çalışmada, bağımlılığın Clayton kopula tabanlı olarak modellendiği durum için, ortalama ve standart sapma parametrelerinin tahmini yapılmış ve tahminlenen parametreler aracılığıyla istatistiksel süreç kontrolü alanında nümerik bir gösterim sunulmuştur. Veri seti olarak, R aracılığıyla elde edilebilecek WWWUsage veri seti kullanılmıştır. Bu veri seti, belirli bir internet sunucusundan hizmet almakta olan kişi sayısının anlık değişimini göstermekte ve 100 gözlem değeri içermektedir.
Kullanılacak veri setinde öncelikle otokorelasyonun varlığı gösterilmelidir. Bağımlılığın yüksek olduğu veri setlerinde, otokorelasyon fonksiyonunun (ACF) deseninde de gözle kolaylıkla fark edilebilen
etkiler oluşabilir. Otokorelasyon fonksiyon değerinin (ACF) ve kısmi ACF'nin otokorelasyon seviyesine göre değişimini gösteren grafikler Şekil 4.1'de, bir arada sunulmaktadır.



Şekil 3.1: Otokorelasyon seviyesine karşın seri ve kısmi otokorelasyon fonksiyon değerleri

Şekil 3.1'den açıkça görülebileceği gibi, veri seti birinci seviyeden yüksek bir ardışık bağımlılık göstermektedir. Söz konusu bağımlılığın sayısal karşılığı 0,96'dır. Herbir değerin kendisinden bir önceki değere olan yüksek bağımlılık derecesi, Şekil 3.2'de görülebileceği gibi neredeyse tamamen doğrusal hale gelmiştir. Dolayısıyla bu veri seti için, AR(1) modelinin uygunluğundan bahsedilebilir.



Şekil 3.2: Y_{t-1} ve Y_t ilişkisi

Bir zaman serisi verisi verildiğinde, sonraki adım tahmin etmektir. Tahmin için en popüler yaklaşımlardan biri ise MLE'dir. MLE'nin, özellikle süreç kontrol diyagramlarındaki kullanımlar için uygun olduğu bilinmektedir (Emura vd., 2015).
Mevcut veri setine Clayton.Markov istatistiksel pakedi yardımıyla Clayton.Markov.MLE fonksiyonun uygulanması sonucu; R programına ait sistem çıktısı, veriye kopula fonksiyonu uygulayarak yeni kontrol limit değerlerini hesaplamaktadır. Bu değerler, otokorelasyonun mevcut olduğu durum için; sürecin kontrol altında olup olmadığını; tahmin edilen yeni parametre değerlerine bağlı olarak hesaplanan yeni alt ve üst kontrol limitlerine göre değerlendirmektedir. . Tablo 4.1'de orijinal veriden elde edilen parametre değerleri ile, tahmin edilen değerler ve bu değerler aracılığıyla hesaplanmış limit değerleri gösterilmektedir.

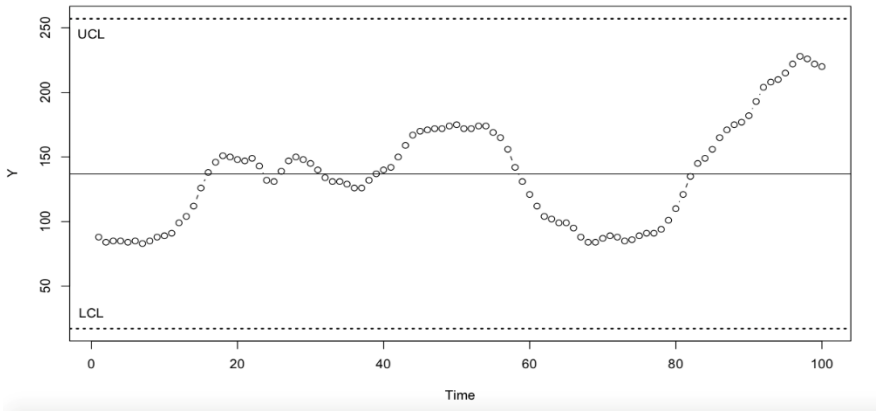
	Orijinal veri parametreleri	Tahmin edilen ve kullanılması önerilen parametreler
Ortalama	137,1	137,08000
Standart sapma	39,99941	39,99941
	Orijinal AKL ve ÜKL	Kullanılması önerilen AKL ve ÜKL
ÜKL (UCL)	257,09823	257,07824
AKL (LCL)	17,10177	17,08176

Tablo 3.1: Orijinal ve tahmin edilen parametre değerleriyle buna ilişkin ÜKL-AKL değerleri

4. SONUÇ

İstatistiksel kalite kontrol yaklaşımında, gözlem değerlerinin bağımlı olduğu durum için $\mp 3\sigma$ limitleri, kontrol diyagramlarının istatistiksel ilkelerine bağlı olarak; gerekenden daha dar şekilde üretilme eğilimindedir. Bu çalışmada, SKD'nin temel varsayımlarından bağımlılık varsayımının karşılanmadığı durum için, alt ve üst kontrol limitlerinin daha doğru şekilde belirlenmesini sağlayan bir prosedür tanıtılmıştır. Nümerik gösterim için kullanılan veri seti, yüksek derecede pozitif otokorelasyon içermekte olan ve AR(1) modeline uyan bir zaman serisi veri setidir. İstatistiksel süreç kontrolünde bağımlılığın Clayton kopulası aracılığıyla tanımlandığı kopula tabanlı bir Markov modeli için; ortalama ve standart sapma parametreleri MLE aracılığıyla tahmin edilmiş ve buna bağlı olarak da alt ve üst kontrol limit değerleri yeniden hesaplanmıştır. Hesaplama için R istatistiksel programlama yazılımı üzerinde Clayton.Markov pakedinden erişilebilecek otomatik hesaplama prosedürleri kullanılmıştır.
$Y_t: t = \{1,2, \dots ,100\}$ için ana hatları Şekil 5.1'de gösterilen koşum diyagramı söz konusu olacaktır. Burada orta çizgiyi temsil eden ortalama değeri $\hat{\mu}$ =137,08000 ve standart sapma değeri $\hat{\sigma}$ =39,99941'dir. Buna bağlı olarak $AKL = \hat{\mu} - 3\hat{\sigma}$ ve $ÜKL = \hat{\mu} + 3\hat{\sigma}$ bağıntıları ile hesaplandığında; AKL=17,08176 ve ÜKL=257,07824 olacaktır. Tüm noktalar, limitler dahilindedir. Kontrol dışı sinyal alınmaz ve süreç kontrol altındadır. MLE ile parametre tahmininin güvenilirliği; hesaplamalarda sunulan

gradyent değerlerinin sıfıra yakınlığı ve hessian matrisin negatif tanımlı olmasıyla gösterilmektedir. Verideki bağımlılık, Clayton kopulasının parametresi olan α parametresiyle değerlendirilir. Buna göre tahmin edilen Kendall's Tau değeri de, söz konusu kopula tipi için, $\hat{\tau} = \frac{\hat{\alpha}}{\hat{\alpha}+2} = \frac{17{,}71371}{19{,}71371} = 0{,}8985$ olacaktır. Ardışık gözlemler yüksek derecede seri korelasyon (otokorelasyon) içermektedir. Gözlemlenmesi olası bir kontrol dışı sinyal, mutlaka dikkate alınması gereken; doğru bir sinyal olacaktır.



Şekil 4.1: Koşum diyagramı

Sonuçlar tahmin değerlerinin, orijinal değerlere yakınlığı ile dikkat çekmektedir. Ancak altörnek sayısı arttıkça limitlerde daha ciddi oynamalar ile karşılaşabilmek mümkün olabilir. Daha güvenilir şekilde hesaplanmış alt ve üst kontrol limit değerleri; sinyal güvenilirliğinin artışına; dolayısıyla diyagram performansına katkı sağlayacaktır. Bu uygulama mevcut veri seti için; ardışık bağımlılığın var olduğu durumda, geleneksel kontrol diyagramlarında alıncak hata sinyalinin yanıltıcı olabileceği; bu nedenle kopula fonksiyonları aracılığıyla hesaplanacak yeni parametreler ve yeni limit değerleriyle değerlendirme yapmanın otokorelasyon etkisi altında uygun olacağını göstermektedir.

KAYNAKÇA

Baray A. (2008), Üretimde Varyasyon, Çağlayan Kitabevi, Birinci Baskı, İstanbul

Emura, T., Long, T.H. (2015). R Copula.Markov package: estimation and statistical process control under copula-based time series models, version 1.0. http://cran.r- project.org/web/packages/Copula.Markov/

Emura, T., Long, T.H. (2015). R Routines for performing estimation and Statistical Process Control under Copula-based Time Series Models , Communications in Statistics - Simulation and Computation, accepted manuscript.

Hryniewicz O. (2012), On the Robustness of the Shewhart Control Chart to Different Types of Dependencies in Data, Frontiers in Statistical Quality Control 10-Chapter, Volume 10. 19-33, 2012

Long T.H, Emura T. (2014), A control chart using copula-based Markov chain models, Graduate Institute of Statistics, Taiwan

Nelsen, R. B. (2006), An Introduction to Copulas, 2nd Edition. Springer Series in Statistics, Springer-Verlag, New York.

Psarakis, S., Papaleonida, G. E. A. (2007), SPC procedures for monitoring autocorrelated processes, Quality Techinology & Quantitative Management 4 (4), 501-540

Shu L., Appley D.W., Tsung F. (2002), Autocorrelated Process Monitoring Using Triggered Cursore Chart, Quality and Reliability Engineering International, 18:411-421

INDUSTRY 4.0: BIG DATA REVOLUTIONS REQUIRE SMART TECHNOLOGIES

Alptekin Erkollar
Sakarya University

Birgit Oberer
Sakarya University

ABSTRACT

Industry 4.0 is a disruptive paradigm, challenging the ways manufacturers think about knowledge intensive industrial processes, making manufacturing more flexible, smarter and more effective. The aim of this study is to evaluate the impact of the big data industry 4.0 revolution on manufacturing and identifying key trends changing the way of life for industrial organizations, their employees and value chain networks. In this study the key factors shaping the manufacturing landscape of the future factory are determined and solutions for manufacturing companies planning the transition to industry 4.0 analyzed in terms of IT integration, application management, business models, smart technologies and security management. The results of the study revealed that networking in the internet of things, data, processes and services will transform the future of manufacturing, were companies have to focus on increasing competitiveness, utilize opportunities, reducing risks and developing potential business segments.

Keywords: advanced analytics, big data, industry 4.0

1. INTRODUCTION

Industry 4.0, a German government initiative that promotes automation of the manufacturing industry to develop smart factories, is a disruptive paradigm, challenging the ways manufacturers think about knowledge intensive industrial processes, making manufacturing more flexible, smarter and more effective. If man, machine and processes are arranged in intelligent smart networks, high quality products might be created more rapidly, and creating competitive advantages by making production costs more competitive. Since production systems, whole industrial landscapes and work life are changing, it is an important question how to respond to these changing environment. The core of industry 4.0 are highly intelligent connected systems, creating a digital value chain. Technologies advance the boundaries between the physical and digital world. Intelligent, interconnected systems are supporting activities along the whole value chain; new business models evolve, intelligent products communicate with users, new data types are created and shared to offer additional services and as-a service products.'Big data' refers to the IT trend of processing huge amounts of data in order to choose appropriate data for agile, rapid and flexible decision making, focusing on increased productivity and effectiveness in business operations. The volume of data created within the internet of things are enormous in scale and can not be processed in conventional databases. Scalable data analytics systems allow the effective management of big data to create smart ones. These smart data are the base for designing new products and services (Fraunhofer 2013, European Union 2013)

2. INDUSTRY 4.0 AND SMART FACTORIES

The industrial revolutions so far have focused on the mechanization of production using water and steam power, mass production with the help of electric power, and digital communication technologies to automate production. Industry 4.0, the fourth industrial (r)evolution, focuses on interconnected systems for smart production in order to develop a smart and connected factory with the Internet of Things concept and cyber physical systems as a technological base. In the Internet of Things, the physical world is becoming an integrated information system. In production, elements are increasingly connected until everything is interlinked with everything else and every object is able to communicate with every other other object. Big data refers to a trend of information and communication technologies processing enormous amounts of data for rapid decision making for increased productivity and effectiveness. To achieve flexible production, a dynamic response to product demands, self-optimization, mass customization, and smart products, industry 4.0, as a concept, addresses the machinery, control systems, and sensors that are interconnected via intelligent networks. Industry 4.0 depends on a number of innovative technological developments, one of them being information and communication technologies (ICT), which are used to digitize information and integrate systems at all stages of product development and service life, both inside an organization and cross-organizational, in order to monitor and control the physical processes and systems as well as support human workers by using robots, intelligent tools, and augmented reality (Davis 2015, Fraunhofer 2013).

A smart factory focuses on how manufacturing should be structured in the future, what kind of technologies should be used, and on the whole product life cycle management process. In a smart factory, it is a challenge to create a flexible, intelligent, and dynamic manufacturing process along the entire production chain. In this study, the requirements for smart factory communication along with the future technologies needed to meet these requirements are analyzed, focusing on the following dimensions: (1) automation systems, (2) network topologies, (3) communication infrastructure, (4) wireless technologies, (5) troubleshooting, and (6) security. The results of the study revealed that the success of any smart factory approach highly depends on the quality of the communication technologies implemented and the underlying infrastructure. Big data, and the management of it, is one key challenge that smart factory approaches must focus on (Davis 2015, Fraunhofer 2013).

3. FUTURE MANUFACTURING

The industrial ecosystem of the future factory is based on cyber physical systems. Change drivers are (1) the evolution of these systems by Internet of Things, tools to develop virtual reality and by big data; and (2) aging population and high salaries which require more efficient production. The vision of the future factory contains a total flexible production, self-optimization and self-configuration of production, modularity of production units, (cross organizational) full interoperability, offer and utilization of cross organizational services, significant decision support by big data and virtual reality, real time monitoring of physical processes, tendentiously decentralized decisions, with the critical components of common platforms, common standards and norms.

Bauernhansl (2014) defines potential savings of industry 4.0 summarized in table 1.

Cost	Impact	Savings %
Inventory cost	Reduction of reserve inventory elimination of bullwhip effect	30-40
Manufacturing cost	Improvement of vertical and horizontal staff flexibility Process control loops	10-20
Logistics costs	Increased level of automation	10-20
Complexity costs	Reduction of trouble shooting	60-70
Quality cost	(near) real time quality control loops	10-20
Maintenance cost	Dynamic prioritization Condition based maintenance (process & measured data)	20-30

Table 1. potential impacts of Industry 4.0

To be prepared to evolve smart factories Matzner (2015) suggests a check up approach for industry 4.0 consisting of (1) situation analysis, (2) expert interviews and technical capabilities for industry 4.0, summarized in table 2.

Situation analysis	Expert interviews	Technical capabilities
Identification of existing technologies	Identification of current weaknesses	Compilation and assessment of existing technological solutions
Analysis of running processes	Analysis of capability weaknesses	Identification of innovative technical solutions for industry 4.0
Classification of production facilities	On site surveys	Recommendations for future actions

Table 2. Industry 4.0 evolvement approach

According to Fraunhofer (2013) the challenges for Industry 4.0 are a) user centric approaches, b) data complexity, c) security, and d) interoperability. Table 3 summarizes these four main areas.

User centric approaches	Role specific information needed
Data complexity	Increasing complexity of modern production plants Automated recognition of anomalies needed Information must be available role-based and distributed.
Security	Sensible data must be protected against attacks by interception and modification
interoperability	Methods, tools and software components are needed to to synchronize products, production plants and processes

Table 3. Industry 4.0 challenges

According to McKinsey (2015) manufacturing companies should focus on the following dimensions to capture the potential of industry 4.0: (1) drive the next horizon of operational effectiveness, (2) adapt business models to capture shifting value pools, and (3) build the foundations for digital transformation.
The following disruptive technologies will enable industry 4.0 activities:
(1) Human-machine interaction
(2) Digital-to-physical conversion
(3) Data and connectivity
(4) Analytics and connectivity (table 4)
The competitive landscape of a traditional manufacturing chain will change towards increasing complexity and uncertainty: The number of players on the market will increase, driving up complexity and the number of required interfaces. New players, such as suppliers of cyber security products, data storage, connectivity, specialized industry 4.0 technology, will enter the market. Known players will provide new products.

Human-machine interaction	Touch interfaces and next level GUIs Virtual and augmented reality
Digital-to-physical conversion	Additive manufacturing Advanced robotics Energy storage and harvesting
Data and connectivity	Big data and open data Internet of Things Cloud technology
Analytics and connectivity	Digitalization and automation of knowledge work Advanced analytics

Table 4. Digitalization of the manufacturing sector

There are four activities (Table 5) needed to manage the digital thread, which is the digital representation of the physical product life cycle.

Information capturing and recording	Relevant set of data to prevent information overflow Automated, real-time capturing via sensors Recording and storing of both historical and new data in a single information system
Information transfer	Digitally transfer information across departments, production sites, value chain steps, and company borders
Information analysis and synthesis	Identification of relevant data and analysis (ideally, automated) Synthesis of analysis into relevant insights
Turning information into outcomes	Translation of analysis results into recommendations that suggest actions for workers or automatically trigger actions of machines Feedback and continuous improvement

Table 5. Digital Thread (McKinsey 2015)

New business models to be exploit under industry 4.0 are:

1. Data driven business models (Direct monetization of collected data instead of primary product, indirect monetization of insights from collected data)
2. Platforms (technology platforms, broker platforms)
3. As-a-service business models (Perpetuation of revenue streams, new payment models)
4. Intelectual property based business models (Recurring revenue models, add-on services for primary products)

4. CONCLUSIONS

In future, it will no longer be sufficient for business success to supply highly productive and reliable machines and plants. Customers more and more prefer new advanced packages, which means for machinery and plant engineering companies that product-related services associated with the machine itself will become the center of interest (Fraunhofer 2013). The aim of this study is to evaluate the impact of the big data industry 4.0 revolution on manufacturing and identifying key trends changing the way of life for industrial organizations, their employees and value chain networks. In this study the key factors shaping the manufacturing landscape of the future factory are determined and solutions for manufacturing companies planning the transition to industry 4.0 analyzed in terms of IT integration, application management, business models, smart technologies and security management. The results of the study revealed that networking in the internet of things, data, processes and services will transform the future of manufacturing, were companies have to focus on increasing competitiveness, utilize opportunities, reducing risks and developing potential business segments. Using advanced analytics systems at expert level bare needed not only for tracking purposes, but for improving operations. The challenge is to invest in systems and skills used for optimizing the use of existing process information, centralizing or indexing data from multiple sources; the tasks for data analysts have to be enriched, since they need to be trained in spotting patterns and drawing actionable insights from big data. Manufacturer have to use emerging technologies, and redefine product life cycles. Big data is being used for optimizing production schedules based on customer, supplier, cost constraints and machine availability.

REFERENCES

Bauernhansl, T. (2014): Die vierte industrielle Revolution - der Weg in ein wertschaffendes Produktionsparadigma. Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik, pp.5-35.

Davis, R. (2015): Industry 4.0. Digitalisation for productivity and growth, European Parliamentary Research Service, PE 568.337, September 2015.

European Union (2013): Factories of the Future. Multi-annual roadmap for the contractual PPP under Horizon 2020, European Commission, ISBN: 978-92-79-31238-0.

Fraunhofer IOSP (2013): Industry 4.0 - information technology is the key element in the factory of the future. Frauenhofer Institute of Optronics, System Technologies and Image Exploitation, PR, 31.01.2013, pp.1-5.

Matzner, K. (2015): manufacturing work in transition: industry 4.0 and smart factories, Research competences of Frauenhofer IFF, ICSDM 2015, Hong Kong, 30.05.2016

Mc Kinsey Digital (2015): Industry 4.0. How to navigate digitalization of the manufacturing sector. URL: https://www.mckinsey.de/2015-03-16/how-navigate-digitization-manufacturing-sector

TÜRKİYE'DE ASANSÖR İMALAT SANAYİNİN DURUMUNUN İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ BAKIMINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Nimet Eryiğit
Ordu Üniversitesi

Gürol Özcüre
Ordu Üniversitesi

ÖZET

Asansör imalat sanayi ülkemizde özellikle 1950'li yıllardan sonra ivme kazanmış ve bütünüyle dış ülkelerden satın alma durumunu geride bırakarak, montaj ve parça imalatı alanlarında yerli sektör yaratmıştır. Asansörler yapım ve montaj açısından göz önüne alındığında riski yüksek, dikkat ve özen gösterilmesi gereken bir iş koludur. Asansörlerde iş sağlığı ve güvenliği (İSG) açısından oluşabilecek tehlikeler düşmeye karşı korunma, asansörün hareketi sırasında korunma, enerjinin kontrolü ve korunma, ve tehlikeli işlemler ve korunma başlıkları altında incelenmektedir. Türk asansör sektörünün en önemli ve en temel sorunu Ar-Ge alt yapısının güçlendirilmesine yönelik çalışmaların azlığı ya da bütünüyle yetersiz oluşudur. Asansör sektöründe yerli bir markaya ihtiyaç olduğu, bu konuda gereken desteklerin ise asansör işletmelerinin bir araya gelerek dünyada rekabet oluşturacak bir yapıya kavuşarak kümeleşmelerinden geçtiği, eğitim ve nitelikli insan gücünün sektörün bir başka sorunu olduğu, ayrıca Ar-Ge merkezine ihtiyaç duyulduğu konuları ülkemizin gündeminde yer almaktadır. Bu çalışmada asansör sektörünün Türkiye'deki durumu iş sağlığı ve güvenliği kapsamında değerlendirilmektedir.

Anahtar Sözcükler: Asansör İmalat Sanayi, Türkiye, İş Sağlığı ve Güvenliği.

EVALUATION ABOUT THE ELEVATOR MANUFACTURING INDUSTRY IN TURKEY WITHIN THE FRAMEWORK OF OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY

ABSTRACT

Elevator manufacturing industry in our country gained momentum especially after 1950s, leaving behind the situation of wholly purchasing from foreign countries to creating space for assembly and component production in the domestic industry. Given the high risk in terms of construction and installation, elavator industry is a business, which needs care and attention. Hazards in elevators in terms of occupational health and safety (OHS) are examined under the titles of protection against falls, protection during the movement of the elevators, energy control and prevention, dangerous operations and protection. The most important and most fundamental problem of Turkish elevator sector is the lack of or entirely inadequate efforts to strengthen the infrastructure of R & D. The need for a local brand in the elevator industry, the support in this regard through meeting and attaining a clustering structure to create competition worldwide, education and qualified manpower as the other problems of the sector as well as the needed R&D center issues are located in our country's agenda. In this study, the situation of the elevator industry is being evaluated within the framework of occupational health and safety in Turkey.

Key Words: Elevator Manufacturing Industry, Turkey, Occupational Health and Safety.

1. GİRİŞ

Asansör ve skipli yük kaldırıcıları ülkemizde 1950'li yıllarda sektörel düzeyde hareket kazanmış, bütünüyle ithalat yoluyla teminden montaj ve parça imalatı düzeylerine gelişim göstermiştir (Sanayi Genel Müdürlüğü, 2015/1). Özellikle de 1990'lı yıllarda büyüme kaydetmiştir. Cirosu diğer sektörlere nazaran düşük olsa da işlevi bakımından ülke sanayisi ve ekonomisi için oldukça önemlidir (Sarıçay, 2012).

Türk asansör sektöründe montaj, parça imalatı, bakım ve modernizasyon faaliyetlerinde 3000'e yakın işletme yer almaktadır (Targıt, 2015). Türk asansör sektörü günümüzde dünya pazarlarında önemli bir paya sahiptir. 2011 yılı verilerine göre, Dünya'da asansör sektöründe ihracat yapan ülkeler arasında 22. sırada yer almıştır. 5 kat ve üzerindeki yapılarda asansör kullanıldığı durumda ülkemizde halihazırda kullanılan asansör sayısı 830 binin üzerinde olup her yıl yaklaşık 100 bin yeni asansör piyasaya sunulmaktadır. Asansörlerin günlük yaşamımızdaki yaygın kullanımı, makine piyasasında önemli bir paya sahip olması sonucunu da beraberinde getirmektedir. Büyük bir pazara sahip olan bu alanda çalışanların sayısı da dolayısıyla her geçen gün artış kaydetmektedir. Türkiye asansör sanayinde dünyada 22. sırada yer almasına rağmen, yan sanayi alanında, özellikle, parça üretimi konusunda yerli işletmeler ve sayısı az da olsa yabancı ortaklıkların oluşturduğu işletmelerle birlikte dünyanın Çin, Almanya, İtalya, İspanya ile ilk beşte yer alan bir parça üreticisi konumuna gelmiştir.

Asansörlerde yaşanan iş kazalarının büyük bir çoğunluğu asansörün montajı ve kontrolü sırasında oluşmaktadır. Kazaların çoğunluğu kurulum ve kontrol aşamalarında gerçekleştiğinden dolayı gerek bina sorumlularının bu hizmetleri alırlarken İSG ile ilgili sorumlulukları ayrıntılı ve yazılı olarak kayıt altına alması, gerekse de hizmet sağlayıcılardan güvenlik önlemlerini kullanmalarını talep etmeleri gerekmektedir.

Bu üretim sürecinde İSG açısından düşmeye karşı koruma; korkuluk, çalışan yakalama düzeneği ve düşmeyi önleme sistemiyle sağlanmaktadır (Ak, 2014). Asansör montaj sektöründe İSG açısından Conformité Européene (CE)- (Avrupa'ya Uygunluk) işaretlemesi çalışmalarının yeri ve önemi büyüktür. CE işaretlemesi ile ilgili sertifikalandırma sürecinin sağlıklı yürütülmesi, sertifika düzenleme yetkisi olan onaylanmış kuruluşların yeterliliklerinin sürekli takibi ve yanlış ve/veya uygunsuz işaretleme yapan üreticilerin zamanında tespiti, daha güvenli asansörlerin montajını ve kullanımını, dolayısıyla da kazaların azalmasını beraberinde sağlayacaktır.

Sektörün genel yapısı incelendiğinde, asansör işletmelerinin hazır proje uygulamaları ile üretimin içerisinde yer aldıkları göze çarpmaktadır. Çoğu işletmenin kendi proje uygulamalarını üretmesi ve geliştirmesi gerekliyken, işletmelerin Ar-Ge faaliyetlerine yönlendirilebilmesi için finansal desteklerin gerekli olduğu anlaşılmaktadır (Sanayi Genel Müdürlüğü, 2015/2). Türk asansör sektörü gerek montaj gerekse bakım ve servis hizmetleri açısından yaygın bir sektör yapısıyla istihdama önemli katkı sağlamaktadır. Ayrıca yıllık kontrollerde etkin olan A tipi muayene kuruluşlarının kendi bünyelerindeki istihdamları ile de önemli ölçüde katma değer yaratmaktadır (Sanayi Genel Müdürlüğü, 2016).

2. TÜRKİYE'DE ASANSÖR SEKTÖRÜNÜN DURUMU

Asansör tesisatının üretim ve montajını gerçekleştiren işletmelerin güvenlik parçalarını gerekli standartlara uygun yapmaması; kullanım sürecinde ise bakım işletmelerinin düzenli bakım yapmamaları sonucu şikayet ve kazalar yaşanmaktadır. Alanda sahip olunan bilgi ve deneyimle katma değer elde edilebilmesi için tasarımda ulaşılan seviyenin geliştirilerek yaygın kullanımının sağlanması, ayrıca yerli malzeme üretim ve kullanımının teşviki gereklidir. Avrupa Birliği'ne (AB) entegrasyon sürecinde ulusal düzenlemelerin uyumlaştırılması çalışmaları ülkemizdeki asansör sanayinin koşulları da dikkate alınarak gerçekleştirilmelidir (Mühendis ve Makine, 2008).

2.1. İhracat

Türk asansör sektöründe ihracat önceleri yalnızca komşu ülkelere yapılmış; günümüzde ise dünyanın her bölgesine yapılmaya başlamıştır. Asansör sektörünü inşaat sektörüyle bir arada değerlendirmek gerekmektedir. İran, Irak, Rusya, Kazakistan, Gürcistan, İsrail, Bulgaristan, Sırbistan, Azerbaycan ve Cezayir ülkemizin başlıca ihracat pazarları durumundadır. Dünyanın en büyük ithalatçısı olan Rusya, Türkiye'nin ihracatının %12'sini oluşturmaktadır; ancak, bu pazardaki potansiyel üzerinde daha fazla durulmalıdır. Dünyanın 10. büyük ithalatçısı olan Suudi Arabistan'da ise pay %2 civarındadır; yine, bu ülkeye ihracat potansiyeli de dış pazar olarak değerlendirilmelidir. Ayrıca, dünyanın 19. büyük ithalatçısı olan İsrail'in de potansiyeli yüksek hızda büyümektedir (Sarıçay, 2012).

2.2. Kümelenme

Üretim hacmi açısından dünyada önemli yer edinen Türk asansör sektörü uluslararası ticaret ve küresel rekabet anlamında gelişmek ve büyümek durumundadır. Kümelenme; sektörel anlamda yatay ve dikey bağlantılı işletmelerin, destekleyen örgütlerle birlikte yerelde yoğunlaşmalarıdır. Bu yolla küçük ve orta

büyüklükteki işletmelerin (KOBİ'ler) ölçek ekonomisinden yararlanmaları, tedarik maliyetlerini düşürmeleri, finansman sorunlarının çözülmesi, satışlarının desteklenmesi, böylece de küresel pazarda rekabet avantajı elde etmeleri sağlanabilmektedir. Gerek Türk sanayisinde gerekse de asansör sektöründe önemli paya sahip olan KOBİ'lerin ihracat hedeflerine ulaşabilmeleri için örgütlenme, bilgi, tecrübe, sermaye ve işgücü oldukça önemlidir. KOBİ'ler güçlerini ve deneyimlerini bir araya getirerek ve ihracatlarını bir elden yürüterek performanslarını artırma şansına sahiptirler. İhracat hedefleyen KOBİ'lerin sermaye ve bilgi eksikliği ortak girişimleri zorunlu kılmaktadır. Ülkemizde Ekonomi Bakanlığı İhracat Genel Müdürlüğü KOBİ ve Kümelenme Daire Başkanlığı tarafından yürütülen Uluslararası Rekabetçiliğin Geliştirilmesinin Desteklenmesi (UR-GE) programı dahilinde; proje ve kümelenme yaklaşımında yerel dinamiklerin harekete geçirilmesine olanak sağlanmakta ve işbirliği kuruluşlarının önderliğinde (dernek, birlik, oda v.s.) ihracat seferberliği başlatılmaktadır. İşletmelerin ortak ihtiyaç analizi, eğitim ve danışmanlık hizmetleri, tanıtım, marka, işgücü gibi ihracat hedefleyen faaliyetlerinin maliyetleri %75 oranına kadar desteklenmektedir. Ortak pazar araştırmaları, pazar ziyaretleri, ticaret heyetleri, fuar ziyaretleri, küme tanıtımı gibi faaliyetlere de sayıları beş ile sınırlandırılmak koşuluyla faaliyet başına 150 bin dolar katkı verilmektedir. 10 adeti geçmemek ve faaliyet başına 100 bin dolar olmak üzere de ulaşım, konaklama ve tanıtım giderlerinden oluşan 'Alım Heyeti' desteği sağlanmaktadır. Bu araştırmanın yapıldığı tarih itibarıyla 17 il derneği bulunan ve üretim hacmince dünyanın önde gelen ülkeleri arasında yer alan Türk asansör sektörü ne yazık ki UR-GE projelerinden faydalanmamaktadır. Günümüz koşullarında Türk asansör sektöründe en az beş ayrı kümelenme oluşturulma kapasitesi mevcuttur. Derneklerin de destekleriyle gerçekleşecek kümelenme ve UR-GE çalışmaları sektörün gelişmesini ve büyümesini sağlayacaktır (Şerefli, 2014).

Türk asansör sektöründe nitelikli işgücü sorununa bir an önce çözüm sağlanmalıdır. Merdiven altı üreticiler ve bakım işletmelerinin yol açtığı haksız rekabet oluşumunun önüne geçilmelidir. İşletmelerinin kuruluşu ve sürdürülebilirliği ile ilgili standartlar henüz kabul edilmiş değildir. 2 yıl faaliyet gösterdikten sonra bu sektördeki bir işletmenin kapanması dahi söz konusu olabilmektedir. Bu ise gerek kurucular gerekse de tüketiciler açısından sağlıksız ürünlerin piyasaya sürülmesi ve sürdürülebilirliğin sağlanamaması sonuçlarını doğurmaktadır. Öte yandan, denetim yapan işletmelerin de nitelikli işgücü problemleri vardır. Türk asansör sektöründe fazla sayıda dernek kurulmuş olması bu derneklerin arasındaki işbirliğini zorlaştırmaktadır. Kümelenme ile ilgili ise sorunlar yaşanmaktadır ve bu sorun çözülmelidir (İSO, 2014).

3. İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ BAKIMINDAN ASANSÖR SEKTÖRÜ

Genel anlamda asansör kazaları "kullanıcı kazaları" ve "iş kazaları" olmak üzere iki başlıkta incelenmektedir. Asansör kullanılmaya başlanmadan önce asansör kuyusunda, makine dairesinde ya da asansör kabininde yaşanan kazalar iş kazasıdır. Bu kapsamda oluşabilecek kazaların başlıca nedenleri; kişisel koruyucu donanımların yetersizliği, yetkisiz müdahale, tehlikeli hareket ve durumlar, güvensiz parça kullanımı, güvenlik mesafelerine uyulmaması, bakımsız asansörler, denetim ve eğitim eksiklikleridir (Ünal ve Aykaç, 2010).

1980'li yıllarla birlikte gelen neo-liberal ekonomi politikaları işgücü piyasası esnekliği ile birlikte güvencesiz çalışmanın da yaygınlaşmasına neden olmaktadır. Bu durumda, çalışanlar düşük ücretlerle, organizasyonlaşma yoksunluğuyla ve yaşam haklarını yitirme riskiyle yüz yüze gelmektedirler (Güler, 2015).

OHSAS 18001 iş sağlığı ve güvenliği, ISO 14001 çevre yönetimi ve ISO 9001 kalite yönetimi sistemlerini birleştiren BYS'nin (Birleştirilmiş Yönetim Sistemi) (Integrated Management System) (IMS) uygulanması ile ilgili iç faktörler: 1. İnsan Kaynakları, 2. Örgütsel Yapı, 3. İşletme Kültürü ve 4. Anlayış ve Algılama'dır. Dış faktörler ise 1. Teknik Kılavuzluk, 2. Sertifikalandırma Yapısı, 3. Paydaşlar ve Müşteriler ve 4. Kurumsal Çevre'dir. BYS'nin etkili uygulanabilmesi için stratejik sinerji, örgütsel yapı-kaynak-kültür sinerjisi ve belgeleme sinerjisinden oluşan çok aşamalı bir sinerji modeli önerilmiştir (Zeng v.d., 2010).

İSG kapsamında pozitif kültürü olan işletmelerde karşılıklı güvene dayanan iletişim, iş sağlığı ve güvenliği anlamında paylaşılan algılama yeteneği mevcuttur. Dolayısıyla da risklere karşı tehlike seviyesinin azaltılmasına ilişkin alınması gereken tedbirlerin gerekliliği tartışılmamaktadır (Tutsak, 2013).

3.1. Asansör Sektöründe İSG Bakımından Riskler

3.1.1. Kullanıcılar

Asansör kabininin katta olmaması, kabin ile kat arasına sıkışma (özellikle çocukların veya uzun elbise giymiş kadınların), asansör kabininin taşıma kapasitesine göre büyük yapılması ve aşırı yüklenme neticesinde kabinin istemsiz hareketi, elektriksel emniyet devrelerinin devre dışı bırakılması, mekanik

emniyet devrelerinin devre dışı bırakılması, sadece yük taşıma amaçlı yapılan asansörlerin insan taşımacılığında da kullanması, emniyet kapısı olmayan asansörlerde yüklerin kapıya yakın konulması ve kişinin yük ve kabin arasına sıkışması, asansör kabininin herhangi bir sebepten en alt katta duramayıp aşağıya vurması, tamponların olmaması veya etkisiz olması ve kurtarma faaliyeti yapılırken yaşanan düşmeler (EMO, 2014).

3.1.2. Çalışanlar

Asansör montajında iskele kullanılmaması sonucu düşme, emniyet kemeri ve baret takılmaması sonucu oluşan kazalar, kuyu iç yüzeyinde kesici ve delici kısımların bulunması ya da kuyu duvarlarındaki açıklıklarının fazla olması, kuyu aydınlatmasının montaj öncesinden yapılmamış olması, yetkisiz firmaların sertifikasız, vasıfsız işçi çalıştırması, montaj kurallarına ve iş güvenliğine uymadan güvensiz çalışma, servis personelinin kuyu dibine inişte veya makine dairesine çıkışta düşmesi, giyilen iş elbisesinin uygun olmamasından kaynaklı dönen aksamlara takılması, yetersiz kuyu dibi ve kuyu üst boşluklarına sıkışma, makine dairesinde dönen aksamların korumasının olmamasından kaynaklanan sıkışma ve ezilme, dönen kısımların üstünde bulunan yetersiz mesafeler, asansör kuyusundan asansöre ait olmayan bir tesisatın geçirilmesi sırasında (anten tesisatı, su tesisatı, elektrik tesisatı gibi), makine dairesine yetkisiz kişilerin girmesi ile oluşan kazalar (anten aksamlarının tamiri sırasında, çatı tamirine veya çanak anten tamirine çıkan elemanın makine dairesinden geçmeye çalışması sonucu oluşan kazalar, inşaat ortamında kapı önlerinin açık olması sebebiyle kuyuya düşmeler (EMO, 2014).

3.2. Türkiye'de İSG Yönüyle Asansör Sektörü

Ülkemiz dünyada iş kazaları ve meslek hastaları bakımından ne yazık ki ilk sıralarda yer almaktadır. 2003 yılı sonrasında AB yönergelerine uygun olarak çıkartılan yönetmelikler dışında hiçbir hukuki düzenlemede işverenin İSG uygulamaları ile ilgili olarak dikey ve yatay organizasyon düzenlemesi esaslarına yer verilmemektedir. İşveren genel organizasyon olarak İSG yapılandırmasını sağlarken, aynı zamanda dikey ve yatay bütünleştirmeyi de özel organizasyon seviyesinde gerçekleştirmelidir (Balkır, 2012).

5 Ekim 2013 tarihli ve 29786 sayılı Resmi Gazete'de Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı (ÇSGB) tarafından yayımlanan "Yapı İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği" (madenler dışında) tüm yapı işlerinin yapıldığı işyerlerine uygulanmak üzere 20.6.2012 tarihli 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununa ve Avrupa Birliği'nin 24.06.1992 tarihli 92/57/EEC sayılı Konsey Yönergesine uygun olarak hazırlanan Yönetmelik yürürlüğe girmiştir. Yönetmeliğin işverenlerin sorumluluklarını düzenleyen 5.ç maddesine göre; "tesis ve ekipmanın kullanılmaya başlamadan önce ve periyodik olarak teknik bakım ve kontrollerinin yapılmasını" ve kullanılan makine, araç, ekipman, malzeme ve çalışma yöntemleri hakkındaki 14.1-2 maddeleri uyarınca; "*yapı işlerinin yapıldığı işyerlerinde kullanılan makine, araç, ekipman, malzeme ve çalışma yöntemlerinin ilgili teknik mevzuata ve iş sağlığı ve güvenliği yönünden kabul görmüş, uyumlaştırılmış ulusal veya uluslararası standartlara uygun olmasını, mekanik ve elektrikli ekipmanın seçimi, kurulması, uygun yerlere yerleştirilmesi, hizmete alınması, işletilmesi ve bakımında, çalışanların sağlık ve güvenliği için, bu Yönetmelik hükümleri ile 3/3/2009 tarihli ve 27158 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Makina Emniyeti Yönetmeliği (2006/42/AT) ile İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği hükümlerini dikkate alır*".

Birçok sektörde faaliyet gösteren firmada İSG Kurulları oluşturulmuş ve çalışanların temsilcileri de bu kurullarda görev yapmaktadır. Türkiye'de İş Sağlığı ve Güvenliği Komiteleri'nin işletmelerde kurulması oran olarak %40.9'a ulaşmıştır. Bu da AB üyesi ve aday ülkelerin de aralarında bulunduğu 36 ülkeden oluşan EU-OSHA araştırmasının 2014 sonuçlarına göre iyi bir performans düzeyine işaret etmektedir. Almanya'da ise bu oran %24.5 düzeyinde kalmakta,Danimarka %49.9 ile en yüksek düzeye ulaşmaktadır. Portekiz %10.9, İtalya %10 İSG Komitelerinin düşük oranda kurulduğu ülkeler arasındadır (Osha.europa.eu, 2016).

4. ÖNERİLER

Ülkemizdeki yerli asansör işletmelerinin "Yerli Malı Tebliği"[1] kapsamında kamunun ürün alım ihalelerinde avantaj elde etmeleri için yerli üretime yönelmeleri, özellikle de altyapı yatırımlarında bu tebliğden yararlanmaları gerekmektedir. Asansör sektörünün gelişmesi; insan ve canlıların korunması temelinde ülkemizde sanayinin rekabet gücünü ve verimliliğini artırarak, ihracatta yüksek pay alan, ileri teknolojiye dayanan üretimin gerçekleştiği, istihdam problemi olmayan nitelikli işgücüne sahip, toplum ve çevreye duyarlı bir sanayi yapısına dönüşümüyle sağlanacaktır. Yerli, yeniliğe (inovasyon) dayanan ve çevreci üretim teşvik edilmektedir. Türkiye'de ihracatın yaklaşık rakam olarak %94'ünü sanayi ürünleri oluşturmaktadır. Teknolojik ürün deneyim belgesi ile kamu destekleriyle Ar-Ge faaliyeti yürüten, ürün

[1] Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından 13 Eylül 2014 tarih ve 29118 sayılı Resmi Gazete'de "Yerli Malı Tebliği" (SGM 2014/35) yayımlanarak yürürlüğe girmiştir.

yaratan ve üreten işletmelere kamu alımları sağlanmaktadır. TÜBİTAK, KOSGEB ve Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı bu anlamda destekler sunmaktadır. Sanayi İşbirliği Programı (SİP) çerçevesinde kamunun alım gücü önemli bir araç olarak değerlendirilmektedir. SİP'le ulaştırma, enerji ve sağlık sektörleri gibi kamunun yüksek teknoloji içeren ve büyük maliyet gerektiren alımlarında Türkiye'de üretim ve teknoloji yeteneklerinin geliştirilmesinin yanı sıra, uluslararası işletmelerle kurulan ticari ilişkiler ve fayda ilkeleri dahilinde işbirliklerinin arttırılması hedeflenmektedir. Gümrük Birliği ile Türk ulusal mevzuatı Avrupa Birliği (AB) teknik mevzuatına uyumlu hale getirilmiş ve kullanıcıların temel can ve mal güvenlikleri ön plana çıkarılmıştır. Piyasa gözetimi ve denetimi verilerine bakıldığında görünen odur ki idari yaptırım en fazla asansör işletmelerine uygulanmaktadır. Sektörde insana odaklanan tasarım ve montaj faaliyetlerinde bulunulması son derece önemli olarak karşımıza çıkmaktadır (Asansör Vizyon, 2015).

Mühendisler eğitim süreçlerinin sonrasındaki aktif çalışma yaşamlarında disiplinlerarası hareket edebilmelidirler. Üniversiteler, meslek odalarıyla birlikte aktif çalışma yaşamındaki mezunlara eğitim faaliyetlerine, gerek danışman gerekse de eğitici olarak katkı sağlamalıdırlar. Meslek içi eğitim meslek odaları tarafından eğitimli ve tecrübeli sanayi ve üniversite çalışanlarından destek alınarak gerçekleştirilmelidir. Meslek içi eğitimin sanayi kuruluşları tarafından ihtiyaçlar doğrultusunda şekillendirilmesi ve maddi olarak katkıda bulunulması önemlidir (Babalık, 2006). Her alanda olduğu gibi asansör teknolojileri alanında da hızlı gelişim ve değişimin yaşandığı günümüz koşullarında üniversitelerde, meslek liseleri ve yüksek okullarında konuyla ilgili seçmeli dersler planlanmalıdır (Mühendis ve Makina, 2008).

Ülkemizde asansör sektörü rekabet avantajı yakalayabilmek üzere tasarım, proje, malzeme, montaj, risk analizi, bakım, revizyon, kontrol, iş güvenliği, enerji verimliliği, tüze ve standartlarla ilgili her türlü uygulamalı ve teorik bilgi için alanında uzmanlaşmış mühendislere başvurmalıdır (Aydın, 2012). Sektörün gelişmesi bu alanın "mühendislik alanı" olarak görülmesi ile sağlanabilecektir. Bu süreçte meslek odalarıyla birlikte hareket edilmesi de son derece önemlidir (Mühendis ve Makina, 2008).

Mühendisler ve istihdam açısından bakıldığında özellikle yerli üretimin artırılması ve Ar-Ge yoğun bir sektör talep ediliyor olması bazı gereklilikleri de beraberinde getirmektedir. Keza; mühendisler yalnızca imzalarına başvurulan değil; üretim süreçlerinde aktif anlamda yer almayı talep eden nitelikli işgücüdür. İş doyumlarını ancak ve ancak ürettikleri ve katma değer yarattıkları zaman elde edebilmektedirler; dolayısıyla da iş güvenceleri ve kazançları da buna paralel artacaktır (Elektrik Mühendisleri Odası, 2009).

5. SONUÇ

İnşaat sektörüyle birlikte ele alınan asansör sektörünün ülkemizdeki genel değerlendirmesini yapmak gerekirse maliyet bakımından binaya oranla düşük olsa da asansörler değer açısından oldukça önemlidir. Binada bütün kullanıcıları ilk karşılayan görevi görmesiyle gerek görsellik, gerek kullanışlılık, gerekse de güvenlik anlamında önemli bir işlevi yerine getirmektedirler. AB'ye uyum sürecinde uygulamaya koyulan düzenlemelerde mühendislik yetenekleri değerlendirilmeli ve ön plana çıkarılmalıdır. Gerek yapımı, gerekse de kullanımı sürecinde önemli işlevselliğe sahip olan asansörlerin denetim mekanizmalarında da kesinlikle mühendisler rol almalıdırlar. Kümelenmeye ilişkin problemler de aynı öneme işaret etmektedir. Keza iş doyumu yaşayan Ar-Ge personeli ile ancak yenilikler yaratılabilecektir. İSG kapsamındaki düzenlemeler de mühendislerin denetimiyle gerçekleştirilmeli, böylelikle riskler minimize edilmelidir. İhracat anlamında iyi bir paya sahip olsak da teknolojik gelişmelerin hızla yaşandığı asansör sektöründe kamu denetim mekanizmaları mühendislerin de desteğiyle geliştirilmeli, Ar-Ge yoğun bir sektör durumuna getirilmelidir. Yaşanabilecek İSG kapsamındaki riskler de böylelikle elimine edilebilecektir. İSG her şeyden önce profesyonel çalışma koşullarını gerektirmektedir. Kümelenme problemini de aşarak Türk asansör sektörü Ar-Ge yoğun kimliğine ancak ve ancak istihdamın nitelik kazanmasıyla erişecektir. Meslek okullarının ve liselerinin, üniversite ders programlarının; ayrıca sanayi işbirliğinin nitelikli işgücüne muhakkak ki katkısı olacaktır.

KAYNAKÇA

Ak, H. B. (2014), "Asansör, Yürüyen Merdiven ve Yollarda İş Sağlığı ve Güvenliği", Asansör Sempozyumu, 25-27 Eylül, İzmir, 171-179.

Asansör Vizyon, 2015 http://www.asansorvizyon.net/Haberler-TCBilimSanayiveTeknolojiBakaniFikriISIKAsansorsektorunungelismesiinsanvecanlilarinkorunmasitemelindeyenibir'AsansorEylemPlani'acikladik-597 (Erişim: 19.06.2016).

Aydın, B. (2012), "Yapı Sürecinin Ayrılmaz Parçası Asansörler", BEST, 01.02.2012, 166-174.

Babalık, F. C. (2006), "Asansör Sektöründe Üniversite-Meslek Odaları-Sanayi İşbirliği Zorunluluğu", Asansör Sempozyumu, 14-16 Nisan, İzmir, www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/96e26484a1bf677_ek.pdf.

Balkır, Z. G. (2012), "İş Sağlığı ve Güvenliği Hakkının Korunması: İşverenin İş Sağlığı ve Güvenliği Organizasyonu", Sosyal Güvenlik Dergisi, 2 (1), 56-91.

Elektrik Mühendisleri Odası (EMO) (2009), "Asansör Meslek Alanına Yönelik Düzenlemeler", http://www.emo.org.tr/ekler/82d8ba9c918ad26_ek.pdf.

Elektrik Mühendisleri Odası (2014), "Asansör Meslek Alanı ve EMO", Ankara Şubesi. http://www.emo.org.tr/ekler/ae5d25a532279bd_ek.pdf?tipi=4&turu=H&sube=14.

Güler, M. A. (2015), "Ulusal İstihdam Stratejisi Bağlamında Türkiye'de Güvencesiz Çalışma", Çalışma ve Toplum, 3, 155-190.

İSO (2014) http://www.iso.org.tr/meslek-komiteleri/27-grup/haberler/27-ve-28-grup-meslek-komiteleri-toplantisi-odamiz-asansor-imalatcilarinin-katilimi-ile-gerceklestirildi/ (Erişim: 19.06.2016).

Mühendis ve Makina (2008), "Asansör Sektörü "Korsan" Firmalara Teslim", 49 (581), 33-41.

Osha.europa.eu, (2016), "Turkey", (çevrimiçi) https://osha.europa.eu/en/about-eu-osha/national-focal-points/turkey.

Sanayi Genel Müdürlüğü (2015/1), Asansör Sektörü Raporu, T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı.

Sanayi Genel Müdürlüğü (2015/2), Asansör Sektörü Raporu, T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı.

Sanayi Genel Müdürlüğü (2016), Asansör Sektörü Raporu, T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı.

Sarıçay, Ö. (2012), "Asansörler, Skipli Yük Kaldırıcıları", Uluslararası Ticaret Merkez, Ürün Analizler, İSO, www.aia-istanbul.org/files/bilgibankasi/pazarlar/itc/842810.**pdf.**

Şerefli, Ö (2014). http://www.asansorvizyon.net/Makaleler-IhracatinvekrizyonetimininyenienstrumaniKUMELENME-111 (Erişim: 19.06.2016).

Targıt, S. (2015), "Asansör Sektörü Hedef Pazarlara Odaklandı", Mercek- Asansör, www.dunyainsaat.com.tr, s. 84. (Erişim: 19.06.2016).

Tutsak, M. (2013), "Asansör ve Yürüyen Merdivenlerde İşçi Sağlığı ve Güvenliği", EMO Yayın No: EK/2013/5032.

Ünal, M. Ö. ve Aykaç, B. (2010), "Yapı İşlerinde Asansör Kazaları ve Güvenlik Önlemleri", International Journal Of Engineering Research And Development, 2 (2), 13-19.

Zeng, S. X., Tam, C. M. ve Tam, V. W. Y. (2010), "Integrating Safety, Environmental and Quality Risks for Project Management Using a FMEA Method", Economics of Engineering Decisions, 21 (1), 44-52.

MÜŞTERİNİN ALGILADIĞI DEĞERİ ARTTIRMAK İÇİN KALİTE FONKSİYONU GÖÇERİMİ UYGULAMASI

Zeynep Gergin Alptuğ
İstanbul Kültür Üniversitesi

Ömer Aktüre
İstanbul Kültür Üniversitesi

Muhammed Furkan Yurt
İstanbul Kültür Üniversitesi

Mert Akbaş
İstanbul Kültür Üniversitesi

ÖZET

Marka algısı müşterinin markaya dair yargılarını kapsar ve üç alt faktör ile ölçülür. 'İlişki değeri' müşterinin markaya bağlanmasına neden olan ölçütleri belirler. 'Marka değeri' markanın bilinirliği ve kurumsal etik ile biçimlenir. 'Algılanan objektif değer' müşterinin üründen aldığı toplam faydaya değer biçmesidir ve kalite ile ilişkilidir. Böylece kalitenin arttırılması müşteri algısının yükseltilmesine hizmet edecektir. Kalite Fonksiyonu Göçerimi, müşteri beklentilerini teknik özellikler ile ilişkilendirerek, kalitenin beklentiler doğrultusunda iyileştirilmesini sağlayan bir araçtır. KFG uygulamasıyla yapılacak kalite iyileştirmeleri neticesinde marka algısının arttırılması da başarılacaktır. Bu çalışmada taşınabilir şarj cihazları marka algısının arttırılması için KFG uygulaması yapılmıştır. Geliştirilen anket satış elemanları ve tüketicilerden oluşan iki farklı örneklem gurubu tarafından cevaplanmıştır. Anket sonuçlarıyla müşteri algısı değerlendirilmiş, KFG matrisi yapılandırılarak analiz edilmiştir. Mevcut müşteri algısının üç alt faktör bazında açılımı ve iyileştirme önerileri firmaya sunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Algılanan Objektif Değer, Kalite Fonksiyonu Göçerimi, Marka Algısı

ABSTRACT

Brand perception means the perceptions of the customer for the product and measured with three factors. 'Relationship equity' defines the measures that connect the customer to the product. 'Brand equity' is the results of brand awareness and company ethics. 'Perceived objective value' is described as degree of meeting the customer expectations, and it is associated with the quality term. Hence, improving quality would serve in increased brand perception. Quality Function Deployment is a tool that connects customer requirements with technical specifications, and provides quality improvement towards expectations. Quality improvements with QFD studies would succeed in increasing brand perception. In this study, a QFD study is implemented for increasing brand awareness of mobile power banks. A questionnaire is developed and applied for two different sample groups such as, consumers and sellers. Brand perception is evaluated, QFD matrix is structured and analyzed with the results of the questionnaire. Three factors of the brand perception and improvement proposals are reported to the company.

Keywords: Value Equity, Quality Function Deployment, Brand perception

1.GİRİŞ

Satın alma kararını belirleyen en önemli faktörlerden biri olan marka algısı, müşterinin markaya karşı olan yargı, düşüncele ve duygularının bütününü kapsamak suretiyle tüketicinin özellikle belirli bir markayı tercih etmesini sağlayan bir olgudur (Hellier v.d., 2003). Marka algısı, ilişki değeri, marka değeri ve algılanan objektif değer olarak sıralanan üç alt faktör ile ölçülür. 'İlişki değeri', ilişki eşitliği olarak da anılır ve müşteri ile marka arasındaki ilişkidir. Müşterinin başka bir marka yerine o markaya bağlanmasına neden olan ölçütleri belirler. 'Marka eşitliği' olarak da adlandırılan marka değeri faktörü, markanın bilinirliği ve kurumsal etik uygulamaları ile biçimlenir. 'Algılanan objektif değer' faktörü, değer eşitliği olarak da ifade edilir. Müşterilerin üründen alınan toplam faydaya değer biçmeleridir ve marka tarafından verilen servis ve ürünü müşterinin nasıl algıladığı ile ilgilidir. Algılanan objektif değer, müşteri beklentilerinin karşılanma derecesi olarak tanımlanan kalite kavramı ile ilişkilidir. Bu bağlamda, ürün kalitesinin arttırılmasının, müşteri algısının yükseltilmesine hizmet edeceği ifade edilebilir. Kalite Fonksiyonu Göçerimi (KFG) üretim süreçlerinin müşteri gereksinimlerine göre yapılandırılması amacıyla geliştirilmiş stratejik bir araçtır (Akao, 1990). Bu yöntem ile kalite evi olarak adlandırılan bir matris üzerinde, müşterilerin beklentileri ürünün teknik spesifikasyonları ile ilişkilendirilerek, ürün kalitesinin müşteri ihtiyaçları doğrultusunda iyileştirilmesi sağlanır (Franceschini, 2001). KFG uygulaması yönlendirmesiyle verilen ürün iyileştirme kararlarıyla sağlanacak etkin kalite iyileştirmeleri neticesinde marka algısının arttırılması da başarılacaktır.

Bu çalışmada mobil cihazlar için taşınabilir şarj cihazı, kulaklık, data kablosu ve benzeri aksesuarlar üreten bir firmada, mevcut müşteri algısının ölçülmesi ve bir taşınabilir şarj cihazını iyileştirilmesiyle marka algısının arttırılmasını hedefleyen KFG uygulaması yapılmıştır. Bu amaçlarla yapılan literatür araştırmasından sonra firma mühendis ve yöneticileri ile beraber geliştirilen anket iki farklı örneklem gurubu tarafından cevaplanmıştır; (1) mobil aksesuar satan küçük/orta ölçekli dükkanlarda ve teknoloji zincir marketlerinde görevli oldukları için marka ürünlerini ve rakiplerini tanıyan satış elemanları, (2) mobil iletişim sektöründe çalışmayan ve sadece ürünü kullanan tüketiciler. Anket sonuçları ile firmanın mevcut müşteri algısı değerlendirilmiş, KFG matrisini yapılandırmak için gereken girdiler derlenmiş ve analiz edilmiştir. Elde edilen mevcut müşteri algısı değerinin üç alt faktör bazında açılımı ve KFG ile belirlenen ürün geliştirme önerileri firmaya iyileştirme faaliyetleri için sunulmuştur.

2.METODOLOJİ

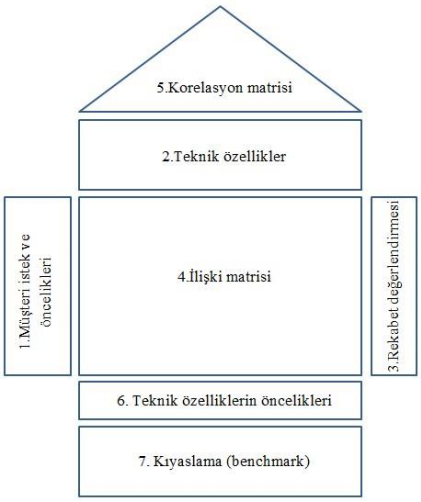
2.1. Anket Tasarımı

Bu çalışmada, marka değerini ölçmek ve KFG değerlerini anlamaya yardımcı olmak amacıyla 31 sorudan oluşan bir anket tasarlanmıştır. Anket sorularının içerisinde KFG değerlerini ölçmek için iki adet tablo bulunmaktadır. Açık uçlu olmayan sorular Evet/Hayır ve 5'li likert (1:Kesinlikle katılmıyorum; 2: Katılmıyorum; 3: Kararsızım; 4: Katılıyorum; 5: Kesinlikle katılıyorum) ölçeğinde değerlendirilmiştir. İlk beş soruda katılımcılardan yaş, cinsiyet, meslek bilgisi ve taşınabilir şarj cihazı kullanım alışkanlıkları hakkında veri alınmıştır. Ankette "marka değerini" ölçmek için 16 soru sorulmuştur. Bu sorularda özellikle marka farkındalığı, marka ve kurumsal etiğe karşı tutumlarını öğrenmek amaçlanmıştır. Ankette objektif değer faktörü 4 soru ile ölçülmüştür. Bu sorularla kalite, fiyat ve elverişlilik bilgileri ölçülmüştür. İlişki değerinin ölçülmesi amacıyla sorulan 4 soruda katılımcıların sadakat programları, afinite programları ve topluluk oluşturma programları hakkındaki bilgileri elde edilmiştir. Anketin uygulanmasından önce küçük bir test grubu ile güvenilirlik analizi yapılmıştır. Cronbach alfa değerleri MD (0,835), OD (0,710) ve İD (0,791) şeklinde analiz edilerek anket uygulanabilmek için uygun görülmüştür.

2.2. Kalite Fonksiyonu Göçerimi (KFG)

Kalite Fonksiyon Göçerimi 1966 yılında Profesör Yoji Akao tarafından geliştirilmiştir. Yayınlanan ilk makale "Development and Quality Assurance of New Products: A System of Quality Deployment" başlığıyla Standardizasyon ve Kalite Kontrolü adlı dergide 1972 yılında yayınlanmıştır (Akao, 1988). KFG, 1983 yılında Amerika şirketlerine "Quality Function Deployment and CWQC in Japan" başlıklı makale yardımıyla ulaşmıştır. Orijinal adı "Hinshitsu KiNo Tenkai" olan yöntemi Glenn H. Mazur bu yöntemi İngilizceye "Quality Function Deployment" şeklinde çevirmiştir. Türkçe diline ise "Kalite Fonksiyon Göçerimi" veya "Kalite Fonksiyon Yayılımı" şeklinde çevrilmiştir.

KFG müşteri beklentilerine dair ve teknik verileri matris formatında toplamayı sağlar. Bu matrislerden her birine "oda" adı verilir. Matrislerin tümüne ise "ev" denilmekte ve bu yüzden yöntemin diğer bir ismi de "kalite evi" şeklindedir (Martin ve Ishii, 2002). Bu çalışmada kullanılan KFG Matrisi Şekil 1'de gösterilmiş ve KFG adımları aşağıda listelenmiştir (Gergin v.d., 2013).



Şekil 1. KFG Matrisi

1. **Müşteri istek ve önem dereceleri**: Müşterinin üründen beklediği özellikler ve bu özelliklerin öncelik sıralamalarına dair veri toplanır. Matrisin bu bölümüne 'müşterinin sesi' de denir.
2. **Teknik özellikler:** Müşteri gereksinimlerini karşılayan ürünün teknik özelliklerinin üretim/tasarım mühendisleri tarafından tanımlandığı adımdır.
3. **Rekabet değerlendirmesi:** Müşterinin üründen beklentilerinin karşılanma derecesi müşteri bazlı veriler ile değerlendirilerek pazardaki rekabet avantaj/dezavantajı belirlenir.
4. **İlişki matrisi:** Teknik özelliklerin müşteri isteklerini karşılamadaki etki derecesi uzman görüşü ile tanımlanır. İlişkinin ölçeklendirilmesinde her biri farklı bir puan ifade eden semboller kullanılır.
5. **Korelasyon matrisi:** Teknik özelliklerin kendi aralarında ilişkilendirildiği ve Kalite Evi'nin çatısını oluşturan adımdır. Bir özellikteki artışın diğerleri üzerindeki olumlu/olumsuz etkisi ve etkinin derecesi önceden tanımlanmış bir ölçekle tanımlanır.
6. **Teknik özelliklerin öncelikleri:** Teknik özellikler ilişki matrisinde tanımlanan değerler kullanılarak puanlanır ve öncelik sıralaması belirlenir.
7. **Kıyaslama:** Müşteri bazlı rekabet değerlendirmesinde rakipler göre düşük puan alınması durumunda, işletmenin kendi ürünleri ile rakiplerin ürünleri teknik kişiler tarafından değerlendirilerek kıyaslama puanları hesaplanır. Bu puanlar iyileştirme sonrasında tekrar hesaplanarak gelişimin sayısal olarak ifade edilmesi sağlanır.

3.UYGULAMA ve SONUÇLAR

Bu çalışma mobil cihazlar için taşınabilir şarj ünitesi, kulaklık, data kablosu ve benzeri aksesuarlar üreten bir firmada uygulanmıştır. İzleyen alt bölümler anketten elde edilen mevcut marka algısı sonuçları ve verilerin derlenerek analiz edildiği KFG uygulamasını açıklamaktadır.

Anket sonuçları

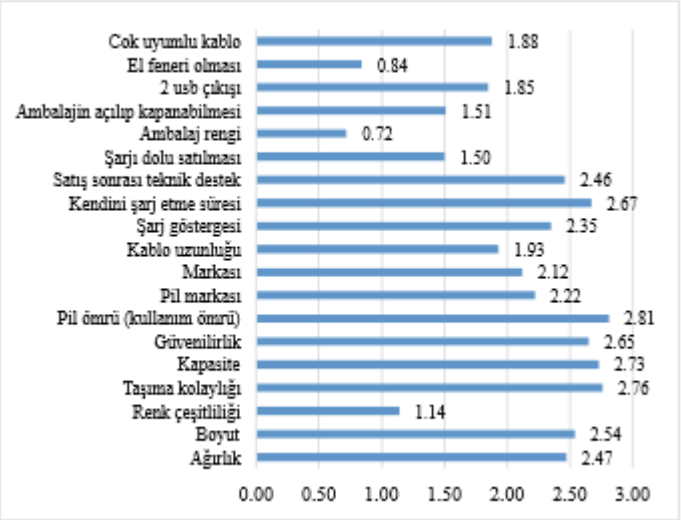
Çalışma için hazırlanan anket 60'ı 16-23, 64'ü 24-29, 15'i ise 30-36 yaş aralığında olan toplam 150 kişiye uygulanmıştır. Katılımcılar içinde 81 kişi özel sektör çalışanı, 61 kişi öğrencidir. 96 katılımcı erkek, 54 katılımcı kadındır. Katılımcılardan 67'sinin taşınabilir şarj cihazı yoktur.

3.1.1. Marka algısı

Üç alt başlık altında incelenen marka algısının anket sonuçlarına göre mevcut puanları sırasıyla algılanan objektif değer 3,58; ilişki değeri 3,40 ve marka değeri 3,50 olarak ölçülmüştür. En yüksek puanın beş olması bağlamında firmanın marka algısının iyileştirilmesine açık alanların bulunduğu ifade edilebilir. Uygulama aşaması algılanan objektif değeri iyileştirmeye hizmet edecek KFG çalışması için gereken verilerin analizi ile devam etmiştir.

3.1.2 Müşteri istek ve önem dereceleri

Taşınabilir şarj cihazları telefonlar ve diğer elektronik cihazlar için ekstra güç kaynağı olarak hizmet etmek üzere tasarlanmıştır. Bu çalışmada pazarda satışı arttırılmak istenen bir model şirket mühendisleri tarafından analiz için seçilmiştir. Ankete verilen cevaplar ile elde edilen 19 müşteri isteği ($i=1,\ldots,19$) ve önem dereceleri ($MİÖD_i$) Şekil 2'de gösterilmektedir.



Şekil 2. Müşteri istek ve önem dereceleri

3.1.3. Rekabet değerlendirmesi

Bu çalışmada üç rakip firma seçilmiştir. Her müşteri isteği için alınan marka bazında (k=1,2,3,4) ürüne verilen değerlendirme puanların (p_{ik}) müşteri istekleri önem dereceleri ($MİÖD_i$) ile çarpılmasıyla ağırlıklı ortalama puanlar bulunmuş ve bu puanların toplamı her markanın toplam rekabet puanını (TRP_k) vermiştir. Analizlere göre birinci rakip 155,812; ikinci rakip 144,933; üçüncü rakip 141,395 ve çalışılan firma 140,169 sonuçlarını almıştır. Sonuçlar uygulama yapılan firmanın 140,169 rekabet puanı ile müşteri gözünde tüm rakiplerden geride olduğunu göstermektedir.

$$TRP_{!} = \sum(p_{!"} \ x \ MİÖD_{!})$$

3.2. Teknik özellikler:

Seçilen ürün bazında, firma Ar-Ge Mühendisleri müşteri gereksinimlerinin karşılanması için 17 teknik özellik belirlemiştir ($j=1,...,17$). Bu özellikler ve seçilen ürüne ait ölçülen değerleri şöyledir;

1. **Kapasite:** 10400 mAh
2. **Pil sayısı:** 4 pil
3. **Pil ağırlığı:** 43 gram
4. **Pil türü**: Lityum-iyon pil
5. **Pil markası:** LG pil
6. **Pil kullanım ömrü**: 200 kullanım
7. **Kasa ağırlığı:** 250 gram
8. **Kasa materyali**: Plastik kasa
9. **Devre yapısı:** Korumalı basit devre
10. **Ölçüleri:** 111mm x 75mm x 22.5mm
11. **Renk seçenekleri:** Siyah ve beyaz
12. **Kablo türü:** 2000 mAh'a kadar akımı kaldırabilir
13. **Kablo uzunluğu:** 60 cm
14. **Kablo kaybı:** Akım kaybı olamayan
15. **Şarj göstergesi:** Yarı dolu şekilde
16. **Satış sonrası destek:** Arızalı ürünlerde değişim
17: **Paket tasarımı:** Açılır-kapanır r paket

3.3. İlişki matrisi

İlişki matrisi müşteri istekleri *(i)* ile teknik özellikler *(j)* arasındaki ilişkidir. Bu uygulamada kullanılan ilişki değerleri (ID_{ij}); 9: Kuvvetli ilişki, 3: Orta ilişki, 1: Zayıf ilişki olarak belirlenmiş ve üretici firmanın Ar-Ge mühendisleri tarafından puanlanmıştır. Tüm ID_{ij} değerleri Şekil 4'de verilen Kalite Evi'nde gösterilmiştir.

3.4. Korelasyon matrisi

Kalite Evi'nin çatısını oluşturan bu matris için Şekil 3'de gösterilen dört sembol tanımlanmıştır. İki teknik özellik arasındaki 'pozitif' korelasyon, bir özellik iyileştirildiğinde diğerinin olumlu etkileneceğini

gösterirken, 'negatif' korelasyon tanımlanması bir özellik iyileştirildiğinde diğerinin gerileyeceğini göstermektedir. Tanımlanan tüm korelasyonlar Şekil 4'de görülebilir.

Sembol	Tanımı
◎	Kuvvetli pozitif
+	Pozitif
–	Negatif
☆	Kuvvetli negatif

Şekil 3. Korelasyon matrisi sembolleri

3.5. Teknik özelliklerin öncelikleri

İlişki matrisinde gösterilen ilişki dereceleri ($İD_{ij}$) ve müşteri isteklerinin önem dereceleri ($MİÖD_i$) kullanılarak her teknik özelliğin önem derecesi ($TÖÖD_j$) belirlenir.

$$TÖÖD_j = \sum \left(ID_{ij} \; x \; MİÖD_i \right)$$

$TÖÖD_i$ hesaplamaları taşınabilir şarj cihazları için en önemli teknik özelliğin 109,17 puan ile kapasite olduğunu göstermektedir. Tüm $TÖÖD_i$ değerleri Şekil 4'de görülebilir.

3.6. Kıyaslamalar

Bölüm 3.1.3'de hesaplanan toplam rekabet puanları (TRP_k) bağlamında, birinci rakip iyileştirmeler yapılarak geçilebilmek üzere seçilmiştir. Firma mühendisleri rakibin seçilen ürününü inceleyerek ürünün 11 teknik spesifikasyonunu 3'lü likert ölçeğinde kıyaslamışlardır; 3: teknik spesifikasyon en iyi değerindedir, iyileştirilemez, 2: iyileştirilebilir, 1: teknik spesifikasyon için iyileştirilebilecek birden fazla olanak vardır. Ürünlerin teknik özellikler için aldığı puanlar (c_{jk}), teknik özelliğin önem derecesi ($TÖÖD_j$) ile çarpılarak ağırlıklı puanları bulunur ve bu puanların toplamı ürünlerin TKP_k'larını oluşturur. Kıyslama sonuçları ve TKP değerleri Şekil 4'de verilen Kalite Evi'nde gösterilmektedir.

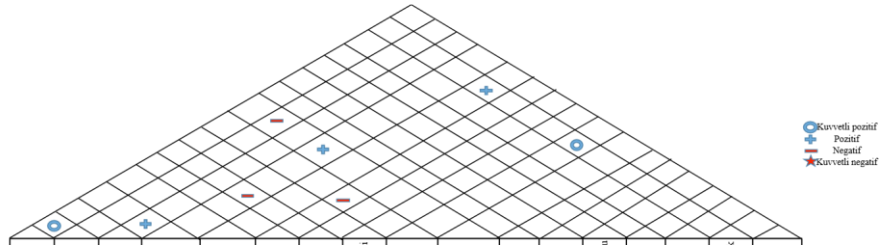
$$TKP_k = \sum \left(c_{jk} \; x \; TÖÖD_j \right)$$

Kıyaslama sonuçları rekabet avantajı yakalamak üzere seçilen rakibin 1618,45 TKP puanı ile çalışma yapılan firmanın 1580,26 TKP puanından toplam 38,19 puan önde olduğunu göstermiştir. Böylece bu farkı kapatmak üzere yapılabilecek iyileştirme önerileri oluşturulmuştur.

4. ÖNERİLER

KFG uygulamasından sonra şirket mühendisleri ile birlikte müşteri isteklerinin tatmin derecesini iyileştirebilmek için geliştirilebilecek teknik spesifikasyon seçenekleri incelenmiştir. Seçilen rakip firmayı geçmek için geliştirilen 5 iyileştirme önerisi ve toplam kıyaslama puanları üzerindeki etkileri aşağıda sıralanmıştır;

1) Batarya ömrünün iyileştirilmesi: Değerlendirmelere göre ürünün batarya ömrü iyileştirildiğinde, kıyaslama skoru 2'den 3'e çıkarak TKP değerinde 31,95'lik bir artış olacaktır. Fakat batarya ömrü ve devre yapısı spesifikasyonları arasında negatif etkileşim olduğundan, bu seçenekte devre yapısındaki olumsuz etkilenme ile 91,25 puan kayıp olacaktır. Bu nedenle bu iyileştirme önerisi kabul edilmemiştir.
2) Devre yapısının iyileştirilmesi: Bu seçenekte kıyaslama skoru 2'den 3'e yükseltildiğinde 91,25 puanlık bir artış sağlanacaktır. Diğer taraftan devre yapısı, batarya ömrü ile negatif etkileşim içinde olduğundan 31,95 puanlık kayıp söz konusudur. Tüm etkiler değerlendirildiğinde 66,3 puan artı TKP elde edilmiştir ve bu değer rakibi geçmek için yeterlidir. Bu önerme kabul edilebilir bulunmuştur.
3) Kablo türü ve kablo uzunluğunun birlikte iyileştirilmesi: Her iki spesifikasyonun diğer spesifikasyonlarla negatif bir etkileşim içinde olmamaları bu iyileştirme önerisi için avantaj saklamaktadır. İyileştirme sonrası kıyaslama skoru 2'den 3'e çıktığında sırasıyla 25,38 ve 16,92 puan kazanç sağlandığını görülmektedir. Toplam 42,3 puan ile bu değer rakiple aradaki 38,19 puan TKP farkını kapatmak için yeterli ve uygun bir öneridir.



		Kapasite	Pil sayısı	Pil ağırlığı	Pil türü	Pil markası	Pil ömrü	Kasanın ağırlığı	Kasanın malzemesi	Devre yapısı	Boyut	Renk	Kablonun türü	Kablonun uzunluğu	Kablodan kayıp	Şarj göstergesi	Satış sonrası destek	Paket tasarımı	rakip 1	rakip 2	rakip 3	firma
Ağırlık	2,47	9	9	9				3	1	1									4,227	3,889	3,364	3,591
Boyut	2,54	9	9		9					1	9								3,950	3,588	2,900	3,800
Renk çeşitliliği	1,14											9							3,111	3,500	3,667	3,706
Taşıma kolaylığı	2,76	9		1	3			1			9								4,167	3,800	3,000	3,824
Kapasite	2,73	9	9		1						9								4,158	4,125	4,111	3,722
Güvenilirlik	2,65					3				9									4,444	4,529	3,778	4,263
Pil ömrü	2,81					3	9												4,412	4,133	3,111	3,778
Pil markası	2,22	3		1	1	9	3												4,444	4,200	4,111	3,611
Markası	2,12																		4,444	4,389	4,364	3,684
Kablo uzunluğu	1,93													9					3,875	3,071	4,333	3,556
Şarj göstergesi	2,35									9									4,200	3,571	3,625	3,722
Kendini şarj etme süresi	2,67	3	3							9				3	9				4,200	3,714	3,625	3,294
Satış sonrası teknik destek	2,46																9		3,722	3,071	3,125	3,579
Şarjı dolu satılması	1,50															9			3,813	3,000	3,000	3,500
Ambalaj rengi	0,72																	9	3,000	3,833	3,667	3,353
Ambalajın açılıp kapanabilmesi	1,51																	9	3,563	3,462	4,000	3,471
2 usb çıkışı	1,85									9									3,647	3,231	4,222	2,941
El feneri olması	0,84									9									2,250	2,455	2,556	2,235
Çok uyumlu kablo	1,88												9					1	3,118	3,143	4,000	2,944
		109,17	**77,67**	**27,21**	**36,09**	**36,36**	**31,95**	**10,17**	**2,47**	**98,25**	**72,27**	**10,26**	**16,92**	**25,38**	**24,03**	**13,5**	**22,14**	**21,95**	**155,812**	**144,9328**	**141,3945**	**140,169**

	mAh	Pil sayısı	gr	polimer/ lityum iyon	Markalı / markasız	200-500 kullanım ömrü	gr	plastik	Ekstra devre sayısı	mmxmmxmm	Renk sayısı	Tekli / çok uyumlu	cm	% kayıp	dolu/ yarı dolu/ boş	Değişim	Açılıp kapanabilir / açılamaz	
rakip 1	10400	4	45	lityum iyon	samsung	200	241	plastik	2	159x79,8x13,9	2	tekli	59,8	0	yarı dolu	zor	açılamaz	
firma	10400	4	43	lityum iyon	lg	200	250	plastik	1	111x74x22.5	2	tekli	60	0	yarı dolu	kolay	kapanabilir	
rakip 1	3	3	3	3	2	2	3	2	3	2	3	2	2	2	2	2	1	
firma	3	3	3	3	2	2	3	3	2	2	3	2	2	2	3	3	2	**TKP**
rakip 1	327,51	233,01	81,63	108,27	72,72	63,9	30,51	4,94	294,75	144,54	30,78	33,84	50,76	48,06	27	44,28	21,95	**1618,45**
firma	327,51	233,01	81,63	108,27	72,72	63,9	30,51	7,41	196,5	144,54	30,78	33,84	50,76	48,06	40,5	66,42	43,9	**1580,26**
																		38,19

Şekil 4. KFG Kalite Evi

4) Boyutun iyileştirilmesi: Boyut teknik spesifikasyonu iyileştirildiğinde 72,27 puan kazanç elde edilir, ancak bu spesifikasyon batarya türüyle pozitif, batarya sayısıyla ise negatif bir etkileşim içindedir. Bu nedenle toplam skora bakıldığında batarya türünden ilave 36,09 puan gelmekte, ancak batarya sayısından 77,67 puan kayıp yaşanmaktadır. TKP değerini geçmek için yeterli olmadığından ötürü bu önerme kabul edilemezdir.
5) Boyut ve kablo türünün birlikte iyileştirilmesi: Boyut spesifikasyonunun iyileştirilmesi sonucu kıyaslama kıyaslama skoru 2'den 3'e çıkarıldığında toplamda 5,4 TKP kaybı olmaktadır. Bu spesifikasyonun yanına kablo türünün de iyileştirmesiyle 16,92 puan artış olsa da toplamda 11,52 puan kazanç bu önermeyi rekabet avantajı sağlamada yetersiz kılmıştır.

Sonuç olarak, iyileştirme önerilerinden sadece iki tanesi kabul edilebilirdir. Bunlar; devre yapısının veya kablo türü ve kablo uzunluğunun beraber iyileştirilmesi şekilde olan ikinci ve üçüncü önermelerdir. Bu önermelerin sırasıyla 66,3 ve 49,2 puan kazanımları olmuştur ve böylece firmanın TKP değeri rakibi geçebilmiştir. Ürün geliştirme kararı için bu iki önerme şirket ile paylaşılmıştır.
Bu çalışmanın KFG metodunun mobil cihazların tasarım geliştirme kararları ile müşterinin kalite ve marka algısının arttırılmasına hizmet edebileceğini gösterdiği ifade edilebilir. Bu bağlamda gelecek dönemlerde çeşitli proje ve çalışmalarda örnek olarak kullanılabilir. Son bir açıklama olarak, iyileştirme için hesaplanan değerlerin güvenilirliğinin sağlanması için iyileştirme uygulamaları sonrasında yeniden değerlendirilmesi gerektiği unutulmamalıdır. Bu amaçla yapılacak çalışma tasarım iyileştirme faaliyetleri sonrası için planlanmıştır.

REFERANSLAR

Akao, Y., (1988). "Quality Function Deployment QFD, Integrating Customer Requirements into Product Design", Productivity Press, Portland, Oregon.

Akao, Y., (1990). "Quality Function Deployment", Productivity Press, Cambridge, MA.

Franceschini F. (2001), "Advance Quality Function Deployment", A CRC Press Company, Turin, Italy.

Gergin, Z., Karabağ, B., Karalı, A. (2013). "Kalite İyileştirmesine Yönelik Bütünleşik Kalite Fonksiyon Yayılımı ve Modelleme Uygulaması", 13. Üretim Araştırmaları Sempozyumu (ÜAS 2013), 25 – 27 Eylül 2013, Sakarya.

Hellier, P.K., Geursen, G.M., Carr, R.A., Rickard, J.A.,(2003). "Customer Repurchase Intention: A General Structural Equation Model", European Journal of Marketing, 37(11/12),1762–1800.

Martin, M. V., Ishii, K. (2002). "Design for Variety: Developing Standardized and Modularized Product Platform Architectures", Research in Engineering Design, 13(4), 213-235.

ISO/TS 16949 OTOMOTİV SEKTÖRÜ KALİTE YÖNETİM SİSTEMİ VE OTOMOTİV TEDARİK ZİNCİRİNDE SÜRDÜRÜLEBİLİR BAŞARI İÇİN UYGULAMA ÖRNEKLERİ

Mustafa Gerşil
Celal Bayar Üniversitesi

Engin Meriç
Celal Bayar Üniversitesi

ÖZET

ISO/TS 16949; otomotiv tedarik zincirinin ortak teknik dili olarak oluşturulmuş bir spesifikasyondur. Bu ortak dil, zincirde birbirlerine girdi-çıktı ilişkisi ile bağlı yan sanayilerin faaliyetleri sonucu ürettikleri parçaların hatalı veya değişken olma riskini azaltacak faaliyetleri gerçekleştirmeye odaklanmıştır. Sürdürülebilir başarı, sadece hatasız parça üretmekle sağlanamaz. Daha düşük yakıt tüketimi, daha çevreci teknolojiler, dayanıklılık ve sessiz çalışma, konfor gibi özellikleri düşük maliyetler ile gerçekleştirmek; ürün tasarımı ve imalat işlemleri tasarımlarının yalın imalat yöntemleri ile sürekli geliştirilmesini gerektirmektedir. Sürekli iyileştirme yapamayan bir tedarikçi, otomotiv tedarik zincirinin dışına itilir. Bu çalışmada ISO/TS 16949 (TS3) spesifikasyonu uygulamalarının otomotiv tedarik zincirindeki sürdürülebilir başarıyı hangi yöntemler ile sağladığı açıklanmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: ISO/TS 16949, Yalın İmalat Yöntemleri, Otomotiv Tedarik Zincirİ

ISO/TS 16949 AUTOMOTIVE INDUSTRY QUALITY MANAGEMENT SYSTEM AND IMLIMENTATION SAMPLES FOR SUSTAINABLE SUCCESS IN AUTOMOTIVE SUPPLY CHAIN

ABSTRACT

ISO/TSE 16949 is a specification that is formed as a common technical language of automotive supply chain. This common language mainly focuses on carrying out the facilities reducing the risk of parts' being faulty and variable produced as a result of sub-industries' facilities bound to each other with input-output relationship in the chain. Sustainable success is not provided just only producing accurate parts. It requires less consumption of the fuel, more environmentalist technologies, endurance and silent operation, carrying out the specialities like comfort with a low cost, continuous improving of product's and manufacturing processes' design with lean manufacturing processes. A supplier who does not do any improvement is forced to be pushed out of the system. In this study, it is tried to be explained that ISO/TSE 16949 specification applications provide sustainable success in automotive supply chain with which processes.

Key Words: ISO/TSE 16949, Lean Manufacturing Process, Automotive Supply Chain

1. GİRİŞ

ISO/TS 16949, IATF (Uluslararası Otomotiv İş Gücü) tarafından oluşturulmuş teknik bir spesifikasyondur. IATF kurucu üyeleri; BMW Group, Chrysler Group, Daimler AG, Fiat Group Automobile, Ford Motor Company, General Motors Company, PSA Peugeot Citroen, Renault SA, Volkswagen AG - AIAG (Amerika), ANFIA (Italya), FIEV (Fransa), SMMT (İngiltere) ve VDA (Almanya)'dır.

Bu çalışmada öncelikle otomotiv tedarik zinciri tanımlanmış, ardından ISO/TS 16949 (TS3) spesifikasyonu uygulamaları ve otomotiv tedarik zincirinde sürdürülebilir başarının hangi yöntemler ile sağlanabileceği açıklanmaya çalışılmıştır. Uygulama örnekleri kısmında ise, ISO/TS 16949 belgesine sahip 2 farklı işletmede ISO/TS 16949 (TS3) spesifikasyonu kapsamında uygulanan yalın üretim uygulamalarına yer verilmiştir.

2. OTOMOTİV TEDARİK ZİNCİRİ

Otomotiv endüstrisinde, kaliteli üretim, temel koşullardan biridir. Ürün kalitesi iyi kurulmuş ve doğru şekilde uygulanan bir kalite yönetim sistemi ile mümkündür. Bir işletmenin kalite yönetim sisteminin etkin çalışabilmesi, tedarikçilerin de aynı disiplinle çalışmaları ile sağlanabilir.

Sektörün dinamik yapısı; hızla artan rekabet, kısalan araç ömürleri ana sanayilerin daha mükemmel performans sağlayan, dolayısıyla verimli proseslere sahip, esnek ve hatalı ölçütü milyonlar mertebesinde "sıfır" olan parça tedarik eden firmalarla çalışmasını zorunlu hale getirmiştir (Yesilyurt, 2000).

Bu sebeple otomotiv endüstrisinde faaliyet gösteren firmaların günümüzde, bu endüstride temel şart olarak kabul edilen ISO/TS 16949 teknik spesifikasyonun gereklilikleri doğrultusunda tedarikçilerinin kalite yönetim sistemlerini de denetlemeleri gerekmektedir.

Ana sanayilerin tedarikçilerden beklentileri; ürün özelliklerine mutlak uyum, JIT (tam zamanında sevkiyat), çok kısa çevrim süreleri, zaman içinde giderek azaltılması gereken maliyetlerdir.

Bunu da planlı bir yönetim sistemi kullanarak, yalın üretim sistemleri ile işletme giderlerini ve risklerini azaltarak, tedarik zincirinin her aşamasında değişkenliği ve hurdayı azaltarak ve benzer çağdaş teknikleri bir sürekli gelişim evresinde kullanarak vb. yapmak mümkün olabilmiştir (Gün, 2005).

Yeşilyurt'a (2000) göre, rekabetçi ortamda müşteri zorladıkça veya yeni müşteri kazandıkça gelişen yan sanayiler yerine, gelişmeleri takip eden ve değişik kalite yönetim sistemlerindeki olumlu kavramları adapte edebilen yan sanayiler uzun vadede ayakta kalabilecektir.

3. ISO/TS 16949 SPESİFİKASYONUNUN AMACI

ISO/TS 16949, otomotiv tedarik zincirinde yer alan imalat ve hizmet tedarikçilerinin yönetim sistemi yeterliliğini tanımlayan spesifikasyondur. İsrafı ve hataları azaltarak maliyetleri düşürmek, değişkenliği azaltmak ve sürekli iyileştirmek ISO/TS 16949' in temel amaçlarıdır. ISO/TS 16949 spesifikasyonu sertifikasyonu, IATF (International Automotive Task Force) tarafından yetki verilen az sayıda sertifikasyon kuruluşu tarafından gerçekleştirilmekte ve sıkı biçimde izlenmektedir.

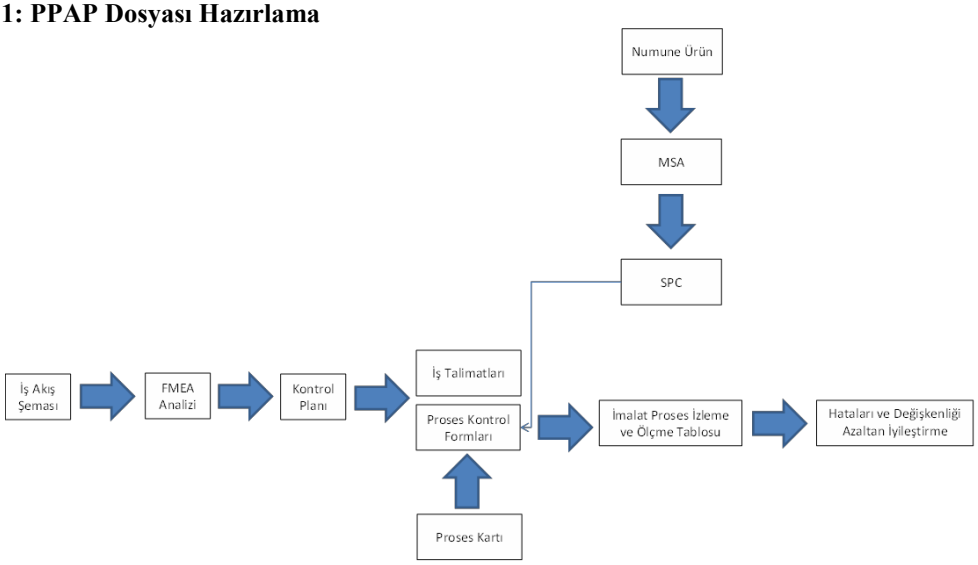
ISO/TS 16949 spesifikasyonu, otomotiv tedarikçilerinin üzerinde anlaştığı şartları ifade eder ve ISO 9001 Kalite Yönetim Sistemi Şartlarına ek otomotiv şartlarının eklenmesi ile oluşturulmuştur. Otomotiv tedarikçilerinin üzerinde anlaşma sağlayamadığı veya bir tedarikçinin müşterilerinin kendisinden ek olarak istediği şartlar, müşteri özel istekleri olarak adlandırılır. Müşteri özel istekleri, ISO/TS 16949 sertifikasyonun bir parçasıdır. Hatta müşteri özel istekleri uygulamaları, spesifikasyon metninde yer alan şartlardan da önceliklidir.

ISO/TS 16949 ilk olarak 1999 yılında 1. edisyon olarak yayınlanmıştır. Üçüncü edisyonu, ISO/TS 16949:2009 (TS 3) olarak kullanımdadır. ISO/TS 16949; otomotiv tedarikçilerinin kendi aralarındaki (tier 1, tier 2) ve otomotiv tedarikçilerinin ana sanayilerle olan iletişimini kurallara dayandırmaktadır. Yanısıra, ISO/TS 16949, yeni bir otomobil parçasının devreye alınmasını proje olarak nasıl yönetilmesi gerektiğini anlatır.

4. OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE PROJELER İLE ÜRÜN DEVREYE ALMA

Parçalar projeler ile devreye alınır. Bir tedarikçiye müşterisinden bir parça talebi geldiğinde, öncelikle bir proje (ürün) ekibi oluşturulur. Ürün ekibi parça için teknik ve mali fizibilite gerçekleştirir. Yapılabilir parçalar için şekil 1'de yer alan adımlarla bir PPAP dosyası hazırlar ve müşterisinin onayına sunar. Müşteri, PPAP dosyasını değerlendirir ve kararını açıklar:

Şekil 1: PPAP Dosyası Hazırlama



PPAP dosyasının müşteri tarafından onaylanması ile müşteri yerinde proses denetimi ile PPAP'ı sahada doğrular. Doğrulama sonucu olumlu olursa ön seri ve seri aşamaları birbirini takip eder ve ürün devreye alınır.

5. MÜŞTERİ İSTEKLERİNİN DİKKATE ALINMASI (CORE TOOLS)

5.1. İleri Ürün Kalite Planlaması (Advanced Product Quality Planning - APQP)

İleri ürün kalite planlaması (APQP) uygulamalarındaki amaç, müşteri ve tedarikçiler arasında ürün kalite planlaması gereksinimlerinin ortak bir dille ifade edilerek standartlaştırılarak etkin bir iletişimin sağlanmasıdır (Işık, 2006). APQP uygulaması yapılan şirketler, müşteri memnuniyeti için kaynaklarını yönlendirmede, gerekli değişikliklerin önceden bilinmesinde, gecikmiş değişikliklerin engellenmesi konusunda ve kaliteli bir ürünün zamanında ve en düşük maliyetle sağlanması konusunda büyük faydalar sağlamaktadır.

APQP ekibinin başarısı müşteri ihtiyaç ve beklentilerinin zamanında karşılanmasına ve değer yaratan şekilde oluşan maliyetine bağlıdır. Bu nedenle oluşturulan ekip öncelikle APQP'nin her aşamasını ayrıntılı olarak içerecek ve yapılacak her türlü etkinlik sürecinin belirlendiği bir zaman çizelgesi hazırlamalıdır.

5.2. Üretim Parçası Onay Prosesi (Production Part Approval Process-PPAP)

Üretim Parçası Onay Prosesi, müşterinin belirlediği mühendislik, tasarım çizimleri ve spesifikasyon gereklerinin tedarikçiler tarafından uygun biçimde anlaşılmasını sağlamak için kullanılan sistematik bir yapıdır (Ellims ve diğ. 2000). Bu prosedür Chrysler, Ford ve General Motors'un kalite ve parça onay sorumluları, Amerikan Kalite Kontrol Derneği (ASQC) otomotiv bölümü ve Otomotiv Endüstrisi Faaliyet Grubu (AIAG) ortak çalışmaları ile geliştirilmiştir. İlk olarak 1993 yılında yayınlanan kitapçık Mart 2006 tarihinde 4. kez revize edilerek yayınlanmıştır. Tedarikçiler, üretim parçası onayı almak için bu prosedürü uygulamalıdır (Production Part Approval Process (PPAP), Fourth Edition, 2006). PPAP amacı, üretilecek yeni bir ürün ile ilgili spesifikasyon gereksinimlerinin ve tasarım kayıtlarının tam olarak anlaşılıp anlaşılmadığını ve prosesin projelendirilen miktarlarda ve seri üretim koşullarında bu gereksinimleri karşılayıp karşılayamayacağınınbelirlenmesidir.

UYGULAMA 1

Firma A, termoset malzemeden otomotiv parçaları üretmektedir. ISO/TS 16949 sertifikasına sahip firma, müşterilerine sunmak için PPAP dosyaları hazırlamaktadır. Kontrol planı, PPAP (Production Part Aproval Process) dosyasının en önemli bileşenidir. Firma A, kontrol planlarını, FMEA çıktılarını dikkate alarak hazırlamaktadır. FMEA analizlerinde belirlenen olası hatalar ile ürün/proses özellikleri arasındaki ilişkiler; FMEA- Kontrol Planı geçişinde kullanılmaktadır.

Kontrol planı; proses kontrol yöntemlerini ve iş standartlarını belirlemek için kullanılır. Tablo 1'de temperleme işlemine ait ürün / proses özellikleri kullanılarak kontrol planın nasıl geliştirildiği gösterilmektedir.

TABLO 1: KONTROL PLANI

KONTROL PLANI

☐ Prototip ☐ Ön seri ■ Seri Kontrol Plan No: 02	Düzenleyen:	Tarih: (OR) 01.03.2015 Tarih: (Modif) :	
Parça No/Modif: 123	Grup:	Müşteri Mühendislik Onayı /Tarih:	
Parça adı: Kontakt Mil	İmalatçı Onayı/Tarih: 01.03.2015	Müşteri Kalite Onayı /Tarih:	
İmalatçı: İmalatçı Kodu: 99999	Diğer Onaylar/Tarih:	Diğer Onaylar/Tarih:	

İşlem/ Proses No	İşlem Tanımı/ Proses Adı	Makina,Aparat, Üretim Ekipmanı, Hammadde, Malzeme	Karakterlistikler			ÖZEL KAR.	Metod							Reaksiyon Planı
			No	Ürün	Proses		Ürün/Proses	Değerlendirme	Kontrol		Kontrol	Kayıt Yeri		
									Miktar	Frekans				
500	TEMPERLEME													
501	Kasalarının Temperleme Fırına Yerleştirilmesi	Adım Programlı Temperleme Fırını	1		Yerleşim Şekli		T 7.08 Ürün Temperleme Talimatı	Görsel Kontrol	Tüm kasalar	Her Temperleme	T 7.08 Ürün Temperleme Talimatı	F 7.10 Temperleme Pro. Kont. Kartı		10
502	Proses Parametreleri Ayarlama	Adım Programlı Temperleme Fırını	1		Fırın Sıcaklığı		T 7.08 Ürün Temperleme Talimatı	Referans Parametre ile Ayarlanan Parametrenin Karşılaştırılması	1 kez	Her İş Ayarı	T 7.08 Ürün Temperleme Talimatı	F 7.10 Temperleme Pro. Kont. Kartı		11
			2		Temperleme Süresi		T 7.08 Ürün Temperleme Talimatı	Referans Parametre ile Ayarlanan Parametrenin Karşılaştırılması	1 kez	Her İş Ayarı	T 7.08 Ürün Temperleme Talimatı	F 7.10 Temperleme Pro. Kont. Kartı		11
503	İzleme Grafiğini Başlatma		1		Bilgisayara Kayıt		T 7.08 Ürün Temperleme Talimatı	Kayıt Şeklinin Talimata Uygunluğunun Kontrolü	1 kez	Her Grafik Başlatma	T 7.08 Ürün Temperleme Talimatı	F 7.10 Temperleme Pro. Kont. Kartı		12
504	Temperleme		1	Ürün Art Çekme Oranı			0.015 $^{+/-0.005}$	(0.01) Komparatör & Otomatik Çap Ölçüm Robotu ile Boyutsal Ölçüm	100%	Her Temperleme Sonrası	T 7.34 Ürün Kontrol Talimatı	F 8.40 Ölçü Kayıt Raporu		13
505	Grafik Kontrol		1		Grafik Durumu		T 7.08 Ürün Temperleme Talimatı	Ayarlanan ve ölçülen grafik çizgilerinin uygunluğu görsel olarak kontrol edilir.	1 kez	Her Temperleme Sonrası	Temperleme Grafik Çıktısı	F 7.10 Temperleme Pro. Kont. Kartı		13

Reaksiyon Planı Kod Açıklamaları :

10 Uygun olmayan yerleşim şekliyle fırının çalıştırılmasına izin verilmez
Uygunsuzlukla ilgili Üretim Sorumlusuna ve KYS ye bilgi verilir.

11 Üretim Sorumlusuna bilgi verilir. Parametrelerin referans parametrelerle aynı olması sağlanır.

12 Üretim Sorumlusuna bilgi verilir. Bilgisayar kaydının talimata uygun biçimde girilmesi sağlanır.

13 Uygun olmayan ürün kasalarına RET Etiketi asılır. Daha sonra bu ürünler Hurda ürün deposuna alınır. Hatalı partiyle ilgili Temperleme Proses Kontrol Kartına kayıt tutulur.

KABUL KRİTERİ : Tüm veriler (niceliksel ve niteliksel) kabul kriteri "0" hatadır.

Ölçme Sistemi Analizi (Measurement System Analysis-MSA)

Ölçüm Sistemleri Analizi (Measurement Systems Analysis - MSA), TS ISO 16949 Otomotiv Yan Sanayi Kalite Yönetim Sistemi çerçevesinde Kontrol planlarında yer alan tüm test ve ölçüm aletlerinin, göstergelerin, mastarların kullanıldığı yere, operasyon ve yöntemlere uygunluğunun ve doğru ölçüm garantisinin sağlanmasıdır. Ölçüm sistemleri analizinin amacı, ölçüm aletinin olağan çalışma ortamı ile etkileşimini ve sonuçta ortaya çıkabilecek ölçüm değişkenliklerinin belirlenmesidir. Bu analiz ölçüm sürecinde ortaya çıkması muhtemel riskleri asgariye indirmek için oluşturulmuş istatistiki bir metottur ve kontrol planındaki özel karakteristiklerin ölçüldüğü sistemlere mutlak suretle uygulanmalıdır (Yeşilyurt 2000).

İstatistiksel Proses Kontrol (Statistical Process Control-SPC)

İstatistiksel Proses Kontrol, kalite yönetim sistemleri uygulamalarında yer alan önemli konulardan birisidir. Kaliteli ürün elde etme ve işletmede yürütülen sürekli iyileştirme faaliyetlerinin başarıya ulaşması, ürünün üretildiği proseslerin sürekli kontrol altında tutulup izleneceği tekniklerin belirlenerek uygulamaya konulmasıyla yakından ilgilidir.

Otomotiv Endüstrisi Faaliyet Grubu (AIAG) ve Amerikan Kalite Kontrol Topluluğu (ASQC) tarafından 1995'te oluşturularak 2005 yılında revize edilen istatistiksel proses kontrol kitapçığı, otomotiv endüstrisinde faaliyet gösteren işletmelerde yürütülen istatistiksel proses kontrol (SPC) faaliyetlerinin standartlaştırılmasını amaçlamaktadır (AIAG, Statistical Process Control, Second Edition, 2005).

UYGULAMA 2

Firma B, kauçuk hortumu üretmektedir. ISO/TS 16949 sertifikasına sahip firma, yalın imalat yöntemleri ile iş standartlarını artırmak için çalışmalar yürütmektedir. Kauçuk hortum ve aksesuarlar, plastik kasalara konulmak suretiyle ürünler ve aksesuarlar istiflenmektedir. Bunun için pek çok kasa kullanılmaktadır. Başlangıçta kasaların tümü yerde bulunmaktaydı. Bu uygulama, kasaların hem geniş alanlar kaplamasını, hem de operatörlerin ergonomik olmayan şekilde ürünleri kasalardan alması ve kasalara ürün bırakmasına yol açıyordu. Kasaların, üretim alanındaki hacmi kullanacak şekilde metal iskeletler üzerine yerleştirilmesi ile üretim içi depolama alanlarından % 70 tasarruf edildi ve aşağıdaki yalın tekniklerden yararlanıldı.

TPM (Total Productive Maintenance)

Toplam verimli bakım, kalite kontrolün proses denetiminde (önlenmesinde) kullanılması demektir. Kalite kontrol ve koruyucu (önleyici) proses kontrol anlamına gelmektedir. Toplam verimli bakım, verimlilik ve kaliteyi arttırmakla beraber, ekiplerin kaynaşmasını sağlamak ve karşılıklı bilgi alışverişi ile çalışanların bilgi ve becerilerini yükseltmeyi hedeflemektedir. Toplam verimli bakımın amacı, fabrika şartlarını geliştirmek, makine ve tezgahların başında çalışan operatörlerin bilgi ve becerilerini yükseltmek suretiyle, sıfır hata, sıfır arıza ve sıfır kaza hedeflerine ulaşmaktır.

İş Standartlarının Uygulanması Andon

Andon, "insan zekasına sahip makineler" anlamında ki Toyota Üretim Sisteminin en önemli şartlarından bir tanesi olan "jidoka"nın temelidir. Andon, çalışma yerindeki operasyon durumunu gösteren görsel kontrolün yönetim aracıdır (Lei, 2008). Çalışanlara denetmenlerinden sinyal arama yardımı gönderme ve çalışma yerlerinde bir sorun oluştuğunda üretim akışını durdurmak için bağımsızlık sağlama düşüncesidir (Shingo 1989, Liker 2004, Liker and Meier 2006). Andon'u uygularken sorunlar gizlenememekte fakat tespit edilip düzeltilmektedir (Li and Blumenfiled 2006). Andon sistemlerinin altında yatan temel prensiplerden bir tanesi temel performans göstergeleri hakkında bilgi vererek süreci denetleme olanağıdır. Temel performans göstergeleri hem atıkların yok edilmesinin yalın üretim perspektifinden, hem de stratejik hedeflerin başarılmasının kurumsal perspektiften üretim performansının anlaşılması ve geliştirilmesi için çok önemlidir (Relkar ve Nandurkar, 2012).

SMED (Single Minute Exchange Die- Tekli Dakikalarda Kalıp Değişimi)

Parti büyüklüğü azaltımına ve üretim akış gelişmelerine izin veren tekli dakikalarda kalıp değişimi atıkları azaltmak ve üretim sürecindeki esnekliği güçlendiren en önemli yalın gereçlerden bir tanesidir. Tekli dakikalarda kalıp değişimi değişim araçları için basit teknikler ve kolay uygulamalar uygulayarak işlemleri düzene sokup ve onları standardize edip kayıp zamanı azaltmaktadır. Yine de süreç uygulamadaki belirli faaliyetleri göstermemektedir böylece bu faaliyetler gözden kaçan faaliyetler olarakta nitelendirilebilmektedirler.

Shingo, tekli dakikalarda kalıp değişimini farklı şirketlerde uygulamış ve montajla ilişkilendirilen faaliyetlerin iki çeşidinin varlığını tekli dakikalarda kalıp değişiminin temeline oturtarak belirlemiştir: içsel montaj yalnızca makine kapalı olduğunda; dışsal montaj ise makine çalışırken bile yapılabilmektedir. Bu iki kavram tekli dakikalarda kalıp değişiminin uygulamasında bir hayli öneme sahiptir (Shingo, 1989).

Michels (2007), tekli dakikalarda kalıp değişimi yöntemlerinin uygulamasının üretim teçhizatını değiştirmede kullanılan mevcut işlemleri analiz etmek, geliştirmek ve azaltmak için etkin bir yol olduğunu belirtmiştir. Bu alan araştırması değişimi yerine getirmek için gerekli olan zaman miktarı ile süreçlerin gelişimindeki değişimi yerine getirmek için gerekli olan doğrudan işçilik miktarını azaltmanın mümkün olduğunu göstermektedir.

Cakmakcı (2008), hem montaj süresi azaltınımı (tekli dakikalarda kalıp değişimi) hem de kalite kontrol tekniği ve süreç yeterliliği analizi yoluyla ürün tasarım verimliliği arasındaki ilişkiyi göstermiştir. Ayrıca tekli dakikalarda kalıp değişiminin yalnızca üretim gelişimi için değil ayrıca donanım/kalıp tasarımı gelişimi içinde daha uygun bir yöntem olduğunu göstermiştir.

İş Performansının Ölçülmesi

OEE Overall Equipment Effectiveness (Toplam Ekipman Verimliliği)

Toplam Ekipman Verimliliği yöneticiye ekipmanlarının verimliliğini ölçmesine yardım eden basit bir araçtır.

Tablo 2'de verilen ve altı büyük kayıp olarak adlandırılan verimlilik kaybının en yaygın ve en önemli kaynaklarını ele almaktadır (Elevli, 2010).

TABLO 2 ALTI BÜYÜK KAYIP

Altı Büyük Kayıp Kategorisi	OEE Kayıp Kategorisi	OEE Faktörü
Ekipman Hatası	Arıza Süresi Kayıpları	Uygunluk (A)
Montaj ve Adaptasyon		
Rölanti ve Ufak Kesintiler	Hız Kayıpları	Performans (P)
Düşük Hız		
Düşük Verim	Hata Kayıpları	Kalite (Q)
Kalite Kusurları		

Eğer uygun performans ölçüm sistemi kullanılırsa, ekipman kullanımı geliştirilebilmekte ve başarılı bir biçimde kontrol edilebilmektedir. Toplam ekipman verimliliği üretim endüstrisindeki üretim ekipmanlarının performansını ölçmede bilindik bir yöntemdir. Sistemde ki verimsiz zaman kayıplarını belirlemeyi hedeflemektedir ve bu zaman kayıpları uygunluğu, performansı ve kaliteyi etkilemektedir.

6. SONUÇ

Otomotiv tedarik zincirinde faaliyet göstermek için ISO/TS 16949 spesifikasyonu ve bağlı olarak müşteri özel isteklerinin uygulanması minimum şartlardır.

Bu çalışmada, otomotiv tedarik zinciri tanımlanmıştır. Spesifikasyonun amacı tanımlanmış ve şartları listelenmiştir. ISO/TS 16949 şartları kapsamında, otomotiv sektöründe projeler ile ürünlerin nasıl devreye alındığı aktarılmaya çalışılmıştır. PPAP doyasının hazırlanması ve müşteri özel isteklerinin yerine getirilmesinde kullanılan yöntemler, CORE TOOLS olarak tanıtılmıştır.

Yalın imalat yöntemleri, maliyetleri azaltmak yoluyla, ISO/TS 16949 standartlarının sürekliliğini ve geliştirilmesini sağlar. ISO/TS 16949:2009 (TS3) sertifikasyonuna sahip, yalın imalat yöntemleri uygulayan üç ayrı otomotiv yan sanayi firmasındaki uygulamalara da yer verilmiştir.

Otomotiv tedarik zincirine giriş yapmak isteyen veya sektörde performansını geliştirmek isteyen tüm firmalar ISO/TS 16949 şartlarına uymak ve şartları iyi yorumlamak durumundadır.

KAYNAKÇA

AIAG, Automotive International Action Group (AIAG), Advanced Product Quality Planning and Control Plan (APQP), Reference Manual, Second Edition, 2008.

Beamo B., Bermurdo J.M.,(2000). A hybrid push/pull control algorithm for multi stage, multi line production systems. Production Planning & Control, 11(4), 349-356.

Bullington, K. (2003). 5S for suppliers. Quality Progress, 36(1), 56. Retrieved from Academic Search Complete database.

Cakmakci M, Process Improvement: Performance analysis of the setup time reduction - SMED in the automobile industry, International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2009; 41; 168-179.

Cooper, K., Keif, M. G., & Macro, K. L. (2007). Lean printing: pathway to success. PIAIGATF Press, Sewickly, PA.

Ellims M., Evans R., Hobley K., Kendall J., When is Software Ready For Production? Parallels With Automotive QS 9000 Methods, Proceedings of The 8th Safety-Critical Systems Symposium, 2000 p.4

Erdal S., Kalite Kontrol Sürecinin Gelişimi ve Uygulamadan Bir Örnek, Yl. Tezi M.Ü. SBE,1998,İstanbul,

George, M.L. (2002). Lean Six Sigma: Combining six sigma quality with lean speed. New York: McGraw-Hill

Gün Ö., ISO/TS 16949 Teknik Spesifikasyonunun İncelenmesi ve Otomotiv Yansanayinde Uygulaması, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2005, s.3-4

Harrel, C., Ghosh, B.K. & Bowden R. (2004). Simulation Using ProModel 2nd Edition. McGraw-Hill, New York.

Howell, V. W. (2009, August-September). 5S for success. Ceramic Industry.

Işık M., "İPK/FMEA/MSA/APQP/PPAP Eğitim Notları", Bursa, 10-40, (2006)

Kovancı A., Toplam Kalite Yönetimi, Hava Harp Okulu Yayınları, 1999, s.286-287

Kovancı A., Toplam Kalite Yönetimi Fakat Nasıl?, Sistem Yayıncılık, 3. Basım, 2004, İstanbul, s.323

Laraia, A.C., Moody, P.E., and Hall, R.W. (1999) Stochastic Models of Manufacturing Systems, Prentice-Hall,Englewood Cliff, NJ.

Lean Enterprise Institute (2008). Lean Lexicon: a graphical glossary for Lean Thinkers. The Lean Enterprise Institute, Cambrigde, 126pp

Li, Jingshan and Blumenfeld, Dennis E. (2006). "Quantitative analysis of a transfer production line with Andon." IIE Transactions, 38 (4) 837-846.

Liker, J.K. (2004). The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer, McGraw-Hill, New York, NY.

Liker, J.K. (2004). The Toyota Way. New York: McGraw-Hill M. Tajiri, F. Gotoh, TVB Uygulaması: Bir Japon Yaklaşımı, Çev: Kordsa A.Ş. 1996, s.15 30- Relkar A.S.,

Nandurkar K.N., Optimizing and analysing overall equipment effectiveness
(OEE) through design of experiments (DOE), Procedia Engineering, Vol. 38, 2012, 2973- 2980.

Niebel, B.W. and Freivalds, A. (2003). Niebel's Methods, Standards, and Work Design 12 th Edition. NewYork: McGraw-Hill.

Orbak A. Y. ve Bilgin S. (2005). Kanban Sisteminin Bir Uygulama Örneği. V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu, İstanbul Ticaret Üniversitesi, 289-293

Production Part Approval Process (PPAP), Daimler Chrysler Corporation, Ford Motor Company, General Motors Corporation, Fourth Edition, 2006, p.i.

Relkar A.S., Nandurkar K.N., Optimizing and analysing overall equipment effectiveness (OEE) through design of experiments (DOE), Procedia Engineering, Vol. 38, 2012, 2973- 2980.

Shingo, Shigeo (1989). A Study of the Toyota Production System from an Industrial Engineering Viewpoint. Productivity Press, Cambridge, 257pp.

Statistical Process Control (SPC), Daimler Chrysler Corporation, Ford Motor Company and General Motors Company, Second Edition, 2005, p.1

Stevenson, M., Hendry, L.C.,& Kingsman, B.G. (2005). A review of production planning and control: the applicability of key concepts to the make to order industry. International Journal of Production Research, 43(5), 869-898

Yesilyurt A., Otomotiv Sanayinde Kalite Yönetim Sistemlerinin Entegrasyonu, 9. Ulusal Kalite Kongresi Bildiriler Kitabı, 2000, s.84

Yılmaz B. S., Hata Türü ve Etki Analizi, D.E.Ü Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 2000, C.2 Sayı 4 s.148

BÜTÜNLEŞİK BULANIK DEMATEL-BULANIK VIKOR YAKLAŞIMININ MAKİNE SEÇİMİ PROBLEMİNE UYGULANMASI

Cansu Gök Kısa
Hitit Üniversitesi

Selçuk Perçin
Karadeniz Teknik Üniversitesi

ÖZET

Makine seçimi konusu işletmelerde üretim planlaması açısından oldukça önemli bir karar problemidir. Uygun makinenin seçilmesi sürecinde üretim hızını, maliyetleri, kapasiteyi ve verimliliği etkileyen birçok kriterin birlikte göz önünde bulundurulmasının gerekliliği nedeniyle, makine seçimi problemi için etkin bir karar verme aracına ihtiyaç duyulmaktadır. Birçok alanda uygulanabilirliği ile ön plana çıkan çok kriterli karar verme (ÇKKV) teknikleri bu konuda etkili bir çözüm aracı olarak kullanılabilmektedir. Bu çalışmanın temel amacı da, ÇKKV tekniklerinin kullanılması yoluyla doğal taş sektöründe yer alan bir işletme için makine seçim problemine çözüm aramaktır. Bu amaçla, karar alma sürecindeki belirsizleri de dikkate alabilen bulanık ÇKKV yaklaşımı; bütünleşik Bulanık DEMATEL-Bulanık VIKOR yöntemi makine seçimi problemine uygulanmıştır. Literatüre ve karar probleminin yapısına uygun olarak belirlenen kriterler öncelikle firma bünyesindeki yönetici ve mühendislerden oluşan karar vericilerin görüşleri doğrultusunda değerlendirilmiştir. Alınan bilgiler ışığında Bulanık DEMATEL yöntemi ile kriterler arasındaki ilişkiler belirlenerek kriter ağırlıkları elde edilmiştir. Daha sonra, ilgili işletme için Bulanık VIKOR yöntemi yardımıyla üç mermer kesim makinesi alternatifi arasından en uygun olanın seçilmesi sağlanmıştır.

Anahtar Sözcükler: Bulanık DEMATEL, Bulanık VIKOR, Makine seçimi

APPLICATION OF INTEGRATED FUZZY DEMATEL-FUZZY VIKOR APPROACH TO MACHINE SELECTION PROBLEM

ABSTRACT

Machine selection issue is a widely important decision problem from the point of production planning in operations. Because of the necessity of considering together various criteria that influencing production speed, costs, capacity and productivity in the process of selecting proper machine, there is a need to an effective decision making tool for machine selection problem. Multi-criteria decision-making (MCDM) techniques that come to the fore with its applicability in many areas can be used as an efficient solving tool in this matter. The main purpose of this study is searching a solution for a company located in the natural stone industry through the use of MCDA techniques. For this aim, fuzzy MCDM approach that takes into account uncertainties of decision process, integrated Fuzzy DEMATEL-Fuzzy VIKOR method has been applied to machine selection problem. The criteria determined in accordance with the literature and the structure of the decision problem is primarily evaluated through the opinions of decision makers that consist of managers and engineers in the company. In the light of obtained data, the weights of criteria are acquired by determining the relations among criteria via Fuzzy DEMATEL method. Later, it

is provided to select most appropriate marble cutting machine between three alternatives for related company by applying Fuzzy VIKOR method.
Keywords: Fuzzy DEMATEL, Fuzzy VIKOR, Machine Selection

1. GİRİŞ

Üretim işletmeleri için rekabet avantajı ve etkin kaynak kullanımı sağlayabilecek en kritik noktalardan birisi de makine seçimi konusudur. Uygun makinenin seçilmesi, üretim kalitesi, verimlilik ve maliyet gibi konuları doğrudan etkilemesi sebebiyle oldukça önem arz etmektedir. Makine seçim süreci, nitel ve nicel birçok ölçütün ve alternatifin birlikte değerlendirmesini gerektiren karmaşık bir yapıda olduğu için çok kriterli karar verme (ÇKKV) problemi olarak ele alınabilmektedir.

Makine ve teçhizat seçimi, üretim sisteminin performansına etki eden bir karar olmasının yanında uzmanlık gerektiren, zor ve zaman alıcı bir süreçtir (Arslan vd., 2004). Bu konuda etkin bir karar verme aracı olarak ÇKKV tekniklerinin kullanımı ön plana çıkmaktadır. İlgili literatür incelendiğinde problemin makine seçimi veya teçhizat seçimi olmak üzere iki şekilde ele alındığı görülmektedir. Uygulamalarda çeşitli matematiksel modeller veya ÇKKV teknikleri kullanılarak çözüm yapılmaktadır. Makine seçiminde en çok kullanılan ÇKKV tekniği ise Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) olarak göze çarpmaktadır. AHS kullanan çalışmalar arasında Tabucanon vd. (1994), Lin ve Yang (1996), Yurdakul (2004), Chang vd. (2007), Çimren vd. (2007) bulunmaktadır. Aynı zamanda AHS'nin diğer ÇKKV teknikleri ile bütünleştirildiği çalışmalara rastlanmaktadır. Ayağ (2007), makine seçim probleminde AHS'nin yanında simülasyon tekniğini, Dağdeviren (2008) AHS-PROMETHEE yöntemini, Karim ve Karmaker (2016) AHS-TOPSIS yöntemini kullanarak çözüm sunmuşlardır. Bu çalışmaların yanı sıra diğer matematiksel ya da sezgisel modelleri uygulayan çalışmalardan Atmani ve Lashkari (1998) doğrusal ve tam sayılı programlamayı, Keung vd. (2001) genetik algoritmayı, Sun vd. (2002) veri zarflama analizini, Agdaie vd. (2013) SWARA ve COPRAS-G metodunu kullanmışlardır.

Bahsedilen bu yöntemler karar vericilerin kesin yargılarına dayalı olarak uygulanmıştır. Ayrıca literatürde karar vericilerin gerçek hayata uygun olarak göreceli değerlendirmeler yapmasına ve dilsel ifadelerin sayısallaştırılmasına imkan tanıyan Bulanık ÇKKV yöntemlerinden faydalanılmıştır. Makine seçiminde Bulanık AHS (BAHS), kullanan çalışmalar arasında Ayağ ve Özdemir (2006), Ertuğrul (2007), Duran ve Agulio (2008) bulunmaktadır. Bunların yanında Kaya vd. (2007), Yurdakul ve İç (2009) Bulanık TOPSIS, Önüt vd. (2008), Perçin (2012) BAHS-BTOPSIS, Tuzkaya vd. (2010) Bulanık Analitik Ağ Süreci (BAAS)-Bulanık PROMETHEE, Özgen vd. (2011) BAHS-Bulanık PROMETHEE, Organ (2013) Bulanık DEMATEL, Çakır (2015) Bulanık SMART-Aksiyomatik Tasarım tekniklerini uygulamışlardır.

Literatür incelendiğinde genellikle AHS tekniği kullanılarak kriter ağırlıklandırması yapıldığı, makine alternatiflerinin ise çoğunlukla TOPSIS ya da PROMETHEE ile sıralandığı gözlenmektedir. Bu çalışmada ise makine seçiminde daha önce uygulanmamış farklı bir yaklaşım olarak bütünleşik Bulanık DEMATEL-Bulanık VIKOR yönteminin uygulanması amaçlanmıştır. Bu amaçla karar verici grubu ile yapılan değerlendirmeler ışığında önerilen bulanık ÇKKV yaklaşımı ile mermer kesim makinesi alternatifleri arasından en uygun seçimin yapılması sağlanmıştır. Çalışmanın giriş bölümünü takiben ikinci bölümünde Bulanık DEMATEL ve Bulanık VIKOR yöntemleri açıklanacak, üçüncü bölümde uygulamaya yer verilerek makine seçimi kriterlerine ilişkin bilgiler ve uygulama aşamaları aktarılacaktır. Son olarak sonuç kısmı ile değerlendirmeler yapılacaktır.

2. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

Bu bölümde makine seçim kriterlerinin ağırlıklandırılması için kullanılan Bulanık DEMATEL ve alternatiflerin sıralanması amacıyla kullanılan Bulanık VIKOR yöntemleri kısaca açıklanmıştır.

2.1. Bulanık DEMATEL Yöntemi

DEMATEL (Decision Making Trial and Evaluation Laboratory) yöntemi 1972-76 yıllarında Cenevre Battelle Memorial Enstitüsü tarafından geliştirilmiş olan ÇKKV yaklaşımıdır (Wu vd., 2010). Karmaşık problem kümelerindeki elemanlar arasındaki karşılıklı ilişkileri belirlemek ve bu ilişkilere bağlı olarak birbirleri üzerindeki etkiyi ağırlıklandırmak için yapısal bir model kurmaktadır (Tzeng vd., 2007). Bulanık DEMATEL yöntemi ise klasik DEMATEL yaklaşımını Bulanık Küme Teorisi (Zadeh, 1965) ile bütünleştirerek bulanık sayılara dayalı olarak çözüm yapmaktadır. Böylece kesin olmayan göreceli kavramlar ile kriterler arasındaki ilişkiler belirlenebilmektedir. Uygulama adımları aşağıdaki gibidir (Lin ve Wu, 2008; Dalalah vd., 2011; Jassbi vd., 2011; Büyüközkan ve Çifçi, 2012; Baykaşoğlu vd., 2013).

1. ***Adım.*** *Kriterlerin belirlenmesi ve bulanık değerlendirme ölçeğinin oluşturulması:* Bu adımda öncelikle probleme ilişkin değerlendirme kriterleri belirlenir.

Tablo1: Bulanık Değerlendirme Ölçeği

Dilsel Değişkenler	*Bulanık Karşılıklar*
Etkisiz	(0; 0; 0,25)
Çok Düşük Etki	(0; 0,25; 0,5)
Düşük Etki	(0,25; 0,5; 0,75)
Yüksek Etki	(0,5; 0,75; 1)
Çok Yüksek Etki	(0,75; 1; 1)

Karar vericilerin kriterlerin birbirleri üzerindeki ilişkileri karşılaştırabilmeleri için bir ölçek oluşturulur. Bu ilişkilerin derecelendirilmesi ile ilgili zorluğu ortadan kaldırmak amacıyla grup kararlarında Li (1999) tarafından önerilen dilsel değişkenlerden oluşan bulanık değerlendirme ölçeği Tablo 1'deki gibidir.

2. Adım. *Bulanık direkt ilişki matrisinin elde edilmesi:* $C = \{C_i \mid i=1,2,..,n\}$ kriterleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesi için p adet uzmandan oluşan karar verici grubu, dilsel terimleri kullanarak ikili karşılaştırmalar yaparlar. Her biri bir uzmana karşılık gelen p adet $\tilde{Z}^1, \tilde{Z}^2, \dots, \tilde{Z}^p$ bulanık matris elde edilir. Buna göre elemanları $\tilde{z}_{ij}^k = (l_{ij}^k, m_{ij}^k, u_{ij}^k)$ olan k uzmanına ait direkt ilişki matrisi aşağıdaki gibidir.

$$\tilde{Z}^k = \begin{bmatrix} 0 & \cdots & \tilde{z}_{1n}^k \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{z}_{n1}^k & \cdots & 0 \end{bmatrix}, \quad k = 1,2,\dots,p; \; i = 1,2,\dots.n \tag{1}$$

3. Adım. *Normalize bulanık direkt ilişki matrisinin oluşturulması:* $\tilde{X}^k = \left[\tilde{x}_{ij}^k\right]_{nxn}$ şeklinde gösterilen normalize bulanık direkt ilişki matrisi aşağıdaki işlemler uygulanarak elde edilir.

$$\tilde{X}^k = \tilde{Z}^k / r^k \; ; \quad r^k = \max_{1\le i\le n} \sum_{j=1}^{n} u_{ij}^k \tag{2}$$

Bu aşamada tüm karar vericiler için ortalama normalize matris aşağıdaki gibi elde edilir.

$$\tilde{X} = \frac{\tilde{X}^1 + \tilde{X}^2 + \cdots + \tilde{X}^p}{p}; \; \tilde{x}_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^{p} \tilde{x}_{ij}^k}{p} \tag{3}$$

4. Adım. *Toplam bulanık direkt ilişki matrisinin oluşturulması*: $\tilde{T}$ ile gösterilen toplam bulanık direkt ilişki matrisi, *I* birim matrisi göstermek üzere aşağıdaki eşitlikler ile hesaplanır.

$$\tilde{T} = \lim_{k\to\infty}\left(\tilde{X}^1 + \tilde{X}^2 +,,, + \tilde{X}^k\right) = \tilde{X}(I - \tilde{X})^{-1} \tag{4}$$

$$\text{Matris}\left[l'_{ij}\right] = X_l(I - X_l)^{-1}, \; \text{Matris}\left[m'_{ij}\right] = X_m(I - X_m)^{-1}, \; \text{Matris}\left[u'_{ij}\right] = X_u(I - X_u)^{-1} \tag{5}$$

5. Adım. *Neden sonuç ilişkilerinin belirlenmesi:* $\tilde{T}$ matrisi elde edildikten sonra, satır elemanları toplamı $\tilde{D}_i$, sütun elemanları toplamı $\tilde{R}_i$ olmak üzere $\tilde{D}_i + \tilde{R}_i$ ve $\tilde{D}_i - \tilde{R}_i$ değerleri hesaplanır. İlişkilerin ve neden sonuç diyagramının oluşturulması için öncelikle aşağıdaki durulaştırma işlemi gerçekleştirilir.

$$\tilde{D}_i^{def} + \tilde{R}_i^{def} = \frac{1}{4}(x_{ij,l} + 2x_{ij,m} + x_{ij,u}), \; \tilde{D}_i^{def} - \tilde{R}_i^{def} = \frac{1}{4}(x_{ij,l} + 2x_{ij,m} + x_{ij,u}) \tag{6}$$

$\tilde{D}_i^{def} - \tilde{R}_i^{def}$ değeri pozitif ise ilgili kriterin gönderici grupta yer aldığı ve yüksek etkiye sahip olduğu anlaşılır. Negatif ise ilgili kriterin alıcı grupta yer aldığı ve etkisinin daha az olduğu anlaşılır.

6. Adım. *Ağırlıkların hesaplanması:* Kriter ağırlıkları aşağıdaki eşitlikler yardımıyla hesaplanır.

$$w_i = \left\{\left(\tilde{D}_i^{def} + \tilde{R}_i^{def}\right)^2 + \left(\tilde{D}_i^{def} - \tilde{R}_i^{def}\right)^2\right\}^{1/2}, \; W_i = \frac{w_i}{\sum_{i=1}^{n} w_i} \tag{7}$$

2.2. Bulanık VIKOR Yöntemi

VIKOR yöntemi ilk olarak Opricovic (1998) tarafından ortaya konulmuş olup karmaşık modellerin çözülmesinde uzlaşık bir sıralama metodu kullanarak uzlaşık çözüme ulaşmayı sağlayan çok kriterli optimizasyon yaklaşımıdır . Uzlaşık çözüm, ideal çözüme en yakın uygun çözümü yani ortak bir karar üzerinde varılan anlaşmayı ifade etmektedir (Opricovic ve Tzeng, 2007). Bulanık VIKOR yöntemi ise bulanık mantığın klasik VIKOR yöntemine uyarlanmasıyla uygulanmaktadır. Yöntemin adımları aşağıdaki gibidir (Chen ve Wang, 2009; Kaya ve Kahraman, 2010; Opricovic, 2011).

1. Adım. *Karar vericiler, alternatifler ve kriterlerin belirlenmesi:* *n* adet karar vericinin, *m* adet alternatifin ve *k* adet değerlendirme kriterinin olduğu varsayılır.

2. Adım. *Dilsel değişkenlerin ve onlara karşılık gelen bulanık sayıların tanımlanması:* Alternatiflerin değerlendirilmesi için Tablo 2'den faydalanılır (Chen ve Wang, 2009).

Tablo 2: Alternatiflerin Değerlendirilmesi için Dilsel Değişkenler

Dilsel Değişkenler	*Bulanık Karşılıklar*
Çok Kötü	(0; 0; 2,5)
Kötü	(0; 2,5; 5)
Orta	(2,5; 5; 7,5)
İyi	(5; 7,5; 10)
Çok İyi	(7,5; 10; 10)

3. Adım. *Karar vericilerin görüşlerinin birleştirilmesi:* Elde edilen bulanık değerlendirmeler toplanarak *n* karar verici sayısına bölünüp, kriterler ve alternatifler için önem ağırlıkları elde edilir.

$\widetilde{w}_j = \frac{1}{n}\left[\sum_{e=1}^{n} \widetilde{w}_j^e\right] \;\; j = 1,2,\dots,k\,, \quad \tilde{x}_{ij} = \frac{1}{n}\left[\sum_{e=1}^{n} \tilde{x}_{ij}^e\right] \;\; i = 1,2,\dots,m$ (8)

4. Adım. *Bulanık karar matrisinin oluşturulması:* $\widetilde{W} = (\widetilde{w}_1, \widetilde{w}_2, \dots, \widetilde{w}_k)$ kriter ağırlıklarını, $\tilde{x}_{ij}$ ise A_i alternatifinin C_j kriteri karşısında aldığı değeri temsil etmek üzere karar matrisi oluşturulur.

5. Adım. *En iyi ve en kötü bulanık değerlerin belirlenmesi:*

$\tilde{f}_j^* = \max_i \tilde{x}_{ij}\,, \quad \tilde{f}_j^- = \min_i \tilde{x}_{ij}$ (9)

6. Adım. $\tilde{S}_i$ *ve* $\tilde{R}_i$ *değerlerinin hesaplanması:*

$\tilde{S}_i = \sum_{j=1}^{k} \widetilde{w}_j(\tilde{f}_j^* - \tilde{x}_{ij})/(\tilde{f}_j^* - \tilde{f}_j^-) \qquad \tilde{R}_i = \max_j\left[\widetilde{w}_j(\tilde{f}_j^* - \tilde{x}_{ij})/(\tilde{f}_j^* - \tilde{f}_j^-)\right]$ (10)

7. Adım. $\tilde{S}^*, \tilde{S}^-, \tilde{R}^*, \tilde{R}^-$ *ve* $\tilde{Q}_i$ *değerlerinin hesaplanması:*

$\tilde{S}^* = \min_i \tilde{S}_i\,, \;\; \tilde{S}^- = \max_i \tilde{S}_i\,, \;\; \tilde{R}^* = \min_i \tilde{R}_i, \;\; \tilde{R}^- = \max_i \tilde{R}_i$ (11)

$\tilde{Q}_i = v(\tilde{S}_i - \tilde{S}^*)/(\tilde{S}^- - \tilde{S}^*) + (1 - v)(\tilde{R}_i - \tilde{R}^*)/(\tilde{R}^- - \tilde{R}^*)$ (12)

v değeri, maksimum grup faydasını sağlayan stratejinin ağırlığını, 1-v ise bireysel pişmanlığın ağırlığını ifade eder. Uzlaşma durumunda v=0,5 alınır.

8. Adım. $\tilde{Q}_i$ *indeksinin durulaştırılması:* Q_i indeksine göre alternatifler sıralanır. Çalışmada Yong (2006) tarafından önerilen GMI (Graded Mean Integration) durulaştırma yöntemi kullanılmıştır.

$P(\tilde{A}) = A = (a_1 + 4a_2 + a_3)/6$ (13)

9.Adım. *Uzlaşık çözümün belirlenmesi:* Aşağıdaki iki koşulun sağlanması durumunda Q_i indeksi kullanılarak en küçük değere sahip olan alternatif (A^1) uzlaşık çözüm olarak seçilir.

Koşul 1: (K1) Kabul edilebilir avantaj. $Q(A^2) - Q(A^1) \geq 1/(m-1)$ (14)

Burada A^2 değeri, sıralamada en iyi ikinci sırayı alan alternatiftir.

Koşul 2: (K2) Karar vermede kabul edilebilir istikrar

A^1 alternatifi, S veya R değerlerine göre yapılan sıralamada da en iyi alternatif olmalıdır.

3. UYGULAMA

Uygulama doğal taş sektöründe Çorum'da faaliyet gösteren bir mermer ve madencilik firmasında gerçekleştirilmiştir. İşletmenin üretim tesislerinde kullanılmak üzere PLC (Programmable Logic Controller) mermer kesim makinesinin seçimi konusundaki karar verme problemine çözüm aranmıştır.

3.1. Makine Seçimini Etkileyen Kriterlerin Belirlenmesi

PLC makine seçimini etkileyen değerlendirme kriterlerinin belirlenmesi için öncelikle firmadaki görev ve deneyimleri dikkate alınarak yönetici ve mühendislerden oluşan 3 kişilik bir karar verme grubu oluşturulmuştur. Karar vericilerin bilgileri ve literatür yardımıyla kriterler Tablo 3'teki gibi belirlenmiştir.

Tablo 3: Değerlendirme Kriterleri ve Açıklamaları

Değerlendirme Kriteri	*Açıklama*	*Kaynaklar*
Fiyat (C1)	Makinenin satın alma maliyeti	Lin ve Yang, 1996; Arslan vd, 2004; Yurdakul 2004; Ertuğrul, 2007; Kaya vd, 2007; Önüt vd 2008; Özgen vd, 2011; Perçin, 2012; Organ 2013; Çakır, 2015, Karim ve Karmaker, 2016
Güvenlik (C2)	Makinenin mekanik risklerinin önlenmesinin yanında işçi güvenliğinin sağlanması	Arslan vd, 2004; Ayağ ve Özdemir, 2006; Ayağ, 2007; Çimren vd, 2007; Kaya vd, 2007, Önüt vd, 2008; Özgen vd, 2011; Perçin, 2012; Çakır, 2015, Karim ve Karmaker, 2016
Kullanım Kolaylığı (C3)	Çalışanların makineyi kolay kullanabilmeleri için gereken özelliklere ve yazılıma sahip olması, bu konuda gerekli bilgiye ulaşabilmesi ve süreci kontrol edebilmesi	Ertuğrul, 2007; Kaya vd, 2007; Önüt vd, 2008; Özgen vd, 2011; Perçin, 2012; Çakır, 2015
Verimlilik (C4)	Üretimin hızlı ve hatasız yapılmasıyla performansta süreklilik sağlanması	Arslan vd, 2004; Ayağ ve Özdemir, 2006; Ayağ, 2007; Çimren vd, 2007; Ertuğrul, 2007; Önüt vd, 2008; Özgen vd, 2011; Perçin, 2012; Karim ve Karmaker, 2016
Kapasite (C5)	Birim zamanda üretilen ürün miktarı	Ertuğrul, 2007; Özgen vd, 2011; Çakır, 2015
Kalite (C6)	Makinenin çevresel etkilere karşı sağlam ve kaliteli olmasının yanında uzun ömürlü olması	Yurdakul, 2004; Ertuğrul, 2007; Özgen vd, 2011; Organ, 2013; Karim ve Karmaker, 2016
Kurulum Süresi (C7)	Makinenin kurulumunun pratik olup fazla süre gerektirmemesi	Lin ve Yang, 1996; Yurdakul, 2004; Önüt vd, 2008; Özgen vd, 2011
Servis ve Bakım (C8)	Servis desteği sağlanması, yedek parça temini ve makinenin arızalara karşı bakımının kolaylığı	Arslan vd, 2004; Ayağ ve Özdemir, 2006; Ayağ, 2007; Ertuğrul, 2007; Kaya vd, 2007; Önüt vd, 2008; Özgen vd, 2011; Perçin, 2012; Çakır, 2015; Karim ve Karmaker, 2016
Güvenilirlik (C9)	Makinenin hassasiyetinin güvenilir ve ürünü işleme sürecinin kaliteli olması	Arslan vd, 2004; Ayağ ve Özdemir, 2006; Ayağ, 2007; Kaya vd, 2007; Özgen vd, 2011; Çakır, 2015; Karim ve Karmaker, 2016

3.2. Bulanık DEMATEL-Bulanık VIKOR Yaklaşımının Uygulanması

1. Aşama: Öncelikle karar vericilerden anket yoluyla veriler toplanarak, değerlendirme kriterleri ve makine alternatifleri arasındaki karşılaştırmalar yapılmıştır. Tablo 1 ve Tablo 2'de gösterilen bulanık değerlendirme ölçeklerine göre karar matrisleri hazırlanmıştır.
2. Aşama: Bulanık DEMATEL yöntemine ilişkin adımlar (1-3) uygulanarak Tablo 4'teki normalize bulanık direkt ilişki matrisi elde edilmiştir. Daha sonra (4-7) eşitlikleri yardımıyla Tablo 5'te gösterilen $\widetilde{D}_i^{def} + \widetilde{R}_i^{def}$, $\widetilde{D}_i^{def} - \widetilde{R}_i^{def}$ değerleri ve kriter ağırlıkları hesaplanmıştır.

Tablo 3: Normalize Bulanık Direkt İlişki Matrisi

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
C1	0,00 0,00 0,00	0,16 0,14 0,13	0,16 0,15 0,13	0,22 0,18 0,16	0,22 0,18 0,16	0,10 0,11 0,12	0,03 0,06 0,08	0,07 0,09 0,11	0,07 0,09 0,11
C2	0,03 0,07 0,09	0,00 0,00 0,00	0,03 0,07 0,09	0,13 0,13 0,13	0,03 0,06 0,08	0,00 0,05 0,08	0,03 0,06 0,08	0,07 0,07 0,09	0,07 0,09 0,11
C3	0,03 0,07 0,09	0,03 0,07 0,09	0,00 0,00 0,00	0,07 0,09 0,11	0,03 0,07 0,09	0,03 0,07 0,09	0,00 0,04 0,07	0,03 0,07 0,09	0,00 0,04 0,07
C4	0,16 0,15 0,15	0,19 0,16 0,15	0,16 0,15 0,15	0,00 0,00 0,00	0,23 0,18 0,16	0,16 0,15 0,13	0,13 0,13 0,13	0,19 0,16 0,16	0,26 0,20 0,16
C5	0,16 0,15 0,15	0,16 0,15 0,15	0,19 0,16 0,16	0,20 0,16 0,15	0,00 0,00 0,00	0,10 0,11 0,12	0,19 0,16 0,15	0,13 0,13 0,13	0,16 0,15 0,15
C6	0,13 0,13 0,13	0,16 0,15 0,15	0,19 0,16 0,16	0,16 0,15 0,13	0,16 0,15 0,15	0,00 0,00 0,00	0,10 0,11 0,12	0,13 0,13 0,13	0,13 0,13 0,13
C7	0,00 0,05 0,08	0,00 0,05 0,08	0,00 0,02 0,05	0,00 0,00 0,04	0,00 0,04 0,07	0,00 0,04 0,07	0,00 0,00 0,00	0,07 0,09 0,11	0,00 0,05 0,08
C8	0,03 0,06 0,07	0,03 0,07 0,09	0,03 0,07 0,09	0,07 0,06 0,08	0,00 0,02 0,05	0,00 0,04 0,07	0,03 0,04 0,07	0,00 0,00 0,00	0,03 0,06 0,08
C9	0,00 0,05 0,08	0,06 0,09 0,11	0,03 0,07 0,09	0,06 0,09 0,11	0,00 0,04 0,07	0,07 0,09 0,11	0,00 0,04 0,07	0,03 0,05 0,08	0,00 0,00 0,00

Tablo 5: $\widetilde{D}_i^{def} + \widetilde{R}_i^{def}$, $\widetilde{D}_i^{def} - \widetilde{R}_i^{def}$ Değerleri ve Kriter Ağırlıkları (w_i)

	$\widetilde{D}_i + \widetilde{R}_i$			$\widetilde{D}_i - \widetilde{R}_i$			$\widetilde{D}_i^{def} + \widetilde{R}_i^{def}$	$\widetilde{D}_i^{def} - \widetilde{R}_i^{def}$	w_i	W_i
C1	5,41	7,73	13,58	1,89	1,38	1,29	8,61	1,49	8,74	0,126
C2	3,84	6,57	12,53	-1,14	-1,08	-1,18	7,38	-1,12	7,46	0,107
C3	3,41	6,19	12,14	-1,54	-1,19	-1,40	6,98	-1,33	7,11	0,102
C4	7,05	8,97	15,00	1,54	1,54	1,75	9,99	1,59	10,12	0,145
C5	5,84	7,99	14,15	1,62	1,64	2,04	8,99	1,74	9,16	0,132
C6	5,09	7,56	13,71	2,07	1,74	2,09	8,48	1,91	8,69	0,125
C7	1,77	4,14	9,80	-1,53	-1,28	-1,37	4,96	-1,37	5,14	0,074
C8	3,01	5,24	11,05	-1,51	-1,69	-2,12	6,13	-1,75	6,38	0,092
C9	3,23	5,92	11,74	-1,41	-1,06	-1,09	6,70	-1,16	6,80	0,098

Buna göre C2, C3, C7, C8 ve C9 kriterleri alıcı grupta yer alırken C1, C4, C5 ve C6 kriterleri gönderici grupta yer alarak diğerleri üzerindeki etkisinin daha çok olduğu tespit edilmiştir. C4 kriterinin en yüksek etki düzeyi ve önem derecesine sahip olduğu görülmüştür. En düşük öneme sahip kriter ise C7 olmuştur.
3. Aşama: Elde edilen ağırlıklar yardımıyla 3 alternatif arasından en uygun makinenin seçilmesi için Bulanık VIKOR yöntemine ilişkin adımlar uygulanmıştır. Karar vericilerin verdiği cevaplar doğrultusunda öncelikle eşitlik (8) kullanılarak Tablo 6'daki bulanık karar matrisi elde edilmiştir.

Tablo 6: Alternatifler için Bulanık Karar Matrisi

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
A1	4,17 6,67 9,17	2,50 5,00 7,50	5,00 7,50 10,00	4,17 6,67 9,17	3,33 5,83 8,33	4,17 6,67 9,17	4,17 6,67 9,17	5,00 7,50 10,00	4,17 6,67 9,17
A2	5,00 7,50 10,00	2,50 5,00 7,50	5,83 8,33 10,00	4,17 6,67 9,17	4,17 6,67 9,17	3,33 5,83 8,33	3,33 5,83 8,33	4,17 6,67 9,17	5,00 7,50 10,00
A3	0,00 0,83 2,58	4,17 6,67 9,17	3,33 5,83 8,33	7,50 10,00 10,00	6,67 9,17 10,00	7,50 10,00 10,00	0,83 3,33 5,83	0,00 2,50 5,00	6,67 9,17 10,00

4. Aşama: Son aşamada alternatiflerin sıralanabilmesi için eşitlikler (9-14) yardımıyla Q_i indeksi elde edilerek en uygun alternatif için uzlaşık çözüm belirlenmiştir. Tablo 7'de gösterildiği gibi A3 alternatifi her iki koşulu da sağlayarak en iyi değeri elde etmiştir. Sıralama A3>A2>A1 şeklinde olmuştur.

Tablo 7: S_i, R_i, Q_i indeksleri ve Alternatiflerin Sıralanması

	$\widetilde{S}_i$			$\widetilde{R}_i$			$\widetilde{Q}_i$			S_i	R_i	Q_i	*Sıra*
A1	0,794	0,800	0,730	0,145	0,145	0,145	1,000	1,000	1,000	0,787	0,145	1,00	3
A2	0,738	0,738	0,640	0,145	0,145	0,145	0,953	0,949	0,916	0,721	0,145	0,944	2
A3	0,194	0,194	0,194	0,102	0,102	0,102	0,000	0,000	0,000	0,194	0,102	0,00	1

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

İşletmelerde üretim planlamasının etkin şekilde yürütülebilmesi için uygun makinenin seçimi sistematik bir karar sürecine dayalı olarak yapılmalıdır. Bu çalışmada makine seçimi problemi için iki aşamalı bütünleşik Bulanık DEMATEL-Bulanık VIKOR yaklaşımı sunulmuştur. Gerçek yaşam uygulamalarının genelinde karar vericilerin tercihleri belirsizlik içermekte ve görüşleri birbirinden farklı olabilmektedir. Bu bakımdan çalışmada sunulan bulanık ÇKKV yaklaşımı bu tür eksikliklerin giderilmesine imkan tanımaktadır. Çalışmada belirlenen 9 değerlendirme kriterine göre 3 alternatif arasından en uygun olanı seçilmiştir. Buna göre karar vericilerin en yüksek önemi verdiği kriter verimlilik olup, onu kapasite, fiyat ve kalite kriterleri izlemiştir. Uygulamada son aşamada A3 alternatifi uzlaşık çözüm olarak belirlenmiştir.
Çalışmanın önerilen yöntem ve yapılan uygulama açısından literatüre katkıda bulunacağı düşünülmektedir. Literatüre makine seçimi konusunda daha önce kullanılmamış bir yaklaşım sunulmakla birlikte, yapılan çalışmaların genellikle CNC teknoloji makine seçimi konusunda uygulandığı görülmektedir. Bu çalışmada ise PLC teknoloji makine seçimi üzerinde durulmuştur. Sunulan bulanık

ÇKKV yaklaşımı, hem karar vermedeki belirsizlikleri dikkate alabilen hem de çok sayıda kriter ve alternatifi birlikte değerlendirebilen yapısıyla etkin bir karar verme aracıdır. Ayrıca ilgili işletme için uygun makinenin seçilmesinde yol gösterici ve kullanışlı bir çözüm ortaya konulmuştur. Sektördeki diğer uygulayıcıların da firmalarına göre değişiklik yapabilecekleri esnek bir yaklaşım sunulmuştur.
İleriki çalışmalarda problemin yapısına göre daha fazla kriter veya alternatif ile çözüm geliştirilebilir. Önerilen yöntem farklı karar verme problemlerine uyarlanabilir. Aynı zamanda diğer ÇKKV tekniklerinin ya da sezgisel yöntemlerin modele dahil edilmesi sağlanabilir.

KAYNAKÇA

Agdaie, M.H., Zolfani, S.H. ve Zavadskas, E.K. (2013), "Decision making in machine tool selection: an intagrateg approach with SWARA and COPRAS-G methods", Engineering Economics, 24(1), 5-17.

Arslan, M.Ç., Çatay, B. ve Budak, E. (2004), "A decision support system for machine tool selection", Journal of Manufacturing Technology Management, 15(1): 101-109.

Atmani, A. ve Lashkari, R. S. (1998), "A model of Machine-tool Selection and Operation Allocation in FMS", International Journal of Production Research, 36(5): 1339-1349.

Ayağ, Z. (2007), "A hybrid approach to machine tool selection through AHP and simulation", International Journal of Production Research, 45(9): 2029-2050.

Ayağ, Z. ve Özdemir, R.G. (2006), "A fuzzy AHP approach to evaluating machine tool alternatives", Journal of Intelligent Manufacturing, 17: 179-190.

Baykasoğlu, A., Kaplanoğlu, V., Durmuşoğlu, Z. ve Şahin, C., (2013), "Integrating Fuzzy DEMATEL And Fuzzy Hierarchical TOPSIS Methods For Truck Selection" Expert Systems with Applications, 40: 899-907

Büyüközkan, G.,Çifçi G., (2012), "A Novel Hybrid MCDM Approach Based On Fuzzy DEMATEL, Fuzzy ANP And Fuzzy TOPSIS To Evaluate Green Suppliers", Expert Systems with Applications, 39(3): 3000-3011.

Chang, C.W., Wu, C.R., Lin, C.T. ve Chen H.C. (2007), "An application of AHP and sensitivity analysis for selecting the best slicing machine", Computers & Industrial Engineering, 52: 296–307.

Chen, L. Y. ve Wang, T. C. (2009), "Optimizing Partners' Choice in IS/IT Outsourcing Projects: The Strategic Decision of Fuzzy VIKOR", International Journal of Production Economics, 120: 233-242.

Çakır, S. (2015), "An integrated approach to machine selection problem using fuzzySMART-fuzzy weighted axiomatic design", Journal of Intelligent Manufacturing, DOI 10.1007/s10845-015-1189-3

Çimren, E., Çatay, B. ve Budak, E. (2007), "Development of a machine tool selection system using AHP", International Journal of Advenced Manufacturing Technology, 35: 363-376.

Dağdeviren, M. (2008), "Decision making in equipment selection: an integrated approach with AHP and PROMETHEE", Journal of Intelligent Manufacturing, 19: 397–406.

Dalalah, D., Hayajneh, M. ve Batieha, F. (2011), "A Fuzzy Multi-Critera Decision Making Model for Supplier Selection", Expert Systems with Applications, 38: 8834-8391.

Duran, O. ve Aguilo, J. (2008), "Computer-aided machine-tool selection based on a Fuzzy-AHP approach", Expert Systems with Applications", 34: 1787-1794.

Ertuğrul, İ. (2007), "Bulanık analitik hiyerarşi süreci ve bir tekstil işletmesinde makine seçim problemine uygulanması, H.Ü. İİBF Dergisi, 25(1), 171-192.

Jassbi, J., Mohamadnejad, F. Ve Nasrollahzadeh, H., (2011), "A Fuzzy DEMATEL Framework For Modeling Cause And Effect Relationships of Strategy Map", Expert Systems With Applications, 38: 5967–5973.

Karim, R. ve Karmaker C.L. (2016), " Machine Selection by AHP and TOPSIS Methods", American Journal of Industrial Engineering, 4(1): 7-13.

Kaya, İ., Kılınç, M.S. ve Çevikcan, E. (2007), "Makine-Teçhizat Seçim Probleminde Bulanık Karar Verme Süreci", Mühendis ve Makina, 49(576): 8-14.

Kaya, T. ve Kahraman, C. (2010), "Multicriteria renewable energy planning using an integrated fuzzy VIKOR & AHP methodology: The case of İstanbul", Energy, 35(6): 2517-2527.

Keung, K. W., Ip, W. H. ve Lee, T. C. (2001), "A Genetic Algorithm Approach to the Multiple Machine tool Selection Problem", Journal of Intelligent Manufacturing, 12(4), 331-342.

Li, R.J. (1999), "Fuzzymethod in GroupDecisionMaking", Computers and Mathematics with Applications, 38(1): 91-101.

Lin, C.J. ve Wu, W.W. (2008), "A Causal Analytical Method For Group Decision-Making Under Fuzzy Environment", Expert Systems with Applications, 34(1): 205-213.

Lin, Z.C. ve Yang, C.B. (1996), "Evaluation of machine selection by the AHP method", Journal of Materials Processing Technology, 57: 253-258.

Opricovic, S. (2011), "Fuzzy VIKOR with an application to water resources planning", Expert Systems with Applications, 38: 12983–12990.

Opricovic, S. ve Tzeng, G.H. (2007), "Extended VIKOR Method in Comparison with Outranking Methods", European Journal of Operational Research, 178: 514–529.

Organ, A. (2013), "Bulanık Dematel Yöntemiyle Makine Seçimini Etkileyen Kriterlerin Değerlendirilmesi", Ç.Ü. Sosyal Bil. Ens. Dergisi, 22(1): 157-172.

Önüt, S., Kara, S.S. ve Efendigil, T. (2008), "A hybrid fuzzy MCDM approach to machine tool selection", Journal of Intelligent Manufacturing, 19:443-453.

Özgen, A., Tuzkaya, G., Tuzkaya, U. R. ve Özgen, D. (2011), "A Multi-Criteria Decision Making Approach for Machine Tool Selection Problem in a Fuzzy Environment", International Journal of Computational Intelligence Systems, 4(4): 431-445.

Perçin S., (2012), "Bulanık AHS ve TOPSIS Yaklaşımının Makine-Teçhizat Seçimine Uygulanması", Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 21: 169-184.

Sun, S. (2002), "Assessing computer numerical control machines using data envelopment analysis", International Journal of Production Research, 40(9): 2011-2039.

Tabucanon, M. T., Batanov, D. N. ve Verma, D. K. (1994), "Intelligent Decision Support System (DSS) for the selection process of alternative machines for Flexible Manufacturing Systems (FMS)", Computers in Industry, 25: 131-143.

Tuzkaya, G., Gülsün, B., Kahraman, C. ve Özgen, D. (2010), "An integrated fuzzy multi-criteria decision making methodology for material handling equipment selection problem and an application", Expert Systems with Applications, 37: 2853–2863.

Tzeng, G. H., Chiang, C. H., ve Li, C. W. (2007), "Evaluating intertwined effects in Elearning programs: A novel hybrid MCDM model based on factor analysis and DEMATEL", Expert Systems with Applications, 32(4): 1028–1044.

Wu, H.,Chen, H. K., Shieh, J. (2010), "Evaluating Performance Criteria of Employment Service Outreach Program Personnel by DEMATEL Method", Expert System with Applications, 37:5219–5223.

Yong, D. (2006), "Plant location selection based on fuzzy TOPSIS", International Journal of Advance Manufacturing Technology, 28: 839–844.

Yurdakul, M. (2004), "AHP as a Strategic Decision-Making Tool to Justify Machine Tool Selection", Journal of Materials Processing Technology, 146: 365-376.

Yurdakul, M. ve İç, Y.T. (2009), "Analysis of the benefit generated by using Fuzzy numbers in a TOPSIS model developed for machine tool selection problems", Journal of Materials Processing Technology, 209: 310–317.

KALİTE YÖNETİM SİSTEMİNİN KURULUMUNUN SAĞLADIĞI FAYDALARIN BİR ÇKKV YÖNTEMİ OLAN TOPSIS İLE ÖLÇÜMÜ VE ANALİZ EDİLMESİ

Ece Gökpınar
Turkish Petroleum International Company

Yusuf Tansel İç
Başkent Üniversitesi

Mustafa Yurdakul
Gazi Üniversitesi

ÖZET

Kalite Yönetim Sistemleri (KYS) firmaların hizmet veya ürün kalitesini arttırmak amacıyla kullandığı sistemlerdir. Kurdukları kalite yönetim sistemlerini onaylatmak isteyen firmalar ise söz konusu kurdukları sistemleri bağımsız kuruluşlara denetlettirerek belgelendirme (sertifikasyon) yoluna gitmektedir. Bu belgelendirme süreci ile firmalar tüm süreçlerini gözden geçirmekte ve süreçlerini iyileştirme yönünde planlar oluşturarak faaliyetler gerçekleştirmektedirler. Yapılan çalışmalar orta ve uzun vadede firma performansına olumlu yönde katkıda bulunmaktadır. Çalışma kapsamında gerçek bir firmada ISO 9001 Kalite Yönetim Sistemi (KYS)'ne geçiş sonrası firmada elde edilen olumlu gelişmeler TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) yöntemi kullanılarak ortaya konmaya çalışılmıştır. Bu amaçla ISO 9001 KYS'ye geçiş öncesindeki 2012 yılındaki firma performansı ile ISO 9001 KYS'ye geçişi takip eden 2013- 2015 yıllarında firmanın performans seviyeleri karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar ISO 9001 KYS'ye geçiş ile firma performansında önemli düzeyde bir iyileşmenin ortaya çıktığını göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Kalite Yönetim Sistemi (KYS), ISO 9000 standart serisi, TOPSIS.

MEASUREMENT AND ANALYSIS OF BENEFITS PROVIDED BY THE ADOPTATION OF A QUALITY MANAGEMENT SYSTEM WITH AN MCDM APPROACH TOPSIS

ABSTRACT

Quality management systems (QMS) are the systems used by the firms to improve their processes, service or product quality and performance levels. The firms apply to independent audit firms for inspection, approvement and certification for their quality systems. Such a certification approach forces the firms to evaluate their existing processes and develop action plans to improve their middle and long-term performance levels. In this study, the improvement in the performance level of a real firm is evaluated with the application of TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) before and after its adaptation of ISO 9001 QMS. The years in which the firm's performance are measured and compared are 2012 (the year before adaptation of ISO 9001 QMS) and 2013-2015 (the years after the adaptation of ISO 9001 QMS). The results show that the firm's performance improves considerably with the application of ISO 9001 QMS.

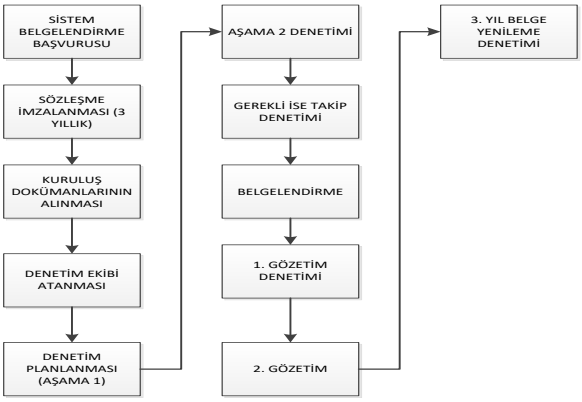
Keywords: Quality Management System (QMS), ISO 9000 standard series, TOPSIS.

1. GİRİŞ

Mal veya hizmet üreten şirketler müşterilerin ihtiyaç ve beklentilerini karşılayamadıklarında, piyasadaki yerlerini başka firmalara bırakmak durumunda kalacaklardır. Sürekli bir rekabet halinde olan firmalar rakiplerinin önüne geçebilmek için kaliteli mal ve hizmet sunmaları ve müşterilerinin beklentilerini karşılamaları gerekmektedir (Taşçı, 2013). Kaliteli ürün veya hizmet sağlamayı hedefleyen firmalar tasarım, imalat gibi tüm süreçlerini belirli bir sistem içerisinde koordine ve kontrol altında uygulamak zorundadır. Firma içinde sistemleşmeyi sağlamayı amaçlayan yaklaşımlardan en yoğun kullanılanı ISO 9000 serisi kalite yönetim sistem (KYS) standartlarıdır.

Literatürde, KYS uygulamalarını çeşitli yönlerden inceleyen çok çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Örneğin, yurt içinde faaliyet gösteren 720 belgeli şirkete uygulanan bir araştırmaya göre ISO 9001 KYS'nin yararları arasında kuruluşun imajının güçlenmesi, müşteri memnuniyetinin artması, müşteri artışı, rekabet gücünün artması, daha iyi tedarikçi ilişkileri, yönetim etkinliğinin artması, olumlu kültürel değişim, kalite bilincinin oluşması, daha düzenli dokümantasyon, sistematikleşme, standardizasyon ve tutarlılığın artması ve maliyetlerin azalması sayılmıştır (Şale, 2001), (Manders ve Vries 2012). Literatürde, Kalite Yönetim Sistemi (KYS) konusunda yapılan çalışmalar çok çeşitli ve oldukça fazladır. Örneğin, Jain ve Samrat yaptıkları çalışmada kalite yönetim sistemini firmalarda kurmaya çalışmanın zorluklarını anlamak için 62 adet firmaya yönelik anket düzenlemişlerdir (Jain ve Samrat, 2015). Pheng ve Teo ise yaptığı çalışmada Toplam Kalite Yönetiminin yapı sektöründeki firmalarda uygulamasını incelemişler ve toplam kalite yönetimi uygulamalarının kalite maliyetlerinin azalttığını ve daha yüksek iş tatmini sağladığını göstermiştir (Pheng ve Teo, 2004). Nowicki ise ISO 9001 kalite yönetim sistemi standardına dayalı uygulanan kalite yönetim sistemlerini incelemiş ve ISO 9001 KYS standardının geniş kullanım alanı sağlayan esnek yapısının farklı sektörlerde uygulama örneklerini sunmuştur (Novicki, 2015). İlkay ve Varinli ise Türkiye ile Dünya ve Avrupa arasında ISO 9001 KYS belgeli firmalar arasında karşılaştırma yapmıştır (İlkay ve Varinli, 2005). Söz konusu çalışmada, Türkiye'deki belgeli kuruluşların sayısının Avrupa ülkeleriyle karşılaştırıldığında, ülkemizin bu konudaki durumunun çok da iç açıcı olmadığı ortaya konmuştur. Türkiye belgeli firma sayısı bakımından Avrupa sıralamasında yer alamamıştır. Corbett, Montes-Sancho ve Kirsch çalışmalarında, Amerika'da ISO 9000 belgelendirmesinin (sertifikasyonunun) mali açıdan firmalar üzerine etkisi incelemişlerdir (Corbett, 2005). 1987 ile 1997 yılları arasında Amerika'da 7,238 firma da belgelendirme yapıldıktan sonra ilk üç yıl içinde firma performanslarında iyileşmeler gözlemlenmesine rağmen, bu artışlar 'kalite yönetim sistemi kurulumu üstün mali performans sağlar' görüşünü destekleyecek büyüklükte değildir. Terlaak ve King Amerika'da ISO 9001 KYS sertifikalı olmanın üretici firmalara rekabet üstünlüğü sağlayıp sağlamadığını incelemişlerdir (Terlaak ve King, 2006). Elde ettikleri sonuçlara göre sertifikalı firmaların belgelendirmeden sonra hızlı bir şekilde büyüdükleri ve pazarda sertifikalı olmanın müşteriler tarafından tercih edilme nedeni olduğu görülmüştür. Escanciano, Fernández ve Vázquez tarafından İspanya'da yapılan çalışmada, 3.864 sertifikalı firmaya gönderilen anketlere 749 firmanın verdiği cevapların analizinde belgelendirmenin toplam kalite yönetimine geçiş için şirketleri teşvik ettiği, firmaların yönetilmesinde kolaylıklar sağladığı ve aynı zamanda pazarda rekabet avantajı getirdiği tespit edilmiştir (Escanciano, 2001). Naktiyok ve Küçük ise Türkiye'de küçük ve orta büyüklükte olan 500 firmaya gönderilen anketleri dolduran 274 firmanın cevaplarının analizlerine göre TKY'de yer alan kriterlerin sağlanmasının performansı olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir (Naktiyok ve Küçük, 2003). Buttle ise çalışmasında, şirketlerin ISO 9001 sertifikasyonunun hem işletme hem de pazarlama açısından iyileşme olmasını beklediklerini belirlemiştir (Buttle, 1997). Araştırmada, firmaların belgelendirmeden bekledikleri en önemli faydanın kar artışı olduğu belirtilmiştir. Diğer faydalar arasında öne çıkanlar süreç iyileşmesi ve müşteri beklentilerine cevap verebilmedir. ISO 9001 KYS belgesini almak için bir firmanın süreçlerinin uluslararası kabul görmüş bir yönetim sistemine uygun olarak sevk ve idare edildiğinin ve firmanın hizmet kalitesinin sürekliliğinin sağlandığının delillendirilmesi gerekmektedir. Belgelendirme bağımsız bir kuruluş tarafından ürün, hizmet, sistem, personel, muayene veya laboratuvarın belli bir standarda göre denetlenerek onaylanması faaliyetidir. Bir firmanın ISO 9001 KYS belgesi almak için bünyesinde ISO 9001 Standardına uygun bir KYS kurulması, kurulan kalite yönetim sisteminin işletilmesi ve denetçi bir dış firma tarafından uygulanan sistemin dokümanlarının, kayıtlarının ve uygulamasının denetlenmesi ve uygun bulunması gerekmektedir. Belgelendirme başvurusu ve tetkik sürecinin şematik gösterimi aşağıda Şekil 1'de gösterilmiştir. ISO 9001 KYS belgesi almak isteyen ve bu çalışmada ISO 9001 KYS uygulaması takip edilen ve incelenen firmada ISO 9001 KYS belgelendirmesi için öncelikle üst yönetimden ekip kurulumu için talepte bulunulmuştur. Firma bünyesinde her birimden en az 2'şer kişi olmak üzere yaklaşık 20 kişiden oluşan "kalite çalışma ekibi" oluşturulmuştur. Ardından, TSE'den ISO 9000, ISO 9001 ve ISO 9004 standartları satın alınmış ve üst yönetime belgelendirmenin

amacı, belgelendirmenin nasıl yapılacağı, maliyeti ve termin süresi ile ilgili bilgilendirme semineri düzenlenmiştir. Ekiplere yönelik olarak ise personel belgelendirme konusunda akredite firmalardan ISO 9001 Temel, Dokümantasyon, İç Tetkik ve Proses Yönetimi Etkileşimi ve İyileştirme Teknikleri Eğitimleri aldırılmıştır. Belgelendirmeye ilgili olarak kalite yönetim sistem kurulum planı tüm kalite ekiplerinin görüşleri alınarak oluşturulmuştur. İlk Yönetimin Gözden Geçirme Toplantısında, eğitim planı, iç tetkik planı, müşteri memnuniyet kriterlerinin belirlenmesi ve ölçümlerin yapılması, düzeltici ve önleyici faaliyetlerin başlatılması ele alınmıştır. Politika/Hedef KYS Programları çerçevesinde, KYS ekibi tarafından kalite politikasının ön taslak çalışmaları tamamlanmış ve üst yönetim incelemesinin ardından yayınlanmıştır. Kayıtların Oluşturulması ve Muhafazası ile ilgili olarak KYS kapsamında önce mevcut kayıtlar incelenerek söz konusu kayıtların kontrolü için dokümantasyon sistemi oluşturulmuştur. Her bir kayıt için form ve seri numarası, revizyon ve yayın tarihleri oluşturulmuştur. Diğer yandan ISO 9001 standardının öngördüğü zorunlu prosedürlere ilave olarak firmanın tüm süreçlerinde sistemleşmeyi ve kayıt altına almayı sağlamak için gerekli prosedürler, talimatlar ve formlar oluşturulmuştur. Çalışanlara yönelik olarak ISO 9001 in gerektirdiği eğitimler organize edilmiştir. Firmada ISO 9001 in uygulanmaya başlatıldığı ile ilgili duyurular tüm çalışanlara ulaştırılarak KYS resmen yürürlüğe sokulmuştur. Uygulamada sistemdeki aksaklıkların tespit edilmesi amacıyla iç tetkikler düzenlenerek uygunsuzlukların giderilebilmesi için düzeltici faaliyetler uygulanmıştır. Standardın gerektirdiği veri analizleri yapılarak KYS'nin faydaları incelenmiştir. Sistemin artık standarda uygun ve sorunsuz çalıştığının belirlenmesinin ardından TSE'ye belgelendirme başvurusu yapılmıştır. Belgelendirme başvurusu yapılmasının ardından firmanın iç tetkikçileri tarafından gözden geçirmeler yapılarak sistem dış denetçilerin incelemesine hazır hale getirilmiştir. TSE gerekli denetimleri yaparak belgelendirmeyi yapmıştır. Belgelendirme sırasında ve sonrasında artık KYS kuran firma süreçlerindeki performansı sürekli takip ederek performansın yetersiz kaldığı alanlarda iyileştirme programları uygulayarak firma performansının düşmesine engel olmaktadır.



Şekil 1. ISO 9001 Belgelendirme Aşamaları

Firma içinde belgelendirme sırasında ve sonrasında ISO 9001 KYS'nin firmaya hangi faydaları sağladığı konusunda belirsizlikler oluşmuştur. Bu çalışma ISO 9001 KYS'nin firmaya sağladığı faydaları sistematik bir yöntemle ölçerek ve dolayısıyla firma içinde oluşan belirsizlikleri gidermek için yapılmıştır.

2. TOPSIS YÖNTEMİ İLE FAYDALARIN ÖLÇÜMÜ VE ANALİZİ

ISO 9001 KYS uygulamasında, firma içi süreçlerin işletiminin standartlaştırılması, yeni işe alınanların uyum sürecinin hızlandırılması, veri analizleri ile stratejik planlama çalışmalarının gerçekleştirilmesi, düzeltici faaliyetlerin sürekli hale getirilmesi, iç iletişimde kullanılan yazışma formatları ile sağlıklı bilgi akışının sağlanması, arşiv düzenlemeleri ile kayıtların muhafaza altına alınması, ölçüm hatalarını en aza indirecek ölçüm araçlarının kalibrasyonun yapılması ve bakım ve onarım maliyetlerini azaltacak önleyici makine aktivitelerinin gerçekleştirilmesi gibi iyileştirme faaliyetlerinin sonucu ortaya çıkan faydaların ölçülmesi için öncelikle her firmanın kendine özel performans ölçüm kriterleri belirlemesi gerekir. Bu çalışmada ISO 9001 KYS uygulayan firmanın performansının ölçümünde önemli kriterler olarak "kayıp günlü iş kazası tekrar oranı", "kişi başına düşen eğitim süresi (saat)", "açılan düzeltici faaliyet sayısı", "kapatılan düzeltici faaliyet sayısı", "uygunsuzluk sayısı", "aktif olmayan sondaj faaliyet süresinin yüzdelik oranı", "saha başına çalışan personel sayısı", "müşteri memnuniyet oranı", "açılan sondaj (metre)" ve "bitirilen iş sayısı" seçilmiştir. Seçilen on ayrı performans ölçüm kriterlerin beraber değerlendirilmelerinde çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemlerinin kullanımına ihtiyaç bulunmaktadır. Bu çalışmada, ISO 9001 KYS'ye geçiş sonrası firmada kriterlerde gerçekleşen

performans iyileşmeleri TOPSIS yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışmada, ISO 9001 KYS'ye geçiş öncesine (2012 yılı) göre ISO 9001 KYS'ye geçiş sırasında (2013 yılı) ve geçiş sonrasında (2014 ve 2015 yılları) firma performansında oluşan iyileşmeler incelenmiştir. Bu çalışmada kullanılan ÇKKV yöntemi TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) 1981 yılında Hwang ve Yoon tarafından geliştirilmiş ve alternatifleri ideal çözümlere uzaklık yoluyla kendi aralarında ağırlıklarını da baz alarak sıralayan bir yöntemdir. TOPSIS literatürde karar verme ve seçim problemlerinin çözümünde kullanılmış olup, uygulaması ile ilgili detaylı bilgiler Behzadian, Otaghsara, Yazdani ve Ignatius'un yaptıkları çalışmada mevcuttur (Behzadian vd., 2012). TOPSIS yönteminin bu çalışmaya uyarlanmış uygulama aşamaları ise aşağıda sunulmuştur (İç, 2015):

Adım 1: Karar matrisinin oluşturulması

Karar matrisinde *m* derecelendirilecek alternatif sayısını (*i*=1,...*m*, yıl sayısı), *n* performans kriterlerinin (*j*= 1,...,*n*, performans kriterleri) sayısını, a_{ij} ise kriter değerini ifade eder.

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ . & & & . \\ . & & & . \\ . & & & . \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} \tag{1}$$

Adım 2: Normalize karar matrisinin oluşturulması

Normalize karar matrisi, Adım 1'de oluşturulan *A* matrisinin elemanları kullanılarak ve aşağıdaki formül yardımıyla belirlenir:

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^{m} a_{kj}^2}} \tag{2}$$

R normalize edilmiş karar matrisi ise aşağıdaki gibi elde edilir:

$$R_{ij} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ . & & & . \\ . & & & . \\ . & & & . \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix} \tag{3}$$

Adım 3: Ağırlıklı normalize karar matrisinin oluşturulması

Bu adımda öncelikle kriterlere ait ağırlık değerleri (w_i) belirlenir ($\sum_{i=1}^{n} w_i = 1$). Daha sonra *R* matrisinin her bir sütunundaki elemanlar ilgili ağırlık değeri ile çarpılarak *V* ağırlıklı karar matrisi oluşturulur:

$$V_{ij} = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & w_2 r_{12} & \dots & w_n r_{1n} \\ w_1 r_{21} & w_2 r_{22} & \dots & w_n r_{2n} \\ . & & & . \\ . & & & . \\ . & & & . \\ w_1 r_{m1} & w_2 r_{m2} & \dots & w_n r_{mn} \end{bmatrix} \tag{4}$$

Adım 4: İdeal ve negatif ideal çözümlerin belirlenmesi

İdeal *(A^*)* çözümün elde edilmesi için Eş. (5) kullanılarak *V* matrisinin her bir sütunu için en büyük değerler (ilgili kriter enküçükleme yönlü ise en küçük değer) ve negatif ideal *(A^-)* çözümün belirlenmesi içinse Eş. (6) kullanılarak *V* matrisinin her bir sütunu için en küçük değerler (ilgili kriter enküçükleme yönlü ise en büyük değer) tespit edilir.

$$A^* = \left\{ (\max_i v_{ij} \,|\, j \in J), (\min_i v_{ij} \,|\, j \in J') \right\} \rightarrow A^* = \left\{ v_1^*, v_2^*, \dots, v_n^* \right\} \tag{5}$$

$$A^- = \left\{ (\min_i v_{ij} \,|\, j \in J), (\max_i v_{ij} \,|\, j \in J') \right\} \rightarrow A^- = \left\{ v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^- \right\} \tag{6}$$

Adım 5: İdeal noktaya (S_i^*) ve negatif ideal noktaya (S_i^-) uzaklıklar hesaplanır

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} (v_{ij} - v_j^*)^2} \tag{7}$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^{n}(v_{ij} - v_j^-)^2} \tag{8}$$

Adım 6: İdeal çözüme yakınlığı (C_i^*) Eş (9) kullanılarak hesaplanır

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^*} \tag{9}$$

Burada C_i^* değeri $0 \le C_i^* \le 1$ aralığında değer alır.

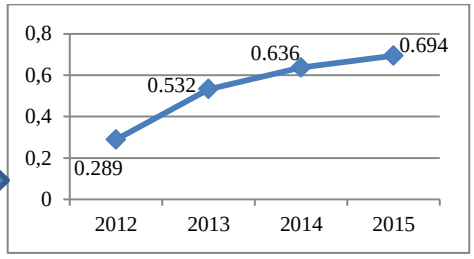
Makale kapsamında, firmanın ISO 9001 KYS'ye geçilmeden önceki 2012 yılına ait performans kriterlerindeki değerler ile ISO 9001 KYS'ye geçilen 2013 ve ardından gelen 2014 ve 2015 yılındaki değerleri kullanılarak TOPSIS yöntemiyle bir analiz gerçekleştirilmiştir. Firmanın bu kriterlerdeki performans değerleri Tablo 1' de sunulmuştur.

Tablo 1. Yıllara Göre Firmanın Performansı

Yıllar	Kayıp Günlü İş Kazası Tekrar Oranı	Kişi Başına Düşen Eğitim Süresi (saat)	Açılan Düzeltici Faaliyet Sayısı	Kapatılan Düzeltici Faaliyet Sayısı	Uygunsuzluk Sayısı	Aktif Olmayan Sondaj Faaliyet Süresi (%)	Saha Başına Çalışan Personel Sayısı	Müşteri Memnuniyet (%)	Açılan Sondaj (metre)	Bitirilen İş Sayısı
2012	12,99	15	132	66	34	2,76	742	84,70	47.349	455
2013	9,99	26	38	25	9	3,13	816	83,52	52.844	568
2014	6,68	25	16	15	6	3,05	826	86,00	83.495	581
2015	1,97	17	8	7	10	2,84	385	96,00	83.292	794
Ağırlık	*9*	*4*	*5*	*5*	*8*	*8*	*5*	*10*	*9*	*9*
Norm. ağırlık	*0,125*	*0,056*	*0,069*	*0,069*	*0,11*	*0,111*	*0,069*	*0,139*	*0,125*	*0,13*

TOPSIS yönteminin ilk aşaması olan karar matrisi yukarıda verilen Tablo 1 kullanılarak oluşturulmuş ve yöntemin ilk aşamasında sayısal değerler Eş.(2) kullanılarak normalize edilerek normalize edilmiş karar matrisi elde edilmiştir. Tablo 1'de sunulan kriter ağırlıklarının belirlenmesi için firmanın üç ayrı uzmanının her bir kriteri 1-10 arasında bir puanla değerlendirmesi istenmiş (1 en önemsiz, 10 en önemliyi ifade etmektedir) ve ardından uzman değerlendirmelerin ortalamaları alınarak en yakın tam sayıya yuvarlanması ile kriter ağırlıkları tespit edilmiştir. Ardından normalize kriter ağırlıkları elde edilmiştir (Tablo 1). Daha sonra, normalize edilmiş karar matrisi her bir kriter için belirlenen normalize kiter ağırlıklarıyla çarpılarak ağırlıklandırılmış normalize matris oluşturulmuştur. Son aşamada ise TOPSIS yöntemi uygulama adımlarında Eş.(5-8) kullanılarak ideal ve negatif ideal çözümlere uzaklıklar, Eş. (9) kullanılarak da yıl bazında genel performans notunu yansıtan TOPSIS sıralama puanları elde edilmiştir (Şekil 2). Şekil 2'de görüldüğü gibi ISO9001 KYS'ye geçilen 2013 yılından itibaren kuruluşun faaliyetlerinde önemli iyileşmeler gerçekleştiği açık olarak görülebilmektedir. ISO 9001 KYS'nin mevcut olmadığı yıl olan 2012 yılı için gerçekleştirilen TOPSIS yöntemi sıralama puanı 0,289 iken, ISO 9001 KYS'ye 2013 yılı ortalarında geçildikten sonra kısa bir sürede TOPSIS puanı 0,289'dan 0,532'ye yükselmiş, 2014 yılında ise performans iyileşmeye devam ederek TOPSIS puanı 0,636 olarak gerçekleşmiştir. 2015 yılında ise bir miktar daha artış gerçekleşmiş ve TOPSIS puanı bu yıl için 0,694 olarak hesaplanmıştır. Bu hesaplama sonuçlarından da gözlendiği üzere ISO 9001 KYS'ye geçiş sonrası firmada verimlilik açısından pozitif yönde bir gelişim yakalanmıştır. Bu pozitif eğilimin ileriki yıllarda da süreceği Şekil 2'den de anlaşılmaktadır.

Yıllar	Si*	Si-	C*
2012	0,141	0,057	0,289
2013	0,083	0,095	0,532
2014	0,067	0,118	0,636
2015	0,059	0,134	0,694



Şekil 2. TOPSIS Puanlarının Yıllar İtibariyle Gelişimi

3. SONUÇ

ISO 9000 KYS standardı, müşteri odaklılık anlayışının bir sonucu olarak, işletmelerin gerçek sahiplerinin müşterileri olduğu felsefesine dayanmaktadır. Zamanla gelişen ve değişen bir standart olması nedeniyle

gerek tüketici ve gerekse imalatçı işletmeler açısından büyük bir önem kazanmış olup rekabet ortamında önemli bir faktör haline gelmiştir (Merter , 2006). ISO 9000 sertifikasına sahip olmanın yararları yabancı pazarlara açılmaya ve yabancı tedarikçilerle uyum sağlamaya kadar uzanır (David ve Stanley, 1997). Farklı alanlardaki birçok organizasyon; müşteri memnuniyetinden, ürün kalitesindeki gelişmeye ve üretim proseslerinin gelişimine kadar birçok alanda ISO 9000 Kalite Yönetim Sistemi'nden fayda sağlamıştır (James ve William, 2005). Makale kapsamında ISO 9001 Kalite Yönetim Sistemi'ne geçiş öncesinde ve geçildikten sonra firmanın performans seviyesi birçok kriterli karar verme yöntemi olan TOPSIS yöntemi ile analiz edilmiş, ISO 9001 sistemine geçildikten sonra firmanın genel performans seviyesinde önemli iyileşmenin gerçekleştiği tespit edilmiştir.

KAYNAKÇA

Behzadian M., Otaghsara, S., K., Yazdani M., Ignatius, J., 2012. "A state-of the-art survey of TOPSIS applications," Expert Systems with Applications, cilt 39, s. 13051–13069.

Belgelendirme ve Akreditasyon Nedir?. http://www.kascert.com/goster.aspx?metin_id=1182, 05.04.2013.

Buttle, F. 1997. "ISO 9000: Marketing Motivations and Benefits," International Journal Of Quality & Reliability Management, cilt. 14, sayı 9, s. 936-947.

Corbett, C., J., Montes-Sancho, M., J., Kirsch, D., A. 2005., "The financial impact of ISO 9000 certification in the United States: An empirical analysis," Management Science cilt 51, sayı 7, s. 1046-1059.

David G., Stanley B. D. 1997. Introduction to Total Quality, Prentice Hall, New Jersey, USA.

Escanciano, C., Fernández, E., Vázquez, C., 2001. "ISO 9000 certification and quality management in Spain: results of a national survey," The TQM Magazine, cilt 13, sayı 3, s. 192-200.

İç, Y. T., Tekin, M., Pamukoglu, F. Z., Yıldırım, S. E. 2015. "Development of a financial performance benchmarking model for corporate firms," Journal of The Faculty of Engıneering and Architecture of Gazi University, cilt 30, sayı 1, s. 71-85.

İlkay, M. S., Varinli, İ. 2005. "ISO 9001:2000 Kalite Yönetim Sistemi: Dünya, Avrupa ve Türkiye Uygulamalarının Karşılaştırılması," Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Cilt 25, sayı 7-8, p.1-10.

Jain, R., K., Samrat, A., 2015. "A Study of Quality Practices of Manufacturing Industries in Gujarat," Procedia-Social and Behavioral Sciences, cilt 189, s. 320-334.

James E., William M. L. 2005. The Managment and Control of Quality, Thomson, Ohio, USA.

Manders, B., Vries, H., J., 2012. ISO news, http://www.iso.org/iso/news.htm?refid=Ref1665, 07/03/2016

Merter, M. E. 2006. Toplam Kalite Yönetimi, Atlas Yayınları, İstanbul.

Naktiyok, A., Küçük, O. 2003. "Küçük Ve Orta Büyüklükteki İşletmeler'de (Kobi) Toplam Kalite Yönetimi (TKY) Kritik Faktörlerinin Örgütsel Performans Üzerine Etkileri," Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Cilt 21, sayı 7-8, s. 43-65.

Novicki, P. 2015. "Selected Branch Quality Management Systems Based On ISO 9001 Standard – The Review," 9th International Quality Conferance (IOC).

Pheng, L. and Teo, J. 2004. "Implementing Total Quality Management in Construction Firms," Journal Management Engineering, cilt 20, sayı 8, 815-820.

Şale, İ. 2001. Adım Adım Toplam Kalite Uygulamaları, Seçkin Yayıncılık, Ankara.

Taşçı, D., Eroğlu, E., Çabuk, S., Duman, G., Ağlargöz, O., Erdemir, E., Özsoy E. 2013. "Kalite Yönetim Sistemleri", Anadolu Üniversitesi Yayını, cilt 1, Yayın No: 2810, s.7.

Terlaak, A., King, A., A.2006. "The effect of certification with the ISO 9000 Quality Management Standard: A signaling approach," Journal of Economic Behavior & Organization, cilt 60, sayı 4, s. 579-602.

TEDARİKÇİ SEÇİMİNDE TOPLAM MALİYET VE ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ YAKLAŞIMLARININ KIYASLANMASI

Nusret Göksu
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Alaeddin Koska
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Mehri Banu Sünbül
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Ayşe Yılmaz
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

ÖZET

Tedarikçi seçim süreci, şirket içinde farklı fonksiyonları (örneğin, satın alma, kalite, üretim, gibi) kapsadığı için hiyerarşik bir şekilde birçok somut olan ve somut olmayan faktörleri içeren çok kapsamlı bir sorundur. Bu çalışma Kahramanmaraş'ta metal sektöründe faaliyet gösteren bir imalat işletmesinde yapılmış ve tedarikçi seçiminde TCO (Total Cost of Ownership, sahip olmanın toplam maliyeti) ve AHP (Analitik Hiyerarşi Süreci/Prosesi) yöntemleri kullanılmıştır. Çalışmada tedarikçi seçim sürecinde kullanılan TCO ve AHP yaklaşımları bir işletmede uygulama olarak karşılaştırılmıştır. Her iki yöntemde de aynı kriterler ele alınmıştır. Böylece aynı kriterler hem nitel hem de nicel olarak ele alınmış ve tedarikçiler her iki yöntemle değerlendirilmiştir. İşletmeden en çok çalıştığı üç tedarikçi ile ilgili veriler alınmıştır. Yapılan analizler sonucu elde edilen bulgulara göre işletmenin Tedarikçi A ile çalışması en doğru seçimdir. Her iki yönteme göre işletme için en uygun tedarikçinin Tedarikçi A olduğu belirlenmiştir.

Anahtar sözcükler: Analitik Hiyerarşi Süreci, Toplam Maliyet, Tedarik Zinciri Yönetimi

A COMPARISON OF THE TOTAL COST OF OWNERSHIP AND ANALYTIC HIERARCHY PROCESS APPROACHES IN SUPPLIER SELECTION

ABSTRACT

The supplier selection process encompasses different functions (such as purchasing, quality, production, etc.) Within the company, it is a multi-objective problem, encompassing many tangible and intangible factors in a hierarchical manner. This study was conducted in a manufacturing company operating in the metal sector in Kahramanmaraş and TCO (Total Cost of Ownership, the total cost of owning) and AHP (Analytical Hierarchy Process / Process) methods were used for supplier selection. TCO and AHP approaches used in supplier selection process has been examined empirically and compared in a firm. Same criteria are used in both methods. Thus, the same criteria have been analyzed as both qualitative and quantitative. Suppliers are evaluated by both methods. The data were taken from the firms about three suppliers who are worked the most together. According to the findings of the analysis results, the firm should work with supplier A. According to the both methods, The most suitable supplier for the company was determined to be the Supplier A.

Key words: Analytic hierarchy process (AHP), Total cost of ownership, Supply Cahin Management

1.GİRİŞ

Tedarikçiler daima bir şirketin yönetim politikasının ayrılmaz bir bileşeni olmuştur; Ancak, şirketler ve tedarikçiler arasındaki ilişkiler geçmişten bu yana soğuk olmuştur. Bugünün tam zamanında üretim (JIT) ve katma değer odaklı küresel ekonomisinde, işbirliği ve kusursuz entegresyon için bu soğuk ilişkinin değiştirilmesi gerekmektedir. Tam zamanında üretim (JIT), tam zamanında imalat için satıcının kaliteli ve duyarlı bir miktarda malzemeyi işletmeye tam zamanında teslim etmesini gerektirmektedir. Böylece tedarikçinin performansının bir şirketin başarı ya da başarısızlığında önemli bir rolü vardır. İşletmeler düşük maliyet, tutarlı seviyede yüksek maliyet, esneklik ve hızlı cevap verebilme hedeflerine ulaşmak için en iyi tedarikçi seçimi yaklaşımlarını giderek daha çok dikkate almaktadırlar (Vonderembse and Tracey, 1999). Bu yaklaşımlar maliyetlerin, faydaların, deneyimlerin paylaşımında ve birbirlerinin güçlü ve zayıf yönlerini anlamaya çalışmada sırasıyla tek kaynak, tek tedarikçi ve uzun vadeli ortaklıklara götüren bir işbirliği gerektirmektedir (Masson, 1986; Emmelhainz, 1987).

Ancak, Quigley (1995) tarafından belirtildiği gibi, bu ortaklıkları geliştirmek çok fazla çalışma ve sabır istemektedir. Tedarikçi seçim süreci şirket içinde farklı fonksiyonları (örneğin, satın alma, kalite, üretim, gibi) kapsadığı için hiyerarşik bir şekilde birçok somut ve soyut faktörleri içeren çok kapsamlı bir sorun haline gelmektedir. Maddi olmayan faktörlerin değerlendirilmesi uzman görüşünce değerlendirilmesini ve hiyerarşik yapıda bu faktörlerin ayrıştırılmasını ve sentezini gerektirmektedir (Prueitt, 2000).

Bu çalışma, tedarikçi seçim sürecinde bir uygulama olarak toplam maliyet yaklaşımı (TCO) ve analitik hiyerarşi süreci (AHP) ele alınmıştır. Bu yaklaşımlara odaklanan mantık yaklaşımların pratikliğine dayanmaktadır. Aşağıdaki bölümde tedarikçi seçim sürecine kısa bir özet sunulmuaktadır. AHP ve TCO yöntemlerinin bir numaralandırılması ve tedarikçi seçimi için temel yaklaşımlardan bazılarının açıklanması yapılmıştır. Daha sonra bunların kullanımına bir örnekle birlikte karşılaştırma yapılmıştır.

2.TEDARİKÇİ SEÇİM SÜRECİ

Geçmişten bu yana alıcılar ve satıcılar arasında genelde mesafeli bir ilişki mevcuttur. Ancak son yıllarda alıcı-satıcı ilişkisinde olumlu değişiklikler olduğu gözlenmektedir. Kısalmış ürün yaşam döngüsü, teknolojinin değişim hızının artması ve yabancı kaynak gibi trendler alıcı ve satıcı arasında tek kaynaktan tedarik gibi yönetim uygulamaları üzerinde önemli etkileri olan geliştirilmiş iletişim ve işbirliğine yol açmıştır. Tedarikçi seçimi genellikle uzun bir değerlendirme sürecidir (Bhutta ve Huq, 2002: 127). Alıcı-satıcı arasında güçlü bir ilişki olması her iki taraf için de karlıdır. Öncelikle tedarikçilere onların yaptıkları işin ne kadar önemli olduğunu kabull ettirmek gerekir. Böylece tedarikçi mümkün olan en iyi hizmeti sunmak için elinden gelen çabayı gösterir. Ve alıcının işinin ne kadar önemli olduğunu satıcıya göstermesi onların da işinin önemli olduğunu göstermek ve kabul ettirmek için en iyi yöntemdir.

Tedarikçiler fiyatlandırma yapısı, teslimat (zamanında ve maliyetler), ürün kalitesi ve hizmet (yani personel, tesis, araştırma ve geliştirme, yetenek, vb.) gibi çeşitli kriterleri değerlendirirler. Sık sık, bu değerlendirme kriterleri dengeleri içermektedir. Örneğin, bir tedarikçi belirsiz teslimat ile yüksek kaliteli parçalar sunabiliyorken başka bir tedarikçi, biraz aşağı ortalama bir kalitede daha ucuz parçalar sunabilir. Böylece dengeler kurulur. Ayrıca, her bir kriterin önemi bir sonraki satın almadan farklıdır ve aslında bazı kriterler (hizmet, esneklik, vb) nitel iken bazıları da (fiyat, kalite, vs.) nicel olduğundan dolayı daha da karmaşıktır. Böylece, her bir kriterin önemine karşı karar vericinin tutumunu ayarlamasına ihtiyacı vardır ve hem nitel hem de nicel faktörleri içeren yöntemlerin kullanılması bu durumda daha uygun olmaktadır (Bhutta ve Huq, 2002: 127).

2.1. Sahip Olmanın Toplam Maliyeti

Sahip olmanın toplam maliyeti yaklaşımı, diğer birçok satın alma ile ilgili maliyetler dahil satın alma fiyatının ötesinde görünen bir metodoloji ve felsefedir. İşletmeler maliyetlerini daha iyi anlamak ve yönetmek için yollar aradıklarından dolayı bu yaklaşım giderek daha önemli hale gelmektedir. Ayrıca TCO modelleri tedarikçi seçimi ve tedarikçi değerlendirme olarak kullanımına göre sınıflandırılır (Ellram, 1993).

2.2. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)

Özellikle sübjektif ve / veya sezgisel düşünce dahil edilecek olduğunda, AHP çoklu faktör karar ortamında kullanılabilecek mükemmel bir yaklaşımdır. AHP puanları belirleyen ve birden çok faktörü ağırlıklandıran ve onları standardize eden yapılandırılmış bir yaklaşım sağlar, böylece onlar karşılaştırılabilir ve karar verilebilir.

3. SAHİP OLMANIN TOPLAM MALİYETİ VE ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

TCO ve AHP yaklaşımları birçok kriterle karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma tablo 1'de sunulmuştur. Rekabet avantajı elde etmek için tedarik zincirine bir bütün halinde değer katacak şekilde firmaların dış kaynak kullanımının üzerinde durmaları gerekir. Tedarikçi seçim kararının kritik olmasından dolayı iyi

bir tedarikçi değer yaratmanın önemli bileşenidir. Her iki yaklaşımın prosedürleri seçim sürecinin içine birden fazla konuyu entegre etmektir. Ancak, TCO, fiyatlandırma konularına daha fazla odaklanma eğilimindedir ve nitel sorunları yok sayar. TCO' nun gücü tedarikçileri değerlendirmek için aynı modeli kullanma yeteneğinin olmasıdır ve en düşük işlem maliyetlerine dayanan "en iyi tedarikçiyi" tanımlamaktadır. Ve tedarikçi seçimi ile birlikte tedarikçi değerlendirilmesinde de etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Ancak; kalite bilinci, tam zamanında teslimat, esneklik ve satıcı destekli sanayi vb. nin günümüz dünyasında AHP, bütünleşmeye yardımcı olacak bir araç sağlamaktadır. Görünüşte uyumlu olmayan konuları karşılaştırır ve optimal tedarikçiyi seçmede gerekli dengeleri kurmak için şirket yönetimini zorlayabilir. AHP bir seçim aracından daha fazlasıdır ve nicel ve nitel faktörlerin dikkate alınması gereken karar verme durumlarında kullanıma uygundur. Sahip olmanın toplam maliyeti yaklaşımında ise karşılaştırılan faktörlerde subjektif değerlendirmeler ve yargıların kullanılması gereken durumlarda uygulamak zordur.

Tablo 1: Analitik Hiyerarşi Süreci Ve Sahip Olmanın Toplam Maliyeti Yaklaşımlarının Kıyaslanması

Başlıca özellikleri	AHP	TCO
Prosedür	Bütünleştirme için hiyerarşi ve kullanım oranı ölçekleri ve daha sonra en iyi karara ulaşmak için ikili karşılaştırma	Ekonomistlerin işlem maliyeti bakış açısına göre diğer tüm satın almayla ilişkili maliyetleri içeren satın alma fiyatlarının ötesine bakmaktadır.
Karar verme durumları	Sezgisel, nitel, nicel ve rasyonel yönleri ile birlikte, maddi olmayan faktörlere karar vermede öncelik verir	Tedarikçi seçimin yanısıra tedarikçi değerlendirmesidir
Avantajları	Hem kriterleri karşılaştırır hem de herbir kriterin bireysel özelliklerini kullanır	Açık bir kantitatif değerlendirme ve seçim kuralı vardır, değişiklikler satın alma maliyetinden toplam maliyete kadar odaklanır, gizli kalabilecek maliyetleri tespit etmeye yardımcı olur, ihtiyaçlar ve kriterlerle ilgili tedarikçiye bilgi sağlar
Dezavantajları	Tüm sorunların derecelendirilmesi gerektirir, yönetimin aşırı katılımını gerektirir, güçleri dengeler	Karmaşıktır, maliyet verilerinin kapsamlı izlenmesini ve sürüdürülmesini gerektirir, duruma göre sık sık kültürel değişim gerektirir
Tedarikçi değerlendirme kategorileri	Performans, yetenek, işletme yapısı, kalite sistemi	
Uygulamalar	Çoklu hedef çatışmaları, fiyatın tek başına tedarikçi seçimini belirleyici faktör olmadığı zamanlarda çok sayıda faktöre dayalı tedarikçi seçimi vardır	Maliyet önemli derecede öncelikli olduğunda tedarikçi değerlendirmesinin yanısıra tedarikçi seçimidir.

Toplam maliyet yaklaşımı tedarikçiler arasında ve zaman içinde tedarikçi performans karşılaştırmalarının değerini arttırır, tutarlı bir tedarikçi değerlendirme aracı sağlar. Hem alıcı hem de tedarikçi performans beklentilerini tanımlar ve açıklığa kavuşturur. Diğer yandan, AHP, hem kantitafif hem de kalitatif verileri ele alabilen büyük bir set değerlendirme kriterlerini yerleştirebilen esnek bir modelleme aracıdır. Ancak süreci sürdüren yargılar en güçlü olmakla birlikte sınırlaması vardır çünkü bir kişinin kararı diğerlerinden farklı olabilir. Çeşitli fikir birliği yapısındaki yaklaşımlar bu endişenin üstesinden gelmek için benimsemişlerdir (Bhutta ve Huq, 2002).

İki yaklaşımın uygulamaları açısından, maliyetin en öncelikli olduğu durumlarda ve ayrıntılı maliyetleri karşılaştırma yapmada kullanımı daha uygundur. AHP bakımından, çelişen bir kaç amaç mevcut olduğunda tedarikçiler arasında çözmek ve karar vermek daha uygundur. Burada maliyet ağır basmaz ancak önemli bir unsurdur.

3.1. Araştırmanın Metodolojisi

Bu çalışmanın amacı sahip olmanın toplam maliyeti ve analitik hiyerarşi sürecinin bir uygulama ile karşılaştırmasını yapmak ve her iki yöntemin niteliksel ve niceliksel özelliklerinden dolayı eksik yönlerini tamamlamasını sağlayarak bir işletmenin tedarikçi değerlendirme ve seçim kararını vermesinde kolaylık sağlamaktırBu çalışma Kahramanmaraş'ta metal sektöründe faaliyet gösteren bir imalat işletmesinde yapılmıştır. Çalışmada tedarikçi seçim sürecinde kullanılan TCO ve AHP yaklaşımları bir işletmede uygulama olarak karşılaştırılmıştır. Her iki yöntemde de aynı kriterler ele alınmıştır. Böylece aynı kriterler hem nitel hem de nicel olarak ele alınmış ve tedarikçiler her iki yöntemle değerlendirilmiştir. İşletmeden en çok çalıştığı üç tedarikçi ile ilgili veriler alınmıştır. Verilerin analizi sonucu elde edilen bulgular sonucuna aşağıda yer verilmiştir.

3.1.1. Toplam Maliyet Yaklaşımı

Toplam maliyet satın alma ile ilgili diğer bir çok maliyetleri dahil etmek için bir satın alma fiyatından ötesi olarak görünür (Ellram 1995a; Degraeve vd., 2000). Bu yaklaşım kuruluşların maliyetlerini daha iyi anlamak ve yönetmek için yollar aradığından giderek daha da önemli hale gelmektedir. Toplam maliyet modelleri daha çok birincil kullanımları ile sınıflandırılır (Ellram, 1993). Bu tür modellerin birinde, dikkate alınan bazı faktörler (ürün maliyeti, kalite maliyeti, hizmet maliyeti gibi) niteldir ve yönetici onları kolaylıkla değerlendirebilir.

Tablo 2: Tedarikçilerin Toplam Maliyet Yaklaşıma Göre Değerlendirilmesi

	Tedarikçi A	**Tedarikçi B**	**Tedarikçi C**
İmalat			
Hammadde maliyeti	6,80 kg	6,50	6,40
İşgücü maliyeti	1,00	1,15	1,25
Makine amortismanı	0,25	0,30	0,35
	8,05	**7,95**	**8**
Kalite maliyetleri			
Denetim maliyeti	0,50	0,60	0,75
Tamir maliyeti	0	0,10	0,20
Gecikme maliyeti	0	0,15	0,30
	0,50	**0,85**	**1,25**
Satış sonrası hizmet			
Toplam maliyetler	0,80	0,90	1,00
Teslim birimleri Maliyeti	1,00	1,00	1,00
	1,80	**1,90**	**2,00**
Toplam Maliyet	**10,35**	**10,7**	**11,25**

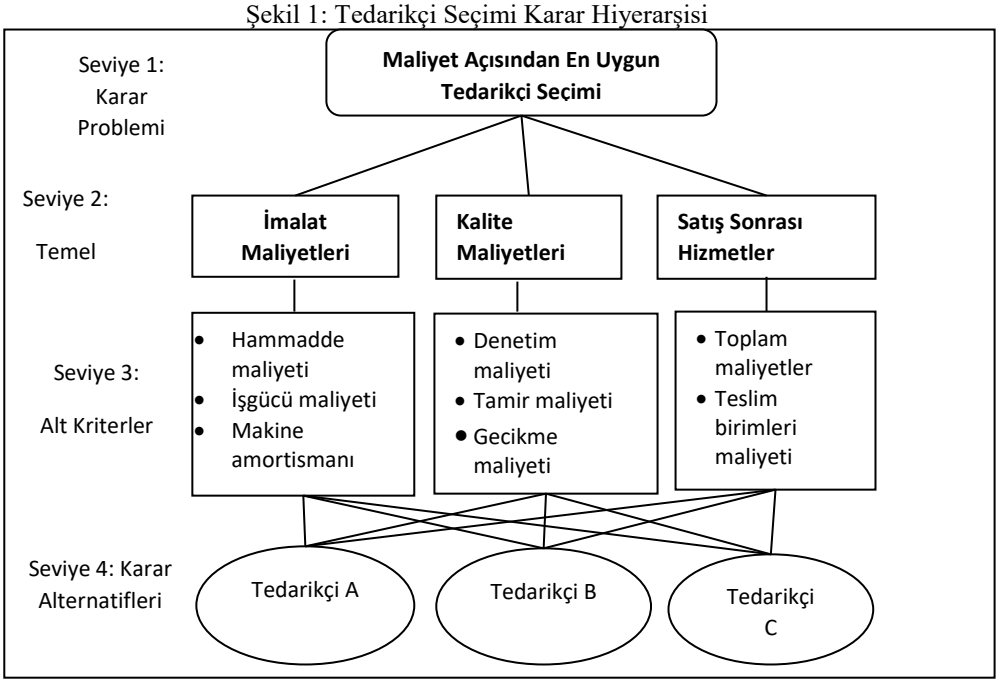
Yukarıdaki tablo 2'ye göre işletmenin en çok çalışmış olduğu üç tedarikçinin toplam maliyet yaklaşımına gore karşılaştırılması yapılmıştır. öncelikle işletmenin toplam üç tane kriter olarak belirlenen imalat, kalite maliyetleri ve satış sonrası hizmet maliyetleri dikkate alınmış buna yönelik bir kıyaslama yapılmıştır. Genel olarak bu maliyetlerin toplamına gore işletmenin öncelikle tercih edeceği tedarikçi 10,35 TL/br ile tedarikçi A'dır. Ikinci sırada Tedarikçi B ve üçüncü sırada tedarikçi C gelmektedir.

Tablo 2'ye baktığımızda tedarikçi A, toplam maliyete gore ilk sırada yer alsa da imalat maliyetleri en fazla olan tedarikçinin de tedarikçi A olduğunu görmekteyiz. Tedarikçi A'nın imalat maliyetlerinin alt maliyetleri olan işgücü maliyeti ve makine amortismanı diğer tedarikçilere gore daha düşük olmasına ragmen tedarikçi A 'nın imalat maliyetlerini yükselten maliyet aslında 6,80 TL/br olan hammadde maliyetidir. Hammadde maliyeti diğer tedarikçilerde A'ya gore daha düşüktür. Ancak ana maliyetlerimizden kalite maliyetleri ve satış sonrası hizmetler Tedarikçi A(kalite maliyetleri:0,50; satış sonrası hizmet maliyetleri:1,90)'da Tedarikçi B(kalite maliyetleri:0,85; satış sonrası hizmet maliyetleri:1,90) ve C(kalite maliyetleri: 1,25; satış sonrası hizmet maliyetleri: 2,00)'ye gore daha düşüktür. Işletme bunun sebebini Tedarikçi A'nın hammaddesinin pahalı olmasına ragmen daha kaliteli olmasından kaynaklandığını ifade etmiştir. Tedarikçi A'dan alınan hammaddenin daha kaliteli olması işletmenin denetim maliyetlerini düşürmekte ve hatta tamir ve gecikme maliyeti ile karşılaşmamaktadır. Buna ilaveten Tedarikçi A'nın imalat maliyetleri daha yüksek olmasına ragmen satış sonrası hizmet maliyetleri de kalite maliyetlerinde olduğu gibi daha düşüktür. Bu sebeplerden dolayı işletme için ilk tercih edilecek tedarikçi, A'dır. İkinci sırada tercih edebileceği tedarikçi B, üçüncü sırada tercih edebileceği tedarikçi C'dir. Maliyet faktörleri dikkate alındığında işletme çıkarlarına uygun en uygun tedarik firması Tedarikçi A'dır.

3.1.2.Analitik Hiyerarşi Süreci

Problemin karar hiyerarşisi oluşturulurken imalat maliyeti, kalite maliyeti ve satış sonrası hizmetler maliyeti olmak üzere üç ana kriter ve bu kriterler ile ilintili sekiz alt kriter ve üç alternatif tedarikçi kullanılmıştır. Bhutta ve Huq (2002)'un oluşturuldukları hiyerarşiden uyarlanmıştır. Karar hiyerarşisi Şekil 1'de gösterilmektedir.

Şekil 1: Tedarikçi Seçimi Karar Hiyerarşisi



Karar hiyerarşisi oluşturulduktan sonra alternatifler arasında ikili karşılaştırma yapılmıştır. Karar vericilerin daha kolay ve anlaşılır bir biçimde cevap verebilmelerini sağlamak için bu matrisler bir anket formu haline getirilerek (Tablo 3) değerlendirmeye alınmıştır. Söz konusu fabrikada çalışan uzmanların görüşü alınarak hiyerarşik yapıda yer alan kriterlerin ikili karşılaştırmaları yapılmıştır. Bunun için Thomas Saaty'nin 9'lu ölçeği kullanılmıştır.

Tablo 3: Tedarikçi Alternatiflerinin Önceliği

Ana Kriterler	Alt Kriterler	Tedarikçi A	Tedarikçi B	Tedarikçi C	Toplam
İMALAT MALIYETI	HM	0,79	0,15	0,07	1
	İM	0,67	0,23	0,10	
	MA	0,76	0,16	0,08	
Alternatiflerin önceliği		0,78	0,16	0,07	
KALITE MALIYETI	DM	0,71	0,21	0,08	1
	TM	0,81	0,12	0,07	
	GM	0,81	0,12	0,07	
Alternatiflerin önceliği		0,74	0,18	0,08	
SATIŞ SONRASI HIZMET MALIYETI	TM	0,78	0,15	0,07	1
	TBM	0,34	0,33	0,33	
Alternatiflerin önceliği		0,44	0,29	0,27	

Daha sonra kriterler arasında oluşturulacak olan ikili karşılaştırma matrisleri sonucunda kriterler arasındaki önem düzeyleri belirlenmiştir. Oluşturulan en iyi lojistik servis sağlayıcısı hiyerarşisine göre elde edilen ikili karşılaştırma matrislerinin kabul edilebilir bir derecede tutarlılık derecesine sahip olup olmadığını anlamak için ikili karşılaştırma matrislerinin tutarlılık rasyosu (TR) hesaplanmıştır. TR'yi hesaplamak için ilk olarak tutarlılık indeksi (TI) hesaplanmış ve bu değer rastlantısal indeks (RI) değeri ile bölünmüştür. Matrislerin tutarlı olması için yüzde 10'un altında olması gerekmektedir. Bu yüzden her bir kriterin tutarlılık oranı hesaplanmış ve hepsi yüzde 10'un altında bulunmuştur. Tablo 4'de yer alan tüm matrislerdeki kriterlerin nihai öncelik değerleri hesaplanmıştır.

Alternatiflerin önceliği tablosuna göre imalat maliyetinde 0,78 ağırlık değeri ile büyük bir farkla Tedarikçi A işletme için öncelikli çıkmıştır (Tedarikçi B:0,16; Tedarikçi C: 0,07). Kalite maliyeti dikkate alındığında tablo 4'de görüldüğü üzere yine 0,74 değeri ile büyük bir farkla Tedarikçi A işletme için öncelikli tercih edilen tedarikçi olarak çıkmıştır. Satış sonrası hizmet maliyetlerinde ise 0,44 ağırlık değeri ile Tedarikçi A birinci sırada, 0,29 değerli Tedarikçi B ikinci sırada ve 0,27 değerle Tedarikçi C üçüncü sırada tercih edilebileceği belirlenmiştir.

Yapılan AHP analizi ile imalat maliyeti, kalite maliyeti ve satış sonrası hizmet maliyeti ana kriterleri ve bu ana kriterlerin alt kriterleri bir bütün olarak değerlendirilmiş ve yapılan hesaplamalarda Tedarikçi A

diğer iki alternatiflere göre daha üstün çıkmıştır (Tablo 4). Yani Tedarikçi A işletmenin en çok önem verdiği faktörler bazında işletme çıkarları için en uygun seçenektir.

Tablo 4: Alternatiflerin Nihai Önceliği

	İM	**KM**	**SSM**	**Alternatiflerin Nihai Önceliği**
	0,22	0,72	0,06	
TA	0,78	0,74	0,44	0,73
TB	0,16	0,18	0,29	0,18
TC	0,07	0,08	0,27	0,09
Toplam				1,00

4. SONUÇ

Tedarikçi seçimi firmaların, tedarikçileri belirlemesi, değerlendirmesi ve anlaşma yapılması gibi faaliyetleri içeren bir süreçtir. Tedarikçi seçim süreci firmanın kaynaklarını en optimum şekilde dağıtmaya odaklanır. Buna karşılık firmaların yüksek değer sunan tedarikçilerle önemli faydalar beklemektedir. Bu çalışma Kahramanmaraş'ta faaliyet gösteren bir imalat işletmesinde yapılmış tedarikçilerin TCO (Total Cost of Ownership, sahip olmanın toplam maliyeti) ve AHP (Analitik Hiyerarşi Süreci/Prosesi) yöntemleri kullanılmıştır. Çalışmada tedarikçi seçim sürecinde kullanılan TCO ve AHP yaklaşımları bir işletmede uygulama olarak karşılaştırılmıştır. Her iki yöntemde de aynı kriterler ele alınmıştır. Böylece aynı kriterler hem nitel hem de nicel olarak ele alınmış ve tedarikçiler her iki yöntemle değerlendirilmiştir. İşletmeden en çok çalıştığı üç tedarikçi ile ilgili veriler alınmıştır. Gerekli analizler sonucu elde edilen bulgulara göre işletmenin Tedarikçi A ile çalışması en doğru seçimdir. Tedarikçi A'nın her iki yönteme göre de diğer iki tedarikçiye göre büyük bir farkla işletme için en uygun tedarikçi olduğu belirlenmiştir.

Ancak her sosyal araştırma gibi bu araştırmanın da bazı sınırlılıkları söz konusudur. *Birincisi*; bu araştırmada kullanılan Analitik Hiyerarşi Prosesi ölçeğinin güvenilirliği yüksek olsa da bu ölçeğin geçerliliğinin test edilmesi için farklı ortamlarda ve sektörlerde yeni araştırmalara gereksinim duyulmaktadır. İkincisi tek bir örnek işletme üzerinde yapılan araştırmada kullanılan kriterler her işletmede aynı derecede etkili olamayabilir bu yüzden tedarikçi seçiminde ele alınan bu kriterler diğer işletmeler açısından birebir uygun olamayabilir. Dolayısıyla bu faktörler farklı büyüklükte ve kültürde işletmelerde farklılık gösterebilecektir.

Bu çalışmada tedarikçi seçim problemi: sahip olmanın toplam maliyeti ve analitik hiyerarşi süreci yaklaşımlarının karşılaştırılması örnek bir işletmeyle incelenmiştir. Türkçe tedarikçi seçimi yazınında farklılık coğrafi bölgelerde, farklı sektörlerde, farklı kültür sahibi işletmelerde yeşil tedarik zinciri uygulamalarına engel oluşturabilcek unsurlar farklı yöntemlerle incelenmeyi beklemektedir. Bununla birlikte gelecekte araştırma yapacaklara tedarikçi seçiminde mühendislik, teknoloji ve AR-GE faktörlerini de ele alarak daha ayrıntılı incelemeleri tavsiye edilebilir.

KAYNAKÇA

Bhutta, K.S. ve Huq, F., 2002. "Supplier selection problem: a comparison of the total cost of ownership and analytic hierarchy process approaches", Supply Chain Management: An International Journal, 7(3). 126-135

Degraeve, Z., Labro, E. ve Roodhooft, F. 2000. "An evaluation of vendor selection models from a total cost of ownership perspective", European Journal of Operational Research**,** 125(1). 34-58.

Ellram, L.M. 1993. "Total cost of ownership: elements and implementation", International Journal of Purchasing and Materials Management, 29(2). 3-11.

Ellram, L.M. 1995, "Total cost of ownership: an analysis approach for purchasing", InternationalJournal of Physical Distribution & Logistics Management, 25(8).

Emmelhainz, M.A. 1987. "Electronic data interchange: does it change purchasing process?", Journal of Purchasing and Material Management**,** Winter.

Masson R.J. 1986. "User-vendor relationships in the Scottish electronics industry", InternationalJournalof Quality & Reliability Manaaement, 3(2). 31-40

Prueitt, G.C. 2000. "Case study: US army utility helicopter fleet modernization analysis", The Enaineerina Economist**,** 45(3). 271-89.

Quialey, P.E. 1995. Manaaina Your Suppliers: A Common Sense Approach**,** APICS, Alexandria, VA.

Vonderembse, M.A. ve Tracey, M. 1999. "The impact of supplier selection criteria and supplier involvement on manufacturing performance", The journal of Supply Chain Management, 35(3). 33-9

Weber, C.A. ve Ellram, L.M. 1993. "Supplier selection using multi-objective programming: a decision support system approach", International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**,** 23(2). 3-14.

A HYBRID ERP RISK EVALUATION MODEL BASED ON FUZZY AHP AND FUZZY COMPREHENSIVE EVALUATION

İlker Gölcük
Dokuz Eylül Üniversitesi

Adil Baykasoğlu
Dokuz Eylül Üniversitesi

ABSTRACT

Enterprise Resource Planning (ERP) system is a packaged software that provides companies with an integrated solution for information processing needs and effective use of resources. In many organizations, ERP solutions are the key part of the operations management and planning processes. Despite its significant role in success of an organization, many ERP implementation attempts result in failures due to the variety of factors. Thus, companies should evaluate and monitor the implementation risks during the whole project life-cycle in order to diminish the risk of failure. In that respect, practical evaluation models have pivotal role in order to gain acceptance among practitioners. In this line of thought, two-phase evaluation model is developed in this paper. First, fuzzy AHP method is used to derive weights of risk factors from the group of evaluations. In the second phase of the model, fuzzy comprehensive evaluation is adopted in order to determine the risk levels with respect to risk factors. A case study is provided to illustrate the proposed model.

Keywords: Enterprise resource planning risk, fuzzy preference programming, fuzzy comprehensive evaluation

1. INTRODUCTION

An Enterprise Resource Planning (ERP) system is a packaged software that provides companies with an integrated solution for information processing needs and effective use of resources (Nah, Zuckweiler, & Lau, 2003). An ERP system embodies a set of functional capabilities that can fit a business model (Teltumbde, 2000). Today's business environment entails high degree of flexibility and responsiveness which impels firms to invest in ERP solutions.

Although a successful implementation of an ERP project can deliver strategic competitive advantages, significant improvements in efficiency, productivity, and quality, enterprises encounter variety of difficulties in the adoption process. Unfortunately, many enterprises have reported ERP implementation to be fraught with failures due to the variety of challenges (Momoh, Roy, & Shehab, 2010). Especially, complex technical, organizational, cultural, and political issues makes the integration process a very challenging task (Huang, Yen, Chou, & Xu, 2003). Accordingly, failure rates of these projects are very high. It is reported that ERP projects are 178% over budget, taking 2.5 times longer than expected and delivering only 30% of promised benefits (Chang, Cheung, Cheng, & Yeung, 2008; Ravasan & Mansouri, 2016). As the ERP implementations are such risky and difficult undertakings, firms should be supported with appropriate risk management tools in order to eliminate the potential failures during the implementation process. Evidently, awareness regarding the importance of ERP risk management tools for the success of implementation projects is growing.

Although there are various studies related to ERP risk assessment, the salient deficiency of the current literature is the lack of practical tools to enable practitioners analyze ERP implementation risks continuously. Therefore, this study presents a hybrid ERP risk assessment model by combining fuzzy preference programming and fuzzy comprehensive evaluation. The proposed model contributes to the literature in the following ways:

- Fuzzy preference programming method is utilized in order to generate weights of the ERP implementation risk factors. The fuzzy preference programming is able to generate priorities of factors by using imprecise, incomplete, and reciprocal pairwise comparison matrices. A nonlinear mathematical model is solved in order to derive the priorities of the ERP implementation risk factors.
- Fuzzy comprehensive evaluation method is used to evaluate the ERP implementation risks along with the priorities obtained from fuzzy preference programming. The main advantage of the fuzzy comprehensive evaluation is that the algorithm relies on the fuzzy relational calculus and implementation is straightforward and practical. It is possible for analysts to utilize different composition operators in accordance with the problem in hand.

The main advantage of the proposed model lies in its computationally lightweight steps and the practicality. In the next section, methodologies and the proposed model are introduced.

2. METHODOLOGY

2.1. Fuzzy Preference Programming

Suppose that the pairwise comparisons with n criteria are conducted by means of fuzzy numbers. The total of m fuzzy comparison judgements are elicited from decision makers, which are represented by a set $F = \{\tilde{a}_{ij}\}$, where $m \le n(n-1)/2$. Each comparison judgement is represented as a triangular fuzzy numbers $\tilde{a}_{ij} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})$.

The fuzzy preference programming method aims to derive a priority vector $w = (w_1, w_2, \ldots, w_n)^T$ in which the priority ratios are approximately within the scope of the initial fuzzy judgements as given in the Eq. 1.

$$l_{ij} \tilde{\le} \frac{w_i}{w_j} \tilde{\le} u_{ij} \tag{1}$$

where the symbol $\tilde{\le}$ represents "fuzzy less or equal to".

Each resultant crisp priority vector satisfies the double-side inequality (Eq. 1) to some extent which is expressed by a membership function as in the Eq. 2.

$$\mu_{ij}\left(\frac{w_i}{w_j}\right) = \begin{cases} \dfrac{(w_i / w_j) - l_{ij}}{m_{ij} - l_{ij}}, & \dfrac{w_i}{w_j} \le m_{ij} \\ \dfrac{u_{ij} - (w_i / w_j)}{u_{ij} - m_{ij}}, & \dfrac{w_i}{w_j} \ge m_{ij} \end{cases} \tag{2}$$

Note that the membership function coincides with the fuzzy triangular judgement $\tilde{a}_{ij} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})$.

The optimal weight vector can be found based on the procedure of the maximin rule (Bellman & Zadeh, 1970). The maximin problem can be transferred into a linear programming problem (Zimmermann, 1990). The linear programming formulation of the maximin prioritization problem can be given as in the Eq. 3.

$$\begin{aligned} &\text{maximise: } \lambda \\ &\text{subject to:} \\ &\lambda \le \mu_{ij}(w),\ i = 1,2,\ldots,n-1,\ j = 2,3,\ldots,n,\ j > i \\ &\sum_{l=1}^{n} w_l = 1, w_l > 0,\ l = 1,2,\ldots,n \end{aligned} \tag{3}$$

Considering the membership function in the Eq. 2, linear program given in the Eq. 3 can be transformed into the bilinear program as given in the Eq. 4.

$$\begin{aligned} &\text{maximise: } \lambda \\ &\text{subject to:} \\ &(m_{ij} - l_{ij})\lambda w_j - w_i + l_{ij} w_j \le 0 \\ &(u_{ij} - m_{ij})\lambda w_j + w_i - u_{ij} w_j \le 0 \\ &\sum_{k=1}^{n} w_k = 1, w_k > 0,\ k = 1,2,\ldots,n \\ &i = 1,2,\ldots,n-1,\ j = 2,3,\ldots,n,\ j > i \end{aligned} \tag{4}$$

The solution of the Eq. 4 provides weights of each criteria. Also, λ value represents the consistency level.

2.2. Fuzzy comprehensive evaluation

Fuzzy comprehensive evaluation is an application of fuzzy relational calculus and fuzzy mathematics. Fuzzy transformation is used as a main computational vehicle for evaluating all relevant factors. If the evaluation objects are affected by many factors, then the models with two or more layers are constructed. The application steps of the fuzzy comprehensive evaluation can be given as follows (Chen, Hsieh, & Do, 2015; Feng & Xu, 1999; Wen, 2008):

Step 1: Identifying affecting factor set. In this step, affecting factors are listed. Then, factors and the sub-factors are determined. Hence, the factor set $U = \{u_1, u_2, \ldots, u_m\}$ is constructed.

Step 2: Determining the set of comments. The evaluation comments refer to the set of possible evaluation results for the evaluation objects. The evaluation comment set is shown by $V = \{v_1, v_2, \ldots, v_n\}$, where v_i represents all of the possible evaluation results. The aim of the fuzzy comprehensive evaluation method is to obtain optimal evaluation result from the evaluation set by considering all affecting factors.

Step 3: Establishing single factor evaluation matrix. In a single factor evaluation matrix, membership degree of an evaluation object to an evaluation set is determined. The degree of membership of the factor *i* to the evaluation set *j* is represented by r_{ij}. The evaluation result of each factor is a fuzzy set of evaluation set *V* that can be written as the fuzzy vector $R_i = \left(r_{i_1}, r_{i_2}, \ldots, r_{i_m}\right)$. In other words, evaluation result of the *i*th factor can be expressed as in Eq. 5.

$$R_i = \frac{r_{i_1}}{V_1} + \frac{r_{i_2}}{V_2} + \cdots + \frac{r_{i_n}}{V_n} \tag{5}$$

where R_i represents the single factor evaluation set. Therefore, the single factor evaluation sets take the forms as given in Eq. 6.

$$\begin{aligned} R_1 &= (r_{11}, r_{12}, \ldots, r_{1n}), \\ R_2 &= (r_{21}, r_{22}, \ldots, r_{2n}), \\ &\vdots \\ R_m &= (r_{m1}, r_{m2}, \ldots, r_{mn}) \end{aligned} \tag{6}$$

Furthermore, the results of the single factor evaluation sets meet the normalized conditions which means that sum of the weights of each vector is equal to 1, that is, for every i, Eq. 7 holds.

$$r_{i1} + r_{i2} + \cdots + r_{im} = 1 \tag{7}$$

Combining all of the single factor evaluations, fuzzy relationship R from U to V is constructed as in Eq. 8.

$$R = \left(r_{ij}\right)_{n\times m} = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1j} & \cdots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2j} & \cdots & r_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{i1} & r_{i2} & \cdots & r_{ij} & \cdots & r_{im} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \cdots & r_{nj} & \cdots & r_{nm} \end{pmatrix} \tag{8}$$

Step 4: Determining factor weights. In this step, fuzzy preference programming method is used to determine the factor weights W . The weights of the factors are used to determine final evaluation results.
Step 5: Producing the evaluation result. In this step, fuzzy composition operators are employed in order to obtain the final results. The result of the fuzzy composition is given in Eq. 9.

$$B = W \bullet R = \left[b_1, b_2, \ldots, b_j, \ldots, b_m\right] \tag{9}$$

where "$\bullet$" represents fuzzy composition. Numerous fuzzy compositions can be used in order to evaluate the final results. Here, four models are introduced as follows (Hsiao & Ko, 2013):
Model 1: The fuzzy composition is done by using $M(\wedge,\vee)$ algorithm as in the Eq. 10. This is also known max-min composition. According to this model, only those factors with the largest indexes determine the evaluation result. It is suitable to the evaluation in which single items are emphasized.

$$b_j = \bigvee_{i=1}^{m}(w_i \wedge r_{ij});\ j = 1, 2, \ldots, n \tag{10}$$

Model 2: The composition is done by using $M(\bullet,\vee)$ algorithm as in the Eq. 11.

$$b_j = \bigvee_{i=1}^{m}(w_i r_{ij});\ j = 1, 2, \ldots, n \tag{11}$$

Model 3: The composition is done by using $M(\wedge,+^{\circ})$ algorithm as in the Eq. 12.

$$b_j = \min\left\{1, \sum_{i=1}^{m}(w_i \wedge r_{ij})\right\};\ j = 1, 2, \ldots, n \tag{12}$$

Model 4: The composition is done by $M(\bullet,+)$ as in the Eq. 13.

$$b_j = \sum_{i=1}^{m}(w_i r_{ij});\ j = 1, 2, \ldots, n \tag{13}$$

Model 4 considers every single factor overall. This rule requires the inclusion of all factors that are based on the weighting coefficients. It is suitable to the evaluation in which all indexes must be accommodated. Therefore, this study employs model 4 in order to calculate the final evaluation results.

2.3. The proposed model

This section presents the main framework of the proposed method used in this paper. The proposed methodology is introduced and the algorithmic steps are provided. The proposed methodology consists of following procedures:

- The problem structuring
- Fuzzy preference programming to determine factor weights
- Fuzzy comprehensive evaluation to evaluate risks

In the next section, a step by step solution procedure is given in order to illustrate the proposed model.

3. APPLICATION

In this section, implementation of the proposed algorithm is provided. First, five experts from the company are identified based on their professional backgrounds. Number of participants are reduced by assuring the heterogeneity of panel members. The experts consist of a team manager, an analyst, and three consultants who have more than five years of experience. Then, a comprehensive literature review has been conducted in order to identify the ERP risk factors. There are numerous studies which provide review, classification, and analysis of factors in the ERP implementation (Leyh & Crenze, 2013; Leyh & Sander, 2015; Ngai, Law, & Wat, 2008; Shaul & Tauber, 2013; Yeh & Xu, 2013). Accordingly, the ERP implementation risk factors are identified and problem is structured as given in Fig. 1.

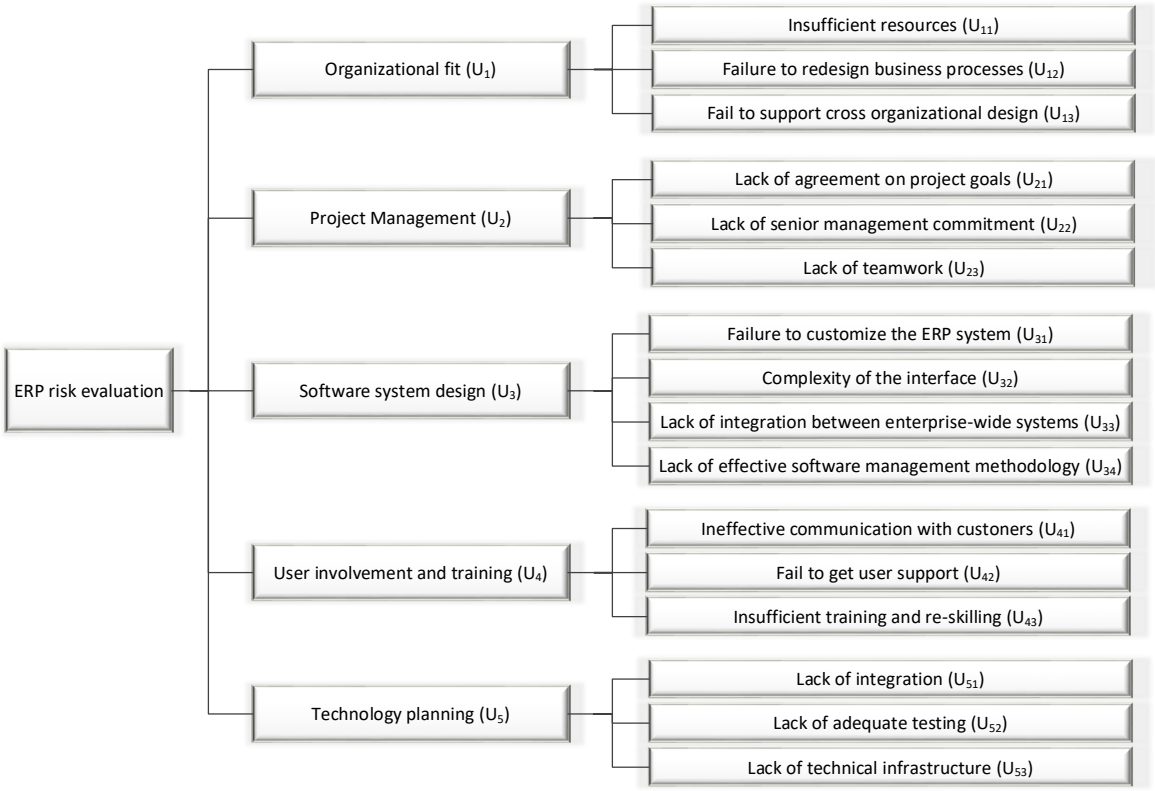


Fig. 1. ERP implementation risk hierarchy

Then, the evaluation set is constructed. In this study, evaluation set is formed by five linguistic variables which are as follows: $V=V_1$ (very unimportant), V_2 (unimportant), V_3 (medium), V_4 (crucial), and V_5 (very crucial). Then, the single factor evaluations are determined. For the sub-factors of the organizational fit, relation matrix R_1 is constructed as given in Eq. 14

$$R_1 = \begin{array}{c} \\ u_{11} \\ u_{12} \\ u_{13} \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{ccccc} V_1 & V_2 & V_3 & V_4 & V_5 \end{array} \\ \begin{bmatrix} 0.04 & 0.28 & 0.24 & 0.27 & 0.17 \\ 0 & 0.11 & 0.39 & 0.12 & 0.38 \\ 0 & 0.15 & 0.36 & 0.28 & 0.21 \end{bmatrix} \end{array} \tag{14}$$

Eq. 14 refers that sub-factor insufficient resources has been rated by %4 of the decision makers as "very unimportant". On the other hand, %28 of respondents has rated it as "unimportant, % 24 of respondents rated it as "medium", and so on. Then the evaluation result of U_1 has found as in Eq. 15.

$$\begin{aligned} B_1 = W_1 \bullet R_1 &= \begin{bmatrix} 0.35 & 0.42 & 0.23 \end{bmatrix} \bullet \begin{bmatrix} 0.04 & 0.28 & 0.24 & 0.27 & 0.17 \\ 0 & 0.11 & 0.39 & 0.12 & 0.38 \\ 0 & 0.15 & 0.36 & 0.28 & 0.21 \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} 0.014 & 0.179 & 0.331 & 0.209 & 0.267 \end{bmatrix} \end{aligned} \tag{15}$$

where W_1 denotes the weight of "organizational fit" related sub-factors. When all the sub-factor related computations are completed, the matrix R is constructed as in the Eq. 16.

$$R = \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \\ B_3 \\ B_4 \\ B_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.014 & 0.179 & 0.331 & 0.209 & 0.267 \\ 0 & 0.292 & 0.275 & 0.035 & 0.398 \\ 0 & 0.236 & 0.185 & 0.347 & 0.232 \\ 0 & 0.107 & 0.171 & 0.222 & 0.501 \\ 0 & 0.198 & 0.126 & 0.441 & 0.235 \end{bmatrix} \tag{16}$$

Finally, composition of the matrix R with the factor weights W=(0.18, 0.27, 0.12, 0.29, 0.14) produces the comprehensive evaluation result as in the Eq. 17.

$$B = W \bullet R = \begin{bmatrix} 0.003 & 0.198 & 0.223 & 0.215 & 0.362 \end{bmatrix} \tag{17}$$

The result of the comprehensive evaluation states that probability of "very crucial" risk of ERP implementation is %36, "crucial" risk of ERP implementation is %21, and so on. According to maximum degree principle, organizational has been confronting "very crucial" risks in their ERP implementation. Therefore, organization needs urgent precautions in order to mitigate the risk factors.

4. CONCLUSION

In this study, a hybrid hierarchical model is proposed in order to evaluate the ERP implementation risks. The proposed model combines fuzzy preference programming and fuzzy comprehensive evaluation. The main limitation of the presented study is that the results produced by the proposed model is highly dependent on the expert's perceptions. Accordingly, results are difficult to be generalized. Secondly, experts are the ERP implementers of the company so that the results might represent single-sided views. The presented study can be improved in terms of many aspects. The higher order uncertainties, such as type-2 fuzzy sets, hesitant fuzzy sets, etc. can be used in the survey processing stage. Also, other stakeholders' views can be included. These considerations will be main priorities in future works.

REFERENCES

Bellman, R. E., & Zadeh, L. A. (1970). Decision-Making in a Fuzzy Environment. *Management Science, 17*, B-141-B-164.

Chang, M.-K., Cheung, W., Cheng, C.-H., & Yeung, J. H. Y. (2008). Understanding ERP system adoption from the user's perspective. *International Journal of Production Economics, 113*, 928-942.

Chen, J.-F., Hsieh, H.-N., & Do, Q. H. (2015). Evaluating teaching performance based on fuzzy AHP and comprehensive evaluation approach. *Applied Soft Computing, 28*, 100-108.

Feng, S., & Xu, L. D. (1999). Decision support for fuzzy comprehensive evaluation of urban development. *Fuzzy Sets and Systems, 105*, 1-12.

Hsiao, S.-W., & Ko, Y.-C. (2013). A study on bicycle appearance preference by using FCE and FAHP. *International Journal of Industrial Ergonomics, 43*, 264-273.

Huang, A., Yen, D. C., Chou, D. C., & Xu, Y. (2003). Corporate applications integration: challenges, opportunities, and implementation strategies. *Journal of Business and Management, 9*, 137.

Leyh, C., & Crenze, L. (2013). ERP system implementations vs. IT projects: Comparison of critical success factors. In *Lecture Notes in Business Information Processing* (Vol. 139 LNBIP, pp. 223-233).

Leyh, C., & Sander, P. (2015). Critical Success Factors for ERP System Implementation Projects: An Update of Literature Reviews. In D. Sedera, N. Gronau & M. Sumner (Eds.), *Enterprise Systems. Strategic, Organizational, and Technological Dimensions* (Vol. 198, pp. 45-67): Springer International Publishing.

Momoh, A., Roy, R., & Shehab, E. (2010). Challenges in enterprise resource planning implementation: state-of-the-art. *Business Process Management Journal, 16*, 537-565.

Nah, F. F.-H., Zuckweiler, K. M., & Lau, J. L.-S. (2003). ERP Implementation: Chief Information Officers' Perceptions of Critical Success Factors. *International Journal of Human-Computer Interaction, 16*, 5-22.

Ngai, E. W. T., Law, C. C. H., & Wat, F. K. T. (2008). Examining the critical success factors in the adoption of enterprise resource planning. *Computers in Industry, 59*, 548-564.

Ravasan, A. Z., & Mansouri, T. (2016). A dynamic ERP critical failure factors modelling with FCM throughout project lifecycle phases. *Production Planning & Control, 27*, 65-82.

Shaul, L., & Tauber, D. (2013). Critical success factors in enterprise resource planning systems: Review of the last decade. *ACM Computing Surveys, 45*, 1-39.

Teltumbde, A. (2000). A framework for evaluating ERP projects. *International Journal of Production Research, 38*, 4507-4520.

Wen, K.-L. (2008). A Matlab toolbox for grey clustering and fuzzy comprehensive evaluation. *Advances in Engineering Software, 39*, 137-145.

Yeh, C.-H., & Xu, Y. (2013). Managing critical success strategies for an enterprise resource planning project. *European Journal of Operational Research, 230*, 604-614.

Zimmermann, H.-J. (1990). *Fuzzy Set Theory—and Its Applications*: Kluwer.

MÜŞTERİ ODAKLI ÜRETİM SİSTEMLERİNDE DİNAMİK SİPARİŞ ÖNCELİKLENDİRME ÜZERİNE BİR SİMÜLASYON OPTİMİZASYON ÇALIŞMASI

Hülya Güçdemir
Celal Bayar Üniversitesi

Hasan Selim
Dokuz Eylül Üniversitesi

ÖZET

Bu çalışmada, müşteri odaklı bir yaklaşımın üretim planlama ve kontrol kararlarına yansıtılması amaçlanmış ve bu amaç doğrultusunda atölye tipi üretim sistemleri için simülasyon optimizasyon tabanlı bir karar destek sistemi geliştirilmiştir. Çalışma kapsamında, üretim akış sürelerini hızlandırmak amacıyla parti bölme yaklaşımı uygulanmış, alt partilerin çizelgelenmesi aşamasında hem müşterilere hem de imalat süreçlerine ilişkin bilgileri içeren genişletilmiş sıralama kuralları oluşturulmuştur. Müşteri memnuniyet düzeylerinin müşteri segmentleri bazında dengeli bir şekilde sağlanabilmesi amacıyla, genişletilmiş sıralama kurallarında kullanılan ağırlıkları dinamik şekilde belirleyen üstel ve lineer fonksiyonlar tanımlanmıştır. Çalışma kapsamında, atölye tipi üretim yapısına sahip, gerçekçi bir sistemin simülasyon modeli oluşturulmuş ve bu model tavlama benzetimi algoritması ile entegre edilmiştir. Bu entegre model kullanılarak, ele alınan ürün tipleri için alt parti sayıları, makinelerde kullanılacak sıralama kuralları ve ağırlık atama fonksiyonlarının parametre değerleri belirlenerek üretim politikaları oluşturulmuştur. Elde edilen sonuçlar, önerilen karar destek sisteminin atölye tipi üretim sistemlerinde müşteri memnuniyetinin sağlanmasında etkin bir şekilde kullanılabileceğini ortaya koymuştur.

Anahtar Sözcükler: Atölye tipi üretim çizelgeleme, Müşteri memnuniyeti, Simülasyon optimizasyon

DYNAMIC ORDER PRIORITIZATION IN CUSTOMER ORIENTED MANUFACTURING ENVIRONMENTS

ABSTRACT

This study aims to reflect a customer oriented view to production planning and control decisions. To this aim, a simulation optimization based decision support system (DSS) is developed for job shop systems. In order to accelerate the flow of production, lot splitting is applied. In the sublot scheduling phase, modified dispatching rules incorporating information on both manufacturing processes and customers are proposed. To provide a well-adjusted structure in terms of satisfaction levels of different customer segments, linear and exponential functions computing the weights in the modified rules are defined. A realistic job shop system is simulated, and the simulation model is integrated with simulated annealing algorithm. With this integration, near optimal policy decisions regarding the number of equal sublots for the products, machine-based dispatching rules and the parameters of the weighting functions are determined. The results revealed that the proposed DSS is effective in providing customer satisfaction in job shops.

Keywords: Job-shop scheduling, customer satisfaction, simulation optimization

1. GİRİŞ

Günümüz endüstriyel müşterileri oldukça talepkar olup, üretici firmalardan zamanında teslimat, kısa teslim süreleri, yüksek kalite ve kabul edilebilir fiyatlar beklemektedir. Öte yandan, kısıtlı kaynakları ve üretim kapasiteleri olan üretici firmalar, sipariş kabulü, üretim çizelgeleme, teslim tarihi atama ve kapasite planlama gibi birçok karmaşık üretim planlama ve kontrol (ÜPK) kararları ile karşı karşıya kalmaktadır. Bu zorlayıcı ortamda, müşterileri memnun edecek şekilde talebi yönetmek oldukça güçtür. Bu bağlamda, müşteri segmentasyonu, müşteri değer analizi, müşteri beklenti-memnuniyet analizleri gibi müşteri ilişkileri yönetimi (MİY) yaklaşımları ile ÜPK yaklaşımlarının entegrasyonu, müşteri odaklı üretim planlarının oluşturulmasında, anahtar müşterilere odaklanılmasında, müşteriye özgü çözümlerin sunulmasında ve uzun dönemli iş ilişkilerinin geliştirilmesinde oldukça önemli bir role sahip olacaktır.

Günümüzde zamanındalık önemli bir konu olup hem erken teslimat hem de geç teslimat firmaların itibarını olumsuz yönde etkilemekte ve müşteri kayıplarına yol açmaktadır. Bu durumun üstesinden gelebilmek için, bu çalışma kapsamında bir ÜPK tekniği olan parti bölme yaklaşımının kullanılmasının uygun olacağı düşünülmüştür. Parti bölme, üretim partisini daha küçük alt partilere bölmek ve bu alt partileri makinelerde sıralamak şeklinde tanımlanabilir. Böylece, üretim partisinin sistem içindeki akışı hızlanacak ve teslim süreleri kısalacaktır. Ancak, anahtar müşterilere yüksek düzeyde memnuniyet sağlayacak üretim politikaları diğer müşteri segmentleri açısından kabul edilemez düzeylerde memnuniyetsizliğe yol açmamalıdır. Bu bağlamda, uygun sipariş önceliklendirme ve üretim planlama teknikleri ile müşteri segmentleri arasında memnuniyet düzeyi bakımından dengeli bir yapı oluşturulması büyük önem taşımaktadır. Bu gerçekler dikkate alınarak, bu çalışmada müşteri odaklı bir yaklaşımın ÜPK kararlarına yansıtılması amaçlanmış ve bu amaca yönelik olarak atölye tipi üretim sistemleri için simülasyon optimizasyon tabanlı bir karar destek sistemi geliştirilmiştir. Bu kapsamda, müşterilerin memnuniyetini temel alan bir amaç fonksiyonu tanımlanmıştır. Bunun yanında, alt partilerin çizelgelenmesinde kullanılmak üzere hem müşterilere hem de imalat süreçlerine ilişkin bilgileri içeren genişletilmiş sıralama kuralları oluşturulmuştur. Müşteri segmentlerinin memnuniyet düzeylerine ilişkin dengeli bir yapı elde etmek amacıyla, genişletilmiş kurallarda kullanılan ağırlıkları dinamik bir şekilde belirleyen üstel ve lineer fonksiyonlar tanımlanmıştır. Çalışma kapsamında, atölye tipi üretim yapısına sahip, gerçekçi, hipotetik bir sistemin simülasyon modeli oluşturulmuş ve bu model tavlama benzetimi algoritması ile entegre edilmiştir. Oluşturulan bu entegre model kullanılarak üretim politikaları oluşturulmuştur.

Çalışmanın ikinci bölümünde atölye tipi üretim sistemlerinde sipariş önceliklendirme üzerine bir literatür araştırması sunulmuştur. Üçüncü bölümde, ele alınan problem detaylı olarak açıklanmıştır. Geliştirilen karar destek sisteminin örnek bir uygulaması ise dördüncü bölümde sunulmuştur. Son olarak, beşinci bölümde, elde edilen sonuçlar ve gelecekte yapılabilecek çalışmalar özetlenmiştir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Siparişlerin yoğun bir şekilde geldiği ve yüksek kapasite kullanımı gerektiren üretim sistemlerinde tüm siparişleri söz verilen teslim tarihlerinde tamamlamak oldukça güçtür. Bu nedenle, üretici firmalar anahtar müşterilerinin beklentilerini karşılayacak şekilde bir sipariş önceliklendirmesi gerçekleştirmelidir. Ancak bunu yaparken, tüm müşteri segmentlerinin memnuniyet düzeyleri göz önünde bulundurulmalı ve müşteri kayıplarının yaşanmaması için segmentler arasında dengeli bir yapı oluşturabilecek çözümler elde edilmelidir. Sipariş önceliklendirme, genellikle sıralama kurallarının kullanımı ile gerçekleştirilmektedir. Sıralama kuralları, işlem görmek üzere bekleyen işler arasından sıradakini seçmekte kullanılan kurallar olarak tanımlanabilir (Blackstone vd., 1982). Sıralama kuralları, statik ve dinamik kurallar olmak üzere iki ana grupta değerlendirilmektedir (Pinedo, 2008; Suwa ve Sandoh, 2013; Kaban vd., 2012). İlgili literatür incelendiğinde, müşteri odaklı üretim planlama üzerine yoğunlaşılmadığı ve müşterilere ilişkin bilgileri içeren sıralama kurallarının bir çok çalışmada dikkate alınmadığı görülmektedir (Chen vd., 2012). Oysaki, hem operasyonel hem de müşterilere ilişkin bilgileri bir arada ele alan sıralama kurallarının kullanımı, üretici firmaların çizelgeleme kararlarını zamanında ve etkin bir şekilde vererek müşteri memnuniyetini arttırmasını sağlayacaktır. Bu konudaki ilk çalışmalardan birinde, Malhotra vd. (1994) atölye tipi üretim sistemlerinde müşteri önceliklerinin yöneltilmesi üzerine bir çerçeve sunmuştur. Çalışmada, sipariş kabul mekanizmaları ile sıralama kuralları entegre biçimde ele alınmış ve en iyi sipariş kabul-sıralama kuralı kombinasyonu bulunmaya çalışılmıştır. Bir başka çalışmada, Jensen vd. (1995) müşteri önceliklerinin çizelgeleme kararlarında dikkate alınması gerekliliğini vurgulamıştır. Çalışmada, gecikme cezaları cinsinden ifade edilecek şekilde müşteri öncelik indekslerinin oluşturulması üzerine odaklanılmıştır. Natarajan vd. (2007), ağırlıklı gecikmeyi ve ağırlıklı akış süresini minimize edecek sıralama kuralları önermiştir. Bu kapsamda, literatürdeki mevcut sıralama kuralları işlere ilişkin ağırlıklar eklenerek genişletilmiştir. Ramkumar vd. (2011) ise çalışmalarında atölye tipi çizelgeleme problemini ele almış ve bulanık kural tabanlı bir çözüm yaklaşımı önermişlerdir. Çalışmada yer alan çizelgeleme süreci,

içerisinde teslim tarihini, müşteri önceliğini ve işlem süresi fonksiyonlarını barındırmaktadır. Araştırmacılar, müşteri önceliklerini beş gruba ayırmış ve bu öncelikleri bulanık kümeler ile ifade etmişlerdir. İlgili literatür incelendiğinde, birçok çalışmada müşterilere ilişkin öncelik indekslerinin rasgele atandığı veya çeşitli olasılık dağılımlarından türetildiği görülmektedir. Ayrıca, ilgili çalışmaların çoğunda statik öncelik indeksleri kullanılmıştır ve bu değerlerin optimizasyonuna yönelik bir girişimde bulunulmamıştır. Müşterilerin geç teslimat, erken teslimat ve teslim tarihinde tamamlanma oranına ilişkin beklentileri ve bu beklentilerden sapmalara verdikleri ceza katsayıları eş zamanlı olarak ele alınmamıştır. Tüm bunları göz önünde bulundurarak, bu çalışmada atölye tipi üretim sistemleri için parti bölme, dinamik sipariş önceliklendirme ve müşteri öncelikleri bilgilerini içinde barındıran müşteri odaklı bir ÜPK yaklaşımı önerilmiştir. Üretim akış sürelerini hızlandırmak amacıyla parti bölme yaklaşımı uygulanmış ve alt partilerin çizelgelenmesi aşamasında makine bazlı sıralama kuralları kullanılarak dinamik çizelgeleme yapılmıştır. Bu kapsamda, en erken teslim tarihi (EDD), en kısa işlem süresi (SPST), ilk giren ilk çıkar (FIFO) ve en erken varış zamanı (AT) gibi yaygın olarak kullanılan sıralama kurallarından ve bunlara müşteri bilgisi eklenerek oluşturulan "müşteri odaklı EDD (MOEDD), müşteri odaklı SPST (MOSPST), müşteri odaklı AT (MOAT), müşteri odaklı FIFO (MOFIFO) ve müşteri değer odaklı (MDO)" gibi genişletilmiş kurallardan faydalanılmıştır. Genişletilmiş sıralama kuralları vasıtasıyla siparişler önceliklendirilerek daha yüksek düzeyde müşteri memnuniyeti sağlanmıştır. Bunun yanında, müşteri memnuniyet düzeylerinin müşteri segmentleri bazında dengeli bir şekilde sağlanabilmesi amacıyla, genişletilmiş sıralama kurallarında kullanılan ağırlıkları dinamik bir şekilde belirleyen üstel ve lineer fonksiyonlar tanımlanmıştır. Çalışma kapsamında, hipotetik bir atölye sisteminin simülasyon modeli oluşturulmuş ve bu model zeki optimizasyon yöntemlerinden biri olan tavlama benzetimi ile entegre edilmiştir. Oluşturulan bu entegre model kullanılarak ürün tipleri için alt parti sayıları, her bir makinede kullanılacak sıralama kuralları ve dinamik ağırlık atama fonksiyonlarının parametre değerleri belirlenerek üretim politikaları oluşturulmuştur.

3. PROBLEMİN TANIMI

Uygulama kapsamında ele alınan üretim sisteminde üretim partileri tek bir ürün tipinden oluşmaktadır ve eşit büyüklükteki alt partilere bölünerek makinelerde işlem görmektedir. Bunun yanında, makinelerde sıra bağımlı hazırlık (set-up) aktiviteleri uygulanmaktadır. Önerilen yaklaşımın ilk aşamasında ürün tipleri için alt parti sayılarına ve makinelerde kullanılacak sıralama kurallarına eş zamanlı olarak karar verilmektedir. Bu aşamada, genişletilmiş sıralama kurallarında kullanılacak ağırlıklar statiktir ve müşteri segmentlerinin ağırlıklarına eşittir. İkinci aşamada ise, ilk aşamada elde edilen alt parti sayısı ve sıralama kuralı konfigürasyonları kullanılarak dinamik ağırlık atama fonksiyonlarına ilişkin parametre değerleri optimize edilmektedir. Hesaplamalarda kullanılan notasyon Tablo 1'de sunulmuştur. Ele alınan probleme ilişkin amaç fonksiyonu "müşteri beklentilerinden ortalama ağırlıklı yüzde sapmanın en küçüklenmesi" olarak tanımlanmış ve denklem (1) ile ifade edilmiştir.

$$\text{MIN} \sum_{c=1}^{m} \sum_{i \in order_c} \left[a_c w_c ed_i + \beta_c w_c td_i + \gamma_c w_c od_i \right] / n \tag{1}$$

Oluşturulan simülasyon modelinde, üretim partileri sisteme dinamik olarak gelmekte ve buna bağlı olarak toplam ağırlıklı iş yükü teslim tarihi atama yöntemi ile her siparişe bir teslim tarihi atanmaktadır. Bu aşamadan sonra, üretim partileri alt partilere bölünmekte ve alt partiler üretim rotaları dikkate alınarak ilgili iş istasyonlarına yönlendirilmektedir. Teslim tarihi gelen siparişler için, öncelikle siparişin tamamlanma oranı kontrol edilmektedir. Eğer bu oran 1'e eşit ise, siparişin erken tamamlanma durumu ve müşteri beklentilerini aşıp aşmadığı denklem (2) kullanılarak kontrol edilmektedir.

$$ed_i = MAX\left[0, \frac{d_i(1-e_c) - ct_i}{d_i(1-e_c)}\right] \tag{2}$$

Teslim tarihinde tamamlanma oranının 1'den küçük olması durumunda, öncelikle tamamlanma oranının müşteri beklentileri dahilinde olup olmadığı kontrol edilir (bkz. denklem 3). Daha sonra siparişin tamamlanma zamanına bağlı olarak gecikme durumu kontrol edilir (bkz. denklem 4).

$$od_i = MAX\left[0, \frac{o_c - o_i}{o_c}\right] \tag{3}$$

$$td_i = MAX\left[0, \frac{ct_i - d_i(1+t_c)}{d_i(1+t_c)}\right] \tag{4}$$

Tablo 1. Notasyon

İndisler	
c	müşteri segmenti
i	sipariş numarası
Kümeler	
$order_c$	c segmentine ait sipariş kümesi
Parametreler	
w_c	c segmentinin önem düzeyi (ağırlığı)
α_c	c segmentine ilişkin erken teslimat cezası
β_c	c segmentine ilişkin geç teslimat cezası
γ_c	c segmentine ilişkin teslim tarihinde siparişin tamamlanamama cezası
o_c	c segmenti tarafından teslim tarihinde istenen minimum sipariş tamamlanma oranı
t_c	teslim tarihinden maksimum pozitif yüzde sapma konusunda c segmenti tarafından izin verilen değer
e_c	teslim tarihinden maksimum negatif yüzde sapma konusunda c segmenti tarafından izin verilen değer
m	toplam müşteri segmenti sayısı
n	toplam tamamlanan sipariş sayısı
p_{ij}	i numaralı siparişin j numaralı operasyonuna ilişkin beklenen işlem süresi
Karar değişkenleri	
ed_i	i numaralı siparişin teslim tarihinden negatif yüzde sapması
td_i	i numaralı siparişin teslim tarihinden pozitif yüzde sapması
od_i	i numaralı siparişin teslim tarihinde istenen minimum sipariş tamamlanma oranına ilişkin yüzde sapma
d_i	i numaralı siparişe atanan teslim tarihi
o_i	i numaralı siparişin teslim tarihinde tamamlanma oranı
ct_i	i numaralı siparişin tamamlanma zamanı

Her bir sipariş tamamlandığında amaç fonksiyonunun değeri güncellenmektedir. Genişletilmiş sıralama kurallarında kullanılan ağırlıkların dinamik olarak hesaplandığı durumlarda ise, her bir sipariş tamamlandığında segment bazlı kontroller yapılır ve müşteri segmentlerine ilişkin memnuniyetsizlik oranlarına bakılır. Bir siparişte erken teslimat, geç teslimat veya teslim tarihinde tamamlanma oranına ilişkin bir sapma yaşandıysa bu sipariş "memnun edilememiş" bir sipariş olarak kaydedilir. Belirli bir müşteri segmenti içerisindeki memnun edilemeyen siparişlerin oranı firma yönetimi tarafından belirlenen eşik değeri aşmış ise ilgili müşteri segmentinin ağırlığı tanımlanan fonksiyonlar kullanılarak güncellenmektedir. Çalışma kapsamında kullanılan üstel ve doğrusal fonksiyonlara ilişkin notasyon Tablo 2'de sunulmuştur.

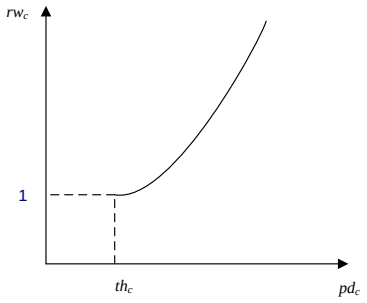
Tablo 2. Ağırlık atama fonksiyonlarına ilişkin notasyon

Parametreler	
pd_c	c segmentinde memnun edilememiş siparişlerin oranı
th_c	c segmentinde memnun edilememiş sipariş yüzdesi için belirlenen eşik değer
rw_c	c segmentinin genişletilmiş kurallarda kullanılacak ağırlık değeri
Karar değişkenleri	
p_c	c segmenti için kullanılacak üs değeri (üstel fonksiyon için) c segmenti için kullanılacak katsayı değeri (doğrusal fonksiyon için)

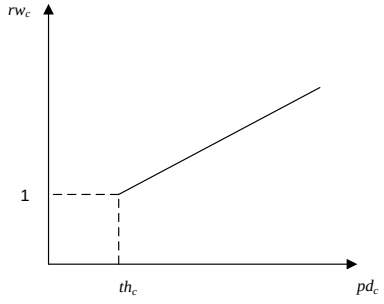
Genişletilmiş kurallar, önceliklendirmede kullanılan niteliğin ağırlık değerine bölünmesiyle elde edilmektedir. Örneğin MOEDD sıralama kuralı kullanılması durumunda, teslim tarihi bilgisi siparişin geldiği segmente ilişkin rw_c değerine bölünmektedir. Başlangıçta tüm rw_c değerleri 1'e eşittir ve müşteri odaklı bir sipariş önceliklendirme yapılmamaktadır. Daha sonra, ağırlıklar üstel fonksiyon kullanılması durumunda (bkz. Şekil 1), denklem (5) dikkate alınarak, doğrusal fonksiyon kullanılması durumda ise (bkz. Şekil 2) denklem (6) dikkate alınarak güncellenmektedir. Her iki durumda da segmentlere ilişkin memnuniyetsizlik oranları (pd_c) eşik değeri (th_c) aştıkça ilgili segmente ilişkin ağırlık değeri (rw_c) artmaktadır.

$$rw_c = \left(e^{\left(\frac{pd_c - th_c}{th_c} \right)} \right)^{1/p_c}, \; p_c \geq 1 \tag{5}$$

$$rw_c = rw_c + p_c \left(\frac{pd_c - th_c}{th_c} \right), \; p_c > 0 \tag{6}$$



Şekil 1. Üstel fonksiyon



Şekil 2. Doğrusal fonksiyon

4. UYGULAMA

Önerilen yaklaşımın etkinliğinin test edilmesi amacıyla gerçekçi bir üretim sistemi ele alınmıştır. Ele alınan sistem, üç ürün tipi, beş makine ve üç müşteri segmentinden oluşmaktadır. Siparişler, ortalaması 1000 dk olan üstel dağılımdan türetilmiştir. Teslim tarihi atama faktörü ise 1.5 olarak alınmıştır. Ürün tiplerine ilişkin talepler müşteri segmentlerine göre değişkenlik göstermekte, sipariş büyüklükleri ise uniform dağılıma göre rasgele belirlenmekte ve hem müşteri segmenti hem de ürün tipine bağlı olarak değişmektedir. Daha önce ifade edildiği gibi, müşteri segmentlerinin geç teslimat, erken teslimat ve teslim tarihinde tamamlanma oranına ilişkin farklı beklentileri ve bu beklentilerden sapmalara verdikleri farklı ceza katsayıları söz konusudur. Tablo 3'de segment bazlı olarak müşteri beklentilerine ve sapmalara atanan cezalara ilişkin bilgiler yer almaktadır. Buna göre, A segmetinde yer alan müşteriler teslim tarihinde siparişlerinin en az %90'ının tamamlanmış olmasını istemektedirler ve üretici tarafından söz verilen teslim tarihinden maksimum %10 pozitif sapmaya ve %20 negatif sapmaya izin vermektedirler.

Tablo 3. Müşteri verileri

Müşteri segmenti	w_c	th_c	o_c	t_c	e_c	α	β	γ
A	0.60	0.1	90%	10%	20%	0.1	0.6	0.3
B	0.25	0.2	80%	20%	30%	0.15	0.5	0.35
C	0.15	0.3	80%	25%	35%	0.2	0.5	0.3

Her deneme için 10 replikasyon yapılmış, her replikasyon 1700 sipariş için çalıştırılmış ve ilk 200 sipariş ısınma periyodu olarak kabul edilerek bu siparişlere ilişkin istatistikler dikkate alınmamıştır. Alt parti sayısı maksimum 10 ile sınırlandırılmıştır. Yapılan analizlerde, talebin %30'unun A, %50'sinin B ve %20'sinin C segmenti müşterilerinden geldiği varsayılmıştır. Öncelikle, genişletilmiş kurallarda müşteri segmenti ağırlıklarının kullanıldığı statik durum (rw_c=w_c) için simülasyon optimizasyon gerçekleştirilerek alt parti ve sıralama kuralı konfigürasyonları belirlenmiştir. Daha sonra, elde edilen konfigürasyonları kullanarak, genişletilmiş sıralama kurallarında müşteri segmentlerinin önem ağırlıkları yerine statik ancak optimize edilmiş ağırlıkların kullanıldığı durum için optimizasyon yapılmıştır (bkz. Tablo 4). Son olarak, ağırlıkların dinamik olarak belirlendiği fonksiyonlara ilişkin simülasyon optimizasyon gerçekleştirilmiş ve ele alınan fonksiyonlara ilişkin parametre değerleri segment bazında Tablo 5'de sunulduğu gibi elde edilmiştir.

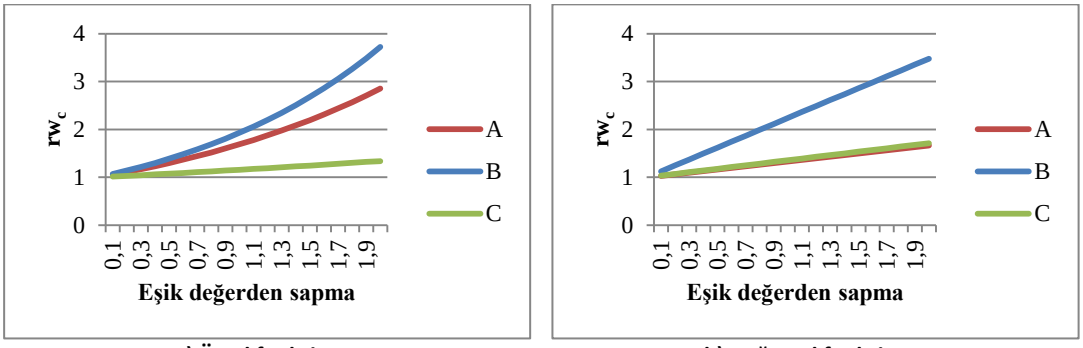
Tablo 4. Sonuçlar

Ağırlık atama yöntemi	Alt parti sayısı	Sıralama kuralları	Amaç fonk.	pd_A	pd_B	pd_C	Std. sapma
Statik ağırlıklar (0.6, 0.25, 0.15)	[7 8 7]	M1:EDD M2:MOEDD M3:EDD M4:MOSPST M5:AT	0.0121	0.19	0.22	0.40	0.11
Optimum ağırlıklar (8.1139, 4.0226, 1.6385)			0.0120	0.19	0.20	0.43	0.14
Dinamik-üstel fonk.			0.0120	0.22	0.23	0.30	0.04
Dinamik-doğrusal fonk.			0.0121	0.20	0.22	0.37	0.09

Tanımlanan fonksiyonların farklı eşik değerden sapma değerleri için davranışları Şekil 3.a ve 3.b'de gösterilmiştir. Şekillerde görüldüğü üzere, B segmentinden kaynaklanan yoğun iş yüküne bağlı olarak bu segmente ilişkin ağırlık değerinde daha hızlı bir artış gözlenmektedir. Bunun yanında, Tablo 4'deki standart sapma değerleri dikkate alındığında, üstel ağırlıklandırma fonksiyonunun kullanıldığı durumda segmentler arasında memnun edilemeyen sipariş yüzdeleri açısından daha dengeli bir yapı elde edilmektedir.

Tablo 5. Parametre değerleri

Parametre	Üstel fonksiyon	Doğrusal fonksiyon
p_A	1.9075	0.3314
p_B	1.5221	1.2398
p_C	6.8306	0.3574



a) Üstel fonksiyon b) Doğrusal fonksiyon

Şekil 3. Fonksiyon davranışları

6. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Bir firmanın nihai amacı müşterileri için değer yaratarak müşteri sadakatini arttırmaktır. Bununla beraber, müşteri sadakati sağlayabilmek için müşteri memnuniyetinin arttırılması önemli bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışma kapsamında, atölye tipi üretim sistemleri için MİY ve ÜPK kararlarını bütünleştiren ve bünyesinde parti bölme, dinamik çizelgeleme ve sipariş önceliklendirme yaklaşımlarını barındıran simülasyon optimizasyon tabanlı bir karar destek sistemi önerilmiş ve bu sayede hem müşterilere hem de talep ve imalat süreçlerine ilişkin bilgileri içeren bir yapı elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, önerilen karar destek sisteminin atölye tipi üretim sistemlerinde müşteri memnuniyetinin sağlanmasında etkin bir şekilde kullanılabileceğini ortaya koymuştur.

KAYNAKÇA

Blackstone, J.H., Phillips, D.T., ve Hogg, G.L. (1982), "A state-of the- art survey of dispatching rules for manufacturing job shop operations", *International Journal of Production Research*, Vol. 20 No. 1, pp. 27-45.

Chen, X., Wen Lin, H.,ve Murata, T. (2012). "Composite dispatching rule design for dynamic scheduling with customer-oriented production priority control", *IEEJ Transactions on Electrical and Electronic Engineering*, Vol. 7 No. 1, pp. 53-61.

Jensen, J. B., Philipoom, P. R., ve Malhotra, M. K. (1995), "Evaluation of scheduling rules with commensurate customer priorities in job shops", *Journal of Operations Management*, Vol. 13 No. 3, pp. 213-228.

Kaban, A. K., Othman, Z., ve Rohmah, D. S. (2012). "Comparison of dispatching rules in job-shop scheduling problem using simulation: a case study", *International Journal of Simulation Modelling*, Vol. 11 No. 3, pp. 129-140.

Malhotra, M. K., Jensen, J. B., ve Philipoom, P. R. (1994). "Management of vital customer priorities in job shop manufacturing environments", *Decision Sciences*, Vol. 25 No. 5-6, pp. 711-736.

Natarajan, K., Mohanasundaram, K. M., Babu, B. S., Suresh, S., Raj, K. A. A. D., ve Rajendran, C. (2007). "Performance evaluation of priority dispatching rules in multi-level assembly job shops with jobs having weights for flowtime and tardiness", *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 31 No. 7-8, pp. 751-761.

Pinedo, M. L. (2008). *Scheduling - theory, algorithms, and systems*. Springer, New York.

Ramkumar, R., Tamilarasi, A., ve Devi, T. (2011). "Multi criteria job shop schedule using fuzzy logic control for multiple machines multiple jobs", *International Journal of Computer Theory and Engineering*, Vol. *3 No.* 2, pp. 282-286.

Suwa, H., ve Sandoh, H. (2012). *Online scheduling in manufacturing: a cumulative delay approach*. Springer – Verlag, London.

DAĞITIM KANALI ÜYELERİNDE GÜVEN VE BAĞLILIĞIN BAYİ PERFORMANSI ÜZERİNE ETKİSİ

Hasan Kürşat Güleş
Konya Gıda Ve Tarım Üniversitesi

Vural Çağlıyan
Selçuk Üniversitesi

Gizem Tabanlı
Selçuk Üniversitesi

ÖZET

Mal ve hizmetlerin nihai tüketiciye ulaşmasındaki çeşitliliğin gittikçe farklılaştığı bu günlerde dağıtım kanalı üyelerinin geleceğe yönelik alacakları kararların ve belirledikleri stratejilerin üreticiler açısından rekabetçi bir avantaja dönüştürülebileceği görülmektedir. Üreticilerin ürün ve hizmetlerini hedef pazara başarılı bir şekilde ulaştırmasında kanal üyeleri ile sıkı bir iş birliğinin geliştirilmiş olması gerekmektedir. Etkili bir iş birliği için ise güven ve bağlılık son derece önemlidir. Güven, tarafların korku olmadan ve kuşku duymadan inanma ve bağlanmaları, karşılıklı iyimser duygular içinde olmalarıdır. İşletmelerde bağlılık, işletmeye olan sadakattir. Bir başka deyişle gittikçe ivme kazanan modern pazarlama anlayışı ve modern pazar yapısı düşünüldüğünde kanal üyelerinin bağlılık ilişkilerinin son derece önemli olduğu ileri sürülebilir. Dolayısıyla kanal üyelerinin kısa vadeli değil uzun soluklu bir bağlılık içinde olmaları gerekmektedir. Bu bağlamda çalışmada Konya ilinde faaliyette bulunan beyaz eşya yetkili satıcılarının üretici işletmeleri ile olan güven ve bağlılık ilişkilerinin bayi performansı üzerine olan etkileri irdelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Dağıtım Kanalı, Güven ve Bağlılık, Bayi Performansı.

THE EFFECT OF TRUST AND LOYALTY ON DEALER'S PERFORMANCE IN MEMBERS OF THE DISTRIBUTION CHANNELS

ABSTRACT

In the todays world where the varieties in which the products and services reach to the final consumer are changing, it can be seen that future related decisions and strategies determined by the distribution channel members will be able to be turned into a competitive advantage for the manufacturers. Manufacturers should develop a strong cooperation with the channel members in order to bring the product and the services to the target market successfully. For an effective cooperation, trust and loyalty are highly important. Trust is a situation that both parties have faith and commitment with no fear or doubt and have positive attitude towards each other. Loyalty in businesses is the loyalty towards the business. In other words, when accelerating modern marketing understanding and modern marketing structure are taken into account, it can be argued that loyalty relationships of the channel members are extremely important. Therefore, channel members should not be in a short term loyalty but in a long term one. In this context, this study examines the effects of mutual trust and loyalty relationships between authorized dealers and their manufacturer businesses on the dealer's performance in city of Konya.

Key Words: Distribution Channel, Trust and Commitment, Dealer Performance

1.GİRİŞ

Tedarik zinciri, hammadde temini yapan, onları ara mal ve nihai ürünlere çeviren ve nihai ürünleri müşterilere dağıtan, üretici ve dağıtıcıların oluşturduğu bir ağdır (Lee and Billington, 1992). Tedarik zincirinin son halkasına ulaşılıncaya kadar başarılı olabilmesi tedarik zincirinde yer alan her birimin birbirlerine olan güvenlerine, bağlılıklarına sıkı sıkıya bağlı olmasından geçmektedir. Güven alıcı-tedarikçi ilişkisinde ekonomik bir anlama sahiptir. Diğer bir deyişle, alıcı-tedarikçi ilişkisi maliyet-fayda sürecine dayalıdır. Alıcı ve tedarikçi ilişkilerini devam ettirirken maliyet ve kazançlarını dikkate alır. Eğer tüketici satıcı ile ilişkilerini sürdürürken elde edeceği ödül katlanacağı maliyetten yüksek ise satıcıya sadık olmaya devam edecektir. Güven kavramı önemli ölçüde tahmin süreciyle belirlenir. Alıcı tedarikçi ilişkilerinde bilindiği gibi iki taraf vardır. Bir taraf, diğer tarafın gelecekteki davranışını tahmin etmeye çaba gösterir. Her iki taraf da karşı tarafın kredibilitesini ve iyi niyetini değerlendirir. Kaliteli bir değerlendirme için her iki tarafın da karşı tarafın geçmiş vaat ve davranışları hakkında bilgi sahibi olmaya ihtiyacı vardır. Alıcı ve tedarikçi geçmişteki sorunlu dönemlerinde iyi ilişkilerini ayakta tutabilmişlerse, birbirlerine yönelik güvenleri güçlenecektir. Bir ürün/hizmet satın alma sürecinde alıcının risk algılama seviyesi güven kavramının temelini oluşturur (McCole, 2002).

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Tedarik zinciri yönetimi, organizasyonel faydaları arttırmak için bir stratejik anahtar faktördür. Ayrıca, organizasyonel amaçların verimliliğini artırabilmek için rekabet yarışını zenginleştirir ve rekabet gücü yaratır. Daha iyi müşteri ilişkileri ve bol kazanç artışı sağlamaktadır. Birçok şirket iş aktivitelerinin daha verimli kontrol edilebilmesi için, inişli çıkışlı şirketleri daha iyi kontrol edebilmek için farklı arayışlar içindedirler. Bu konu da performans ölçümlerinde etkinliği ve yeterliliği sağlamaktır (Gunasekaran vd., 2001).

Başlangıç noktası tüketici, uç noktası ise hammadde tedarikçileri olan bir dizi işletme yerine bunların tamamını ifade eden tek bir işletme görünümündeki tedarik zinciri işletmelerin iç çalışmalarını en uygun ve yalın bir şekle getirirken, aynı zamanda tüm tedarik zincirinin daha uyumlu çalışmasını sağlamak suretiyle de işletmelere müşteri beklentilerini daha etkin bir şekilde karşılamasına yardımcı olmaktadır. Tedarik zinciri yönetimi; fiyat, kalite, esneklik vb. rekabet unsurlarının geliştirilmesini ve bu alandaki uygulamaların uyumlu, bütünleşmiş ve yüksek performanslı olmalarını sağlamaktadır. Tedarik zincirindeki faaliyetleri gerçekleştiren ortaklar arasındaki ilişkiler genellikle tam bir ortaklık formunun yayılımı şeklinde tanımlanabilmektedir. Ancak literatürde bu ilişkilerin türü, oluşumu ve gelişimi ile ilgili olarak farklı yazarlar tarafından farklı değerlendirmelerin yapıldığı görülmektedir (Çağlıyan, 2009). Dünya'da (Japonya hariç) 1980'lerin ortasına kadar ve Türkiye'de 1993'e kadar hakim olan alıcı-tedarikçi ilişkisi ağırlıklı olarak Geleneksel (Rekabetçi) Model olarak adlandırılan modeldir. Son 10-15 yıl içerisinde alıcı - tedarikçi ilişkilerinde köklü değişiklikler yaşanmıştır. Fiyat esasına dayanan kısa vadeli ilişkilerden işbirliği ve karşılıklı güvene dayanan ilişkilere doğru bir eğilim vardır. Bu değişiklik, alıcıların tedarikçilerinden olan beklentilerini, tedarikçilerini seçerken dikkate aldıkları faktörleri ve dolayısıyla satın alma stratejilerini etkilemiştir. Başka bir ifade ile tedarikçiler yeni yaklaşımı tercih eden bir müşteriden (alıcıdan) sipariş alabilmek için geleneksel olarak uyguladıkları pazarlama stratejisinde değişiklik yapmaları ve literatürde "İlişki Kurmaya Yönelik Pazarlama" olarak tanımlanan pazarlama anlayışını uygulamaları gerekmektedir (Güleş, 1996; Çağlıyan, 2009). Bu bağlamda aşağıda iki ilişki türü kısaca açıklanacaktır:

2.1. Geleneksel Alıcı-Tedarikçi İlişkileri

Modelin temel varsayımı tedarikçilerin fiyat dışında birbirinden herhangi bir farkı olmadığıdır. Bu tür bir ilişkide fiyat çok önemli olmakla birlikte sipariş kazanmak için tek başına yeterli değildir. Böyle bir ilişkide alıcı birçok tedarikçiye güvenmek zorundadır ve tedarikçilerin anlaşmalardaki pozisyonlarını iyileştirmelerine izin vermez. Bu şartlar altında alıcılar, tedarikçilerin teknoloji kullanımı, süreç yeniliği, değer ekleme hizmeti ve rekabetçi avantaj sağlayacak diğer yetenekleri arasında bir fark olmadığını düşünür, bir başka deyişle tedarikçilerin yeteneklerini yok sayar (Humphreys vd. , 2003). Sonuç olarak rekabetin şiddetlenmesi, teknolojik gelişmeler (mamul ve üretim), mamulün hayat seyrinde meydana gelen kısalmalar alıcı-tedarikçi ilişkilerinde uygulanmakta olan geleneksel modelin yetersiz kalmasına yol açtığı ve işletmeleri Japon Usulü Alıcı-Tedarikçi ilişkisi adı da verilen İşbirliği Modelini uygulamaya ittiği söylenebilir.

2.2. İşbirlikçi Alıcı-Tedarikçi İlişkileri

Literatürde, genellikle Japon Tipi Tedarik ile işbirlikçi alıcı- tedarikçi ilişkileri kavramları birbirinin yerine kullanılmaktadır. İşbirliği esasına dayanan alıcı-tedarikçi ilişkilerini kurabilmek için taraflar arasında dengeli bir güç ilişkisi ve uzun vadeye hedefleyen bir ilişkinin oluşturulması konusunda bir kararlılığın olması gerekmektedir. İşbirliği ilişkisi, yüksek kalite ile hızlı ve güvenilir girdi tedarikini

garanti edebilen tedarikçiler ile alıcılar arasında uzun vadeli olan ve karşılıklı bağımlılığa dayanan bir ilişkinin oluşturulmasına bağlıdır. Bu yapıdaki bir ilişkiye sahip işletmelerin ana amacı, sıfır hatalı mamul üretimini minimum toplam üretim maliyeti ile gerçekleştirebilmektir. İşbirlikçi modelde alıcılar üretim kontrolü ve kaliteye daha çok önem vermektedirler. Başka bir ifadeyle çok kaynaktan düşük fiyatlı girdi alma yerine kaliteli mamulleri üretebilen ve tedarik edebilen güvenilir tedarikçilere ağırlık verilmektedir. Bu ise tedarik zincirinde dikey entegrasyon yerine işletmeler arası işbirliğinin hakim olduğu kademeli bir örgütlenmeyi oluşturmaktadır (Güleş vd., 1997). İşbirlikçi ortaklıklar güven ve uzun dönemde geliştirilen ortaklığın bir sonucu olarak risk paylaşımı ve bağlılık gerektirir. İşbirliğinin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için bütün düzeylerde etkili iletişim, açık bilgi paylaşımı ve işletme içi ve dışı geliştirme faaliyetlerinin yapılmasını gerektirmektedir. (Humphreys vd., 2003). Bu bağlamda bu çalışmada işbirlikçi modelin önemli bileşenlerinden olan güven ve bağlılık ilişkileri irdelenecektir.

Güven işbirlikçi modelde önemli bir faktördür. Karmakarışık bir iş yapısında kalkınmada ve iş iletişimde firmaların başarısına katkı sağlamaktadır. Güvenin temelini ayırt etmek için kişisel seviyelerde dostluk önemlidir. Ayrıca faklı kültürlerle kıyaslandığında kuruluşa ait seviyelerde de güven önem arz etmektedir (Fang ve Kriz, 2000). Bir kişinin güvenilebilirlik derecesine göre profesyonel ve kişisel seviyede iş durumunda güvenilebilirliği (Woo ve Phrud'homme, 1999) önemli iş yaklaşımlarında ticaret ortaklarına kadar yayılmaktadır. Benzer olarak Ganasen (1994) tedarikçilerin adil oluşunun firmaların ununü ön plana çıkardığını ifade etmektedir. İşteki güvenilirlik önemli bir etkiye sahiptir. Bu yüzden de tatmin edilebilir güvenilirlik sağlayacaktır (Ganasen, 1994).

Güven perakende alıcı ve satıcı arasındaki uzun süreli ilişkilerde faydalara odaklanır (Ganesan 1994). Sonunda alıcı tedarikçi ilişkilerinde güçlü performansın ortaya çıkardığı masraf azalmalarına ve firmaların rekabetine katkı sağlamaktadır (Noordewier vd., 1990).

Literatürde hem örgütsel hem de tüketici davranışları bakımından pek çok araştırmacının, akademisyenin incelediği bağlılık, alıcı-satıcı, üretici-dağıtıcı ilişkileri yönüyle ele alınmaktadır. Değişim ve işbirliğinin olduğu ilişkililerde bağlılık, uzun dönemli ilişkilerin en önemli unsuru olarak düşünülmektedir (Soetomo, 2001). Genel anlamda değerlendirildiğinde bağlılık kavramı herhangi bir ürüne, markaya, hizmete, mağazaya ve satıcıya yönelik sergilenen olumlu tutumlar ile devamlı müşteri olma davranışı arasındaki ilişki biçiminde ele alınmaktadır (Jones ve Reynolds, 2006). Firmalar arasındaki ilişkiler bakımından değerlendirildiğinde ise bağlılık, bir firmanın başka bir firma ile olan etkileşim ve ilişkilerini devamlı hale getirme ve bunu daha da yakınlaştırma davranışı biçiminde ifade edilmektedir (Kim ve Fraizer, 1997).

Son yıllarda üretici, tedarikçi ve perakendeciler arasındaki kanal ilişkileri pazarlama araştırmalarında önemli bir konu haline gelmiştir. Araştırmacılar güç, memnuniyet, bağlılık, işbirliği, güven ve uzun süreli ilişkiler gibi çeşitli alanlarda çalışmalarını sürdürmüşlerdir. Alıcı-tedarikçi ilişkilerinde ekonomik ve ekonomik olmayan tatmin güven ile ilişkili iken, ekonomik tatmin bağlılık ile ilgili olmaktadır (Yu ve Pysarchik, 2002). Uzun vadeli tedarikçi ilişkileri ile şirketler önemli bir rekabet avantajı elde etmektedir. Ürünlerin hızlı teslimatı, yeni ürünler, fiyatlar, rekabet faaliyetleri hakkında güncel ve kapsamlı bilgilerin alınması, reklam ve ödenekler gibi konularda avantaj sağlanmaktadır. Karşılıklı olarak uzun vadeli ilişkiler geliştirildiğinde ekonomik anlamda da avantaj elde edilmektedir (Ganesan 1994).

3. ARAŞTIRMANIN METODOLOJİ

3.1. Araştırmanın Yöntemi ve Örneklem

Dağıtım kanalı üyelerinde güven, bağlılık, ekonomik ve ekonomik olmayan tatmin ile bayi performansı arasındaki ilişkilerin irdeleneceği bu çalışmanın yürütülmesinde anket yönteminden yararlanılmıştır.

Araştırmada Konya ilinde BSH Grup adına yetkili satıcı sıfatıyla faaliyet gösteren Bosch ve Siemens markalı ürünleri satan yetkili satıcılar ana kütle olarak belirlenmiştir. Konya ilinde toplam 38 yetkili satıcı bulunmaktadır. Bunlardan 31 yetkili satıcı ile yüz yüze görüşme yöntemi ile anketler doldurtulmuştur. Bu bağlamda yaklaşık %81'lik bir geri dönüş oranı yakalanmış olup bu konuda yapılan öncü araştırma için örnek kütlenin ana kütleyi temsil yeteneğinin olduğu söylenebilir.

Anket formunun oluşturulmasında; Ganesan (1994) tarafından geliştirilen ve Yılmaz vd.(2010) tarafından Türkçeye çevrilerek geçerliliği ve güvenilirliği test edilmiş olan 'bayilerin güven algıları ölçeği' (8 madde); Anderson ve Weitz (2004) tarafından geliştirilen ve Yılmaz vd.(2010) tarafından Türkçeye çevrilerek geçerliliği ve güvenilirliği test edilmiş 'bağlılık ölçeği' (10 madde); Rodriguez vd. (2006) tarafından Gassenheimer ve Ramsey (1994), Anderson ve Narus (1984), Gassenheimer ve Ramsey (1994) ve Ruekert ve Churchill (1984) isimli yazarlardan yararlanılarak geliştirilen 'ekonomik memnuniyet ölçeği' (4 madde) ve 'ekonomik olmayan memnuniyet ölçeği'(5 madde); Kumar vd. (1992) tarafından geliştirilen ve Yılmaz ve Mutlu (2006) tarafından Türkçeye çevrilerek geçerliliği ve güvenilirliği test edilmiş 'bayi performansı ölçeği'(5 boyut: 25 madde) alınmıştır.

3.2. Araştırmanın Hipotezleri

Bu çalışmanın temel amacı Bayilerin Güven Algıları, Bayilerin Bağlılık Düzeyleri, Bayilerin Ekonomik ve ekonomik olmayan Memnuniyet düzeyleri ve Bayi Performansı arasındaki ilişkilerin incelenmesidir.
Bu bağlamda geliştirilen hipotezler aşağıda sıralanmıştır:
Hipotez 1: Bayilerin güven algıları ile bağlılık düzeyleri arasında pozitif ilişki vardır.
Hipotez 2: Bayilerin güven algıları ile ekonomik memnuniyet düzeyleri arasında pozitif ilişki vardır.
Hipotez 3: Bayilerin güven algıları ile ekonomik olmayan memnuniyet düzeyleri arasında pozitif ilişki vardır.
Hipotez 4: Bayilerin güven algıları ile bayi performansı arasında pozitif ilişki vardır.
Hipotez 5: Bayilerin bağlılık düzeyleri ile ekonomik memnuniyet düzeyleri arasında pozitif ilişki vardır.
Hipotez 6: Bayilerin bağlılık düzeyleri ile ekonomik olmayan memnuniyet düzeyleri arasında pozitif ilişki vardır.
Hipotez 7: Bayilerin bağlılık düzeyleri ile bayi performansı arasında pozitif ilişki vardır

4. ARAŞTIRMANIN BULGULARI

4.1. Örneklemin Özellikleri

Araştırma kapsamında örnekleme dahil olan işletmelerin çalışma süreleri 5 ila 25 yıl arasındadır. Ortalama çalışma süresi 12,5 yıldır. İşletmelerdeki çalışan sayıları 10 ila 25 arasında değişmekte olup ortalama çalışan sayısı 12,2 dir.

4.2. Bayilerin Güven ve Bağlılık Algıları, Ekonomik ve Ekonomik Olmayan Memnuniyet Düzeyleri ve Performans Bilgileri

Bayilerin Güven ve Bağlılık Algıları, Ekonomik ve Ekonomik Olmayan Memnuniyet Düzeyleri ile ilgili tespitleri yapmak için kullanılan ölçekler ve bu ölçeklere ilişkin genel bilgiler Tablo 1'de; bayilerin Performans Bilgilerini ölçmek için kullanılan ölçekler ve bu ölçeklere ilişkin genel bilgiler aşağıda Tablo 2'de özetlenmiştir.

Tablo 1. Araştırmaya İlişkin Genel Bilgiler

	Ort.	Std. Sap.
Bayilerin Güven Algıları Toplamı (8 madde, Cronbach Alpha=0,794)	4,47	0,37
Bayilerin Bağlılık Düzeyleri Toplamı (7 madde, Cronbach Alpha=0,689)*	4,43	0,37
Ekonomik Memnuniyet Toplamı (4 madde, Cronbach Alpha=0,976)	3,82	1,23
Ekonomik Olmayan Memnuniyet Toplamı (5 madde, Cronbach Alpha=0,961)	4,63	0,57

Tablo 2. Bayi Performansına İlişkin Bilgiler

	Ort.	Std. Sap.
Satışlara Katkı Toplamı (5 madde, Cronbach Alpha=0,837)	4,04	0,52
Kara Katkı Toplamı (4 madde, Cronbach Alpha=0,789)	3,85	0,54
Satıcı Yeteneği ve İtaati Toplamı (8 madde, Cronbach Alpha=0,913)	4,17	0,58
Büyümeye Katkı Toplamı (4 madde, Cronbach Alpha=0,945)	3,81	1,17
Müşteri Memnuniyeti Toplamı (3 madde, Cronbach Alpha=0,721)	4,27	0,56
Genel Toplam (24 madde, Cronbach Alpha=0,923)	4,03	0,47

.

4.3. Araştırma Hipotezlerine İlişkin Bilgiler

Bu çalışmanın amacı Bayilerin Güven Algıları, Bayilerin Bağlılık Düzeyleri, Bayilerin Ekonomik ve ekonomik olmayan Memnuniyet düzeyleri ve Bayi Performansı arasındaki ilişkilerin incelenmesidir. Bu bağlamda değişkenlere ilişkin olarak hesaplanan Spearman Korelasyonu Katsayıları aşağıda Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3. Değişkenlere İlişkin Korelasyon Matrisi

	Bayilerin Güven Algıları	Bayilerin Bağlılık Düzeyleri	Ekonomik Memnuniyet	Ekonomik Olmayan Memnuniyet	Bayi Performansı
Bayilerin Güven Algıları	1				
Bayilerin Bağlılık Düzeyleri	.491*	1			
Ekonomik Memnuniyet	.490*	.380*	1		
Ekonomik Olmayan Memnuniyet	.381*	.304*	.593*	1	
Bayi Performansı	.440*	.418*	.613*	.691*	1

Not: *p<.05

* Ölçeğin orijinali 10 maddeden oluşmakta olup araştırma kapsamında 3 madde, ölçeğin güvenilirliğini oldukça düşük bir düzeye getirdiği için değerlendirmeye alınmamıştır.

Tablo 3'deki korelasyon matrisinde görüldüğü gibi değişkenler arasındaki korelasyon katsayıları 0,304 ile 0,691 arasında değişmekte olup elde edilen katsayıların hepsi istatistiksel bakımdan anlamlıdır (p<.05). Bu sonuçlar; "Hipotez 1: Bayilerin güven algıları ile bağlılık düzeyleri arasında pozitif ilişki vardır (r=0,491 ve p<0,05).", "Hipotez 2: Bayilerin güven algıları ile ekonomik memnuniyet düzeyleri arasında pozitif ilişki vardır (r=0,490 ve p<0,05).", "Hipotez 3: Bayilerin güven algıları ile ekonomik olmayan memnuniyet düzeyleri arasında pozitif ilişki vardır (r=0,381 ve p<0,05).", "Hipotez 4: Bayilerin güven algıları ile bayi performansı arasında pozitif ilişki vardır (r=0,440 ve p<0,05).", "Hipotez 5: Bayilerin bağlılık düzeyleri ile ekonomik memnuniyet düzeyleri arasında pozitif ilişki vardır (r=0,380 ve p<0,05).", "Hipotez 6: Bayilerin bağlılık düzeyleri ile ekonomik olmayan memnuniyet düzeyleri arasında pozitif ilişki vardır (r=0,304 ve p<0,05)." ve "Hipotez 7: Bayilerin bağlılık düzeyleri ile bayi performansı arasında pozitif ilişki vardır(r=0,418 ve p<0,05)." şeklindeki hipotezlerin hepsini desteklemektedir.

5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Bayilerin güven algıları, bayilerin bağlılık düzeyleri, bayilerin ekonomik ve ekonomik olmayan memnuniyet düzeyleri ve bayi performansı arasındaki ilişkilerin irdelendiği bu çalışmada elde edilen temel bulgular aşağıdaki şekilde sıralanabilir.

- Yetkili satıcıların ana sanayileri aralarındaki güven algısının yüksek olduğu görülmektedir (Güven algısı ölçeği madde toplamlarına ilişkin ortalama değer 4,47).
- Yetkili satıcıların ana sanayileri ile aralarındaki bağlılık düzeylerinin yüksek olduğu görülmektedir (Bağlılık düzeyi ölçeği madde toplamlarına ilişkin ortalama değer 4,43).
- Yetkili satıcıların ekonomik ve ekonomik olmayan memnuniyet düzeylerinin yüksek olduğu görülmektedir (Ekonomik memnuniyet ölçeği madde toplamlarına ilişkin ortalama değer 3,82 ve ekonomik olmayan memnuniyet ölçeği madde toplamlarına ilişkin ortalama değer 4,63).
- Yetkili satıcıların beş boyutta incelenen genel performans düzeylerinin de yüksek olduğu görülmektedir (Bayi performans düzeyi ölçeği madde toplamlarına ilişkin ortalama değer 4,03).

Bayilerin Güven Algıları, Bayilerin Bağlılık Düzeyleri, Bayilerin Ekonomik ve Ekonomik Olmayan Memnuniyet Düzeyleri ve Bayi Performansı arasındaki ilişkiler ise geliştirilen hipotezler aracılığı ile değerlendirilmiş olup her bir değişkenle ilgili olarak hesaplanan korelasyon katsıları değişkenler arasında pozitif ve genellikle orta düzeyde bir ilişkinin olduğunu göstermektedir.

Buraya kadar yapılan değerlendirmeler bir bütünlük içerisinde ele alınırsa, BSH Grup yetkili satıcısı olarak Konya ilinde faaliyet gösteren işletmelerin ana sanayileri ile güçlü ilişkilerinin olduğu, ana sanayileri ile güven bağlılık ilişki düzeylerinin yüksek olduğu ve bu ilişkilerin hem ekonomik ve ekonomik olmayan memnuniyet düzeylerini etkilediği hem de genel performanslarını etkilediği şeklinde değerlendirilebilir. Dolayısıyla işbirlikçi modelin temel varsayımları arasında olan güven ve bağlılık ilişkilerinin bu örneklem içinde geçerli olduğu ileri sürülebilir.

Bu çalışma sadece tek bir ilde yapılmış olup bir marka ve bu markanın yetkili satıcıları ile aralarında olan güven ve bağlılık ilişkilerinin incelendiği öncü bir araştırmadır. Dolayısıyla çalışmanın tek bir ilde yürütülmesi temel bir kısıttır.

Bundan sonraki çalışmalarda örneklemin bölge veya ülke bazında genişletilerek yapılması konuya daha açıklayıcı ve destekleyici katkılar sunacaktır. Ayrıca ülke bazındaki bir örneklemle, bu çalışmanın konusunun bir yapısal eşitlik modeli olarak kurgulanması literatüre önemli katkılar sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

Anderson, E. ve B. A. Weıtz, (1992), "The Use Of Pledges To Build And Sustain Commitment in Distribution Channels," Journal Of Marketing Research, 29: 18–34.

Anderson, J.C. ve Narus, J.A. (1990) 'A model of distribution firm and manufacturer firm working partnerships', Journal of Marketing, 54(1), 42–58.

Çağlıyan, V. (2009) 'Yenilikçilik, Tedarikçikatılımı Ve İşletme Performansı Üzerine Değer Zinciri Yönetimi Temelli Bir Yaklaşım: Otomotiv Sektöründe Görgül Bir Araştırma', Doktora Tezi

Fang, T. ve Kriz, A. (2000), "Cross-Cultural Challenges to the IMP Paradigm: Evidence from Chinese Markets," in The 16th Annual IMP Conference. University of Bath.

Ganesan, S. (1994), "Determinants of Long-Term Orientation in Buyer-Seller Relationships," Journal of Marketing, 58 (April), 1-19.

Gassenheimer, J. B,& Ramsey, R. (1994). The impact of dependence on dealersatisfaction: a comparisonn of reseller-supplier relationships. Journal of relailing, 70(3),253-266.

Gunasekaran, A. C. Patel, ve E. T. (2001), "Performance Measures and Metrics in A Supply Chain Environment," International Journal of Operations and Production Management, 21 (1/2),71-87.

Güleş, H.K. (1996), The Impact of Advanced Manufacturing Technologies on buyer-Supplier Relationships in the turkish Automotive Industry, Unpublished Ph.D. Dissertation, The University of Leeds, School of Business and Economics Studies, U.K.

Güleş, H.K., Burgess, T.F. ve Lynch, J.E. (1997), "The evolution of buyer-supplier relationships in the automotive industries of emerging European economies: the case of Turkey", European Journal of Purchasing & Supply Management, Vol. 3, No. 4, s.209-219.

Humphreys, J. ve Memedovic, O. (2003), The Global Automotive Industry Value Chain: What Prospects For Upgrading By Developing Countries, Sektoral Studies Series, United Nations Industrial Developmentorganization, Vienna.

Jones, M.A. ve Reynolds, K.E. (2006), "The Role of Interest on Shopping Behavior," Journal of Retailing, Vol:82, No:2, p.115-126.

Kım, K. ve Fraızer, Gary L., (1997), "On Distributor Commitment in Industrial Channels of Distribution: A Multicompenent Approach," Psychology & Marketing, 14/8: 847-877.

Kraljic, P. (1983), "Purchasing must become supply management", Harvard Business Review 61(5), s.109-117.

Kumar, N., stern, L.W. ve Achrol, S.R. (1992), Assessing Reseller Performance From The Perspective Of The Supplier

Lee, H.L. ve C. Bıllıngton (1992), "Managing supply chain inventory: pitfalls and opportunities" Sloan eManagement Review, Vol.33 No.3, pp.65-73.

McCole, P., (2002), "The Role of Trust for Electronic Commerce in Services", International Journal of Contemporary Hospitality Management, 14/2, pp. 8187.

Morgan, R.M. ve Hunt, S.D. (1994) 'The commitment-trust theory of relationship marketing', Journal of Marketing, 58(3): 20–38.

Noordewier, T. G. George J. ve Nevin, J. R. (1990), "Performance Outcomes of Purchasing Arrangements in Industrial Buyer-Vendor Relationships," Journal of Marketing, 54 (October), 80-93.

Ruekert, R.W., Gilbert, JR. ve Churchıll, A. (1984), "Reliability and Validity of Alternative Measures of Channel Member Satisfaction," Journal of Marketing Research, 11: 226-233.

Rodriguez, I., Agudo, J. ve Gutierrez, H. (2006), Determinants of Economic and Social Satisfaction in Manufacturer-Distributor Relationships

Soetomo, H., (2001), Power-Trust-Commitment in Relationship Marketing, A Dissertation Doctor of Business Administration (Nova Southeastern University).

Williamson, O.E. (1975), Markets and Hierarchies: Analysis and Antitrust Implications, Free Press, New York.

Woo, H. S. ve Phrud'homme, C. (1999), "Culture Characteristics Prevalent in The Chinese Negotiation Process," European Business Review, 99 (5), 313-22.

Yılmaz C. ve Mutlu, H.M. (2006)'*Dağıtım Kanallarında Satıcı İşletmelerin Performansının Değerlendirilmesi'*

Yılmaz, M.K., Erciş, A. ve Ünal, S.(2010)*'Kanal Üyelerinin Ekonomik-Sosyal Tatmin, Güven ve Bağlılık İlişkisinin Belirlenmesi: Doğu Anadolu Bölgesi'nde Beyaz Eşya Sektöründeki Bayiiler Üzerine Bir Araştırma'*

Yu, P.J. ve Pysarchilk, T.D., (2002)'Economic and Non-Economic Factors Of Korean Manufacturer-Retailer Relations'

TRAINING ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS WITH SOCIAL SPIDER ALGORITHM

Burak Gülmez
Erciyes University

Sinem Kulluk
Erciyes University

ABSTRACT

By the growth and the development of computer systems in recent years, data mining has provided opportunity to process big data and extract meaningful information from it. This information is hidden in the data and is discoverable. Data mining can be used in many fields and production is one of these fields. Lots of information can be gained by analyzing production data and production efficiency can be increased. Artificial neural networks is a data mining method that is inspired from the human brain and performs some abilities automatically like learning new information and making new inferences. Artificial neural networks can be used for generalization, classification, association, rule extraction and optimization. Back-propagation algorithm is the most common algorithm for training artificial neural networks. But the processing of the algorithm is too slow and it can be trapped into local optima. The meta-heuristic algorithms overcome these problems and are frequently used in training neural networks nowadays. One of the recently developed new meta-heuristic algorithms is social spider algorithm. The algorithm gives effective results on data mining benchmark problems. In this study, social spider algorithm is adapted for training artificial neural networks, and used in the prediction of production of a factory in Kayseri. The production data involves days of the week, shifts, employees and production outputs. The aim of this study is to forecast the production output by using the first three variables as input. The presented algorithm is coded in Java programming language. The results obtained from training artificial neural networks by social spider algorithm are compared with several algorithms including multi-layer perceptions in Weka Data Mining software. The obtained results and comparisons have shown that the social spider algorithm gives better forecasts than the compared algorithms in the production dataset.

Keywords: Production forecasting, Social spider algorithm, Training artificial neural networks

ÖZET

Bilgisayar sistemlerinin son yıllardaki gelişimi ile veri madenciliği büyük verileri işleme ve bu verilerden anlamlı bilgiler çıkarma konusunda büyük fırsatlar sağlamaktadır. Bu anlamlı bilgiler veri içerisinde gizlidir ve keşfedilmeyi beklemektedir. Veri madenciliği birçok alanda uygulanabilir ve üretim bu alanlardan bir tanesidir. Üretim verilerinin analiz edilmesiyle üretim ile alakalı birçok bilgiye ulaşılabilir ve üretimin kalitesi artırılabilir. Yapay sinir ağları insan beyninden esinlenen ve insandaki yeni bilgiler öğrenme, tecrübe etme gibi özelliklere sahip olan bir veri madenciliği yöntemidir. Yapay sinir ağları genelleme, sınıflandırma, kümeleme, kural çıkarımı ve optimizasyon gibi alanlarda kullanılabilir. Geri yayılım algoritması yapay sinir ağları eğitiminde en sık kullanılan algoritmadır. Fakat yavaş bir

algoritmadır ve yerel minimum noktalara takılıp kalmaktadır. Metasezgisel algoritmalar bu problemlerin üstesinden gelmektedir ve günümüzde yapay sinir ağları eğitiminde sıklıkla kullanılmaktadır. Metasezgisel algoritmalardan birisi de son yıllarda çıkan sosyal örümcek algoritmasıdır. Bu algoritma literatürdeki veri kümelerinde iyi sonuçlar vermiştir. Bu çalışmada sosyal örümcek algoritması yapay sinir ağları eğitimi için uygun hale getirilmiş ve Kayseri'deki bir fabrikanın üretim çıktısını tahmin etmek için kullanılmıştır. Bu üretim verisi haftanın günlerini, vardiyayı, çalışanları ve üretim çıktısını içermektedir. Amaç üretim çıktısını ilk üç girdi değerlerine göre tahmin etmektir. Algoritma Java programlama dili ile kodlanmıştır. Sonuçlar geri yayılım algoritmasını da içeren Weka veri madenciliği yazılımı içerisindeki algoritmalarla karşılaştırılmıştır. Sonuçlar ve karşılaştırmalar sosyal örümcek algoritmasının diğer algoritmalara göre daha iyi tahmin yaptığını göstermiştir.
Anahtar kelimeler: Sosyal örümcek algoritması, Üretim tahminleme, Yapay sinir ağları eğitimi

1. INTRODUCTION

Artificial neural networks (ANNs) are trained by changing the weights between neurons. The training dataset is showed to the neural network for learning and weights are changed to improve the network. After the training process, the network is tested with the testing dataset. To achieve high accuracy, the network should be trained well. There are various algorithms to train neural networks. The most common is the backpropagation algorithm. But the backpropagation algorithm has some disadvantages like trapping into local optima, needing a differentiable activation function and it has large calculations. To overcome these disadvantages, metaheuristic algorithms can be used.

There are lots of studies about training ANNs. Most of them use metaheuristic algorithms because of their advantages. Among these studies artificial neural networks were trained with a genetic algorithm and obtained better results than backpropagation algorithm (Sexton and Gupta, 2000). Particle swarm optimization algorithm was compared with backpropagation algorithm for training ANNs (Gudise and Venayagamoorthy, 2003). They compared the error rates and particle swarm optimization algorithm gave the lowest error rates.

Ant colony algorithm was used to train artificial neural networks (Blum and Socha, 2005). They evaluate the performance of their algorithm on medicine dataset. The results showed that hybrid version of ant colony algorithm gives best results. ANNs were trained with a modified genetic algorithm (Kim et al., 2005). Their algorithm is faster and gives better results than compared algorithms.

Tabu search algorithm was used to train artificial neural networks (Dengiz et al., 2009). Tabu search algorithm obtained better and faster results than genetic and simulated annealing algorithm. Harmony search algorithm was used for training ANNs (Kattan et al., 2010). They compare the performance of their algorithm with backpropagation algorithm. According to their results harmony search algorithm gave better results.

Artificial neural networks were trained with particle swarm optimization (Zamani and Sadeghi, 2010). They used some benchmark datasets in their experimental study and particle swarm optimization algorithm got high accuracy ratios. ANNs were trained with a hybrid of harmony search and hunting search algorithm (Kulluk, 2013). The results of her algorithm were compared with some traditional and metaheuristic algorithms. Mostly her hybrid algorithm gave better results than the compared algorithms.

Central force optimization algorithm was compared with particle swarm optimization algorithm on training neural networks (Green II et al., 2012). Performances of the algorithms are evaluated on XOR and iris datasets. The results showed that central force optimization algorithm gave better results than particle swarm optimization algorithm.

Firefly algorithm was used for training artificial neural networks (Nandy et al., 2012a). Iris, wine and some other benchmark datasets were used for training. The results were compared with genetic algorithm. The comparison showed that firefly algorithm was more effective than genetic algorithm for training ANNs. Then they also trained artificial neural networks with artificial bee colony algorithm (Nandy et al., 2012b). This algorithm also gave good results.

Bird matching algorithm was used for training artificial neural networks (Askarzadeh and Rezazadeh, 2013). They used cancer and diabetes datasets. Bird matching algorithm did not give best results but gave acceptable results.

In this study a recently developed metaheuristic social spider algorithm is adapted for training artificial neural networks and its performance is evaluated on a real life production data set. Comparisons with some regression-based algorithms and ANNs models showed that ANNs trained by SSA algorithm predicts lower error rates than compared algorithms.

2. ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

The human brain has ability of learning and experience. It can be described as a complex system and this system works with biological neural network. Artificial neural networks are inspired from the human brain and biological neural networks. Biological neural networks consist of lots of neurons. A neuron has three parts namely: dentrit, body and axon. Dendrites receive input signals, collect and send them to the neuron body. These signals are evaluated in body of the neuron. Then they are sent to another neuron as an output over axon. Figure **1**shows samples of a) biological neuron and b) artificial neuron.

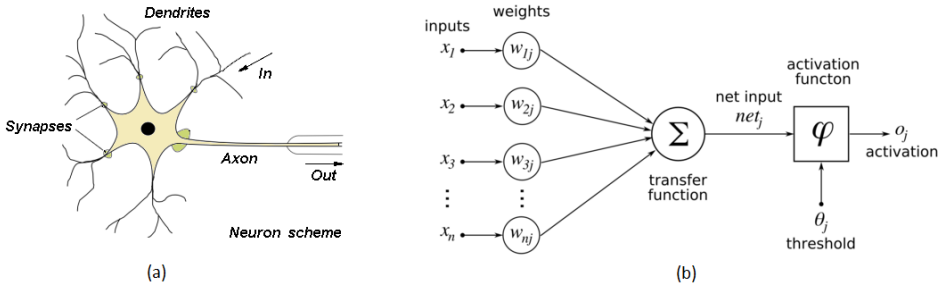


Figure 1 (a) Biological neuron(Celso et al., 2015) (b) Artificial neuron(Thati, 2016)

Artificial neurons have similar parts of biological neurons. It consists of propagation function, activation function and output function. Weighted sum function is very popular as propagation function. Its formula can be given as;

$$Net = \sum_{i=0}^{n} Ii\, Wi \tag{1}$$

There are different activation functions like linear function, step function, sigmoid function and hyperbolic tangent function. The most common functions are sigmoid and hyperbolic tangent activation functions due to their differentiable properties. Sigmoid activation function is given in equation (2).

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}} \tag{2}$$

Output function is mostly identity function. It does not change the value of its inputs. The identity function formula can be seen at equation (3).

$$f(x) = x \tag{3}$$

ANNs consist of neurons. Every neuron in network has connection with other neurons. Some neurons align parallel. These neurons constitute layers. There are three types of layer. These are input layer, hidden layer and output layer. An artificial neural network with a hidden layer can be seen at Figure 2.

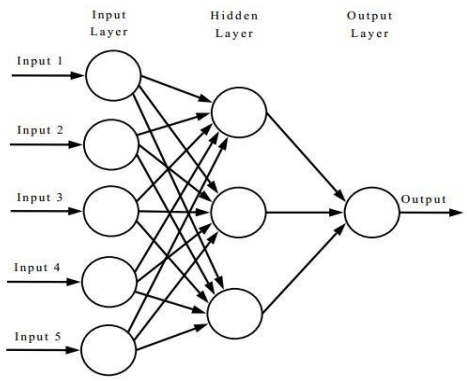


Figure 2 Artificial neural network (Sadhukhan et al., 2016)

The input layer receives the inputs from outside. After processing them, the outputs of input layer are sent to the hidden layer. Hidden layer also processes the coming inputs to it and send its outputs to the output layer. The output layer gives the prediction to the problem. There are weight values between the input, hidden and output layers. Training ANNs is concerned with changing the weights between neurons.

3. SOCIAL SPIDER ALGORITHM (SSA)

Social spider algorithm is a new nature inspired metaheuristic algorithm. It is inspired from social spider behaviors. The algorithm was applied to some benchmark optimization problems and the algorithm obtained high performances (Yu and Li, 2015).

In SSA, there is a search space as a spider web. Each position of web represents a feasible solution to the optimization problem and all feasible solutions have a position on the web. The web also serves vibrations created by spiders. Each spider on the web holds a position and a fitness function value. All spiders can move on the web. When a spider moves on the web, it creates a vibration on the web. The vibrations effect movement of the spiders (Yu and Li, 2015).

Every spider is a solution and holds a memory. The memory stores information about: position on the web, fitness value, target vibration in previous iteration, number of iterations since target vibration changed, movement in the previous iteration and dimension mask that stores binary vector.

A spider generates a vibration when it changes its position. The vibration spreads on the web and affects other spiders. This yields a social information share. The vibration intensity is in the range [0, ∞). And *I (Pa, Pb, t)* represents the vibration intensity sensed by the spider at position *Pb* at time *t* and source of vibration is at position *Pa*. Also every source has an intensity value created by itself. It can be represented as *I (Pa, Pa, t).* The intensity values can be calculated by using equations (4) and (5).

$$I(Pa, Pa, t) = \log(\frac{1}{f(P(a) - C)} + 1) \tag{4}$$

where *C* is a small positive constant value and *f (P (a))* is fitness value of position *P (a).*

$$I(Pa, Pb, t) = I(Pa, Pa, t) \times \exp(-\frac{D(Pa, Pb)}{\sigma \times ra}) \tag{5}$$

where *σ* is standard deviation, *ra* is a user defined value in range (0, ∞). *D (Pa, Pb)* is Manhattan distance between spiders at position a and b. It can be calculated by equation (6).

$$D(Pa, Pb) = |P(a) - P(b)| \tag{6}$$

There are three phases in social spider algorithm as initialization, iteration and final phase. In initialization phase the spiders are created and randomly distributed on the web. Also the fitness values of spiders are calculated in this phase. In iteration phase, all spiders create vibrations and change their positions. So their fitness values are changed and calculated again at every iteration. Using equations (4) and (5) spiders vibrations are calculated. Then maximum vibrations are computed for every spider. As a result of these, new positions are determined for every spider using equation (7).

$$P(t+1) = P + (P - P(t-1) \times r) + (P^{fo} - P) \times R \tag{7}$$

where *R* is a vector of random number between [0,1) and P^{fo} is a function that can be seen in equation (8).

$$P^{fo} = \begin{cases} P^{tar}, m = 0 \\ P^{r}, m = 1 \end{cases} \tag{8}$$

where *Ptar* is target value, *Pr* is value of spider *r*, *r* is a random number between 1 and population size. *m* is a binary value stored in dimension mask. Every value at dimension mask is zero at the beginning and these values changes with a user defined probability at every iteration. The iteration phase finishes when stopping criteria is satisfied.

In final phase the best result is given as output. Pseudo code of the algorithm is given in Figure 3 (Yu and Li, 2015).

4. EXPERIMENTAL STUDY

In this study artificial neural networks are trained by using social spider algorithm on production dataset. The data are collected from a spring production plant located in Kayseri, Turkey. The main characteristic of the data set which is used in this research is summarized in Table 1. There are 3 categorical attributes that are considered as the inputs, and there is only one output that will be predicted. Input variables are days of the week, shift and the employees. Output variable represents the production quantities. There is no missing attribute value on the data set. The factory works 7 days a week, 3 shifts a day. The aim of this study is to predict the production quantity of a spring machine by using the first three variables as input.

Table 1 Main characteristics of the production dataset

Dataset	# Instances	#Categorical attributes	# Continuous attributes	# Missing values
ProductionQ	820	3	1 (output)	No

A well-known 10-fold cross-validation procedure is used while partitioning the dataset into training and testing sets. The dataset is partitioned into 10 data subsets and the presented algorithm is executed once for each partition. Each time a different subset is used as testing set and the remaining nine are grouped together to build training set. The training set is used for good learning capability, while the testing set is applied to evaluate the generalization capability of the algorithm. The proposed algorithm is executed 3 times for each partition so totally 30 runs are obtained for the production dataset.

```
Create the population of spiders (pop) and assign memory to them.
Initialize vtars for each spider.
While stopping criteria not met do
        for each spider s in pop do
                Evaluate the fitness value of s.
                Generate a vibration at the position of s.
        end for
        for each spider s in pop do
                Calculate the intensity of the vibrations V generated by  all spiders.
                Select the strongest vibration vbest s from V.
                if the intensity of vbest s is larger than vtar s then Store vbest s as vtar s .
                end if
                Update cs.
                Generate a random number r from [0, 1).
                if r > pccs then update the dimension mask ms.
                end if
                Generate Pfos .
                Perform a random walk.
                Address any violated constraints.
        end for
end while
Output the best solution found.
```

Figure 3 Social Spider Algorithm

In order to analyze and compare the training and generalization capability of SSA algorithm on training ANNs mean squared error (MSE) performance metric is taken into consideration. Three-layered feedforward ANNs architecture with 6 neurons in hidden layer that uses sigmoid activation function is designed for the dataset. Parameters of the SSA algorithm are r_a that determines the rate of vibration attenuation when propagating over the spider web, p_c which controls the probability of the spiders changing their dimension mask in the random walk step, p_m that defines the probability of each value in dimension mask to be one, population number (*popnum*) and iteration number (*t*). Table 2 shows the parameter values of the algorithm used in this study.

Table 2 Parameter set of SSA algorithm

popnum	t	p_c	p_m	r_a
100	1000	0.7	0.1	10

Some regression based algorithms and ANNs models from Weka Data Mining software are executed with same partitioning and number of executions in order to compare the performance of the SSA algorithm on training neural networks fairly. These algorithms are Isotonic Regression (IR), Gaussion Processes (GP), Pace Regression (PR), Linear Regression (LR), Radial Basis Function Network (RBFN), Least Median Squared Linear Regression (LeastMedSq), Support Vector Machine (SMOrg) and Multi Layer Perceptron (MLP). Table 3 shows the comparison results. In this table MSE values are the means of 30 executions of algorithms.

Table 3 Comparison results

Algorithm	IR	GP	PR	LR	RBFN	LeastMedSp	SMOrg	MLP	SSA
MSE	18465.97	18494.45	18509.97	18509.97	18542.66	18620.27	18700.44	21311.99	**18425.60**

As can be seen from Table 3 social spider algorithm gave the lowest MSE value among the compared algorithms and models on production dataset. It can be used to predict production amounts as well as other production related variables.

5. CONCLUSION

In this study, a novel metaheuristic social spider algorithm is used to train artificial neural networks in order to predict the production amount of a spring machine. SSA algorithm is inspired from the social spiders to solve global optimization problems. This algorithm is mainly based on the foraging strategy of social spiders, utilizing the vibrations on the spider web to determine the positions of preys.

The comparative study performed on the real production data has shown that the proposed algorithm is very effective in production forecasting. The predictive performance of the proposed algorithm is also better than the compared algorithms.

6. ACKNOWLEDGEMENT

This study was supported by Research Fund of the Erciyes University (Project number: 6771).

REFERENCES

Askarzadeh, A., Rezazadeh, A., 2013. Artificial neural network training using a new efficient optimization algorithm. Appl. Soft Comput. 13, 1206–1213. doi:10.1016/j.asoc.2012.10.023

Blum, C., Socha, K., 2005. Training feed-forward neural networks with ant colony optimization: an application to pattern classification. IEEE, p. 6 pp. doi:10.1109/ICHIS.2005.104

Celso, C. de S., Jose, F. dos R.N., Daniel, M.F., Francisco, de A.R.P., Rafael, G., 2015. Forecast of prices for horticultural products with the use of artificial neural networks. Afr. J. Agric. Res. 10, 2919–2927. doi:10.5897/AJAR2015.9803

Dengiz, B., Alabas-Uslu, C., Dengiz, O., 2009. A Tabu Search Algorithm for the Training of Neural Networks. J. Oper. Res. Soc. 60, 282–291.

Green II, R.C., Wang, L., Alam, M., 2012. Training neural networks using Central Force Optimization and Particle Swarm Optimization: Insights and comparisons. Expert Syst. Appl. 39, 555–563. doi:10.1016/j.eswa.2011.07.046

Gudise, V.G., Venayagamoorthy, G.K., 2003. Comparison of particle swarm optimization and backpropagation as training algorithms for neural networks, in: Proceedings of the 2003 IEEE Swarm Intelligence Symposium, 2003. SIS '03. Presented at the Proceedings of the 2003 IEEE Swarm Intelligence Symposium, 2003. SIS '03, pp. 110–117. doi:10.1109/SIS.2003.1202255

Kattan, A., Abdullah, R., Salam, R.A., 2010. Harmony Search Based Supervised Training of Artificial Neural Networks, in: Modelling and Simulation 2010 International Conference on Intelligent Systems. Presented at the Modelling and Simulation 2010 International Conference on Intelligent Systems, pp. 105–110. doi:10.1109/ISMS.2010.31

Kim, D., Kim, H., Chung, D., 2005. A Modified Genetic Algorithm for Fast Training Neural Networks, in: Wang, J., Liao, X., Yi, Z. (Eds.), Advances in Neural Networks – ISNN 2005, Lecture Notes in Computer Science. Springer Berlin Heidelberg, pp. 660–665.

Kulluk, S., 2013. A novel hybrid algorithm combining hunting search with harmony search algorithm for training neural networks. J. Oper. Res. Soc. 64, 748–761. doi:10.1057/jors.2012.79

Nandy, S., Sarkar, P.P., Das, A., 2012a. Analysis of a Nature Inspired Firefly Algorithm based Back-propagation Neural Network Training. ArXiv12065360 Cs. doi:10.5120/6401-8339

Nandy, S., Sarkar, P.P., Das, A., 2012b. Training a Feed-forward Neural Network with Artificial Bee Colony Based Backpropagation Method. Int. J. Comput. Sci. Inf. Technol. 4, 33–46. doi:10.5121/ijcsit.2012.4404

Sadhukhan, S., Dhadekar, M., Bhonar, S., 2016. Stock Market Prediction Using Artificial Neural Networks. Imp. J. Interdiscip. Res. 2.

Sexton, R.S., Gupta, J.N.D., 2000. Comparative evaluation of genetic algorithm and backpropagation for training neural networks. Inf. Sci. 129, 45–59. doi:10.1016/S0020-0255(00)00068-2

Thati, A., 2016. How to implement ANN (Artificial Neural Network) model in... [WWW Document]. URL https://www.researchgate.net/post/How_to_implement_ANN_Artificial_Neural_Network_model_in_microcontroller (accessed 6.29.16).

Yu, J.J.Q., Li, V.O.K., 2015. A social spider algorithm for global optimization. Appl. Soft Comput. 30, 614–627. doi:10.1016/j.asoc.2015.02.014

Zamani, M., Sadeghi, A., 2010. A Variation of Particle Swarm Optimization for Training of Artificial Neural Networks, in: Ali, A.-D. (Ed.), Computational Intelligence and Modern Heuristics. InTech.

TAKIM BAŞARISIZLIKLARININ NEDENLERİ VE ÇÖZÜMÜ ÜZERİNE ÖRNEK BİR YALIN UYGULAMA

Paşa Gültaş
İnönü Üniversitesi

Mustafa Yücel
İnönü Üniversitesi

ÖZET

İşletmelerde problemin tespiti ve tanımlanması ve daha sonra uygun metotlarla sebeplerin ortaya çıkarılması aşamaları problem çözme literatüründe teşhis aşaması, çözümü ise tedavi aşaması adını almaktadır. Yalın düşünce anlayışında en önemli faktörlerden biri, problemi tespit etme ve tekrarını önlemedir. Sistem sürekli bir işleyiş halindedir ve temel amaç hataların giderilerek verimliliğin arttırılmasıdır.

Hatanın teşhisi aşamasında pek çok metot kullanılır. Bunların içerisinde en sık kullanılan metotlardan biri Neden–Sonuç Diyagramıdır (Balık Kılçığı Diyagramı-Ishikawa Diyagramı). Neden-Sonuç Diyagramıyla bir işletmede var olan problemi çözebilmek için ilk olarak mevcut olan sorunlar beyin fırtınası yöntemiyle tespit edilir. Daha sonra beyin fırtınasıyla toplanan fikirler kaydedildikten sonra bu fikirler balık kılçığı tekniği ile belirli başlıklar altında toplanır ve çözüme ulaşılmaya çalışılır.

Bu çalışmamın temel amacı, işletmelerdeki mevcut sorunların ve başarısızlık nedenlerinin çözümünde sıklıkla kullanılan Neden–Sonuç Diyagramının (Balık Kılçığı Diyagramı) sezon içerisinde başarısız olan bir basketbol takımına uygulayarak, sezon içi başarısızlık sebeplerini tespit etmek ve başarısızlık sebeplerini çözümü yolunda önerilerde bulunmaktır.

Anahtar Sözcükler: Yalın Düşünce, Balık Kılçığı Diyagramı, Pareto

ABSTRACT

The stage of determination and identification of a problem followed by the determination of causes by proper methods in organizations is called the diagnosis stage in problem solving literature, and, its solution is called the treatment stage. Identify the problem and prevent its reoccurrence’r one of the most important factors in lean thinking. The system is in a continuous operation and the main purpose of lean thinking is fix the problems to increase productivity.

Among the many methods used in the diagnosis stage, the Cause-Effect Diagram (fishbone diagram) is one of the most commonly used methods. With the Cause-Effect diagram, first, the existing problems in an organization are determined using the brainstorming method, secondly, the outcome is recorded, thirdly, these ideas are gathered under certain sections using the fishbone method and, finally, an attempt is made for the solution.

The aim of this study is to apply the Cause-Effect diagram (fishbone diagram), one of the most frequently used methods for the solution of the causes of existing problems in organizations, on a basketball team with a failure in the season, and, to determine the causes of this failure and finally provide advice for the solution.

Keywords: Lean Thinking, Fishbone Diagram, Pareto

1. GİRİŞ

İşletmelerde problemin tespiti ve tanımlanması ve daha sonra uygun metotlarla sebeplerin ortaya çıkarılması aşamaları problem çözme literatüründe teşhis aşaması, çözümü ise tedavi aşaması adını almaktadır. Yalın düşünce anlayışında en önemli faktörlerden biri, problemi tespit etme ve tekrarını önlemedir. Çünkü sistem sürekli bir işleyiş halindedir ve temel amaç israfların ortadan kaldırılarak verimliliğin arttırılmasıdır. Yalın anlayışta, hatanın büyümeden henüz oluştuğu dönemde fark edilebilmesi mümkündür. Böylece nedenleri araştırılacak ve problemin çözümü için gerekli önlemler alınabilecektir.

Hatanın teşhisi aşamasında pek çok metot kullanılır. Bunların içerisinde en sık kullanılan metotlardan biri Neden–Sonuç Diyagramıdır (Balık Kılçığı Diyagramı-Ishikawa Diyagramı). Neden-Sonuç Diyagramı'yla bir işletmede var olan problemi çözebilmek için önce mevcut olan sorunlar beyin fırtınası yöntemiyle tespit edilir, daha sonra beyin fırtınasıyla toplanan fikirler kaydedildikten sonra, bu fikirler balık kılçığı tekniği ile belirli başlıklar altında toplanır ve çözüme ulaşılmaya çalışılır. Balık Kılçığı Diyagramı kullanılırken Pareto Analizi'nden faydalanılır. Böylece önceden belirlenen kavramlar daha sonra ayrıntılı bir şekilde ortaya çıkarılacak şekilde incelenir. Bu yöntemin başarıya ulaşabilmesi için organizasyon içerisinde mümkün oldukça çok kişiyle görüşülerek gerekli veriler kapsamlı bir şekilde toplanması gerekir. Bu veriler alınırken çalışanlarla güvenli ve onların rahat edebileceği bir ortamda görüşme yapılmalıdır. Aksi halde kendilerini güvende hissetmeyen çalışanlardan doğru veriler alınamayabilir. Dolayısıyla bu durum, çalışmayı amacına götürmez.

Beyin fırtınası, bir problemin tanımlanması, ana sorun kaynağının bulunması ve problem çözme/çözüm üretme amaçlarıyla kullanılabilen çok etkili bir yöntemdir. Bu teknikle, yeni fikirler yaratmak amacıyla grup içerisinde kolektif düşünce teşvik edilir. Beyin fırtınası sadece bireysel fikirleri ön plana çıkarmakla kalmaz, bunun yanı sıra diğer üyelerde çağrışım yaratarak yeni önerilerin de ortaya atılmasına yardımcı olur.

Başarısızlığı yenmek için birçok faktör vardır. Takım sporlarında başarı, sürekli gelişimle olur ancak gelişimin de motivasyonu yine başarıdır. İstediği sonuçları alamayan bir organizasyon içerisinde bütün olarak hareket ederek başarı yakalanabilir. Ancak öncelikle örgütsel problemlerin farkına varmak ve problem çözümü için alternatifler üretmek gerekmektedir.

Bu çalışmamın temel amacı işletmelerdeki mevcut sorunların ve başarısızlık nedenlerinin çözümünde sıklıkla kullanılan Neden–Sonuç Diyagramı'nın (Balık Kılçığı Diyagramı) sezon içerisinde başarısız olan bir basketbol takımına uygulayarak, sezon içi başarısızlık sebeplerini tespit etmek ve başarısızlık sebeplerini çözümü yolunda önerilerde bulunmaktır.

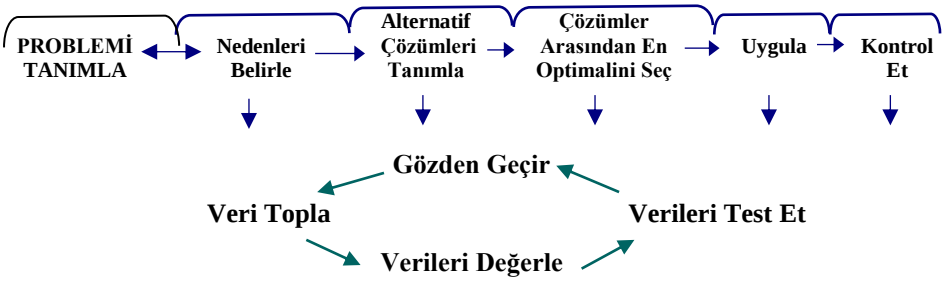
2. PROBLEM ÇÖZME TEKNİKLERİ

Problem bireysel bazda; bireyin ulaşmak istediği bir amaca ulaşımını engelleyen etmenlerden oluşan basit ve/veya karmaşık bir süreçtir. Bir işletme açısından problem ise; işletmenin amaçlarına ulaşmasını engelleyen etmenlerden oluşan bir kalite uygunsuzluğu olarak tanımlanabilir.

Problem çözme aşamalarında ilk aşama, problemin doğru ve gerçekçi bir şekilde tanımlanmasıdır. Bu aşamadan sonra artık problemi yaratan kaynak nedenler belirlenerek analiz edilmeli ve çözüme yönelik adımlar atılmalıdır.

Dolayısıyla ikinci aşamadan sonra problemin çözümünü etkili kılmak için uygulama yöntemi ve kuralları belirlenmiş çeşitli teknikler kullanmak zorundayız. Bu teknikleri kullanarak karşılaştığımız problemleri daha tarafsız, sayısal ve görsel bilgiye dayalı olarak analiz edebiliriz ve daha kesin ve etkili çözümler elde edebiliriz.

Şekil 1. Problem Çözme ve Geri Bildirim



3. YALIN DÜŞÜNCE, KALİTE ÇEMBERİ ve BEYİN FIRTINASI

3.1. Yalın Düşünce

Yalın düşünceye göre bir işletmenin mükemmelliği hedeflemesi gerekmektedir. En iyi olmak için çabalamak ve sürekli bir gelişim göstermek önemlidir. **Yalın felsefede, en iyi olmanın önündeki tek engelin iyi olduğunu düşünmek ve kendini geliştirmemek olduğu savunulur.** Womack ve Jones, Yalın Düşünce adlı eserlerinde (2003) işletmelere, "rakipleri düşünmek yerine, organizasyon içerisindeki israfların tespit edilerek bu israfların ortadan kaldırılması ve mükemmellikle yarışılması" tavsiyesinde bulunmuşlardır.

Yalın düşünce temelde, değerin tanımı yapılarak israfların kaldırılması ve bu doğrultuda tedarik zincirinin üretim aşamasında uygulanan bir yöntemdi. Ancak özellikle son on yıl içerisinde hizmet sektöründe ve kuruluşların iç destek süreçlerinde de kullanılmaya başlandı. Şimdilerde yalın düşüncenin, hastanelerde, çağrı merkezlerinde, bankalarda, lojistik hizmetlerinde, eğitimde ve daha birçok alanda uygulandığı görülmektedir. Hiç kuşkusuz günümüzde en etkili ve en popüler verimliliği arttırma yöntemi yalın düşüncedir (Shaked ve Stampf, 2015).

Yalın düşüncenin en önemli özelliklerden biri, çalışanların iyileştirme uygulamalarına katılmaları ve bir takım halinde hareket etmeleridir. Yalın felsefede tüm çalışanların potansiyeline saygı duyulur ve bu potansiyelin verimliliğe nasıl kanalize edileceği tartışılır ve bir "kalite çemberi" ile gerçekleştirilir (Bessant vd., 2000).

3.2. Kalite Çemberi

Kalite çemberleri bir kuruluşun verimlilik, etkenlik, kalite gibi çok çeşitli sorunlarını görüşmek, tartışmak ve çözümlemek amacı ile sayıları 5-10 arasında değişen gönüllü kişilerin oluşturduğu küçük çalışma gruplarıdır. Çalışma gruplarının en önemli özelliği, grup çabalarının ürünü olan önerilerin bilimsel verilere, istatistik ve analizlere dayanılarak hazırlanması ve uygulama sonuçları bakımından yönetime somut kanıtlar getirmesidir. Bu özellik ve üst yönetimin desteği, grup önerilerinin uygulanma oranının çok yüksek olmasını da sağlamaktadır (Dicle, 1989).

Grup ilk önce, beyin fırtınası denilen bir teknik ile ele alacağı problemi seçer ve bu problemle ilgili gerekli verileri toplayarak problemin hangi noktada daha yoğun olduğunu, ne tür kayıplara yol açtığını saptamaya çalışır. Bundan sonraki aşama, problemin nedenlerinin bulunmasıdır. Problem nedenlerinin bulunması ise neden-sonuç diyagramı yöntemi ile yapılabilir. Böylece üyeler, problemin olası nedenleri üzerinde tartışır, veri toplarlar ve en önemli nedeni belirlemeye çalışırlar. Bu aşamadan sonra yapılacak en önemli şey grubun, problemin nedenini ortadan kaldırmaya yönelik çözümler üretmesidir. Son olarak grup, denediği çözümü üst düzey yönetimin katıldığı bir toplantıda sunarak, çözüm üzerinde tartışmaya çalışır.

Kalite çemberlerinin, yönetimin desteği ve ilgisi olmadan çalışmaları mümkün değildir. Bir çemberi yok etmenin en kolay yolu, çemberden gelen bir teklife önem vermemektir. Eğer lider uygun eğitilmiş ise uygun çözümler önerilir ve bunlar mümkün olduğunca çabuk uygulanır. Bu yöneticilerin açık fikirli olmasını gerektirir (Doğan, 1991).

3.3. Beyin Fırtınası

Beyin fırtınası, tekniği herhangi bir konuda fikir ve çözüm üretmek ve karar almak amacıyla grup çalışmalarında kullanılan en etkili yöntemdir. Bu teknikte, belirli sayıda bir katılımcı ile yeni ve yaratıcı fikirler üretilmesi hedeflenir. Bütün fikirler toplanıncaya kadar herhangi bir değerlendirme yapılmaz. Her fikir saygındır ve fikir üretme ortamında herkes eşittir. Genellikle, "kötü fikir yoktur" düşüncesi egemendir. Kötü fikir olarak görülen önerilerden iyi sonuçlar alınabilir. Bu tamamen fikre nasıl yaklaşıldığıyla alakalıdır (Rigie ve Harmeyer,2016). Bu teknik böylece eleştirel yargının sınırlamalarını ortadan kaldırır. Sıkılganlık, önyargılı eleştirme, baskı kurma, eleştirilme endişesi veya baskı altında ezilme gibi duygusal eğilimleri aşarak yaratıcı düşünceyi özendirir. Beyin fırtınası tekniği, problemin basit olarak tanımlanabildiği durumlarda çok etkili olarak kullanılabilir. Eğer problem karmaşık ve çok yönlü bir problem ise o zaman problemin kısımlara ayrılması ve her birinin ayrı oturumlarda tartışılması gerekir.

3.4. İstatistiksel Süreç Kontrol Teknikleri

Kalite ve süreç iyileştirme çalışmalarında birçok yöntem geliştirilmiştir. Kalite ve süreç iyileştirme çalışmalarında yönetime yardımcı olacak yöntemlerden birisi "Deming Çevrimi" dir. İlk olarak W.A.Shewhart tarafından ortaya atılan ve Shewhart Çevrimi olarak da bilinen bu teknik, 1950 yılında Japonlar tarafından "Deming Çevrimi" olarak yeniden isimlendirilmiştir. Deming Çevrimi; "Planla-Yap-Doğrula-Karar ver", sürecinden oluşmaktadır. (Bozkurt, 1998).

İstatistiksel süreç kontrolünde, yararlanılan temel araçlar yaygın olarak "Yedi Kalite Aracı" olarak bilinir. Bu yedi araç, verilerin düzgün biçimde belirlenebilmesini kolaylaştırmak ve bu verilerin sistematik bir yaklaşımla değerlendirilmesini sağlamak amacı ile tasarımlanmıştır. Kalite ve süreç iyileştirmede kullanılan (Kolarik, 1995) "Ishikawa'nın Yedi Temel Aracı"; çetele tablosu, sınıflandırma, histogram, pareto analizi, balık-kılçığı diyagramları, serpilme ve kontrol çizelgeleri, şeklinde sıralanmaktadır

Neden-Sonuç Diyagramı (Balık Kılçığı Diyagramı)

Neden-sonuç diyagramı bir sonuç ile sonuca etki eden bütün nedenleri bir arada göstermek için yapılmaktadır. Sonuç veya sorun diyagramın sağ tarafına, bütün olası nedenler diyagramın sol tarafına işaretlenir (Sarazen, 1994). Diyagram bir balığın omurgasını andırdığı için "Balık Kılçığı Diyagramı" da denilmektedir. Uygulaması oldukça basit olan bu yöntem, sorunun nedenlerini sistemli bir biçimde araştırmaya yöneliktir. Diyagramın çizimi için bir çalışma grubu oluşturulur. Grubun oluşturulmasında işletmedeki tüm kişilerin katılımları istenmektedir. Dağılım analizinde, önce geliştirilmesi amaçlanan sorun belirlenmelidir. (Çelikçapa, 1993).

Bu diyagramın hazırlanmasında öncelikle araştırılacak karakteristik, çizilen omurganın sağına yazılır. Daha sonra birinci derecede etki eden faktörler büyük kılçıklarla, onlara bağlı ikincil etkenler de küçük kılçıklarla gösterilir. Tüm olası sebepleri ortaya dökebilmek için genellikle geniş katılımlı "beyin fırtınası" toplantıları düzenlenir. Balık Kılçığı Diyagramı ve Pareto Analizi'nin birlikte kullanılması, genellikle pratikte tercih edilen metottur. Önce "hayati" karakteristikler Pareto Analizi kullanılarak keşfedilir; daha sonra ise Neden-Sonuç Diyagramı ile bu karakteristiğe etki eden faktörler açığa çıkarılır. Bu faktörlerin düzeltilmesi, problemi belki % 95 oranında çözecektir

Pareto Analizi

Pareto ilkesi, İtalyan ekonomistlerden Vilfredo Pareto tarafından servet dağılımını açıklamak için geliştirilmiştir. Ünlü iktisatçı Pareto, araştırmaları sırasında işletmelerde stoklara bağlı paranın %80'inin ürünlerin sadece %20'sine ilişkin olduğunu saptamıştır (Kavrakoğlu,1993). Bu hipotezi Dr. J.M. Juran, Kalite Kontrol alanına uygulayarak problemlerin sınıflandırılmasında "hayati azınlık" ve "önemsiz çoğunluk" kavramlarını getirmiştir. "Hayati azınlık" (vital few), sayıca az fakat önemce büyük etmenlerden oluşur. "Önemsiz çoğunluk" (trivial many) ise sayıca çok olmalarına rağmen etkileri fazla olmayan faktörleri barındırır. Juran, hayatın geneline uygulanabilecek bu kurala Pareto Prensibi adını vermiştir. Pareto'nun bu saptaması bugün 80:20 kuralı olarak bilinmekte ve problemlerin kaynaklarının %80'inin tüm problemlerin %20'sini oluşturan basit nedenleri ortadan kaldırmakla çözümlenebileceği öngörülmektedir. Pareto Analizi problemlerin nedeni olan %80'in belirlenebilmesi amacıyla kullanılmaktadır (Burr,1994).

Pareto Analizi'nde hata türleri gerektiğinde daha fazla grup halinde ele alınabilir. En önemli neden öncelikli olarak ele alınmalı ve giderilmesi sağlanmalıdır. Analiz sürekli sürdürülerek hata nedenleri azaltılır. Pareto Analizi için oluşturulan Pareto grafikleri, en çok rastlanan hata türünden en az rastlanana doğru azalarak giden bir dikdörtgenler dizisi şeklindedir (Kartal, 1999). İncelemeye alınan tüm olaylar, sonuca etkisi bakımından aynı şiddette değildir. Olayların ve bulguların önemini göstermek için pareto diyagramı çizilmektedir. Pareto diyagramı, az sayıdaki önemli sorunu, çok sayıdaki önemsiz sorundan ayırma tekniğidir.

4. ARAŞTIRMA AMAÇI VE KAPSAMI, SINIRLILIKLARI, YÖNTEMİ

4.1.Araştırmanın Amacı ve Kapsamı

Bu bölümde, sezon içerisinde başarısız sonuçlar alan bir basketbol takımının genel başarısızlık nedenleri tespit etmek için istatistiksel tekniklerin kullanımı incelenmiştir ve bu tekniklerden, Pareto Diyagramı, Beyin Fırtınası ve Neden - Sonuç Diyagramı kullanılarak takım başarısını olumsuz yönde etkileyen faktörler tespit edilmiş ve çözüm noktasında öneriler sunulmaya çalışılmıştır.

4.2.Araştırmanın Sınırlılıkları

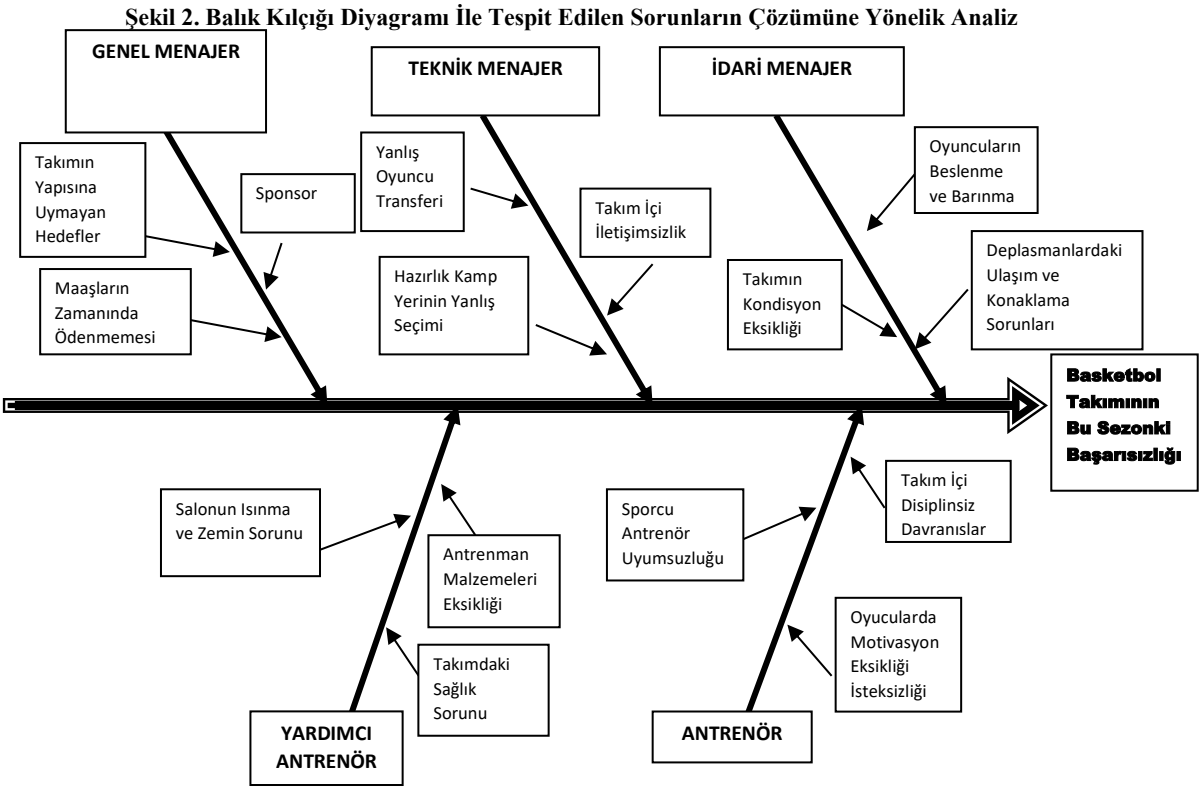
Takım içindeki teknik kadroda kalite çemberi uygulaması gerçekleştirildi. Kalite çemberinin liderliğine, Basketbol Şube Sorumlusu getirildi ve Kalite çemberi lideri sorunların çözümüne yönelik olarak; İdari Menajer, Teknik Menajer, Genel Menajer, Baş Antrenör ve Yardımcı Antrenör'den oluşan bir alt grup oluşturdu.

4.3.Araştırmanın Yöntemi

Oluşturulan kalite çemberi grubu gerçekleştirdikleri ilk beyin fırtınası toplantısında, basketbol takımın başarısızlık nedenleri ve çözümüne yönelik tespitlerde bulundular. Toplantıda yer alan kalite çemberi üyeleri, takımın başarısızlığıyla ilgili olarak kendi fikirlerini belirttiler ve tespit edilen 15 sorun balık kılçığı diyagramında analiz edildi (Şekil 2).

Toplantı sonunda, takım başarısızlığına etki etiği düşünülen 15 neden içinde "en önemlisi hangisi" olduğuna yönelik takım kadrosunda yer alan 15 sporcu ve beş teknik heyetinde katılacağı bir değerlendirme anketinin yapılması ve sonuçlarının bir sonraki toplantıda değerlendirilmesi kararlaştırıldı.

Şekil 2. Balık Kılçığı Diyagramı İle Tespit Edilen Sorunların Çözümüne Yönelik Analiz



Gerçekleştirilen ikinci beyin fırtınası toplantısında; takımdaki mevcut 15 oyuncu ve 5 teknik ekibin katıldığı anket değerlendirdi. Tespit edilen 15 başarısızlık nedeni yapılan değerlendirme sonucunda 10'a düşürülmüştür. Her birinin aldıkları oylara göre sırlaması aşağıdaki gibidir.

Tablo 2. Anket Sonucu Başarısızlık Nedenleri

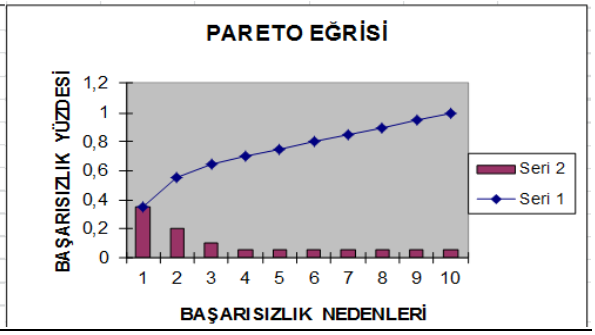
Başarısızlık No	Başarısızlık Türü	Başarısızlık Sayısı
1	Takım Yapısına Uymayan Hedefler	7
2	Yanlış Oyuncu Transferi	4
3	Takım İçi İletişimsizlik	2
4	Maaşların Zamanında Ödenmemesi	1
5	Oyuncuların Motivasyon Eksikliği	1
6	Antrenör-Sporcu Uyumsuzluğu	1
7	Takım İçi Disiplinsiz Davranışlar	1
8	Hazırlık Kampının Yanlış Seçimi	1
9	Takımın Kondisyon Eksikliği	1
10	Sponsor Eksikliği	1

4.4.Araştırma Bulguları ve Yorum

Pareto Analizi ile yapılan anket sonuçları Excel programı kullanılarak değerlendirdi. En önemli başarısızlık nedenleri tablo ve grafik olarak gösterildi. Bu değerlendirme Pareto Tablosu ve Pareto Eğrisi olarak Tablo 3.'te gösterilmiştir.

Tablo 3. Pareto Tablosu ve Pareto Eğrisi

B.Numaras	*B.Sayısı*	Küm.Hata	B.Yüzdesi	Küm. Yüzde
1	7	7	0,35	0,35
2	4	11	0,2	0,55
3	2	13	0,1	0,65
4	1	14	0,05	0,7
5	1	15	0,05	0,75
6	1	16	0,05	0,8
7	1	17	0,05	0,85
8	1	18	0,05	0,9
9	1	19	0,05	0,95
10	1	20	0,05	1
TOPLAM	20			



4.5.Pareto Eğrisinin Yorumu

Tablo 3'deki verilere ilişkin Pareto Grafiği yine aynı tablo içerisinde gösterilen şekildeki gibidir. Şekilde bulunan sol taraftaki düşey eksen dikkate alındığında, sütunların yükseklikleri başarısızlıkların sayısını ve doğru üzerinde geçen noktalar ise önem derecesine göre kümülatif hata sayısını göstermektedir. Aynı şekilde sol taraftaki düşey eksen ise aynı hataların oranını ve önem derecesine göre kümülatif hata yüzdesini ifade etmektedir.

Tablo-3 deki değer ve şekildeki sonuçlara göre, ilk iki nedenden kaynaklanan hataların, toplam hataların %55'sini oluşturduğu söylenebilir. Hemen eklenmelidir ki, bu uygulamadaki sonuçlar Pareto prensibinin 20-80, 30-15, ve 50-5 kurallarına uymamaktadır. Nitekim ilk iki hata nedeni toplam 10 hata nedeninin %20'ü iken, bu iki hata nedeni toplam hataların %55'sini oluşturmaktadır.

Pareto eğrisinde, hata nedenleri büyükten küçüğe doğru önem derecesine göre sıralanmasının nedeni, bazı durumlarda bir veya iki tane önemli nitelikte olan hata (kusur) nedeninin, toplam hatanın önemli bir bölümünü oluşturabilmesidir. Bu durum, hangi hataya veya nedene öncelik tanınacağının bilinmesi için önemlidir (Akın, 1996).

Pareto Analizi çoğunlukla bir sorun çözme aracı olarak düşünülür, ancak bu analizde sorunun nasıl çözüleceğinden çok hangi sorunların öncelikle çözüleceği belirlenir (Işığıçok, 2004).

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Çalışmada sezon içerisinde başarısız sonuçlar alan bir basketbol takımının genel başarısızlık nedenlerini tespit edebilmek için, önce takım sorumlularından bir kalite çemberi oluşturuldu. Oluşturulan kalite çemberi grubu, kendi arasında gerçekleştirdikleri beyin fırtınası toplantılarında, takımda başarısızlığa neden olan 15 sorunu tespit ederek balık kılçığı diyagramı yardımıyla çözüme yönelik analizlerde bulundu. Takımdaki mevcut oyuncular ve teknik ekibin katılımıyla toplam 20 kişi üzerinde yapılan anket sonucu başarısızlık nedenleri 10 farklı seçeneğe dağıldı.

Pareto Analizi tekniği yardımıyla takım başarısızlığına etki ettiği düşünülen 10 neden arasında en önemlileri tespit edilip, bunların genel başarısızlık nedenleri içerisinde ki dağılımları bir grafik yardımıyla gösterilerek değerlendirmeler yapıldı. Yapılan değerlendirmeden elde edilen sonuç ise; sezon içerisinde takımın başarısızlığına etki eden en önemli iki neden "Takım Yapısına Uymayan Hedefler" ve "Yanlış Oyuncu Transferi" olarak belirlendi.

Genel olarak bir takımdaki başarısızlık nedenleri "antrenör-sporcu uyumsuzluğuna" veya "takımda maaşların zamanında ödenmemesi" gibi etkenlere bağlanır. Oysaki çalışmadan çıkan sonuç bu sayılan genellemenin dışında çok farklı tespitleri içermektedir. Takım oluşumu için sağlanan finansal kaynaklar, doğru hedefler belirlemeden ve takımın yapısına uygun olmayan oyuncu transferleri için kullanıldığı takdirde, takımdaki her başarısızlık sonucu sporcular ve teknik heyet bir başka genellemenin ardına sığınacaktır.

KAYNAKÇA

AKIN, B. (1996), Örnekleme ve Numune Alma Teknikleri, Bilim Teknik Yayınevi, İstanbul

BESSANT, J., S. Caffyn, M. Gallagher (2000). "An Evolutionary Model of Continuous İmprovement Behaviour" Technovation, Cilt: 21 Sayı: 2, ss. 67-77

BOZKURT, R. (1998), Kalite İyileştirme Araç ve Yöntemleri, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları No: 630, Ankara

BURR, J.T. (1994), "Going With The Flow (Chart)", Total Quality Management, The Dryden Pres.

ÇELİKÇAPA, F.(1993), Toplam Kalite Kontrolü ve Bursa Bölgesindeki Kalite Kontrol Uygulamalarına İlişkin Bir Araştırma, BUSİAD Yayınları. No:11

DİCLE, Ü. (1989), "Sorun Çözmede Grup Yaklaşımı", QCC semineri, MPM Yayınları, Ankara

DOĞAN, Ü. (1991), Kalite Yönetimi ve Kontrolü, İzmir

IŞIĞIÇOK, E. (2004), Toplam Kalite Yönetimi Bakış Açısıyla İstatistiksel Kalite Kontrol,Ezgi Yayınevi, Bursa

KARTAL, M. (1999), İstatistiksel Proses Kontrolu, Kariyer Matbaası, Ankara

KAVRAKOĞLU, İ. (1991), Toplam Kalite Yönetimi, KalDer Yayınları. No:1

KOLARIK, W. J. (1995), Creating Quality-Concepts, Systems, Strategis, and Tools, McGraw-HILL.

RIGIE, M., ve K. Harmeyer (2016), "Brainstorming Battles" Usa Today Magazine, Jan. 1, 2016, ss. 62-64

SHAKED, D. ve N. Stampf (2015), "Appreciative & Strengths-based Lean Thinking: Positive Engagement with Business Improvement and Efficiency" Al Practitioner, Volume 17, Number 4, 4-9

WOMACK, J.P ve D.T. Jones (2003), Yalın Düşünce, Çev. Oygur Yamak, Optimist Yayınları, İstanbul

DÜNYA KLASMANINDA ÜRETİM İLKELERİ DOĞRULTUSUNDA YALIN ÜRETİM İLKELERİNE GÖRE BİR FABRİKADA YERLEŞİM İYİLEŞTİRİLMESİ

Şevkinaz Gümüşoğlu
Yaşar Üniversitesi

S. Serhat Karakütük
Schneider Elektrik

Burcu Karaöz
Yaşar Üniversitesi

ÖZET

Dünya klasmanında üretim ilkeleri doğrultusunda yalın üretim yaklaşımıyla yapılacak olan iş yeri yerleşim düzeni ve tesis tasarımı fabrikalara önemli bir rekabet avantajı sağlamaktadır. Bu nedenle fabrika içinde bu ilkeler doğrultusunda yapılacak düzenlemelerin firmaya getireceklerinin iyi analiz edilmesi gerekmektedir. İhtiyaç duyulan değişikliklerin maliyetleri ile sağlayacağı faydaların analitik yöntemlerle incelenmesi, ilgili yatırımdan beklenen geri dönüş hızının karşılanma durumunun belirlenmesini sağlar. Bu sayede, yapılan revizyonların; maliyet getiren yatırımlar olup olmadığı ortaya çıkarılabilmektedir. Çalışmada dünya klasmanında üretim ilkeleri doğrultusunda, iş sağlığı güvenliği risklerini en aza indirecek ve maliyetlerin düşmesini sağlayacak en uygun yerleşim düzeni alternatifinin belirlenmesi üzerine çalışılmıştır. Çalışmada yalın uzmanlarıyla şirket hedefleri doğrultusunda çeşitli senaryolar geliştirilmiş ve şirket hedefleri ile karşılaştırılmıştır.

Anahtar Sözcükler: fabrika yerleşimi, dünya klasmanında üretim, yalın üretim

Improving Layout of an Factory According to Lean Production Principles

ABSTRACT

Planning the layout in conformance with World Class Manufacturing (WCM) principles and lean philosophy bring the factory advantages in competing with others. Therefore, it is important to analyze the earnings of these arrangements according to the WCM principles. Analyzing the cost of needed changes and its benefits to the firm help the company to realize whether the rate of return of the investment is met or not. By this way, it can be revealed that if the revisions are costly. This study dwells on determining the optimum layout based on lean concept which is one of the basic steps of World Class Manufacturing principles, by using goal optimization according to company goals. The goals that should be considered during this project are safety, investment, duration, flexibility, efficiency, cross flow, one point for reception & expedition and return of investment (ROI). Different scenarios are prepared by factory team and lean leaders of the company considering by lean concept and company target. These scenarios are compared by using goal programming according to company goals.

Keywords: layout problem, world class manufacturing, lean production

1. GİRİŞ

1984'te Hayes ve Wheelwright, Dünya Klasmanında Üretimi eş zamanlı mühendislik, yalın üretim ve kaliteden oluşan en iyi uygulamaları içinde barındıran rekabetçi bir strateji olarak tanımlayarak literatüre katmışlardır (Fullerton ve McWatters, 2004). Dünya Klasmanında Üretimi benimseyen işletmelerin genel özelliklerinin bazıları;

• Sahip oldukları ekipmanlar, az işlemi ve az ayarlamayı kısa sürede gerçekleştirmeyi sağlayan yüksek otomasyonlu ekipmanlar olması,

• Makinelerinde yüksek derecede kalite kontrol mevcut olması,

• Tesislerindeki makineleri genellikle akış tabanlı olarak yerleştirir ve üretimi kısa sürelerde gerçekleştirilmesi,

• Üretim planlama gibi fonksiyonlarının bütünleşmeye ihtiyacı daha az olması ve fonksiyonların uzmanlaşmasına pek ihtiyaç duyulmaması

• Sorumluluk ve yetki işletme içinde en alttan en üst kademeye kadar dağıtılması.

• Yalın üretim prensiplerinden hareketle az örgütsel seviye ve az sayıda yönetici olması, örgüt yapısının yalınlaştırılması.

• Çalışanlar dahil oldukları süreçlerin yöneticiliğini de üstlenmesidir (Gümüşoğlu ve Tepekule, 2016).

Çağın rekabetçi koşullarında dünya klasmanında üretimin temel ilkelerinden; tam zamanında üretim, yalın üretim, toplam kalite yönetimi ve toplam verimli bakım büyük önem kazanmıştır (Schonberger, 1986). Bu ilkelerden biri olan yalın üretim teknikleri, günümüzde şirketlerin maliyetlerin azaltılması ve kısıtlı kaynakların en etkin şekilde kullanılması için sıklıkla kullanılmaktadır. Yalın üretim tekniklerine göre kayıplarımızın azaltılıp süreçlerin en yalın hale getirilmesi temel amaçtır.

Firmalar incelediğinde birçok proseste kayıplar yaşadıklarını görebiliriz. Kayıpların en aza indirilmesinde temel amaç ürüne katma değer katmayacak yani müşterinin para ödemeyi kabul etmeyeceği aktivileri ortadan kaldırmaktır. Bu aktiviteler aslında yalın üretimin temelini oluşturan israfı anlatmaktadır (Ohno, 1996). Yalın üretimin temelini oluşturan 7 kayıp; fazla üretim, bekleme, taşıma, gereksiz üretim prosesleri, gereksiz hareket, hurda, bitmiş ve yarı mamul stokları olarak sıralanabilir. Bu 7 kayıp incelendiğinde hurda dışında her adımın depo hareketlerinden ve fabrika yerleşiminden etkilendiğini göreceksiniz. Hatalı yerleşim ve gereksiz depolama aktiviteleri direkt olarak bekleme, taşıma, gereksiz hareket ve fazladan bitmiş ürün ile yarı mamul stoku olarak fabrikaya etki edecektir. Hatalı malzeme beslemesi, hatalı makine yerleşimi ve elverişsiz malzeme akışları ise fazla üretim, hurda ve gereksiz üretim proseslerine neden olacaktır. Görüldüğü gibi bir firma yerleşim ve depo aktivitelerine odaklandığı durumda yalın üretimin temelini oluşturan 7 kayıpta optimizasyon yapma şansını elde edebilecektir.

Bu çalışmada incelenen problemde yalın üretim tekniklerini kullanarak fabrika yerleşiminin şirket hedeflerine göre optimize edilmesi amaçlanmıştır. Mevcut yerleşimle üretim tesisi bir yere kadar büyüyebilmiş ve verimsiz depo operasyonlarıyla üretimine devam etmektdir. Amacımız şirketin hedefleri doğrultusunda en uygun yerleşimin bulunmasıdır. Ayrıca mevcut yerleşimle sağlanan aşırı büyüme sonucunda yer sıkıntısından dolayı iş sağlığı ve güvenliği riskleri de artmıştır. Bu problemle depolama ve yerleşimden kaynaklanan iş kazası risklerini en aza indirmek çalışmanın bir diğer amacı olarak düşünülebilir. Çalışmada yalın üretim liderleri, çalışanlar ve mühendislerin yalın üretim tekniklerini kullanarak oluşturdukları yerleşim alternatifleri şirket amaçlarına göre değerlendirilmiş ve en doğru alternatif seçilmeye çalışılmıştır.

2. LİTERATÜR İNCELEMESİ

Çalışmamızın konusu iki teknik yöntem içermektedir. Bunlardan birisi Yalın Üretim teknikleri, bir diğeri ise yerleşim optimizasyonudur. Literature incelendiğinde yerleşim optimizasyonu ile ilgili yapılmış birçok çalışmayı kolaylıkla görebilirsiniz. Özellikle yerleşim optimizasyonu problemlerinin yönetim bilimi teknikleri kullanılarak çözümlemesi yapılmaktadır. Simulasyon, genetik algoritmalar, kesikli optimizasyon yöntemleri ve doğrusal programlama teknikleri genel olarak yerleşim optimizasyonu problemlerinde kullanılan tekniklerdir (Demir ve Gümüşoğlu, 2009).

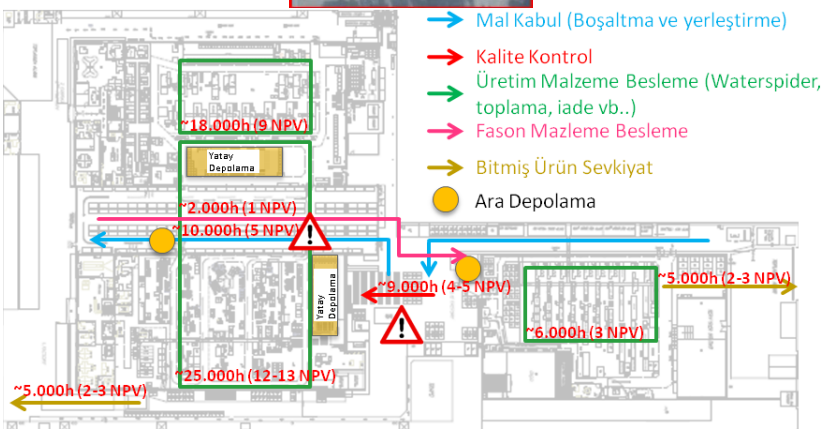
Yalın üretim genel olarak üretimde bulunan 7 kaybı minimize etmek ya da ortadan kaldırmak üzerine kurulmuş bir üretim sistemidir. Yalın üretimde hedef tüm işleri en basit ve en kısa yoldan yaparak katma değerli aktiviteleri optimize ederek, katma değersiz aktiviteleride elimine etmek üzerine kurulmuş bir üretim yöntemidir (Womack ve Jones, 1998). Bu çalışmada da yalın üretim teknikleri kullanılarak 7 kaybın minimize edilmesi ve katma değersiz faaliyetleri ortadan kaldıracak ya da en aza indirecek yerleşimin oluşturulması için çalışılmıştır.

Hedef programalama ise optimizasyonda çok amaçlı problemlerin modellenip çözümlenmesinde kullanılan bir yöntemdir. Yöntemin çalışma şekli hedeften sapmaları en aza indirecek çözümün bulunup problemin optimum çözüme ulaştırılmasıdır (Tütek vd. 2012). Ayrıca çoklu hedeften kaynaklanan

çözümsüzlüklerde hedef programlama sayesinde ortadan kaldırılmış olacaktır. Bu çalışmadada yalın üretim teknikleriyle oluşturulan yerleşim alternatifleri, şirket hedefleri ve üst yönetimin öncelikleri doğrultusunda belirlenen çoklu hedeflere göre çözümlenip en iyi çözümün bulunmasına çalışılmıştır.
Literatür incelediğinde hedef programlama, yerleşim optimizasyonu ve yalın üretimle ilgili bu konuların ayrı ayrı ele alındığı birçok çalışma bulunabilir. Ancak bu çalışmada güncel bir işletme probleminin bu üç yöntemi göz önünde bulundurarak çözümlenmesine çalışılmış ve bu tip problemlere değişik bir bakış açısı kazandırılmaya çalışılmıştır.

3. MEVCUT YERLEŞİM VE PROBLEM

Geliştirilen model toplam alanı 15.000 m^2 olan bir fabrikada uygulanacaktır. Uygulamaya geçilmeden önce fabrikanın mevcut yerleşimi ve bunun getirdiği sorunlar açıklanacaktır. Fabrika 3 üretim alanı olan enjeksiyon 1700 m^2, montaj 1600 m^2 ve ekstrüzyon 1500 m^2 alanlarından oluşmaktadır. Bunun yanı sıra Şekil 1'de de görüleceği üzere yaklaşık 1700 m^2'lik resepsiyon ve depo alanı mevcuttur. Buna uygun olarak hedeflerimiz bu yerleşimdeki sorunları çözerek en uygun yerleşime kavuşup kapasite artışları için yer yaratmak, fabrika içinde yerleşimden kaynaklanan verimsizlikleri gidermek, kaza risklerini minimize etmektir.



Şekil 1. Fabrika Yerleşimi Şekil 2. Mevcut Akışlar

Fabrikanın mevcut yerleşimi ve Şekil 2'de gösterilen mevcut akıştan kaynaklı bazı sorunlar yer almaktadır. İlk sorunumuz kesişen çalışmalardan kaynaklanan kaza riskleridir. Hem depo içerisinde hem de resepsiyon alanında kesişen akışlar mevcuttur. Ayrıca depo içerisidne koridor aralıkları çok dar olduğundan iş makinaları ve operatörler birlikte çalıştıklarından risk teşkil etmektedir. Diğer bir problem ise depoda harcanan işçilik saatinin çok yüksek olmasıdır, NPV sayısı depoda yapılacak iş için harcanan adam sayısını gösteren birimdir. Verimsiz yerleşim, akışlar, iş prosedürleri ve çoklu sevkiyat resepsiyon alanlarından dolayı depoda büyük verimsizlikler yaşanmaktadır. Bu verimsizleri ortadan kaldırmak için depo yerleşimini yalın kurallarına göre yeniden organize etmemiz gerekmektedir. Öte yandan ikili sevkiyat da bir başka problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Bundan dolayı 2 farklı alanda forklift çalışmakta ve araç yanaşmaktadır. Sevkiyat alanlarının verimsizliğinden dolayı dock sistemi kurulamamakta ve yükleme optimizasyonlar yapılamamaktadır.

Yeni bir üretim sahası ve yeni yatırımlar için yer bulunmamaktadır. Yeni makinalar için yer açılması zorunluluğu fabrika önünde darboğaz yaratmaktadır. Bunu ortadan kaldıracak bir yerleşim bulunması hedeflenmektedir. Ayrıca düşük kapasite çalışan alanlarda optimizasyon yapılması gerekmektedir.

4. GELİŞTİRİLEN MATEMATİKSEL MODEL

Daha önceki bölümlerde belirtilen amaçlar doğrultusunda hedef programlama modeli geliştirilmiştir. Aşağıda ilgili model, amaçlar ve değişkenler açıklanmaktadır.

Notasyonlar:

i = yerleşim alternatif senaryoları
$CF_i = i.$ alternatifteki kesişen akış sayısı
$I_i = i.$ alternatif yatırım maliyeti
$ROI_i = i.$ alternatif yatırım geri dönüş süresi
$SR_i = i.$ alternatif sevkiyat ve resepsiyon alanı
$T_i = i.$ alternatif proje tamamlanma süresi
$P_i = i.$ alternatif tahmini operatör kazancı
$S_i = i.$ alternatif tahmini alan kazancı
$Kira_i = i.$ alternatif için dişarıdan alan kiralamamız gerekirse katlanacağımız maliyet

Karar değişkeni:

$$x_i = \begin{cases} 1, i.\text{alternatif seçilirse} \\ 0, \text{seçilmezse} \end{cases}$$

Matematiksel Model:

$$\text{Min } d_1^+ + d_1^- + d_2^+ + d_3^+ + d_4^+ + d_4^- + d_5^+ + d_6^- + d_7^-$$
(1)
$$\sum_{i=1}^{n} x_i CF_i + d_1^- - d_1^+ = 0$$
(2)
$$\sum_{i=1}^{n} x_i I_i + d_2^- - d_2^+ = 500\ K€$$
(3)
$$\sum_{i=1}^{n} x_i ROI_i + d_3^- - d_3^+ = 2$$
(4)
$$\sum_{i=1}^{n} x_i SR_i + d_4^- - d_4^+ = 1$$
(5)
$$\sum_{i=1}^{n} x_i T_i + d_5^- - d_5^+ = 6$$
(6)
$$\sum_{i=1}^{n} x_i P_i + d_6^- - d_6^+ = 12$$
(7)
$$\sum_{i=1}^{n} x_i S_i + d_7^- - d_7^+ = 800$$
(8)
$$\sum_{\mathrm{i}}^{\mathrm{n}} x_i = 1$$
(9)
$$x_i \in \{0,1\}, \forall i$$
(10)
$$d_1^+, d_1^-, d_2^+, d_2^-, d_3^+, d_3^-, d_4^+, d_4^-, d_5^+, d_5^-, d_6^+, d_6^-, d_7^+, d_7^- \geq 0$$
(11)

1 nolu denklem amaç fonksiyonumuzdur ve bu fonksiyon ile hedeflerden sapmaların minimizasyonu sağlanmış olacaktır. Hedefimizin < ya da = olduğu durumlarda d^+ aksi hallerde d^- amaç fonksiyonuna dahil edilmiş oluyor. Hedefler ise;

a. Kesişen akışları sıfırlanması (CF=0)
b. Yatırım maliyetini 500K € altında yapması (I<500.000 €)
c. Yatırım geri dönüşünün 2 yıldan az olması (ROI<2 yıl)
d. Sevkiyat ve resepsiyon işlemlerinin tek alandan yapılması (SR = 1)
e. Proje süresinin 6 aydan az olması (T< 6 ay)
f. Proje sonrası eleman kazancının en az 12 operatör olması (P>12 operatör)
g. Yeniden yerleşim sonucunda en az 800 m2 olması (S>800m2)

2 ile 8 arasındaki 7 eşitlik bizim hedeflerimizi ve bu hedeflerden sapmalarımızı belirten eşitlikler yani kısıtlar. Bu kısıtlar çerçevesinde amacımız hedeflerimizden en az saparak amaç fonksiyonumuzu minimize etmek ve hedeflere en yakın çözümü bulmak. 2.eşitlik çakışan akışları, 3.eşitlik yatırımı, 4.eşitlik ROI yani yatırım geri kazanımını, 5.eşitlik sevkiyat ve resepsiyon alanı sayısını, 6.eşitlik yeniden

yerleşimin tamamlanma süresini, 7.eşitlik yerleşim değişikliği ile kazanılacak operatör sayısını 8.eşitlik ise kazanılacak m^2'yi sapmadan minimize etmeye yarayacak eşitliklerdir. 8 ve 9 numaralı formullerle sadece tek bir yerleşim alternatifinin kabul edilmesini yani çözüme girmesini ve x'in 1 ya da 0 olmasını sağlamış oluyoruz.

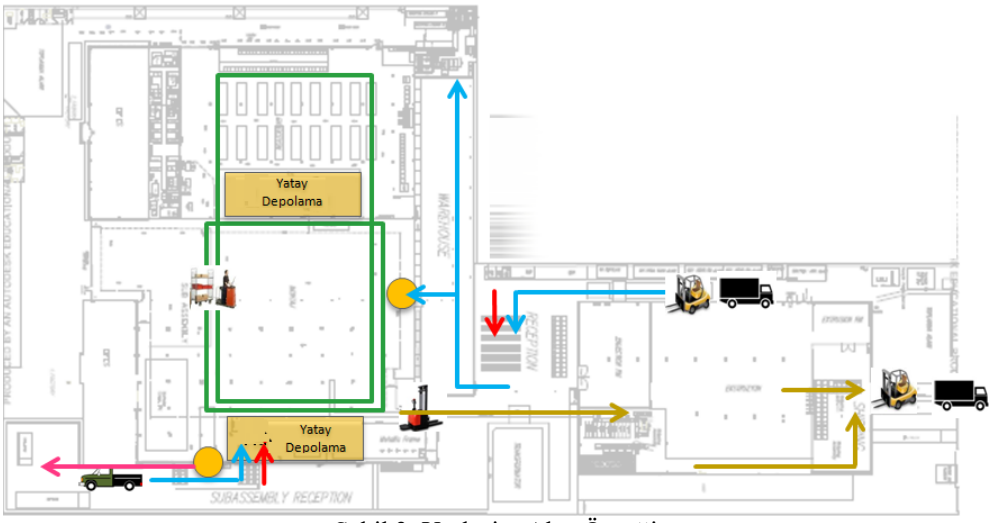
5. SENARYOLAR VE VERİLER

Yalın üretim prensipleri ve ISG kurallarına göre yapılabilecek alternatifler üzerine danışmalarla yapılan çalışmalar sonucunda 5 farklı alternatif oluşturuldu. Problem gerçek bir case olduğundan ve halen devam ettiğinden dolayı alternatif senaryoların proje raporunda paylaşılmasıyla ilgili stratejik kaygılar nedeniyle şirketten onay alamadığımızdan dolayı proje raporunda tüm alternatifleri ve verilerin gerçek değerlerini paylaşılamıyoruz. Tablo 1'de alternatiflerin çeşitli katsayılarla benzerlik yaratarak oluşturulmuş değerlerini bulabilirsiniz. Modelimizi bu verileri kullanarak çözümlediğimizde gerçek problemle aynı çözümü elde edebileceğimiz bir çözüm bulmuş olacağız. Modelimizi gerçek datalara uygun çalıştırdığımızda şirket içinde alternatifler içiresinde istenilen en uygun çözüme ulaşmış olacağız.

Tablo 1. Senaryo verileri

Target	CF=0	I<500	ROI<2	SR=0	T<6	P>12	S>800	n/a
Senaryo	**CF**	**I (K€)**	**ROI**	**SR**	**T**	**P**	**S**	**Kira (K€)**
1	2	220	1,9	3	5	7	540	
2	1	515	3,5	2	8	9	600	
3	0	1470	6,9	1	12	13	1600	14
4	0	1050	5,4	1	11	12	1400	14
5	0	470	2,6	2	7	11	750	

Problemin çözümünde hangi yalın üretim kaynaklarından yararlanıldığı hakkında bilgi verilmesi için alternatiflerden birinin örneği Şekil 3'te paylaşılmıştır. Burada akışı minimize etmek için flat storage depolama sistemine ağırlık veriliyor yani dikey depolama yerine yatay depolama sistemine geçiliyor ve kanbanlar artırılıp sevkiyat sıklığı yada üretim sıklığı arttırılıyor. Bu sayede çifte elleçleme yada verimsiz hareketler ortadan kaldırılmış oluyor. Sevkiyat ve resepsiyon alanlarında birliktelik yapılıyor, bu sayede forklift çalışma alanları minimize ediliyor. Sevkiyat tek alandan yapılacağından dock yapılabilecek konuma geliniyor. Bu şekilde diğer alternatif çözümler içinde farklı fikirler ve farklı yalın uygulamalarıyla optimizasyon yapılmaya çalışılmıştır.



Şekil 3. Yerleşim Akış Örneği

6. SONUÇ

Çağın rekabetçi koşullarında dünya klasmanında üretimin temel ilkelerinden; tam zamanında üretim, yalın üretim, toplam kalite yönetimi ve toplam verimli bakım şirketlere avantaj sağlamaktadır. Bu doğrultuda hazırlanan çalışmada şirketin hedefleri ve yalın üretim tekniklerinin gerektirdikleri ile oluşturulan hedef programlama modeli Excel Solver ile çözdürülerek ilgili fabrikanın yerleşim sorununa çözüm aranmıştır. Oluşturulan senaryoların her biri için ayrı ayrı çalıştırılan model sonuçlarına göre en iyi sonucun 5. senaryoda alındığı görülmüştür. Buna göre fabrikaların yalın üretim tekniklerini benimseyerek

şirket hedeflerine ulaşabilmesinin mümkün olduğu görülmüştür. Uygulama yapılan fabrikadaki yerleşim düzeninin yatırım maliyetinin 500K € olacağı, yatırımın geri dönüş hızının 2 yıl olacağı ve alternatif proje tamamlanma süresinin 6 yıl, alternatif tahmini operatör kazancının 12 kişi ve alternatif tahmini alan kazancının 800 m^2 olacağı belirlenmiştir.

KAYNAKÇA

Demir, M. H., & Gümüşoğlu, Ş. (2009). Üretim yönetimi:(işlemler yönetimi). Beta.

Fullerton, R. R., & McWatters, C. S. (2004). An empirical examination of cost accounting practices used in advanced manufacturing environments. Advances in Management Accounting, 12, 85-114.

Gümüşoğlu, Ş., & Tepekule, E.T. (2016). Dünya klasmanında sürdürülebilir üretim. Beta

Hayes, R. H., & Wheelwright, S. C. (1984). Restoring our competitive edge. New York: Collier Macmillan.

Ohno, T. (1996), "Toyota Ruhu – Toyota Üretim Sisteminin Doğuşu ve Evrimi", (Çev. Canan Feyyat), Scala Yayıncılık, 15-102.

Schonberger, R. J. (2008). World class manufacturing. Simon and Schuster.

Tütek, H., Gümüşoğlu, Ş., & Özdemir, A. (2012). Sayısal yöntemler: yönetsel yaklaşım. Beta.

Womack, P.J., Jones T. Daniel (1998), Yalın Düşünce.

MATHEMATICAL PROGRAMMING BASED HEURISTICS FOR CAPACITATED LOT SIZING PROBLEMS

Hacer Güner Gören
Pamukkale Üniversitesi

Semra Tunalı
İzmir Ekonomi Üniversitesi

ABSTRACT

The Capacitated Lot Sizing Problem (CLSP) is one of the most important production planning problems which has been widely studied. The CLSP is the extension of the Wagner-Whitin problem where there is one product and no capacity constraints. It adds capacity constraints and intends to find production quantities on a single machine. Determining the right lot sizes has a critical importance on the productivity and success of organisations. The single item CLSP has been proven to be NP-Hard and by adding setup carryover and backordering constraints into the problem, a more complicated production planning probem has been obtained. A number of problem specific mathematical programming based heuristics have been proposed in this study. The performances of the proposed approaches have been compared to the commercial solver. The computational experiments have shown that our proposed approaches are efficient in solving this problem.

Key Words: Production planning, capacitated lot sizing problem, mathematical programming based heuristic approaches.

KAPASİTE KISITLI PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ PROBLEMİ İÇİN MATEMATİKSEL PROGRAMLAMA TABANLI SEZGİSEL YAKLAŞIMLA

ÖZET

Kapasite Kısıtlı Parti Büyüklüğü Problemi (KKPBP), literatürde sıklıkla karşılaşılan önemli üretim planlama problemlerinden biridir. KKPBP, Wagner-Whitin problemi adı verilen tek ürünün olduğu ve kapasite kısıtlarının olmadığı parti büyüklüğü problemine, kapasite kısıtlarının eklenmesiyle elde edilir ve tek makine üzerinde üretilmesi gereken ürün miktarlarını bulmayı hedefler. Doğru parti büyüklüklerini belirlemek, işletmenin verimliliğini ve başarısını büyük oranda etkilediği için kritik öneme sahiptir. Tek ürün için NP-Hard olduğu ispatlanan probleme bu çalışma kapsamında hazırlık taşıma ve yok satma gibi özellikler eklenerek daha karmaşık bir problem elde edilmiştir. Çalışmada bu probleme özgü matematiksel programlama tabanlı birden çok sezgisel yaklaşım önerilmiştir. Önerilen yaklaşımların performansları, bir optimizasyon yazılımı ile karşılaştırılmıştır. Yapılan deney çalışmaları sonucunda önerilen sezgisel yaklaşımların problemin çözümünde etkin olduğu gösterilmiştir.

Anahtar kelimeler: Üretim planlama, kapasite kısıtlı parti büyüklüğü problemi, matematiksel programlama tabanlı sezgisel yaklaşımlar.

1. INTRODUCTION

Lot sizing problems are production planning problems with the objective of determining the periods where production should take place and the quantities to be produced. It is important to determine the right lot sizes in order to minimize the overall cost since lot sizing decisions have an important effect on the efficiency of the production and inventory systems. Due to their applications in production planning, lot sizing problems have been studied for many years with different features. Among these problems, The Capacitated Lot Sizing Problem (CLSP) has received a lot of attention of the researchers. The Capacitated Lot Sizing Problem (CLSP) consists of determining the production quantity and timing for several items on a single facility over a finite number of periods so that the demand and capacity constraints can be satisfied at a minimum cost. The Capacitated Lot Sizing Problem with Setup Carryover is a combination of big bucket and small bucket models. It allows producing more than one product per period and also carrying a setup of at most one product from one period to the other. In recent years, this problem has been studied by many researchers. Using a shortest-route representation Sox and Gao (1999) reformulate the mathematical programming model for the capacitated lot sizing problem with setup carryover. The resulting reformulated problem is then solved using a Lagrangean decomposition heuristic. Gopalakrishnan et al. (2001) propose a Tabu Search (TS) heuristic which consists of five basic move types- three for the sequencing and two for the lot-sizing decisions. Suerie and Stadtler (2003) propose an extended formulation and valid inequalities to solve this problem under the assumption that a setup state for the same product can be conserved over two consecutive periods. The authors also propose a time decomposition heuristic to solve the same problem both for single and multi level case. Gupta and Magnusson (2005) consider sequence-dependent setup costs and times in solving the capacitated lot sizing problem with setup carryover. Almada-Lobo et al. (2007) present two novel Mixed Integer Programming (MIP) formulations for the real world capacitated lot sizing problem with setup carryover, sequence dependent setup times and costs in the glass container industry. A GRASP meta-heuristic is proposed in Nascimento and Toledo (2008) to solve the capacitated lot sizing problem with setup carryover in a multi plant setting. Another extension to this problem is to permit backordering of unsatisfied demand. Pochet and Wolsey (1988) present two formulations for the uncapacitated and capacitated lot sizing problem with backordering. Millar and Yang (1994) develop Lagrangean heuristics for solving the problem. The authors also present extensive computational results assessing the performances of the proposed heuristics. Cheng et al. (2001) deal with a capacitated lot sizing problem with backorder consideration under the various types of production capacities such as regular time, overtime and subcontracting. To solve this problem, the authors propose a heuristic which is based on the special structure of fixed charge transportation problem. Absi and Sidhoum (2007) study this problem under the assumption that demand can not be backordered, rather is totally or partially lost. During the survey of current relevant literature, we noted only a few study focusing on both setup carryover and backordering, abbreviated to $CLSP^+$ (Karimi and Ghomi (2002), Karimi et al.(2006), Quadt and Kuhn (2009)). This could be due to the complexity of the problem which makes it difficult to produce effective heuristics. Moreover, in practical problems, it is usually very difficult to estimate accurately the values of the unit backorder costs (Millar and Yang, 1994). Karimi and Ghomi (2002) propose a greedy heuristic consisting of four stages to deal with this problem. In another study (Karimi et al., 2006), the authors propose a Tabu Search (TS) based approach and use this greedy heuristic to find a feasible initial solution. However, possibly to reduce the complexity of the problem the authors do not take into account the setup times. Motivated by a real life example, Quadt and Kuhn (2009) propose a new solution procedure to deal with the $CLSP^+$ with parallel machines. The proposed method aggregates the lot sizing and scheduling parts of the model, which uses integers instead of binary variables. This paper proposes a number of mathematical programming based heuristics for solving the $CLSP^+$. These heuristics consist of Fix-and-Optimize (FOPT) heuristic, which is a MIP based heuristic. Recently, FOPT has been widely used in solving lot sizing problems with different modelling features (Sahling et al. (2009); Helber and Sahling (2010); Lang and Shen (2011); Gören et al. (2012); Seeanner et al. (2013); Xiao et al. (2013); Gören and Tunalı (2015); Chen (2015)). Having motivated from these studies, in this study different FOPT based heuristics have been proposed in solving the $CLSP^+$.

The rest of the study is organised as follows. Background information about the problem studied is given in section two. Section three explains the proposed approaches in detail. The computational results are given in section four. Section five concludes the study with some future research directions.

2.BACKGROUND INFORMATION

The $CLSP^+$ determines the production quantities and production timing of the products along with the semi-sequencing (i.e. first and last product produced in a period) in a period. If the demand can not be

satisfied in a period, it is backordered meaning that it is satisfied by production in the following periods during the planning horizon. In solving the CLSP$^+$, we modify the model proposed by Suerie and Stadtler (2003) and add backordering costs and constraints.

Throughout the paper, the indices for a product, and period are denoted by $j = 1, 2, 3, ..., K$ and $t = 1, 2, 3, ...P$, respectively. We define X_{jt} as the quantity of product *j* produced in period *t*. The variables I_{jt}^{+} and I_{jt}^{-} denote inventory and backorder levels for product *j* at the end of period *t*, respectively. The binary variable Y_{jt} is equal to 1 if a setup for product *j* is performed in period *t*. The setup carryover variable, which is a binary variable, is denoted by W_{jt}. This variable is set to 1 if a setup state for product *j* is carried from period (*t*-1) to (*t*). The binary variable Q_t is the single product variable which equals one if the resource is occupied solely by product *i* in period *t*. Moreover, sc_j, h_{jt}, C_t, a_j, st_j, d_{jt}, b_j denote the setup cost for product *j*, the unit holding cost for product *j* in period *t*, the amount of resource available in period *t*, the time to process one unit of product *j*, the setup time of product *j*, the demand for product *j* in period *t*, and the backordering cost of product *j*, respectively. Finally, *M* is a sufficiently large number.

$$Min \sum_{j=1}^{K}\sum_{t=1}^{P}(sc_j Y_{jt} + h_j I_{jt}^{+} + b_j I_{jt}^{-}) \tag{1}$$

s.t.

$$I_{j,t-1}^{+} + X_{jt} - I_{jt}^{+} - I_{j,t-1}^{-} + I_{jt}^{-} = d_{jt} \quad \forall j \in K; \forall t \in P \tag{2}$$

$$\sum_{j \in K}(a_j X_{jt} + s_j Y_{jt}) \le C_t \quad \forall t \in P \tag{3}$$

$$\sum_{j \in K} W_{jt} \le 1 \quad \forall t \in \{2, ..., P\} \tag{4}$$

$$W_{jt} \le Y_{jt-1} + W_{jt-1} \quad \forall j \in K, \forall t \in \{2, ..., P\} \tag{5}$$

$$W_{jt+1} + W_{jt} \le 1 + Q_t \quad \forall t \in \{1, ..., P-1\} \tag{6}$$

$$Y_{jt} + Q_t \le 1 \quad \forall t \in \{1, ..., P-1\} \tag{7}$$

$$X_{jt} \le M(Y_{jt} + W_{jt}) \; \forall j \in K, \forall t \in \{1, ..., P\} \tag{8}$$

$$Q_t \ge 0 \quad \forall t \in \{1, ..., P-1\} \tag{9}$$

$$W_{jt} \in \{0,1\} \quad (W_{j1} = 0), Y_{jt} \in \{0,1\} \quad \forall j \in K, \forall t \in P \tag{10}$$

$$X_{jt}, \quad I_{jt}^{+} \ge 0, \quad I_{jt}^{-} \ge 0 \quad \forall j \in K; \forall t \in P \tag{11}$$

$$I_{jt}^{-} = 0, \quad \forall j \in K; t = P \tag{12}$$

The objective function (1) minimizes the total inventory, backorder and setup costs. Inventory balance equations (2) describe the evolution of the inventory and backorder over time and require that the demand is satisfied either by production, inventory or backorder. There is a limited capacity available in each period, and we take into account both production and setup times (Constraint 3). At most, one setup state can be carried over from one period to the next on the resource (Constraint 4). Constraints (5) impose that a setup can be carried over to period t only if either the item is setup in the previous period or if the setup state is already carried from period t-2 to t-1. A setup state for a specific item can only be preserved over two bucket boundaries if that product is the only one produced in the middle period (Constraint 6), which is only possible if there is no setup in the middle period (Constraint 7). Constraints (8) enforce either a setup or a carryover if we have strictly positive production for a specific item. Further, we have the non-negativity and binary conditions (Constraint 9, 10 and 11). There are no setup carryovers in the first period (Constraint 10) and all demand should be satisfied during the planning horizon (Constraint 12).

3.THE PROPOSED APPROACHES

The proposed approaches in this study are based on the Fix-and-Optimize heuristic (FOPT). The Fix-and-Optimize heuristic is a MIP based heuristic in which a sequence of MIPs is solved over all real-valued

decision variables and a subset of the binary variables. The numerical effort required to solve the MIP model is mostly affected by the number of binary setup and setup carryover variables rather than the number of real-valued variables. The idea in the Fix-and-Optimize heuristic is to solve a series of smaller problems in a systematic manner. In each iteration of the algorithm, one sub-problem is solved by setting the binary setup and carryover variables in a subset to fixed values. Then the problem is solved using a standard MIP solver. In the next iteration, a new problem is formed with a different subset of fixed binary variables and the rest of the binary variables are optimized. This leads to a very limited number of non-fixed binary variables which are optimized in a given sub-problem. (Sahling et al., 2009). For more information, the reader can refer to Pochet and Wolsey (2003). In this paper, we use time and product decomposition in building the sub-problems in FOPT. More explanations on these decomposition schemes can be found in Gören et al. (2012) and Gören and Tunalı (2015). The Fix-and-Optimize heuristic needs an initial solution to start the search. The initial solution is obtained by solving the LP relaxation of the CLSP in this study. Based on the values of the relaxation, two heuristics have emerged.

Initial Heuristic 1 (IH1): This heuristic rounds the fractional values of the LP relaxation solution to the nearest integer. For example, 0.4 becomes 0 whereas 0.8 becomes 1.

Initial Heuristic 2 (IH2): Different from IH1, this heuristic rounds up the fractional values of the LP relaxation. All fractional values greater than 0 become 1 with this heuristic.

With different decomposition criteria, the FOPT heuristic is employed in eight different ways as follows.

- **FOPT_1:** IH1 and then FOPT heuristic with time decomposition.
- **FOPT_2:** IH2 and then FOPT heuristic with time decomposition.
- **FOPT_3:** IH1and then FOPT heuristic with product decomposition.
- **FOPT_4:** IH2 and then FOPT heuristic with product decomposition.
- **FOPT_5:** IH1and then FOPT heuristic with time decomposition followed by product decomposition.
- **FOPT_6:** IH2 and then FOPT heuristic with time decomposition followed by product decomposition.
- **FOPT_7:** IH1 and then FOPT heuristic with product decomposition followed by time decomposition.
- **FOPT_8:** IH2 and then FOPT heuristic with product decomposition followed by time decomposition.

4.COMPUTATIONAL RESULTS

Since published test problems with backorder costs were not available to evaluate the performances of our proposed hybrid approaches, we modified the problem instances given in Trigeiro et al. (1989) by adding the backorder costs. Specifically, to introduce backordering, the demands were modified and multiplied by 1.1, so that demand cannot always be satisfied without backorders and backorder cost was defined as a linear function of the holding cost ($b=fh$), where f=2 as in Millar and Yang (1994). Table 1 presents the features of the data instances studied.

Table 1. Classification of data instances

	Problem Class					
	1	2	3	4	5	6
Number of products	6	12	24	6	12	24
Number of periods	15	15	15	30	30	30
Number of instances	5	5	5	5	5	5

Since there is no study in the literature to which we can compare ours, we compared against the lower bounds obtained from the Simple Plant Location (SPL) formulation of the MIP model. The solution quality of the proposed approaches was measured by computing the deviation as follows.

$$Gap = 100 * \frac{(heuristic\ solution - lower\ bound)}{lower\ bound} \tag{13}$$

As a result of some preliminary tests the computational time to solve each problem using Fix-and-Optimize heuristic was limited to 2 seconds. All computations were carried out on a PC with Dual Core, 2 GHz microprocessor and 2 GB RAM. All proposed approaches were coded in Visual C++ 2008 Express Edition and all sub-problems were solved using Concert Technology of Cplex 11.2.

In order to obtain compatible results, all the proposed heuristic approaches are run under the same computational time. The deviations from lower bound are stated in Table 2. Based on preliminary experiments, descending order of the setup costs is used in the product decomposition employed in FOPT 3, FOPT4, FOPT5, FOPT6, FOPT7 and FOPT8.

Problem Class	CPLEX	Decomposition type							
		Time	Time	Product	Product	Time+ product	Time+ product	Product +time	Product +time
		FOPT1	FOPT2	FOPT3	FOPT4	FOPT5	FOPT6	FOPT7	FOPT8
Class 1	**16.57 %**	21 %	18 %*	30 %	25 %*	21 %	17 %*	21 %	17 %*
Class 2	**8.45 %**	11 %	10.4 %	15 %	16 %*	9.9 %	9.6 %	15 %	9.8 %
Class 3	**3.067 %**	5.4 %	5.0 %	6.2 %	6.1 %*	4.8 %	5.1 %	6.2 %	4.6 %
Class 4	26.257 %	25.4 %	27.0 %*	36.3 %	35 %	26.3 %	27.0 %	36.3 %	**26.0 %**
Class 5	10.92 %	10 %	9.8 %	13.9 %	15.0 %	11.1 %	**10.3 %**	13.9 %	**10.3 %**
Class 6	5.74 %	6.5 %	6.6 %	6.9 %	6.7 %*	5.6 %	**5.4 %***	6.9 %	5.8 %

Table 2. The results of FOPT heuristics
* indicates an infeasible solution found in this problem class with this heuristic.

As seen in Table 2, the FOPT heuristic can not find feasible solution to all problem instances in all problem classes (i.e. FOPT2, FOPT4, FOPT6, FOPT8). However, according to the results, the FOPT heuristic with the IH2 gives much better results than the FOPT with the IH1 in most of the problem classes. This could be attributed to the features of the initial heuristic used. With the IH1, the values obtained by the LP relaxation are rounded to the nearest integer. For example, if the value is 0.45, it is rounded to 0. On the other side, with the IH2, the values obtained by the LP relaxation is rounded up meaning that if it is different from 0, it becomes 1. The value of 0.45 becomes 1 in this case. Therefore, rounding up might result in getting more 1's in the initial solution. However, with the IH1, the initial solution might have more 0's than the initial solution obtained by IH2 which might lead to an infeasible solution. So, the FOPT heuristic might start with an infeasible initial solution which might increase the deviations. Based on the results presented in Table 2, it is seen that the performance of CPLEX is superior to both FOPT heuristics in classes 1, 2 and 3. On the other hand, FOPT6 and FOPT8 outperform CPLEX in problem classes 4, 5 and 6.

The general conclusion which can be drawn from this comparative experimental study is that the proposed FOPT approaches outperform our earlier proposed approaches in solving the $CLSP^+$ especially in small size problems. Moreover, it has been observed that the performances of these approaches are affected by both the type of the decomposition scheme and also in which sequence to use these decomposition schemes. In summary, the proposed FOPT6 and FOPT8 approaches using both decompositions schemes have better performances than other approaches.

5.CONCLUSION

Lot sizing is one of the most well-known optimization problem in production planning. Most of the previous studies in this field focus on solving the CLSP which is known to be NP-Hard. Including the setup carryover and backordering to the model makes it more complex so exact algorithms are not capable of producing good quality solutions in a reasonable computational time. This study presents a number of mathematical programming based heuristic approaches for the $CLSP^+$. In a future research, the $CLSP^+$ can be extended to include the issues of sequence dependent set-up times and costs on parallel machines and the performance of the proposed hybrid approaches can be investigated on this extended problem.

REFERENCES

Almada-Lobo B., Klabjan D., Carravilla M.A., Oliveira J.F. "Single machine multi-product capacitated lot sizing with sequence-dependent setups". International Journal of Production Research 45 (20), 4873-4894 (2007).

Cheng C.H., Gupta Y.M., So S. "Solving the capacitated lot-sizing problem with backorder consideration". Journal of Operational Research Society 52, 952-959 (2001).

Gopalakrishnan M., Ding K., Bourjolly J-M., Mohan S. "A Tabu Search Heuristic for the Capacitated Lot-Sizing Problem with Set-up Carryover". Management Science 47, 6, 851-863 (2001).

Gören Güner H. Tunalı S., Jans R. "A Hybrid Approach for the Capacitated Lot sizing Problem with Setup Carryover". International Journal of Production Research, 50,6, 1582-1597 (2012).

Gören G.. H.. Tunalı. S. "Solving the capacitated lot sizing problem with setup carryover using a new sequentail hybrid approach". Appllied Intelligence 42(6), 805-816 (2015).

Gören Güner H., Tunalı S. "A Comparative Study of Hybrid Approaches for Solving CapacitatedLot Sizing Problem with Setup Carryover and Backordering", European Journal of Industr ial Engineering, 2016. (Article In Press)

Gupta, D. and Magnusson, T. "The capacitated lot sizing and scheduling problem with sequence-dependent set-up costs and set-up times". Computers and Operations Research 32, 727-747 (2005).

Helber S., Sahling F. "A fix-and-optimize approach for the multi-level capacitated lot sizing problem". International Journal of Production Economics, 123, 247-256 (2010).

Karimi B., Ghomi Fatemi. "A new heuristic for the CLSP problem with backlogging and set-up carryover". International Journal of Advanced Manufacturing Systems 5, 2, 66-77 (2002).

Karimi B.,Ghomi Fatemi SMT, Wilson JM. "A tabu search heuristic for the CLSP with backlogging and set-up carryover". Journal of the Operational Research Society 57, 140-157 (2006).

Lang, J. C., Shen, Z.-J.M. "Fix-and-optimize heuristics for capacitated lot-sizing with sequence-dependent setups and substitutions". Production, Manufacturing and Logistics, 3, 214 (2011).

Millar H.H., Yang M. "Lagrangean heuristics for the capacitated multi-item lot sizing problem with backordering". International Journal of Production Economics 34, 1-15 (1994).

Nascimento M.C., Toledo F.M.B. "A Hybrid Heuristic for the Multi-Plant Capacitated Lot Sizing Problem with Setup Carry-Over". Journal of the Brazilian Computers Society 14, 4, 7-15 (2008).

Pochet Y., Wolsey L.A. "Lot-size models with backlogging: Strong reformulations and cutting planes". Mathematical Programming Series A 40, 317-335 (1988).

Quadt D., Kuhn H. Capacitated lot-sizing and scheduling with parallel machines, back-orders, and setup carry-over. Naval Research Logistics 56 (4), 366-384 (2009).

Sahling F., Buschkühl L., Tempelmeier H., Helber S. **"**Solving a multi-level capacitated lot sizing problem with multi-period setup carry-over via a fix-and-optimize heuristic". Computers and Operations Research 36, 9, 2546-2553 (2009).

Seanner, F., Almada-Lobo, B., Meyr, H. "Combining the principles of variable neighborhood decomposition and the fix-and-optimize heuristic to solve the multi-level lot-sizing and scheduling problems". 40, 303-317 (2013).

Sox C.R. and Gao Y. "The Capacitated Lot-Sizing Problem with Set-up Carryover". IIE Transactions 31, 173-181 (1999).

Suerie C., Stadtler H. "The Capacitated Lot-sizing problem with Linked Lot sizes". Management Science 49, 8, 1039-1054 (2003).

Trigeiro W., Thomas L.J., McClain J.O. "Capacitated Lot Sizing with setup times". Management Science. 35, 353-366 (1989).

Xiao, J., Zhang, C., Zheng, L., Gupta, J. N. D. "MIP-based fix-and-optimise algorithms for the parallel machine capacitated lot-sizing and scheduling problem". International Journal of Production Research, 51, 16, 5011-5028 (2013).

FACTOR ANALYSIS IN AN AIRLINE COMPANY FOR DETERMINING CUSTOMER SATISFACTION

Ömer Faruk Gürcan
İstanbul Teknik Üniversitesi

İbrahim Yazıcı
İstanbul Teknik Üniversitesi

ABSTRACT

Determining the factors that affect customer satisfaction has been becoming very important issue in terms of customer relationship for companies in recent years. Companies design their services according to these factors for providing better service to their customers. Turkish Airlines (THY), as a global airline company, aims to sustain its successes and competitiveness in the aviation sector. THY is a Star Alliance member and has flights to 282 destinations which makes it the largest carrier worldwide by number of destinations. THY should regard to customer voice for retaining existing customers and gaining new customers. The company conducted a pool to 1396 passengers who joined in 71 flights to determine the expectation and satisfaction level of passengers. Factor analysis method was used to data set and 5 customer satisfaction factors were obtained; Airport services and flight program effectiveness, personnel behavior and qualification, easiness to access information, on board services sufficiency and corporate image. Proper strategies were proposed according to obtained factors by the method.
Keywords: Airline Company, Customer satisfaction, Factor analysis.

BİR HAVAYOLU ŞİRKETİNİN MÜŞTERİ MEMNUNİYETİNİN BELİRLENMESİNDE FAKTÖR ANALİZİ UYGULAMASI

ÖZET

Günümüzde işletmelerin müşteri memnuniyetini etkileyen faktörleri belirlemesi önemli bir konudur. İşletmeler müşterilerine daha iyi hizmet sunabilmek için hizmetlerini bu faktörlere göre tasarlamaktadır. Global hava taşımacılık şirketi olan Türk Hava Yolları (THY), havacılık sektöründe başarısını ve rekabetçiliğini devam ettirmeyi amaçlamaktadır. THY büyük bir havacılık ittifakı olan Star Alliance üyesi olup 282 destinasyona uçuş yaparak dünya çapında en çok noktaya uçuş yapan havayolu firması unvanını elinde bulundurmaktadır. THY mevcut müşterilerini korumak ve yeni müşteriler kazanabilmek için müşterilerin sesine kulak vermelidir. THY dünya genelinde gerçekleştirilen 71 uçuştaki 1396 yolcuya müşteri memnuniyeti ve isteklerini belirlemek için anket uygulaması gerçekleştirmiştir. Veri setine faktör analizi yöntemi uygulanmış ve müşteri memnuniyetiyle ilgili 5 faktör elde edilmiştir. Bu faktörler havayolu hizmet ve uçuş programı etkinliği, çalışanların davranış ve nitelikleri, bilgiye ulaşım kolaylığı, uçuş esnasındaki hizmet yeterliliği ve kurum imajı olarak isimlendirilmiştir. Yöntemle elde edilen faktörlere göre uygun strateji önerilerinde bulunulmuştur.
Anahtar Sözcükler: Faktör Analizi, Havayolu şirketi, Müşteri memnuniyeti.

1. INTRODUCTION

Aviation sector keeps developing with increased capacity, number of passengers and increasing travel needs by reason of technological developments globally. Turkish Aviation market continues to expand and develop as direct result of the increasing infrastructure and fleet investments which led to more affordable ticket prices and increased connectivity. During the period of 2003-2014, Turkish aviation industry has grown by 13.7% annually, while this growth rate for the global aviation industry was 5.7% in that timespan. During the same period, passenger penetration in the market has almost tripled, yet Turkey still remains underpenetrated when compared to the more mature markets indicating its growth potential. According to the General Directorate of State Airports Authority, Turkish aviation market will grow by 6.2% reaching 131 million total passengers in 2015 and 170 million in 2018 (THY, 2016).

THY is the most prominent airline company of Turkey, headquartered at the THY General Management Building on the grounds of Atatürk Airport in Istanbul. Today, it operates scheduled services to 282 cities, 113 countries in Europe, Asia, Africa, and the Americas, making the largest carrier worldwide with 299 airplane fleets. THY continues to consolidate its position as one of the world's leading airlines by significant investments made in recent years, the awards received, impressive growth figures, large-scale aircraft orders, a continuously expanding route network and innovative approaches that are constantly improved by its huge family over 40,000 employees. THY has been a member of the Star Alliance network since 2008. THY has many rewards. According to results of the 2015 World Airline Awards, THY was "Best Airline in Europe", “Best Airline in Southern Europe”, “World’s Best Business Class Airline Lounge”, “World’s Best Business Class Lounge Dining” and for the fifth year running "Best Airline in Europe" (THY, 2016). THY has a great progress because of its geographical position advantage, measures taken against crisis and cost cutting policies, high service quality against low operational costs, emphasis put on customer satisfaction, successful subsidiaries, strong flight network and organic growth strategies (Acar and Karabulak, 2015). Increasing customer satisfaction is a necessity in order to sustain success and gain strategic advantages of companies for every sector. THY should improve perceived service quality which will increase customer satisfaction in return competitive power and profitability increase. In the literature, there is scant research about customer satisfaction related to the service quality of airline companies in Turkey. This study determines service quality factors related to customer satisfaction based on survey data collected by THY, from different flights.

2. STUDIES ABOUT CUSTOMER SATISFACTION IN AIRLINE COMPANIES

Customer satisfaction is customers’ feelings on received products or services (Chen et al., 2015). Customer satisfaction is very popular subject in marketing because it is considered a baseline standard of performance and excellence measurement of activities for any organization. A high standard of service quality should be delivered by the service providers to reach a high level of customer satisfaction (Hussein et al., 2015). Satisfaction is not only a customer’s goal to be obtained but also a firm’s goal which enables higher customer retention rate and increase profit (Hapsari et al., 2016).

Just satisfying customers is not enough in the aviation sector in intense competition. Customers should be extremely satisfied to ensure brand loyalty and better long-term relationships (Hussein et al., 2015). Service quality is an important indicator of customer satisfaction. Ability of airline companies to transport passengers to their required destinations is basic service while offering excellent service standards during the various interactions between passengers and airline employees, as well as anything that is likely to influence passengers' perceptions (Suki, 2014). Airline employees play a significant role to influence passengers’ perceptions. Employees are able to make and/or break passenger’s perception of service quality. According to studies, perceived employee’s service behavior may lead to overall service satisfaction and loyalty (Kim and Lee, 2009). The airport service is also crucial in customer satisfaction of passengers. Airports are expected to be operated as self-sufficient service organizations which provide efficient and high-quality services to customers. Passenger perception of quality is related to the efficiency of the processes, short waiting times, and the positive attitude of the service staff with respect to processing activities in airports (Bezerra and Gomes, 2016). The airline sector has fostered a dependency on information and communication technologies (ICT) particularly. Many airline functions rely on these technologies. Airline companies can transact with their customers directly through the instrument of Internet and e-commerce technologies. Most common solutions are to sell low-fare air tickets and facilitate boarding processes, such as e-ticketing and online check-in which attract more customers and increase business value (Elkhani et al., 2014).

3. METHODOLOGY

A survey methodology was used in the study. In the first part of the questionnaire, demographic data was collected. In the second part, a total of 34 questions related to customer satisfaction with the Airline

Company were asked to the passengers. The questions were prepared by THY company experts based on previous studies in the literature. Passengers express their agreement level to the items on a five-point Likert scale: 1 presents: strongly disagree, 5 presents: strongly agree. Survey was tested with an expert group; marketing experts in THY and academicians before delivering to participants. Survey was prepared in Turkish and English versions.

4. SAMPLE AND DATA COLLECTION

Survey data was collected from 1396 passengers who were chosen randomly from 71 flights to Western Europe, Eastern Europe, Africa, Middle East, Far East and North America countries. According to the demographic data, 66,1% of participants are male, 33,9% of them are female. 43,6% of participants are Turkish and 56,4% of them are from other nationalities. The majority of respondents have undergraduate and higher degree (70,2%), 22,9% of them graduated from high school and 6,8% of them have primary education. 53,2% of participants fly less than once in a month, 21,4% of them fly once in a month and 25,3% of them fly more than once in a month. The majority of respondents flies for of business purpose (56%), 31% of them for vocation and 13% of them for other purpose. 68,4% of participants mostly prefer THY and 31,6% of them mostly prefer other companies. 21,3% of participants usually prefer business class and 78,7% of them usually prefer economy class.

5. ANALYSIS AND RESULTS

In order to reduce many variables to less numbered factors (variables) and eliminate multicollinearity between variables by factor analysis, IBM SPSS Statistics 20 was utilized. All the 34 items were subjected to factor analysis that utilized principal components and varimax rotation methods to reduce the number of items as well as to identify the underlying dimensions of customer satisfaction criteria. For varimax a simple solution means that each factor has a small number of large loadings and a large number of zero (or small) loadings. This simplifies the interpretation because, after a varimax rotation, each original variable tends to be associated with one (or a small number) of factors, and each factor represents only a small number of variables. Formally varimax searches for a rotation (i.e., a linear combination) of the original factors such that the variance of the loadings is maximized (Abdi, 2003). The factor analysis was also performed to find out the construct validity. The Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) measure and Bartlett's test of sphericity showed that the data had sufficient correlations to perform factor analysis. To keep items in analysis, both the factor loading ($r > 0.4$; Floyd and Widaman, 1995) and the communality ($r > 0.5$) of each item were examined. Items with corrected item-to-total correlation lower than 0.30 were also separated from further analysis (Churchill, 1979). After the first run of factor analysis, three items were deleted from the initial scale because of low communality (less than 0.5). So that number of items reduced from 34 to 31 items. According to the second run of factor analysis, customer satisfaction items yielded 5 factors that their Eigen values greater than 1. The KMO index was 0.945, and Bartlett's test of sphericity was also significant at a level of 0.000. These statistics show that data has sufficient correlations to perform factor analysis. The Cronbach's alpha measures of reliability for the factors were 0,915 for factor 1; 0,896 for factor 2; 0,869 for factor 3; 0,845 for factor 4 and lastly 0,846 for factor 5 suggesting a satisfactory level of construct reliability.

First factor explained 15,730 % of total variance. First and second factors explained 30,186% of total variance. Five factors explained 61,458% of total variance together. Results are shown in Table 1. Based on the item loadings, these factors were respectively labeled as Airport services and flight program effectiveness (factor 1), Personnel behavior and qualification (factor 2), Easiness to access information (factor 3), On board services sufficiency (factor 4) and Corporate image (factor 5). Airport services and flight program effectiveness are composed of questions about such as boarding, departure and arrival time accuracy, transfer passenger transportation, delay and cancels, flight schedule, sufficient nonstop flights, passenger care and baggage problem operations. Personnel behavior and qualification shows staff attitude, knowledge level, language level, attention to passengers, willingness to help. Easiness to access information shows how easily one accesses information from call center, web site and online check-in process. Sufficiency of on board services is about cabin cleanness and comfort, blanket-pillow service, phone service, newspaper and magazine service and some entertainment program sufficiency. Corporate image is composed of how appearance of crew reflects, how aircraft exterior and passengers' flight experience reflect the corporate image. Factor loadings are given in Table 2. Rotated component matrix shows correlation between variable and related factor. Acceptable factor loading is 0.3; if it is 0.5 or more than 0.5, it is well enough for 350 and more observations (Hair et al., 1998). Satisfactory factor loadings were obtained according to results.

Table 1. Total Variance Explained.

Component	Initial Eigenvalues			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	12,858	41,479	41,479	4,876	15,730	15,730
2	2,170	7,001	48,480	4,481	14,456	30,186
3	1,565	5,049	53,528	3,338	10,769	40,955
4	1,434	4,625	58,154	3,298	10,640	51,595
5	1,024	3,304	61,458	3,057	9,863	61,458
6	,943	3,042	64,499			
7	,898	2,896	67,396			
8	,857	2,764	70,159			
9	,686	2,214	72,373			
10	,667	2,152	74,525			
11	,627	2,023	76,548			
12	,588	1,898	78,446			
13	,546	1,760	80,206			
14	,526	1,697	81,903			
15	,499	1,609	83,512			
16	,477	1,539	85,051			
17	,462	1,492	86,542			
18	,422	1,362	87,904			
19	,412	1,329	89,233			
20	,394	1,272	90,505			
21	,358	1,155	91,660			
22	,343	1,105	92,765			
23	,329	1,060	93,826			
24	,291	,940	94,766			
25	,282	,910	95,676			
26	,275	,888	96,564			
27	,251	,810	97,375			
28	,241	,777	98,152			
29	,234	,753	98,905			
30	,205	,661	99,566			
31	,134	,434	100,000			

Table 2. Rotated Component Matrix.

	Component				
	1	2	3	4	5
V34	**,694**	,138	,126	,204	,134
V35	**,674**	,160	,239	,112	,248
V36	**,672**	,061	,216	,068	,276
V33	**,672**	,162	,041	,362	,081
V37	**,636**	,288	,277	,150	,237
V29	**,537**	,183	,190	,342	,248
V28	**,537**	,202	,001	,448	,012
V40	**,504**	,218	,229	,217	,357
V39	**,493**	,419	,131	,071	,394
V11	,097	**,812**	,058	,094	,132
V10	,119	**,806**	,082	,151	,189
V12	,102	**,739**	,092	,226	,218
V26	,338	**,683**	,184	,103	,162
V13	,176	**,640**	,065	,263	,161
V25	,433	**,553**	,315	,087	,127
V38	,501	**,537**	,129	,115	,316
V21	,122	,066	**,821**	,226	,170
V22	,152	,090	**,816**	,244	,193
V23	,222	,132	**,773**	,049	,150
V20	,255	,151	**,557**	,425	,129
V24	,406	,311	**,477**	,227	,103
V16	,132	,134	,144	**,712**	,170
V18	,260	,076	,196	**,679**	-,007
V17	,191	,185	,182	**,637**	,104
V19	,054	,281	,330	**,529**	,211
V30	,368	,160	,120	**,465**	,366
V42	,197	,177	,229	,130	**,753**
V41	,272	,320	,156	,072	**,689**
V43	,320	,300	,254	,133	**,645**
V31	,317	,274	,093	,381	**,466**
V32	,221	,301	,146	,367	**,466**

6. CONCLUSION

Today, service industry is one of the most important sectors. As people always seek out quality from products or services, firms are more sensitive to customer voice and trying to give the best service to continue competiveness in the challenging environment. Correctly answering customers' requirements s and expectations are very important for companies to achieve customer satisfaction. In the airline industry, key factor is to keep the service quality at high level and maintain this level to be successful in the long-term**.** THY continues to consolidate its position as one of the world's leading airlines by significant investments made in recent years, the awards received, impressive growth figures, large-scale aircraft orders, a continuously expanding route network and innovative approaches that are constantly improved (THY, 2016). THY should regard to customer voice for sustaining its successes and competitiveness in the market. In order to measure customer satisfaction, the company conducted a survey. Factor analysis method was applied to data set. 5 customer satisfaction factors from many questions were extracted.

The results of the present study have a number of practical implications for airline company managers who are willing to identify their customer satisfaction. According to results, recommendations can be given to Airline Company. In order to better satisfy their customers, the airline company should prepare convenient flight programs which decrease delays and cancels, and includes acceptable frequencies. Airport services are especially important in non-routine cases. Transfer passengers, families with children or old people, late passengers or problems with baggage should be noticed. Company should train personnel and employee to increase personnel qualification in order to better understand and serve the customers. Online process and information flow via mobile phone applications or through website should be managed effectively. Technological developments should be followed closely. User friendly interfaces can be designed. Airline tangibles which include cleanness and comfort of cabin, some in-flight entertainments, newspapers or magazines, blanket and pillow services should be at sufficient level.

Lastly, exterior appearance of personnel and planes are important for corporate image from the perspective of customers.

REFERENCES

Abdi, H. (2003). Factor rotations in factor analyses. Encyclopedia for Research Methods for the Social Sciences. Sage: Thousand Oaks, CA, 792-795.

Acar, A. Z., & Karabulak, S. (2015). Competition between Full Service Network Carriers and Low Cost Carriers in Turkish Airline Market. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 207, 642-651.

Bezerra, G. C. L., & Gomes, C. F. (2016). Measuring airport service quality: A multidimensional approach. Journal of Air Transport Management, 53, 85-93.

Chen, J. K., Batchuluun, A., & Batnasan, J. (2015). Services innovation impact to customer satisfaction and customer value enhancement in airport.Technology in Society, 43, 219-230.

Churchill Jr, G. A. (1979). A paradigm for developing better measures of marketing constructs. Journal of marketing research, 64-73.

Elkhani, N., Soltani, S., & Jamshidi, M. H. M. (2014). Examining a hybrid model for e-satisfaction and e-loyalty to e-ticketing on airline websites. Journal of Air Transport Management, 37, 36-44.

Floyd, F. J., & Widaman, K. F. (1995). Factor analysis in the development and refinement of clinical assessment instruments. Psychological assessment, 7(3), 286.

Hair, J. F., Anderson, R. E., Tatham, R. L., & William, C. (1998). Black (1998), Multivariate data analysis.

Hapsari, R., Clemes, M., & Dean, D. (2016). The Mediating Role of Perceived Value on the Relationship between Service Quality and Customer Satisfaction: Evidence from Indonesian Airline Passengers. Procedia Economics and Finance, 35, 388-395.

Hussain, R., Al Nasser, A., & Hussain, Y. K. (2015). Service quality and customer satisfaction of a UAE-based airline: An empirical investigation.Journal of Air Transport Management, 42, 167-175.

Kim, Y. K., & Lee, H. R. (2009). Airline employee's service behavior toward different nationalities. International Journal of Hospitality Management, 28(3), 454-465.

Suki, N. M. (2014). Passenger satisfaction with airline service quality in Malaysia: A structural equation modeling approach. Research in Transportation Business & Management, 10, 26-32.

THY (2016), Corporate Information of Turkish Airlines, available at www.thy.com.tr/ Accessed on 22.06.2016

ÜRETİM YÖNETİMİ YAKLAŞIMLARINDA EN SON GELİNEN NOKTA: SÜRDÜRÜLEBİLİR ÜRETİM YAKLAŞIMI

Binnur Gürül
İstanbul Gelişim Üniversitesi

ÖZET

Günümüzde çok konuşulan "sürdürülebilir üretim" konusunun ortaya çıkış nedeni; doğal kaynakların sınırlı olmasına karşılık, tüketici beklenti ve ihtiyaçlarının sınırsız olmasıdır. Bu bağlamda üretim sektörü; bir yandan daha çok üreterek, tüketicilerin ihtiyaçlarını karşılayarak ekonomik kalkınma ve büyümeyi sağlarken, diğer yandan üretimde kullanılacak kaynak kullanımını azaltacak çözümler bulmak zorundadır ve bunu sürdürülebilir şekilde yapmalıdır. Sürdürülebilir üretim konusunun son yıllarda çok konuşulmasının bir diğer nedeni de; dünyada yaşanan iklimsel değişimlerin etkisidir. Sürdürülebilir üretim performansının bütün işletmeler için tam olarak ortaya konulması oldukça güçtür. Çünkü sürdürülebilir üretim; sadece şirket içi içsel faktörleri değil, onu etkileyen tüm şirket dışı dışsal faktörleri (örneğin çevresel faktörler) de kapsamaktadır. Sürdürülebilir üretim, özellikle halka açık şirketlerde çok daha önem arz etmektedir. Bunun bilincinde olan şirketler, artık günümüzde sürdürülebilir üretim ile ilgili bilgileri ve raporları mali bilgilerle birlikte açıklamaya başlamışlardır. Bu yüzden de bu çalışmada özellikle üretici işletmeler için çok önemli konu haline gelen sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir üretim yaklaşımı açıklanacaktır.

Anahtar Sözcükler: Sürdürülebilirlik, Sürdürülebilir Üretim Yaklaşımı

THE LATEST POSITION ON PRODUCTION MANAGEMENT APPROACH: SUSTAINABLE PRODUCTION APPROACH

ABSTRACT

Today sustainable production subject is the most popular and it is the most talked in the world; because there are unlimited consumer needs and expectations although there are limited natural resources in the world. Therefore manufacturing sector have to find solutions that will reduce the use of resources in the production. On the other hand; the sector ensures economic development and growth by meeting the needs of consumers with more production. The another reason of the sustainable production points, which discussed in the last years, is the impact of climatic changes in the world. Establishing exactly sustainable production performance for all companies is quite difficult. Because sustainable production include not only internal factors but also external factors (for example environmental factors) that affect company performance. Sustainable production is especially more important for publicly traded companies. Therefore nowadays companies began to explain information about sustainable production with financial reports. For this reason; sustainability and sustainable production approach, whicih are become very important points for especially manufacturers, will be explained in this study.

Keywords: Sustainability, Sustainable Production Approach

1. GİRİŞ

Sürdürülebilirlik Kavramı

Sürdürülebilirlik kavramı, ilk olarak 1987 yılında Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu (DÇKK) tarafından hazırlanan Brundtland raporunda ayrıntılı olarak tanımlanmıştır. Bu raporda sürdürebilirlik; gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılayabilecek bir üretim düzeyinden uzaklaşmadan, bugünün ihtiyaçlarını karşılama yeteneği olarak tanımlanmıştır. Sürdürülebilirlik konusunda yapılan tanımların ortak olarak birleştiği nokta, kavramın üç boyutunun olmasıdır. Sürdürülebilirlik kavramının 'ekonomik, çevresel ve sosyal' boyutların bir bütünü olarak ele alınması gerekmektedir (Altuntaş ve Türker, 2012). Ekonomik boyut, kıt kaynakların kullanımı ile ilgili; sosyal boyut, kültürel sistemler ve insanla ilgili iken; çevresel boyut ise biyolojik ve çevresel denge ile ilgilidir. Bu nedenle; sürdürülebilirlik performansı bu üç boyut altında incelenmeye başlanılmıştır (Yavuz, 2010). Ekonomik açıdan sürdürülebilirlik; doğal kaynakların verimli şekilde kullanılmasını ifade etmektedir. Sosyal açıdan sürdürülebilirlik; çevre duyarlılığı olan ve bu bilinçle tüketim yapan toplumla alakalıdır. Son olarak çevre açısından sürdürülebilirlik; çevrenin korunması ayrıca yok olan veya zarar görmüş ekolojik dengenin tekrar kazanılması ile ilgilidir.

Son zamanlarda önemli olan, işletme performansının ve göstergelerinin sürdürülebilirliğidir. Sürdürülebilirlik; işletmenin sadece kendi içsel etkenleri ile ilgili değil, dışsal faktörleri de içine alan ve bunların değerlendirilmesini kapsayan önemli bir göstergedir (Sarıkaya vd., 2010). Bu nedenle işletmelerin iç çevre analizinin yanı sıra, etkin bir dış çevre analizi de yapmaları gerekir. Sürdürülebilirlik ayrıca, işletmenin ekonomik, sosyal ve çevresel gelişmelerden kaynaklanan riskleri görüp doğru bir şekilde değerlendirilmesiyle de yakından ilgilidir. Çünkü sürdürülebilirlik göstergeleri ekonomik, çevresel ve sosyal düzeyde incelenmektedir. Bunun yanı sıra, sürdürülebilirlik işletme değerine yansıyarak, hissedarların ve/veya paydaşların değerlerinin maksimum kılınmasına olanak sağlamaktadır. Kısacası işletmenin sürdürülebilirliği, uzun vadede hissedarlar için değer yaratmayı amaçlamaktadır (Greenberg and Quillian, 2012). Diğer bir tanıma göre sürdürülebilirlik; bir toplumun veya herhangi bir sistemin sürekliliği anlamında işlerini bozulmadan ve kesintisiz olarak yapma ve sistemin hayati bağı olan temel kaynaklara aşırı yüklenmeden devam ettirebilme becerisi olarak da ifade edilmektedir (Sarıkaya ve Kara, 2007). Dolayısıyla sürdürülebilirlik; en genel anlamıyla bir işlevin, durumun, sistemin veya işletmenin kendini devam ettirebilme becerisidir diyebiliriz. Tüm bunların yanı sıra sürdürülebilirlik; ekonomik büyümeyi, paydaş değerini, kurumsal itibarı, müşteri ilişkilerini, ürün ve hizmet kalitesini de içermektedir (Torum ve Yılmaz, 2009). Bu nedenle sürdürülebilirlik; yaşam kalitesinde ödün vermeden düşünce tarzında değişiklik yapılmasını gerektiren bir kavramdır. Bu değişikliğin temelinde yatan ana neden; tüketim toplumu olmaktan sıyrılıp, evrensel bir dayanışma içerisinde çevresel, sosyal ve ekonomik çözümler üretmektir. (Caymaz vd., 2014). Birçok farklı alanda kullanılan sürdürülebilirlik teriminin temel özelliği; evrenin geleceğini konu alması ve hangi alanda kullanılıyorsa o alandaki kaynakların korunmasını temsil etmesidir. Sürdürülebilir sistemler; üç grup altında sınıflandırılmaktadır (Beyhan ve Ünügür, 2005):

1. Ekonomik olarak sürdürülebilir bir sistem; tarım ve sanayi üretimine zarar veren olumsuzluklardan korunabilen, iç borç ve kamu borcunu yönetilebilir seviyelerde tutabilen ve devamlı ürün ve hizmetler üretebilen bir sistemdir.
2. Çevresel olarak sürdürülebilir bir sistem; yenilenebilir kaynakların aşırı kullanımından kaçınan ve yenilenemeyen kaynakları da yerine ikamelerinin yapılması koşuluyla kullanarak istikrarlı kaynak yapısını devam ettirilebilen bir sistemdir.
3. Sosyal olarak sürdürülebilir bir sistem ise; sağlık, eğitim gibi sosyal hizmetlerin yeterliliği, bu hizmetlerde dağıtım ve cinsiyet eşitliği, hesap verebilirlik ve sosyal katılımı gerçekleştirebilen bir sistemdir.

Üretim Yönetimi Yaklaşımlarında Yaşanan Değişimler

Günümüzdeki endüstriyel alandaki eğilim/yaklaşım; çevresel olumsuzlukları minimize eden sürdürülebilir üretim sistemlerini geliştirmektir. Bu yaklaşım benimsenmeden önce üretim yönetimi anlayışında çeşitli değişimler meydana gelmiştir; bu değişimler aşağıda detaylı olarak anlatılmaktadır. 1700' lü yıllardan itibaren günümüze kadar geçen süre içerisinde endüstrileri ve endüstrilerin üretim süreçlerini etkileyen önemli gelişmeler yaşanmıştır. Özellikle teknoloji alanında yaşanan yenilikler, gelişmişlik düzeyine bağlı olmaksızın tüm ülkeleri ve ekonomileri önemli derecede etkilemiştir. Bu süreçte işletmeler varlıklarını devam ettirebilmek ve rekabet avantajı kazanabilmek için bu gelişme ve yeniliklere hızlı bir şekilde adapte olmak durumunda kalmışlardır. Tüm gelişmeler neticesinde işletmelerin üretim yönetimi yaklaşımları da değişmiştir ve işletmeler farklı üretim yöntemlerine yönelmek zorunda kalmışlardır (Aracıoğlu, 2010). İşletmeleri üretim yönetiminde değişime iten nedenleri

şu şekilde özetleyebiliriz: Teknolojik gelişmeler, Çevre ve çevre kirliliğinin önlenmesi, Çevre konusunda tüketicilerin bilinçlenmesi, Doğal kaynakların korunması, Pazar koşulları, Tüketicilerin beklenti ve ihtiyaçları, Ulusal ve/veya uluslararası yasal düzenlemeler, Maliyetlerdeki artış.

1700' lü yıllara kadar üretim yönetiminde geçerli olan yaklaşım, zanaatkârlığa dayalı üretim yaklaşımıdır. Bu üretim yaklaşımı; beceri seviyesi yüksek çalışanlara dayanmaktadır. Sanayi Devrimi (18. yüzyılda) sonrasında buhar gücüne dayalı makinelerin kullanımı ile beraber insan gücünün yerini makine gücü almıştır ve ürünlerin daha hızlı ve kolay üretilmesine olanak sağlayan ilk fabrikalar kurulmuştur ve bu şekilde kitlesel üretim (seri üretim) yaklaşımına geçilmiştir. Kitlesel üretim yaklaşımının ortaya çıktığı dönem, aynı zamanda yönetimde Taylor ve Fayol ile başlayan bilimsel yöntemlerin ağırlık kazandığı bir dönemdir ve kitlesel üretim (sanayi üretimi), bu yıllarda ivme kazanmıştır (Aracıoğlu, 2010). Diğer taraftan bu dönemle ilgili literatüre baktığımızda en çok vurgulanan noktalardan biri de, özellikle Sanayi Devrimi sonrasında ortaya çıkan endüstrilerin doğal kaynakları bilinçsiz bir şekilde tükettikleri ve bu nedenle de sürdürülebilir olmadıklarıdır. Sonuç olarak kitlesel üretim diğer bir adıyla seri üretim; yaşadığımız dünyayı büyük ölçüde kirletmiştir; şöyle ki üretim atıkları atmosferin, nehirlerin ve denizlerin kirlenmesine neden olmuştur.

Teknolojik ilerlemelerin ve özellikle de çevreye olan olumsuz etkisinden dolayı, kitlesel üretim (kitle üretim) önemli bir değişim geçirmek zorunda kalmıştır. Sonuç olarak; pazarlarda meydana gelen hızlı gelişim ve teknolojinin yayılımı ile işletmeler kitle üretim yaklaşımının temel ilkesi olan ölçek ekonomisinden uzaklaşmıştır. Bu nedenle işletmelerin çoğu, düşük maliyetli ve mal ve hizmetlerle çeşitlilik sağlayan üretim yaklaşımını benimsemişlerdir. Ortaya çıkan bu yeni üretim yaklaşımında ana ilke üretim esnekliğidir. Buradan da anlaşıldığı gibi sadece bir ürün değil, birçok ürünü üretebilecek teknolojilerin kullanıldığı bu üretim yaklaşımının adı esnek üretimdir. Diğer taraftan esnek üretimin ortaya çıkışına, yalın ve tam zamanında üretim vb. uygulamalar da neden olmuştur (Aracıoğlu, 2010). Dolayısıyla üretim sürecinde maliyetler ve ürünün hızlı ve zamanında teslimatı belirleyici olmaya başlamıştır ve bu yüzden de yeni üretim anlayışı araştırılmaya başlanılmıştır.

1980'li yıllarda esnek üretim yaklaşımının yaygın olması ile kitlesel üretim yaklaşımının popüler olması sona ermiştir. Esnek üretim yaklaşımı aslında, Toyota gibi dünyanın en iyi işletmeleri tarafından benimsenmiş olan Toplam Kalite Yönetimi ve Tam Zamanında Üretim (Just in Time (JIT)) gibi uygulamaları da içerisinde barındırmaktadır. Öte yandan; tüketicinin, ürün ve hizmette aradığı özelliklerin sadece kalite ve maliyet olmadığı görülmüştür. Bununla birlikte tüketici ihtiyaçlarının da zamanla giderek daha fazla çeşitlendiği görülmüştür ve bu nedenle üretim yaklaşımda değişim arayışları ortaya çıkmıştır (Aracıoğlu, 2010). Bu noktada da işletmeler müşteri odaklı olmaya başlamışlardır.

Maliyet ve kalite odaklılıktan sonra işletmeler, müşteri odaklı bir pazarda tüketici ihtiyaçlarının artan çeşitliliğini karşılayabilmek için yeni bir çözüm yolu olarak kitlesel şekilde kişiye özel üretime yönelmişlerdir. Kitlesel şekildeki kişiye özel üretim, kişiselleştirilmiş ürün çeşidinin kitlesel üretim maliyetleri ile üretilmesidir; yani sürekli değişen benzersiz müşteri isteklerini karşılayacak ürünlerin hızlı ve düşük maliyetlerle üretimidir. Bu üretim yaklaşımının ortaya çıkışında itici güç; tüketicilerin ürünlerde daha fazla çeşit arayışıdır. Öte yandan; bu yaklaşımın geçerli olduğu pazar koşullarına bakacak olursak; pazar artık iyice doymuştur, ayrıca ürün ve hizmet arzı talep edilen miktarın oldukça üzerinde gerçekleşmektedir. Bu koşullar altında işletmelerin var olabilmeleri için; öncelikle tüketiciyi daha iyi anlamaları ve bunun sonucunda tüketici beklenti ve ihtiyaçlarını tam olarak karşılayacak ürünü, rakip ürünlerden farklı olarak, zamanında ve makul maliyetlerle sunabilmeleri gerekir (Aracıoğlu, 2010). Bu yüzden üretim yönetiminin kuvvetli yönleri, işletme başarısının üzerinde oldukça önemlidir.

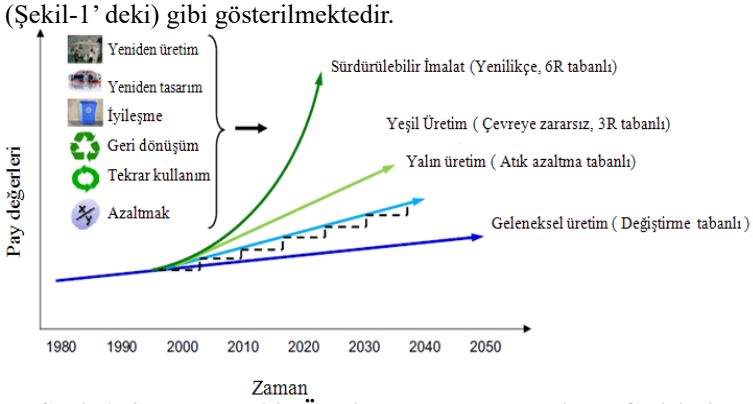
Bilişim teknolojisinde yaşanan yenilikler ile bilgiye daha kolay ulaşan tüketicilerin ürün seçimlerinde ve satın alma davranışlarında farklı faktörler de etkili olmaya başlamıştır. Tüketicilerin, başta çevre olmak üzere pek çok farklı konuda duyarlılık gösterdikleri ve işletmelerden de bu yönde uygulamalar bekledikleri görülmüştür. Bununla beraber; çevre konusunda hem ulusal ve hem de uluslararası düzeyde uygulanan düzenlemeler nedeniyle ve özellikle son yıllarda paydaşların (tüketicilerin, hükümetlerin ve çevresel sivil toplum kuruluşları) çevre konusunda gösterdikleri duyarlılığın artması sonucunda, işletmeler de üretim süreçlerinde çevreye duyarlı yeni bir üretim yaklaşımı benimsemek zorunda kalmışlardır. Çevreye duyarlı yeni yaklaşım olan sürdürülebilir üretim; süreç odaklı yaklaşımdan ziyade sistem odaklı bir yaklaşımdır (Gutberlet, 2000). Üretim yönetimi yaklaşımında son olarak gelinen nokta; sürdürülebilir üretimdir. Üretim endüstrisinde (sanayide) 19. yüzyılda buhar, 20. yüzyılda otomasyon itici güç olurken 21. yüzyılda sanayide itici gücün sürdürülebilirlik olacağı düşünülmektedir. Sonuç olarak üretim sektöründeki bu yeni yaklaşım; yalnızca sağlıklı bir toplum yaratma yükümlülüğüne sahip olmak değil, aynı zamanda çevresel olumsuzlukları mininize eden sürdürülebilir üretim sistemlerini de geliştirmektir (O'Brien, 1999). Ayrıca günümüzde sürdürülebilir üretim yaklaşımı ile doğal kaynakların

verimli kullanılması hedeflenmektedir. Son olarak; yukarıda anlatılan üretim yaklaşımlarındaki değişimleri özetleyecek olursak, bu konuda bize aşağıdaki tablo yardımcı olacaktır:

Tablo 1. Üretim Yaklaşımlarındaki Değişimler

ÜRETİM YAKLAŞIMI	İTİCİ GÜÇ	TEMEL İLKE	BASKIN / YAYGIN OLDUĞU YILLAR
Zanaatkârlığa Dayalı Üretim Yaklaşımı	Toplu yaşama geçiş	Beceri seviyesi yüksek çalışanlar	Sanayi devrimine kadar (18. yüzyıla kadar)
Kitlesel Üretim Yaklaşımı	Buhar ve buhar gücüne dayalı makineler	Ölçek ekonomisi	1900' lü yıllarda
Esnek Üretim Yaklaşımı	Teknolojik ilerlemeler	Düşük maliyetli üretim esnekliği (mal ve hizmetlerle çeşitlilik)	1980' li yıllarda
Kişiye Özel Üretim Yaklaşımı	Tüketici beklenti ve ihtiyaçlarının çeşitliliği	Değişik ve farklı ürünlerin hızlı ve düşük maliyetlerle üretilmesi	2000' li yıllarda
Sürdürülebilir Üretim Yaklaşımı	Otomasyon ve bilgi / bilişim teknolojisinde yaşanan yenilikler	Doğal kaynakların ve çevrenin korunması	2005 ve sonrası

Öte yandan; sürdürülebilir üretim yaklaşımının tarihsel gelişimi, başka yazarlar tarafından aşağıda bulunan şekildeki (Şekil-1' deki) gibi gösterilmektedir.



Şekil 1. Sürdürülebilir Üretim Yaklaşımın Tarihsel Gelişimi

Üretim yaklaşımlarının / stratejilerinin gelişimi yalın üretim ile başlamaktadır. Yalın üretim en basit tanım ile atıklardan, kayıplardan ve değer katmayan faaliyetlerden kurtulmak ve dolayısıyla maliyetleri azaltmaktır. Yalın üretim kavramı ilk olarak 1990 yılında Toyota tarafından kullanılmıştır. Yalın üretim; her türlü kayıp ve atık malzemeyi azaltmak ve/veya ortadan kaldırmak için geliştirilmiştir. Bu nedenle; yalın üretime, atık azaltma tabanlı üretim yaklaşımı diyebiliriz. 1990'lı yılların sonlarına doğru karşımıza yeşil üretim yaklaşımı çıkmaktadır. Yeşil üretim; çevre etkileri düşük olan girdiler kullanan, yüksek verimliliğe sahip olan ve çevreye çok az atık bırakan ve kirlilik oluşturmayan üretim süreçlerini içermektedir. Yeşil üretim yaklaşımı; atık ve kirliliğin engellenmesi ve/veya azaltılması, geri dönüşüm ve yeniden kullanım faaliyetleri çerçevesinde ele alabiliriz. Bu yüzden de; yeşil üretime, 3R (Reduce: atıkları ve kirliliği azaltmak; Reuse: yeniden/tekrar kullanım; Recycle: geri dönüşüm;) tabanlı üretim yaklaşımı diyebiliriz (Jayal et al., 2010).

Üretim yaklaşımlarının gelişiminde/evriminde en son olarak karşımıza sürdürülebilir üretim/imalat yaklaşımı çıkmaktadır. Sürdürülebilir üretim yaklaşımı; işletmelerin çevreye duyarlı olarak üretim süreçleri ile buna paralel olarak örgütsel yapılanma faaliyetlerini içermektedir. Sürdürülebilir üretim yaklaşımı ile amaçlanan; atıkların ve atmosfere yapılan salınımın azaltılması, su ve enerji kullanımının azaltılması ve bunlara paralel olarak da üretim süreçlerinin etkinliğinin arttırılmasıdır. İşletmeler sürdürülebilir üretimi; ürün tasarımını değiştirerek, farklı hammadde kaynaklarına yönelerek, gelişmiş ileri teknolojiler kullanarak ve geri dönüşüm yaparak gerçekleştirebilirler, bunu yaparken aynı zamanda ürün kalitesini, verimliliği ve karlılığı arttırabilirler. Bu durumda kapalı sarmal ürün yaşam döngüsü çerçevesinde gerçekleştirilen bir sürdürülebilir üretim yaklaşımı karşımıza çıkmaktadır. Bu yüzden de; sürdürülebilir üretime, 6R (Reduce: atıkları ve kirliliği azaltmak; Reuse: yeniden/tekrar kullanım; Recycle: geri dönüşüm; Recover: iyileşme; Redesign: yeniden tasarım; Re-Manufacture: yeniden üretim) tabanlı üretim yaklaşımı diyebiliriz (Jayal et al., 2010). Bunlara karşın; kısaca çevre sorunlarına karşın sergilenen yaklaşımlardaki değişikliklere bakacak olursak; 1970' li yıllarda çevre sorunlarına başlayan

çözüm arayışları daha çok kirliliğin önlenmesi şeklindeydi. 1980' li yılların başında "çevre yönetimi" yaklaşımı birçok işletme tarafından benimsenmiştir. Bu işletmeler işlevlerini, çevreye olan zararlı etkilerini azaltacak biçimde yeniden tasarlamışlardır. 1980' lerin ortalarına geldiğinde ise, bir başka yaklaşım olan endüstriyel ekoloji (çevre bilimi) gündeme gelmiştir. Bu yaklaşım, endüstriyel sistemlerin (yani üretim yapan işletmelerin) üretim teknolojilerini ve süreçlerini özellikle de süreçlerdeki malzeme ve enerji akışını ve bu akışın çevre üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Bunun yanı sıra endüstriyel ekoloji, üretim süreçlerini inceleyerek atıkların girdi olarak geri kazanılmasını ve ürünün çevresel etkileri de düşünülerek yeniden tasarlanmasını içerir. 1990'ların başında bu yaklaşımlara ek olarak toplam kalite yaklaşımı da eklenmiştir. Toplam kalite yaklaşımı, atıkların azaltılması, enerji verimliliği ve malzemelerin yeniden kullanılması (yani geri kazanılması) konularında yenilikler yaratmıştır. 2000' li yıllardan itibaren ve hala günümüzde de işletmeler, sürdürülebilir üretim ile entegre bir çevre yönetim anlayışını devam ettirmektedirler (Yücel ve Ekmekçiler, 2008). Kısacası; günümüzde çevre yönetiminin entegre edildiği sürdürülebilir üretim yaklaşımı hakimdir.

2. SÜRDÜRÜLEBİLİR ÜRETİM YAKLAŞIMI

Günümüzde işletmeler sürdürülebilir üretim konusunda ilerleme kaydedebilmek için, farklı tedbirler uygulayabilirler. Bu bağlamda özellikle üretim yapan işletmelerin gündeminde, sürdürülebilirlik hakkında üç kritik tedbir belirlenmiştir: Birincisi üretim süreçlerini daha sürdürülebilir hale getirmek için yeni üretim teknolojileri; ikincisi çevre dostu yeşil ürünlerin geliştirilmesi ve üçüncüsü ise tedarik zincirinden başlayarak tüm süreçlere yeşil uygulamaların entegre edilmesidir (Schrettle et al.,2014).

Sürdürülebilir üretimi; tüm insanların ve çalışanların sağlığı ve güvenliği için, bununla beraber çevre kirliliğine neden olmayan, daha az doğal kaynakları kullanan (enerji, su vb. gibi), ekonomik açıdan hizmet ve ürünlerin oluşturulması şeklinde tanımlayabiliriz. Sürdürülebilir üretim en basit ifadeyle, uzun dönemde çevreyi ve insan sağlığını düşünen uygulamalarıdır. Bunun en temel amacı, doğal kaynakları koruyarak gelecek nesillere yaşanabilir bir dünya bırakabilmek; aynı zamanda üretimde verimliliği koruyarak ekonomiye katkıda bulunmaktır. Sürdürülebilir üretim; ekonomik açıdan değerlendirildiğinde üretim sürecinde kullanılan kaynakları daha verimli kullanıp, kayıpların ortadan kaldırılması olarak tanımlanır (Ron, 1998). Kısacası sürdürülebilir üretim ile doğal kaynak israfının sonlandırılması hedeflenmektedir. Sürdürülebilir üretim; çevre koruyucu malzemelerle ya da geri dönüştürücü malzemelerle, temiz üretim teknolojileri kullanarak, geleceğe yönelik üretim uygulamalarının oluşturulmasıdır. Lowell Merkezi' nin öngördüğü sürdürülebilir üretim kavramı, merkezin belirlediği ve web sitesinde yayınladığı 10 (on) temel prensip ile yapılmaktadır:

1. Ürünler ve ambalajların, ömürleri boyunca ekolojik (çevreyle ilgili) yapıları güvenli olacak şekilde tasarlanmalıdır.
2. Hizmetler; insan ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde organize edilmeli, eşitlik ve adaleti koruyacak şekilde düzenlenmelidir.
3. Ürünler nezdinde atıklar ve ekolojik uyumsuzluklar azaltılmalı, elenmeli ya da geri dönüştürülmelidir.
4. İnsan sağlığına ya da çevreye tehlikeleri olan mevcut kimyasal maddeler ya da fiziksel koşullar ortadan kaldırılmalıdır.
5. Enerji ve malzemeler korunmalıdır; kullanılan enerji türleri ve malzemeler istenilen amaçlar için en uygun olmalıdır.
6. Çalışma yerleri ve teknolojileri; kimyasal, ergonomik ve fiziksel tehlikeleri ortadan kaldıracak ya da minimuma indirecek şekilde tasarlanmalıdır.
7. İş organizasyonu; çalışanların korunmasını sağlayacak, çalışanların verimliliğini ve yaratıcılığını geliştirecek şekilde düzenlenmelidir.
8. Bütün çalışanların yeteneklerinin ve kapasitelerinin sürekli geliştirilmesi gibi, onların güvenliği ve iyiliği de bir önceliktir.
9. İş yerlerindeki topluluklara saygı duyulmalı ve bu topluluklar ekonomik, sosyal, kültürel ve fiziksel açılardan geliştirilmelidir.
10. İşletme ya da kuruluşun uzun süreli ekonomik canlılığı geliştirilmelidir.

Sürdürülebilir üretim yaklaşımı için, Massachusetts Lowell Üniversitesi'ndeki Lowell Merkezi tarafından ortaya konulan bu on prensip; bir yandan üretimin verimli olması için, çevreye zarar vermemesi için ve kimyasalların, atıkların vb. gibi zararlı maddelerin olabildiğince minimum kılınması için kurallar geliştirirken, diğer taraftan da işletmelerin çalışanları için önemli adımlar oluşturmuştur. Sonuç olarak bu on temel ilke için; tüm dünyadaki iş stratejilerinin, operasyonların ve hatta örgüt kültürünün bir parçası diyebiliriz.

Aslında, sürdürülebilir üretim yaklaşımının diğer bir adı da; "çevre dostu üretim" dir. Üretim yapan kuruluşlar öncelikle sürdürülebilir üretimin önemli bir bileşeni olan "çevre yönetimi" olgusunu yerine getirmelidirler. Diğer bir deyişle; "çevre dostu üretim" yani çevreye zarar vermeyen üretim için,

işletmeler çevredeki doğal malzemeleri (örneğin orman ürünleri, su vb. gibi) en az kullanmalı, çevreye zararlı atık bırakmamalı, en az enerji kullanmalı ve ürünü en yüksek verimle üretmelidir (Yücel, 2011). Kısacası; kaynak verimliliğe odaklı bir üretim anlayışıdır. Ayrıca; tüm üretim zincirinin sürdürülebilir üretime ulaşması için, her aşamadaki her faaliyetin sürdürülebilir olması gerekmektedir. Bu da özellikle üç temel faaliyetin optimize edilmesini gerektirmektedir; ürün tasarımı, dönüşüm, geri kazanım (Gülenç, 2004). Bu anlamda çevre dostu üretimin en büyük katkısı, üretim sürecinin her aşamasına geri dönüşümü entegre etmesidir.

Sürdürülebilir üretim için literatürde kullanılan bir diğer ifade de "temiz üretim" dir. Temiz üretim; ürünlere, hizmetlere ve üretim süreçlerine uygulanan önleyici ve bütünleşik bir çevre stratejisinin sürekli ve düzenli bir şekilde yürütülmesidir. Temiz üretim; doğal kaynakların israf edilmeden daha verimli bir şekilde kullanılmasını, üretim esnasında oluşan atıkların ve kirliliğin azaltılmasını, çevre ve insan sağlığını olumsuz etkileyecek risklerin ortadan kaldırılmasını sağlamaktadır. Ayrıca çevresel sorunları üretimin sonunda değil, üretim sürecinin kaynağında çözmeye çalışmaktadır (Demirer, 2013). Buradan da anlaşıldığı gibi temiz üretim, önleyici bir yaklaşım sergilemektedir; yani temiz üretim, kirliliği kaynakta (yerinde) engellemektedir; çevreye duyarlı temiz üretim proaktif çözümler üretmektedir (çevre sorunları oluştuktan sonra çözüm bulma yerine, çevre sorunlarının önlenmesi amaçlanmaktadır). Temiz üretim, sadece üretim süreçlerine değil, ürün ve hizmetlere de uygulanmaktadır. Diğer bir deyişle; sürdürülebilir üretimin önemli bir özelliği de, uygulandığı süreç aşamasına göre çeşitlilik göstermesidir (Jayal et al., 2010):

• Tehlikeli hammaddelerden kaçınan, doğal kaynakların (hammadde, su ve enerjinin) kullanımında tasarruf sağlayan, bütün atıkların miktar ve kirlilik oranlarının azaltılmasını sağlayan üretim süreçleri sürdürülebilir olur (üretim aşaması). Dolayısıyla; en az hammadde kullanılıp en yüksek verimin alındığı ürünler ve yaşam süresi boyunca çevreye olan olumsuz etkileri azaltılan ürünler sürdürülebilir özelliktedirler (ürün aşaması).

• Hizmetlerin verilmesinde (örneğin tedarik hizmeti, servis hizmeti vb.) çevreyi kirletmeyen bir hizmet temizdir ve sürdürülebilir (hizmet aşaması).

• Çevreye zarar vermeyen pazarlama faaliyeti, "yeşil pazarlama" kavramı ile tanımlanır (pazarlama aşaması).

Diğer taraftan; çevre bilincinin artması sonucunda oluşacak daha sürdürülebilir bir kalkınma için, farklı paydaş gruplarının (yerel yönetimler, sivil toplum kuruluşları, üniversiteler vb. gibi) temiz üretimi desteklemesi gerekmektedir (Mont et al., 1999). Buradan da anlaşıldığı gibi; temiz üretim (sürdürülebilir üretim) sadece işletmelerin sorumluluğunda olan bir konu değildir. Temiz üretim; bir taraftan işletmelerin kar ve büyüme hedeflerine hizmet ederken, diğer taraftan işletmelerin çevre yasaları ve müşteri talebi ile yapmak zorunda oldukları uygulamalardır. İşletmelerin bazıları, temiz üretim ile hem maliyetleri azaltmayı hem de pazarda rekabet üstünlüğü kazanmayı hedeflemektedirler (Zeng et al., 2010). Neticede; temiz üretim sayesinde işletmelerin maliyetleri azaldığında otomatik olarak rakiplerine karşın avantaj sağlamış olacaklardır. Sonuç olarak sürdürülebilir üretim, en basit olarak enerji tüketiminin azalmasıyla geliştirilebilir. Eğer üretimde minimum enerji kullanımı sağlanabilirse, operasyonel maliyetler düşecek, diğer taraftan da enerji üretiminden kaynaklanan karbondioksit yayılımı gibi çevresel etkiler azalacaktır.

Son yıllarda tüketicilerin çevre dostu ürünlere talebi artarken işletmelerin yapacağı önemli işlerden biri de; ürün yelpazelerini incelemek ve bu yönde değişiklikler yapmaktır. Ayrıca; işletmelerin, ürettikleri ürünlerinin çevre dostu özellikleri hakkında tüketicileri bilgilendirmesi ve ikna etmesi gerekmektedir (Yücel ve Ekmekçiler, 2008). Bunun için de işletmelerin, tüketicilere ulaşmasını sağlayacak iletişim kanalları (televizyon, sosyal medya vb. gibi) ile sürekli iletişim halinde olmaları gerekir. Sonuç olarak; işletmeleri sürdürülebilir üretime iten nedenleri kısacası şu şekilde gibi sıralayabiliriz (Yazgan vd., 2014): Ürün ve süreçleri sürekli iyileştirme, Doğal kaynak (su, enerji vb.) ve hammadde kullanımından tasarruf sağlayarak üretim maliyetlerini düşürme, Modern ve ileri teknolojilerin kullanılması ile pazarda rekabet gücünü artırma, Çevre duyarlılığı artan tüketicilere doğayla dost ürünleri üreterek tüketicilerin ilgisini çekmek ve sempatik işletme imajını oluşturma, Sosyal sorumluluk bilinci göstererek kamuoyunda itibarını yükseltme.

3. SONUÇ

Günümüzde işletmelerin, sadece yenilikçi ürün ve hizmetler üretmekle kalmayıp, aynı zamanda çevreye duyarlı üretim ve/veya hizmet süreçleri geliştirmeleri gerekir. Bir diğer deyişle, işletmelerin sosyal ve çevresel sorumluluklarının da olması ve tüm üretim ve/veya hizmet süreçlerine ve karar alma mekanizmalarına bunları dâhil etmesi gerekir; kısacası işletmelerin sürdürülebilir üretim konusuna bir bütünsel sistem anlayışıyla yaklaşmaları gerekir. Sürdürülebilir üretim; kaynak kullanımında verimliliği arttırırken, bunun paralelinde daha az atık oluşacağından finansal tasarrufa / kazanca neden olmaktadır. Netice de sürdürülebilir üretime önem veren işletmeler, gelecekte "var olacak" işletmeler arasında yer

alacaktır. Yapılan birçok çalışma; tüketicilerin doğal kaynaklar ve çevre konusunda daha fazla bilinçlendiğini ve satın alma davranışlarını da buna göre yaptıklarını göstermektedir. Bu nedenle işletmelerin de gelecekte var olabilmek ve rekabet avantajı sağlayabilmek için sürdürülebilir üretim yaklaşımını benimseyebilmeleri ve ürün tasarımından başlayarak tüm üretim aşamalarında sürdürülebilirliği uygulamaları gerekir.

KAYNAKÇA

Altuntaş, C. & Türker, D., "Sürdürülebilir Tedarik Zincirleri: Sürdürülebilirlik Raporlarının İçerik Analizi", *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi,* 2012*,* 14(3), 39-64.

Aracıoğlu, B., "Üretim / İşlemler Yönetimi Alanında Yaşanan Paradigmal Değişimler Kapsamında Sürdürülebilir Üretim", *Ege Akademik Bakış,* 2010, 10(1), 141-156.

Beyhan, Ş. G. & Ünügür, S.M., "Çağdaş Gereksinmeler Bağlamında Sürdürülebilir Turizm ve Kimlik Modeli", *İTÜ Dergisi/a*, 2005, 4(2), 79-87.

Caymaz, E. vd., "İşletmelerde Kurumsal Sürdürülebilirlik ve Kurumsal Sosyal Sorumluluk İlişkisi: Küresel İlkeler Sözleşmesi Türkiye Örneği", *Journal of Management, Marketing and Logistics* – JMML, 2014, 1(3), 208-217.

Demirer, G.N., "Sürdürülebilirlik ve Kaynak Verimliliğine Yönelik Güncel ve Yaklaşımlar", *Kalkınma Ajansları ve Bölge Planları için Endüstriyel Simbiyoz Çalıştayı*, Kalkınma Bakanlığı, Ankara, 2013.

Greenberg, A. & Quillian, L., "Managing Sustainable Production: A Framework For Integrating Sustainability In The Manufacturing Sector", *Environmental Quality Management*, 2012, 21(4), 25-40.

Gutberlet, J., "Sustainability: A New Paradigm For Industrial Production", *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 2000, 1(3), 225-236.

Gülenç, F., "Sürdürülebilir Üretime Geçişte İşletmelerdeki Değişim Gerekliliği", *Yöneylem Araştırması/Endüstri Mühendisliği Kongresi*, 15-18 Haziran 2004, Adana.

Jayal, A. D. et al., "Sustainable Manufacturing: Modeling And Optimization Challenges At The Product, Process And System Levels", *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology,* 2010, 2*,* 144-153.

Mont, O. et al., "Transferring Cleaner Production to Eastern Europe: Experiences From Cleaner Production Training Programme in Roslavl, Russia,1998", *Journal of Cleaner Production*, 1999, 7, 307-311.

O'Brien, C., "Sustainable Production - A New Paradigm For A New Millennium", *International Journal of Production Economics*, 1999, 60-61*,* 1-7.

Ron, A.J., "Sustainable Production: The Ultimate Result Of A Continuous Improvement", *International Journal of Production Economics*, 1998, 56-57, 99-110.

Sarıkaya, M. & Kara, F.Z., "Sürdürülebilir Kalkınmada İşletmenin Rolü: Kurumsal Vatandaşlık", *Yönetim ve Ekonomi*, 2007, 14(2), 221-233.

Sarıkaya, M. vd., "İnternet Ekonomisi ve Kurumsal Sürdürülebilirlik", *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi,* 2010, 5(2), 31-50.

Schrettle, S. et al., "Turning Sustainability Into Action: Explaining Firms' Sustainability Efforts And Their Impact On Firm Performance", *International Journal of Production Economics*, 2014, 147, 73-84.

Torum, O. & Yılmaz, A., "Havacılıkta Sürdürülebilirlik Yönetimi: Türkiye'deki Hava Limanları İçin Sürdürülebilirlik Uygulamaları Araştırması", *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi,* 2009, 4(2), 47-58.

Yavuz, V.A., "Sürdürülebilirlik Kavramı ve İşletmeler Açısından Sürdürülebilir Üretim Stratejileri", *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2010, 7(14), 63-86.

Yazgan, H.İ. vd., "Temiz Üretimin Firma Performansına Etkisi: Düzce Sanayi İşletmelerinde Bir Araştırma", *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 2014, 7(32), 722-733.

Yücel, M. & Ekmekçiler, Ü.S., "Çevre Dostu Ürün Kavramına Bütünsel Yaklaşım; Temiz Üretim Sistemi, Eko-Etiket, Yeşil Pazarlama", *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi,* 2008, 7(26), 320-333.

Yücel, M., "Çeşitli Endüstrilerde Temiz Üretim Sistemi Uygulamalarının İşletme Ekonomilerine Sağladığı Faydalar", *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 2011, 10(35), 150-166.

Zeng, S.X. et al., "Impact of Cleaner Production on Business Performance", *Journal of Cleaner Production*, 2010, 18, 975-983.

www.sustainableproduction.org (Erişim tarihi: 04.01.2016).

MEASURING OF LEAN PRODUCTION SYSTEM LEVEL (CASE STUDY MOTORSAZAN COMPANY)

Dilşad Güzel
Atatürk University

Alireza Shahbazpour Asiabi
Atatürk University

ABSTRACT

Nowadays dough to existence of competitive markets, companies are able to produce and sell their products that can change production systems and also harmonize them with environmental changes. The most important and decisive factor in the success of the company to increase sales, revenue and extend life of the organization, is reducing production costs and eliminating wastes. Lean production system is best technique for this purpose. The aim of this study was measuring progress in the implementation of lean manufacturing systems. There are different methods and models to measure amount of lean production in a factory. We have used in this study shah .ward model for the assessment of lean production systems. According to this model, the components of lean production consists of three basic and 10 minor dimensions. The first major dimension is elements related to suppliers that involves: providing feedback to suppliers, timely delivery and improving supplier's performance. The second main aspects is elements related to customers that involves: participation of the clients. The third main aspects is elements related within the organization that involves: Pull system, facilitating a continuous process, a small startup, process control, employee participation and total productivity maintenance. In this research at first, we calculate the average of each of the 10 minor lean dimensions and we judge about production systems on the status of the dimensions. After that with calculating of three main aspects of lean production we can see status of this company on this dimensions. Finally, by the average of all dimensions we can judge that production system of this company how much is lean.

Keywords: lean production, lean evaluate, lean approach, evaluating, lean production level

1. LEAN PRODUCTION

1.1. Introduction

Lean Production at Toyota's home on the island of Nagoya in Japan. Toyoda family was the first victory in the textile machinery industry in 1930 but due to strong demand, the company entered the motor vehicle industry and in those years, the company interested with problems such as small domestic market, constant labor, lack of adequate capital and foreign competitors in the Japan market. In those years, EIJI TOYODA By engineer Taichi Ohno went to America and visited the Ford car company, and finally concluded that the principles of mass production is not capable to implement in Japan. Mass production system has a lot of Muda's, accordingly, the new mode of production established which later lean manufacturing became. A lean production manufacture has combined the advantages of craft production and mass production and avoids from the high price of the first and rigidity of second method and uses both automatic and flexible machines. But the most important difference between mass production and lean production is the difference in final aims of them. Mass production manufacture has aims like: be good enough, number of acceptable faults, maximum acceptable level for a certain range of the same products. But the idea of lean production maker is perfection, a continuous decline in prices, the zero defects, zero inventory, endless product variety.

1.2. What's lean manufacture?

Lean manufacturing uses the philosophy of continuous improvement. Using team works trying to find waste in the process, analyze and eliminate them. The effect of this system are reduce production time, improved employee performance, higher quality, greater flexibility than the market, long life of machinery, low inventory and reduce overhead costs . Lean production on the basis of the quality product, not necessarily by high costs of production. In lean manufacturing techniques, overhead costs, especially indirect costs by lowering standards of quality and production cycle time is reduced itself.

1.3. Operating range lean manufacturing

Lean production continues to operate in the following 5 areas: Price, Quality, Delivery, Security and safety of staff, morale customers.

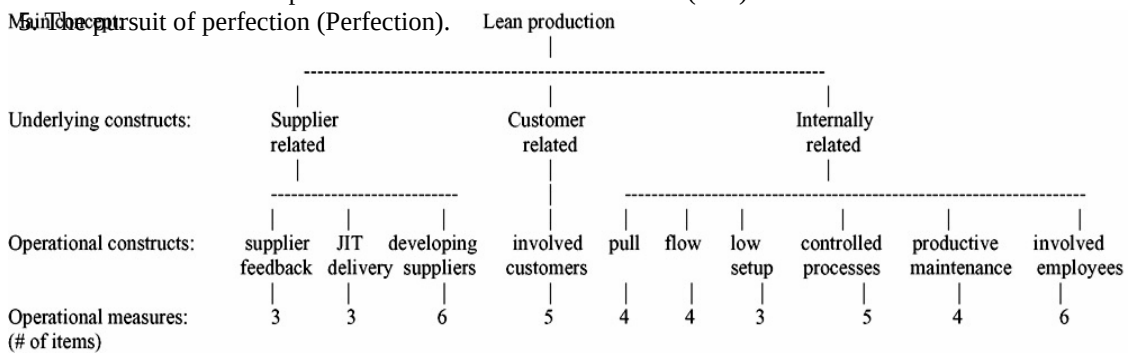
1.4. Lean manufacture advantages

In a lean production system, the heart of the industry is dynamic working group. In the factory there is a system to detect defects. In this system, the control means will be discussed and control strategy eliminated. By creating and implementation a lean production system the following benefits will be achieved: Reduce the amount of waste by 80%, Reduce cost by 50%, reduce production time by 50%, Storage reduced to 80% with increasing levels of customer service, high quality, Save More, greater flexibility in responding to changes, The use of skilled manpower, Strategic focus more, Improve cash flow by improving transport raw materials and products at regular intervals and receive money.
It is obvious that by continued focus on reducing waste, there will be no end to profits.

1.5. Principles of lean thinking

Lean thinking can be summarized in the five principles. By a thorough understanding of the principles and then try to tie them together, you can use the methods and techniques of lean completely to achieve sustainable on lean strategy of the organization and its processes. The five principles are:

1. Determine the exact value of any given product (Value).
2. Identify the value of the product (Value Stream).
3. The value of uninterrupted movement (Flow).
4. Allow the customer to pull the value from the manufacturer (Pull).
5. The pursuit of perfection (Perfection).



1.6. Key modes in lean manufacturing

Reduce the cost and time settings, the production of low volume products, the capable or responsible personnel, just in time production, total productivity maintenance, Use multifunctional labor, Implies the suppliers.

1.7. Production type by approach of supply and demand

a. Pull system: a production activity that takes place on the basis of customer demand.
b. Push system: a production activity is based on the demand forecast made by suppliers.

The application of pull system in a workshop is like this: each station is client of the previous station.

1.8. What is executive mechanisms in lean manufacture implementation?

There are many techniques for implementing lean manufacturing, the most important of which are: value stream mapping, visual workplace, and quick change over, cellular manufacturing, pull system, total productivity maintenance, 5S, level production, flexible resource, small lot production, poke-yoke, Kanban…

1.9. Types of waste in Lean production

In TOYOTA PRODUTION SYSTEM or lean production there are three types of lesions that named triple M (MUDA - MURA - MURI).

a. **MUDA**: any activity in your process that does not add value. MUDA is not creating value for the customer. In short: WASTE Type I Muda: Non-value-added tasks which seem to be essential. Business conditions need to be changed to eliminate this type of waste. Type II Muda: Non-value-added tasks which can be eliminated immediately.
b. **MURA**: Any variation leading to unbalanced situations. In short: UNEVENNESS, inconsistent, irregular. Mura exists when workflow is out of balance and workload is inconsistent and not incompliance with the standard.
c. **MURI:** Any activity asking unreasonable stress or effort from personnel, material or equipment. In short: OVERBURDEN For people, Muri means: a too heavy mental- or physical burden. For machinery Muri means: expecting a machine to do more than it is capable of- or has been designed to do.

Usually the waste are classified into 7 + 1 major group: over production, motion, inventory, production defective, waiting, transportation, extra processing, do not efficiency use of human resources.

1.10. Lean production component according to shah and ward 2007

In this research, we propose a conceptual definition of lean production and derive an operational measure from the content and goals of its historical roots in Toyota production system. To that end, we identified 48 indicators to represent the operational space surrounding lean production system. Using a multi-step construct development method, we distill the measurement items into 10 minor factors which also map onto the conceptual definition well .Fig. 3 shows this mapping. Of the 10 factors identified in this study, three major measure supplier involvement, one measures customer involvement, and the remaining six address issues internal to the firm. Together, these 10 factors constitute the operational complement to the philosophy of lean production and characterize 10 distinct factors of a lean system. They are:

1. **Supplier feedback**: provide regular feedback to suppliers about their performance
2. **JIT delivery by suppliers**: ensures that suppliers deliver the right quantity at the right time in the right place.
3. **Supplier development**: develop suppliers so they can be more involved in the production process of the focal firm.
4. **Customer involvement**: focus on a firm's customers and their needs.
5. **PULL**: facilitate JIT production including Kanban cards which serves as a signal to start or stop production.
6. **Continuous flow**: establish mechanisms that enable and ease the continuous flow of products.
7. **Setup time reduction**: reduce process downtime between product changeovers.
8. **Total productive/preventive maintenance:** address equipment downtime through total productive maintenance and thus achieve a high level of equipment availability.
9. **Statistical process control**: ensure each process will supply defect free units to subsequent process.
10. **Employee involvement**: employees' role in problem solving, and their cross functional character.

The 10 dimensions of lean production system proposed here jointly enable factories to address variability in the following method. To facilitate continuous flow, products are grouped according to product families, and equipment is laid out accordingly; and to prevent frequent stop-and-go operations, equipment undergoes frequent and regular preventive maintenance. Closely grouped machines and the

similarity of products allow employees to identify problems while cross-trained, self-directed teams of labors are able to resolve problems more quickly and effectively. Actively involved customers enable firms to predict customer demand exactly. Reduced setup times and stricter quality assurance allow factories to predict process output more exactly. To produce the type, of units needed, at the time needed, and in the quantities needed, firms use kanban and pull production systems, which require that suppliers deliver sufficient quantities of the right quality product at the right time. This JIT delivery by suppliers is predicated on providing suppliers with regular feedback on quality and delivery performance, and providing training and development for further improvement. Because no manufacturing company has infinite resources to expend, the supplier base needs to be limited to a few key suppliers with whom firms can have long term relationships rather than short term contracts. It is the complementary and synergistic effects of the 10 distinct but highly inter-related elements that give lean production its unique character and its superior ability to gain multiple performance objectives. While each element by itself is associated with better performance, factories that are able to implement the complete set achieve distinctive performance outcomes that can result in sustainable competitive advantage. Sustainability of advantage follows from the difficulty in implementing several aspects of lean simultaneously. Because simultaneous implementation of so many elements is difficult to achieve, it is also difficult to imitate.

2. MATERIALS AND METHODS

Materials and methods of this Study in terms of purpose, is applied. Because the results of measuring lean in production system comes to hand, can be used by Motorsazan and many other companies. Also according to the study to assess the current situation and analysis of the relationship between variables concerns, research is descriptive.

3. STATISTICAL AND RESEARCH SAMPLE

For this study we decided to get information from top, middle managers and departments bosses in Motorsazan Company. Therefor we distribute them 31 questionnaire and collected 30. The questionnaire return rate in this study was 96.77 percent. Our sample community was from this departments: Supply, Domestic logistics, Applied Engineering, Technical & Engineering, Quality Assurance, Production Planning, Engineering Research, Marketing and Sales, Manufacturing, Material and inventory control, Production, assembly, testing, External trade, Project Planning, Industrial Engineering, and Human Resource Development. In the present study to determine its validity content validity of the method is used. In this study, Cronbach's alpha for reliability of measurement tools have been used. In order to assess the reliability assessment, a questionnaire originally designed and distributed among 15 participants from the community survey then collected and analyzed. According to result of Cronbach's alpha coefficient (α=0.894) which is bigger than 0.7, it shows the reliability of research questionnaire.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	N of Items
0.893	0.894	48

. Data analysis:

To measure of the lean in Motorsazan production system, we classified lean systems from beginner to advance levels. If a company is beginner in lean production implementation lean score's is between1 to 2. If it's in medium level this score is between 2 to 3.5 and finally is the company is completed lean score will be 3.5 to 5. In this research at first, we calculate the average of each of the 10 minor lean dimensions and we judge about production systems on the status of the dimensions. After that with calculating of three main aspects of lean production we can see status of this company on this dimensions. Finally, by the average of all dimensions we can judge that production system of this company how much is lean.

4.1. Normality test data for research: To ensure data normality test, Kolmogorov - Smirnov nonparametric test was used. Since the data distribution is close to a normal distribution so it can be used parametric statistics to test.

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
sum	30	3.0056	.35566	2.10	3.83

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		sum
N		30
Normal Parameters[a,b]	Mean	3.0056
	Std. Deviation	.35566
Most Extreme Differences	Absolute	.104
	Positive	.083
	Negative	-.104
Kolmogorov-Smirnov Z		.568
Asymp. Sig. (2-tailed)		.904

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data

5. RESEARCH FINDINGS

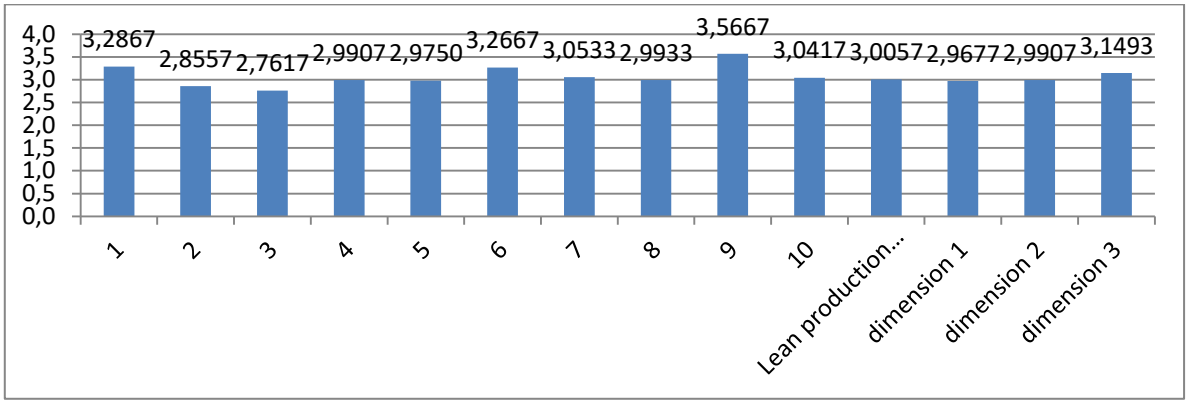
Variable name	Minimum	Maximum	Mean	Rank
Supplier feedback	2.20	4.40	3.2867	2
JIT delivery by suppliers	1.67	4.00	2.8556	9
Supplier development	2.00	3.50	2.7611	10
Customer involvement	2.00	4.43	2.9905	7
PULL	1.25	4.75	2.9750	8
Continuous flow	1.80	4.20	3.2667	3
Setup time reduction	1.60	4.00	3.0533	4
Totalproductive/preventive	1.40	4.00	2.9933	6
Statistical process control	1.75	4.25	3.5667	1
Employee involvement	1.75	4.00	3.0417	5

According to table we can prioritize Motorsazan company lean level in 10 dimensions as below : Statistical process control, Supplier feedback, Continuous flow, Setup time reduction, Employee involvement, Totalproductive/preventive maintenance, Customer involvement, PULL, JIT delivery by suppliers, Supplier development.

Variable name	Minimum	Maximum	Mean	Rank
Supplier related	2.33	3.86	2.9687	3
Customer related	2.00	4.43	2.9905	2
Internally related	1.83	4.20	3.1494	1

This table shows that Motorsazan company started to be lean from internally related dimensions and its in first level, second is customer related and tgird one is supplier related. But totally table in below show the Motorsazan company states in whole of lean dimensions.

Variable name	Minimum	Maximum	Mean
Lean production	2.10	3.83	3.0056



6.ACKNOWLEDGEMENT

We would like to extend our sincere thanks to all professors and the Management and experts of Motorsazan Company of ITMCO(Iran Tractor Manufacturing Company) for their cooperation.

7.CONCLUSION

According to the research result and our lean level classify we saw that motorsazan company after two years implementation of lean production techniques get score in medium level totally. Also in the Subsidiary factors get different levels . but all of them shows that lean level of motorsazan company is medium and if they want to go advance level they should check all 48 parameters one by one and then they should have a lot of improvement project to raise them up. The weakest factor in this company is Supplier development and the Strongest one is Statistical process control.

REFERENCES

Norani Nordin, Baba Md Deros and Dzuraidah Abd Wahab. 2010. A Survey on Lean Manufacturing Implementation in Malaysian Automotive Industry

Rachna Shah, Peter T. Ward,2007, Defining and developing measures of lean production

Womack, J.P., Jones, D.T., 1996. Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation. Simon & Schuster, New York .

Womack, J.P., Jones, D.T., Roos, D., 1990. The Machine that Changed the World. Harper Perennial, New York.

Dankbaar, B., 1997. Lean production: denial, confirmation or extension of sociotechnical systems design? Human Relations 50 (3), 653–670.

Dean Jr., J.W., Bowen, D.E., 1994. Management theory and total quality: improving research and practice through theory development. Academy of Management Review 19 (3), 392– 418.

TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNDE LOJİSTİĞİN ROLÜ: BİR UYGULAMA

Dilşad Güzel
Atatürk Üniversitesi

Kadir Demir
Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi

Fatma Gül Yazıcılar
Atatürk Üniversitesi

ÖZET

İşletmelerin rekabet edebilirlik düzeylerini arttırmak için tüketicilerin istediği zaman ve miktarda istedikleri ürünleri tüketicilere sunmaları gerekir. Bu sunum beraberinde tüketicinin memnuniyetini sağlayarak, işletmelerin karlılığını artıracaktır. Karlılığı arttırmanın yolu, doğru tedarik zinciri ve lojistiği oluşturmaktır.

Bu çalışmanın amacı, işletmelerin karlılık ve rekabet avantajını arttırmak için, üretim açısından önemli olan tedarikte lojistiğin rolünü incelemektir. Çalışmanın kapsamını Erzurum ilindeki lojistik firmaları oluşturmaktadır. Bu kapsamda anket formları oluşturulmuş ve elde edilen veriler SPSS programı yardımı ile analiz edilmiş ve sonuçlar yorumlanmıştır.

Anahtar Sözcükler: Lojistik, Tedarik, Üretim

THE ROLE OF LOGISTICS IN THE SUPPLY CHAIN MANAGEMENT SYSTEM: AN APPLICATION

ABSTRACT

So as to increase their level of business competition, firms must provide consumers with any amount of product at any time that they want. This offer is to increase the profitability of business while ensuring the satisfaction of consumers. The best was to increase profitability is to creating the right supply chain and logistics.

The aim of this study is to increase the profitability and competitive advantages of enterprises, examing the role of logistics in supply which is crucial in terms of production. Logistics companies in Erzurum constitute the scope of this study. In this context, the survey forms were created, the obtained data were analyzed with the help of SPSS program, and then the results were interpreted.

Keywords: Logistics, Supply , Production

1. GİRİŞ

Küreselleşen ekonomi ve artan rekabet koşulları ile modern işletme çevresinde, üreticiler rekabet avantajı sağlamak için yenilikçi stratejiler ve teknolojiler kullanmaktadırlar. Bu doğrultuda, etkili bir işletme felsefesi olan Tedarik Zinciri Yönetimi, son yıllarda akademisyenler ve araştırmacılar tarafından önemli bir konu haline gelmiştir (Chan ve Qi, 2003).

Tedarik zinciri, kapsamı ve düzeyi işletmeler arasında farklılık gösterse de, tüm üretim ve hizmet işletmelerinde bulunmaktadır. Tedarik zinciri yönetimi lojistik faaliyetlerle kıyaslandığında daha kapsamlıdır. Tedarik zinciri yönetimi, bilgi sistemlerinin bütünleştirilmesi, planlama ve kontrol faaliyetlerinin koordinasyonunun sağlanması gibi lojistik faaliyetler içerisinde belirtilmeyen unsurları da kapsamaktadır. Tedarik zinciri yönetimi; hammaddelerin tedarik edilmesi, üretim ve montajı, depolama, stok kontrolü, sipariş yönetimi, dağıtımı, ürünün müşteriye ulaştırılması gibi faaliyetleri kapsayan ve bu faaliyetlerin izlenebilmesi için gerekli olan bilgi sistemleri olarak tanımlanmaktadır (Yüksel, 2002).

Tedarik zincirinin bir parçası olan, lojistik yönetimi ise, doğru ürünü, doğru zamanda, doğru yere hasarsız olarak ulaştırmayı hedefleyen bir sistemdir. Ürünler için yer ve zaman faydasını meydana getiren lojistik müşteri hizmet düzeyi ile doğrudan ilgili bir kavramdır (Tuna, 2001) . Lojistik sektörü son kırk yılda oldukça gelişen, diğer endüstri ortalamalarına nazaran daha fazla büyüme gösteren genç ve dinamik bir endüstridir. Büyüme ile paralel olarak lojistik faaliyetler ve lojistik faaliyetlerin yönetimi işletmeler ve ülkeler açısından önemli hale gelmiştir. Günümüzde lojistik teriminin taşımacılık anlayışından ibaret olmadığı pek çok işletme tarafından kabul edilmiştir. Bu anlayış beraberinde de lojistik yapılarının değişmesi gerektiğini ortaya koyarak, rekabette üstünlük sağlayan bir araç olduğunu ortaya koymuştur (Onay ve Kara, 2009).

Bu çalışmada: tedarik zinciri yönetiminde lojistiğin rolünü belirlemek amacıyla, anket yöntemi kullanılmış ve elde edilen veriler SPSS paket programı kullanılarak analiz edilmiştir.

2. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ VE LOJİSTİK KAVRAMLARI

Tedarik zinciri, tüketici isteklerini karşılamak için; sadece üretici ve tedarikçiden oluşmayan, taşımacılar, depolama hizmeti verenler, perakendeciler, müşteriler ve diğer tüm bileşenlerden oluşan bir zincir olarak tanımlanmaktadır (Chopra ve Meindl, 2003). Bir tedarik zinciri, hammadde, ara ürün sağlayıcıları, üreticiler, dağıtım kanalları ve alıcılar gibi birbirini tamamlayan bileşenlerden oluşan büyük bir sistemi tanımlarken; Tedarik Zinciri Yönetimi, işletmelerin uygun fiyatlarla yüksek kaliteli ürünleri ve bileşenleri sağlayabilmeleri için müşteriler ve tedarikçiler ile birlikte çalışabilme kabiliyetini ifade etmektedir (Güleş vd., 2010).

Tedarik Zinciri Yönetimi, hammadde tedarikçilerinden nihai müşterilere kadar olan süreçte gerçekleştirilen faaliyetlerin koordine edilmesini ve yürütülmesini kapsamaktadır (Kotzab vd., 2011). Bu doğrultuda; Tedarik Zinciri Yönetimi'nin, taşıma, dağıtım, stok yönetimi, sipariş yönetimi, planlama, tersine lojistik ve tedarikçi seçimi faaliyetlerini içerdiği söylenebilir (Jabbour vd., 2011). Tedarik zinciri yönetimi 1960 lı yıllarda, depolama ve taşımayı, 1970-1980 li yıllarda toplam maliyet yönetimini 1980-1990 entegre lojistik yönetimini kapsarken 1990 yılı ve sonrasında kendi kimliğini kazanmıştır (Ross, 1998). Amaç, tüketici istekleri doğrultusunda, zincirdeki stok yatırımlarını ve maliyetleri azaltarak rekabet avantajı yaratmaktır (Cooper vd., 1997). İşletmeler son yıllarda tedarik zincirinde uygun değişiklikler yaparak, müşteri hizmet seviyesinin iyileştirilebileceğini, sistemdeki gereksiz envanterlerin azaltılabileceğini ve bu sayede maliyetlerin azaltılabileceğine dikkat çekmiştir (Sengupta ve Turnbull, 1996). Tedarik zinciri ortaklarından tedarikçiler ve distribütörlerin birlikte çalışmaları maliyetleri azaltır (Tummala vd., 2006). Tedarik zinciri faaliyetleri temel ve destek faaliyetler şeklinde iki gruba ayrılmıştır. Temel faaliyetler: müşteri hizmetleri, taşıma, stok yönetimi, sipariş süreçleme iken, destek faaliyetler ise; depolama, satın alma, materyal aktarımı, paketleme, üretim planlama ve bilgi yönetimidir (Ballou, 2004). Tedarik zinciri, tek safhalı ve çok safhalı olmak üzere ikiye ayrılır. Tek safhalı tedarik zinciri yönetimi, bir çok bilgi işleme ve karar fonksiyonuna sahiptir. Tek safhalı tedarik zinciri tek şirketli tedarik zinciri olup tedarik zinciri yönetiminin odak noktasıdır. Çok safhalı tedarik zinciri yönetimi ise, çok şirketli tedarik zincirleridir, kısaca tek safhalı tedarik zincirlerinin çoklu kopyalarıdır (Metz,1998).

Tedarik Zinciri Yönetimi; Müşteri ilişkileri yönetimi(CRM), talep yönetimi, sipariş işleme, üretim akışı yönetimi, satın alma yönetimi, ürün geliştirme ve ticarileştirme yönetimi, iade yönetimi olmak üzere sekiz süreçten oluşmaktadır (Lee ve Bıllıngton, 1992). Tedarik zinciri ile ilgili kullanılan bir kavramda lojistiktir.

19. yy. başlarına kadar lojistik kavramı sadece askerlikle ilgili bir terim olarak kabul görmüşken, sanayi devrimi ile beraber firmaların odak noktası haline gelerek maliyet boyutu ile ele alınmıştır. 20. yy başlarında ise odaklanılan nokta maliyetten satışa doğru kaymıştır (Baki, 2004).

Günümüzde en çok kullanılan tanım, Tedarik Zinciri Yönetimi Profesyonelleri Konseyi (CSCMP Council of Supply Chain Management Professionals) tarafından 1985 yılında yapılan tanımdır. Bu tanıma göre

lojistik; tüketicilerin isteklerini karşılamak için her türlü ürün ve bilgi akışının, başlangıç noktasından ürünün tüketim noktasına kadar olan tedarik zinciri içerisindeki hareketinin planlanması, uygulanması, taşınması, depolanması ve kontrol altında tutulmasıdır (Grant vd., 2006). Burada önemli olan, "doğru ürün", "doğru yer" ve "doğru zaman" kavramlarıdır. Lojistik; doğru ürünün, doğru yerde, doğru miktarda, doğru kalitede, doğru zamanda, doğru maliyetle doğru müşteri için kullanılabilirliğini sağlamaktır (Baki, 2004). İşletmeler açısından lojistik; hammadde yarı mamul ve mamullerin üretim ortamına taşınması(giriş lojistiği), sonrasında bunların iş istasyonları ve üretim tezgâhlarına taşınması (materyal yönetimi) ve son olarak ta çıkış depolarından dağıtım kanallarına ve müşterilere ulaştırılmasına kadar uzanan fiziksel dağıtım (çıkış lojistiği) olmak üzere üç aşamadan oluşan bir süreçtir (Çancı ve Erdal, 2003). Lojistik yönetiminin asıl amacı ihtiyaç duyulan maddelerin satın alınması, stokların ve depo büyüklüğünün planlanması ve yönetilmesidir (Özcan, 2008).

Lojistik kavramı, uygulamada Tedarik Zinciri Yönetimi kavramıyla çok sık aynı anlamda kullanılmaktadır. Oysa iki kavram birbirinden farklıdır. Lojistik kavramı genel olarak bir işletme içerisinde gerçekleşen faaliyetlerle ilgili iken, tedarik zinciri yönetimi kavramı, hammaddenin mamul haline dönüşüp nihai tüketiciye ulaşana kadar gerçekleştirdiği tüm faaliyetlerle ilgilenir (Lummus vd., 2001). Kısaca gelenekselci yaklaşım, lojistiğin tedarik zinciri yönetiminin küçük bir parçası olduğunu savunmaktadır (Larson ve Halldorsson, 2004).

3. METODOLOJİ VE UYGULAMA

3.1. Araştırmanın Amacı ve Kapsamı

Araştırmanın amacı, Erzurum ilin de faaliyet gösteren lojistik firmalarının tedarik zinciri yönetiminde; lojistik uygulamalarının önemini belirlemektir. Araştırmanın kapsamını, Erzurum ilinde faaliyet gösteren lojistik firmaları oluşturmaktadır.

3.2. Araştırmanın Yöntem ve Hipotezleri

Bu çalışmada anket yöntemi kullanılmıştır. Bu doğrultuda literatür taraması yapılarak, Afolabi Aiyedun' un 2012 yılında yapmış olduğu, The Role of Logistics in Product Distribution of the Supply Chain Management System adlı çalışmada kullanmış olduğu ölçek kullanılarak, anket oluşturulmuştur. Anket formu, iki bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde demografik özellikler, diğer bölümde ise 5'li Likert ölçeği kullanılarak, tedarik zinciri yönetiminde lojistiğin rolünü ölçen, stok kontrol seviyesi, paylaşılan risk, lojistik gelişim, tedarik zinciri yönetim seviyesi ve performansa yönelik sorular sorulmuştur. Anketler, işletmelerin ilgili yöneticileri ile yüz yüze görüşülerek gerçekleştirilmiştir. Çalışmada ele alınan hipotezler şu şekildedir;

H1: Stok kontrol seviyesi, paylaşılan riski etkiler.
H2: Lojistik gelişim, stok kontrol seviyesini etkiler.
H3: Tedarik zinciri yönetimi seviyesi, lojistik gelişimi etkiler.
H4: Performans, Tedarik zinciri yönetimi seviyesini etkiler.

3.3. Araştırmanın Analiz ve Bulguları

Hipotezlerin test edilmesi amacıyla elde edilen veriler, SPSS 20.00 paket programı yardımıyla gerekli analizlere tabi tutulmuş, yapılan frekans analizi sonucunda işletmelerin demografik özellikleri Tablo 1 de gösterilmiştir.

Tablo 1. Demografik Özellikler

	Frekans N=103	**Yüzde%**		**Frekans N=103**	**Yüzde%**
Cinsiyet			**Faaliyet Yılı**		
Bayan	13	12,6	0-1	0	0
Erkek	90	87,4	1-3	7	6,8
Yaş	**N=103**	**%**	3-5	18	17,5
-27	13	12,6	5-10	35	34
28-33	24	23,3	10-+	43	41,7
34-39	34	33			
40-45	22	21,4			
46-51	4	3,9			
52-+	6	5,8			

Araştırmaya toplamda 103 işletme katılmakta olup, örnekleme ait frekans dağılımları şu şekildedir. Tablo 1 de görüldüğü üzere, araştırmaya katılıp anket sorularını cevaplayan katılımcıların % 87,4 lük kısmını erkekler oluşturmakta olup, %33 lük oranla yaş aralığı 34-39 arasındadır. Endüstrideki tecrübe yılı %

41,7 lik oranla 10 yıl ve üzeridir. Araştırma değişkenlerine ait, ortalama, standart sapma ve korelasyon değerleri Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Değişkenlere ait Tanımlayıcı İstatistikler ve Korelasyon Değerleri

ORT.	STAND.S		SKS	TZS	P	PR	LG
4,41	,470	**SKS**	1				
4,29	,540	**TZS**	0,397**				
4,51	,422	**P**	0,321**	0,414**			
4,05	,845	**PR**	0,131	0,187	0,293**		
4,23	,782	**LG**	0,180	0,362**	0,285**	0,314**	0,233*

* .05 seviyesinde öneme sahip (çift taraflı) ** .01seviyesinde öneme sahip (çift taraflı)

SKS: Stok Kontrol Seviyesi **TZS:** Tedarik Zinciri Seviyesi **P:** Performans **PR:** Paylaşılan Risk **LG:** Lojistik Gelişim

Çalışmanın ana değişkenleri ile ilgili olarak güvenilirlik testi yapılmış ve güvenilirlik katsayısı (cronbach's alpha) %73, 6 bulunmuştur. Tablo 2'de görüldüğü üzere ortalaması en yüksek değişken, performans değişkeni iken en düşük ortalamaya sahip değişken paylaşılan risk değişkenidir. Yani anket sorularına verilen cevaplarda tamamen katılıyorum ifadesinin çok olduğu değişken performans değişkeni iken, az olduğu değişken paylaşılan risk değişkenidir.

Yapılan korelasyon analizi sonucu en yüksek ilişki tedarik zinciri yönetim seviyesi ile performans arasında 0,414 (p>0,01) çıkmıştır. Çalışmaya konu olan değişkenler ile regresyon analizi yapılmış ve şu sonuçlar bulunmuştur:

Stok kontrol seviyesinin, paylaşılan risk ile arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla yapılan regresyon analizinde, Beta değeri 0.293 p değeri 0.100 F değeri 2,751 ve R^2değeri 0,027 bulunmuştur.

Lojistik gelişimin, stok kontrol seviyesi ile arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla yapılan regresyon analizinde, Beta değeri 0.097 p değeri 0.103 F değeri 2,705 ve R^2değeri 0,026 bulunmuştur.

Tedarik zinciri yönetim seviyesinin, lojistik gelişim ile arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla yapılan regresyon analizinde, Beta değeri 0.404 p değeri 0.004 F değeri 8,503 ve R^2değeri 0,078 bulunmuştur.

Performansın, tedarik zinciri yönetim seviyesi ile arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla yapılan regresyon analizinde, Beta değeri 0.445 p değeri 0.00 F değeri 13,894 ve R^2değeri 0,121 bulunmuştur.

Yapılan analizler sonucunda araştırmanın hipotezlerinin kabul ve red durumları Tablo 3' de gösterilmiştir.

Tablo 3: Araştırma Hipotezlerinin Sonuçları

Hipotezler	**β**	**p**	**Sonuç**
H1: Stok kontrol seviyesi, paylaşılan riski etkiler.	.293	.100	Red
H2: Lojistik gelişim, stok kontrol seviyesini etkiler.	.097	.103	Red
H3: Tedarik zinciri yönetimi seviyesi, lojistik gelişimi etkiler.	.404	.004	Kabul
H4: Performans, Tedarik zinciri yönetimi seviyesini etkiler.	.445	.000	Kabul

H3, H4, hipotezleri p değeri 0,05 den küçük çıktığı için kabul edilirken, H1 ve H2 hipotezleri p değeri 0,05 den büyük çıktığı için kabul edilmemiştir.

4.SONUÇLAR

Araştırmada, ETSO dan alınan veriler ışığında Erzurum ilin de faaliyet gösteren 103 lojistik firmadan elde edilen veriler kullanılmış ve SPSS 20.00 paket programı kullanılarak gerekli analizler yapılmıştır. Analiz sonucu ulaşılan örnekleme ait demografik özellikler ve frekans dağılımları şu şekildedir: Araştırmaya katılıp anket sorularını cevaplayan katılımcıların % 87,4 lük kısmını erkekler oluşturmakta olup, %33 lük oranla yaş aralığı 34-39 arasındadır. Faaliyet yılı % 41,7 lik oranla 10 yıl ve üzeridir. Çalışmada ifade edilen hipotezlerden bakılırsa,

H1 hipotezinde ileri sürülen, stok kontrol seviyesi, paylaşılan riski etkiler ifadesi red edilmiştir. Stokları kontrol etmek paylaşılan riski etkilemeyecektir. Riskin azalmasında herhangi bir etkide bulunmayacaktır.

H2 hipotezinde ileri sürülen, lojistik gelişim, stok kontrol seviyesini etkiler ifadesi red edilmiştir. Lojistik anlamda gelişmiş olmak stok kontrol seviyesini etkilemeyecektir.

H3 hipotezinde ileri sürülen, tedarik zinciri yönetimi seviyesi, lojistik gelişimi etkiler ifadesi kabul edilmiştir. Tedarik zinciri yönetimindeki her gelişme lojistik bölümünde de gelişmeyi beraberinde getirecektir.

H4 hipotezinde ileri sürülen, performans, tedarik zinciri yönetimi seviyesini etkiler ifadesi kabul edilmiştir. Performansta ki her artış tedarik zinciri seviyesinde de artışa sebep olacaktır.

Araştırmanın amacı kapsamında yapılan analizden elde edilen sonuç, H3 hipotezinde görüldüğü üzere, lojistik ve tedarik zincirinin bir bütün olduğu ve gelişmelerinin birbirini etkilediğidir. Tedarik zincirini geliştirmek için lojistik faaliyetlerinde gelişim göstermesi gerekmektedir.

KAYNAKÇA

Baki, B. (2004), "Lojistik Yönetimi ve Lojistik Sektör Analizi", Lega Kitapevi, Trabzon.

Ballou, R. H. (2004), "Business Logistics/Supply Chain Management, Planning, Organizing, and Controlling the Supply Chain", Fifth Edition, Pearson Education Internetional, New Jersey.

Chan, F.T.S., Qi, H.F. (2003), "An Innovative Performance Measurement Method for Supply Chain Management", Supply Chain Management: An International Journal, 8, (3), 209 – 223.

Chopra, S., Meindl, P. (2003), "Supply Chain", Second Edition, Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.

Cooper, M.C., Lambert, D.M., Pagh, J.D. (1997), "Supply Chain Management : More Than a New Name for Logistics", The International Journal of Logistics Management, 8, (1), 1 – 14.

Çancı, M., Erdal, M. (2003). "Lojistik Yönetimi, Freight Forwarder El Kitabı 1", Utikad Yayınevi, İstanbul.

Grant, D.B., Lambert, D.M., Stock, J.R., Ellram, L.M. (2006), "Fundamentals of Logistics Management", MacGraw-Hill Education, Berkshire.

Güleş H.K., Paksoy T., Bülbül H., Özceylan E. (2010), "Tedarik Zinciri Yönetimi Stratejik Planlama, Modelleme ve Optimizasyon", Gazi Kitapevi, Ankara.

Jabbour, A. B. L.S., Filho, A. G. A., Viana, A. B. N., Jabbour, C. J. C. (2011), "Measuring Supply Chain Management Practices", Measuring Business Excellence, 15, (2), 18 -31.

Kotzab, H., Teller, C., Grant, D. B., Leigh, S. (2011), "Antecedents for the Adoption and Execution of Supply Chain Management", Supply Chain Management: An International Journal, 16, (4), 231 – 245.

Larson, P. D., Halldorsson, A. (2004), "Logistics Versus Supply Chain management: An International Survey", International Journ.

Lee, H.L., Bıllıngton, C. (1992), " Managing Supply Chain Inventory: Pitfalls and Opportunities", Slaon Management Review.

Lummus, R.R., Krumwıede, D. W., Vokurka , R. J.(2001), "The Relationship of Logistics To Supply Chain Management: Developing a Common Industry Definition", Industrial Management & Data Systems, 101, (8), .426-431.

Metz, P. J. (1998)," Demystifying Supply Chain Management", Supply Chain Management Review, Vol. Winter, 46–55.

Özcan, S. (2008), "Küçük ve Orta Büyüklükte ki İşletmelerde Lojistik Yönetiminin Önemi". Cumhuriyet Üniversitesi İİBF Dergisi, 2 (2).

Onay, M., Kara, H.S. (2009), " Lojistik Dış Kaynaklama Uygulamalarının Örgüt Performansı Üzerine Etkileri", Ege Akademik Bakış, 9 (2) , 593-622.

Ross, D.F. (1998), "Competing Through Supply Chain Management: Creating Market-Winning Strategies Through Supply Chain Partnerships", Kluwer Academic Publishers, Boston.

Sengupta, S., Turnbull, J. (1996), "Seamless Optimization of the Entire Supply Chain", Industrial Engineering Solutions, 28, (10), 28-33.

Tummala, V.M. R., Phillips, C.L.M., Johnson, M. (2006), "Assessing Supply Chain Management Success Factors: a Case Study", Supply Chain Management: An International Journal, (11), (2), 179 – 192.

Tuna, O, (2001). "Türkiye İçin Lojistik ve Denizcilik Stratejileri: Uluslararası ve Bölgesel Belirleyiciler", Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 3, (2), 208-226.

Yüksel, H. (2002), "Tedarik Zinciri Yönetiminde Bilgi Sistemlerinin Önemi", DEÜ SBE Dergisi, 4, (3), 262-263.

A BEST-OF-BREED APPROACH TO ACCELERATE PROJECTS

Michael Hannan, PMP, TOC Jonah
Founder & Principal Consultant, Fortezza Consulting, LLC

Bahadır İnözü
University of New Orleans, Professor Emeritus
NOVACES International Ltd., Co-Founder and Chairman

ABSTRACT

In spite of decades of attempts to improve the performance of project portfolios, survey after survey reports persistently poor results in all project-centric industries across the globe. While some project/task-level methods such as Agile have helped in some cases, the portfolio-level throughput of reliable project completions remains stubbornly low.

This persistent pattern of low reliability suggests that there are systemic root causes that common practice has yet to address. By testing this hypothesis using a variety of emerging techniques in multiple applied real-world situations, the author concludes that a few root causes can be identified and addressed, resulting in dramatic improvements in the reliable throughput of project completions.

This paper presents an harmonious mix of proven Best of Breed techniques from multiple leading methods—including Critical Chain, Agile, and Lean—integrated in an innovative way to boost performance by 2X or better. This approach provides leaders in project-centric organizations with a much higher-powered framework for unifying project teams and stakeholders at all levels, for enhancing the flow of productive work, and for aggregating risk for much higher portfolio reliability.

1. INTRODUCTION

If one examines the most prevalent approaches to improving project portfolio performance—whether based on the Project Management Institute's Project Management Body of Knowledge (PMI PMBOK), the CMMI Institute's Capability Maturity Model Integration (CMMI), or other industry-leading approaches, a consistent theme becomes apparent. Roughly speaking, this theme can be characterized as "if you fix the inputs, outcomes will improve accordingly." While good inputs are necessary, they apparently are not sufficient—many studies have concluded that project success rates typically fall in the 50-60% range, with Agile and similar methods achieving somewhat higher success at 70-80% for certain types of projects, using relaxed definitions of success. In the 2014 PMI study, "Pulse of the Profession: The High Cost of Low Performance," fixing one or more of six critical inputs (such as providing ongoing PM training), resulted in modest improvement, to the 60-70% range.

2.DEFINING HIGH PERFORMANCE

This paper defines high performance as the reliable maximization of return on investment (ROI) for a portfolio of projects. The definition of "project portfolio" is any logical grouping of projects executed by a common resource pool. The definition of "resource pool," in turn, is the collection of project resources (labor or capital) applied for the purpose of executing one or more projects in the portfolio.

Using these definitions, there are three components of high performance:

1) **Selecting projects with the highest-ROI potential**.
2) **Maximizing the portfolio's throughput of project completions**, given a pre-determined level of resources.
3) **Optimizing the portfolio's reliability**—in other words, maximizing the success rate of project completions within affordability constraints, and for projects that continue to represent the highest-ROI potential.

Done well, these three components will deliver the maximum benefit for a given level of cost—all that would remain is the measurement of benefits in a consistent, reliable manner, to ensure that maximum benefit is achieved.

3.PROJECT SELECTION

Based on anecdotal evidence, common practice for project selection is heavy on political maneuvering, with ROI estimates inflated in order to obtain project approval. And even in environments that use a consistent and disciplined approach to ROI estimation, the benefits delivered after project completion are rarely measured consistently, as key stakeholders often have strong incentives to declare success, regardless of whether the original ROI estimate is achieved.

In the few environments this author has seen in which both ROI estimation and benefits measurement are performed in a consistent and disciplined manner, project portfolio ROI still falls well short of estimates. When root causes were examined, a clear pattern emerged—a persistent contributor to low-performing ROI was that the expert staff members necessary to achieve the envisioned ROI were rarely available once the project was complete. In other words, highly constrained staff members were already too busy with their regular workloads to help maximize the value of the project outcome, or were pulled into other projects, or had left the organization by the time the project was finally completed.

As a result, Fortezza Consulting innovated a project-selection process that takes into account these downstream staff-member constraints, using a capacity-planning "constraint unit" factor to adjust ROI. If a project candidate offers a high ROI, but is heavily dependent on staff members who are likely to be highly constrained, then its "Effective ROI" is adjusted downward accordingly. Similarly, if another project candidate offers a more modest ROI, but is not heavily dependent on highly constrained staff members, then its **Effective ROI** would appear relatively attractive.

4.PORTFOLIO THROUGHPUT

Surprisingly few project portfolio management (PPM) methodologies even mention the importance of maximizing the number of project completions for a given resource level. And while two emerging approaches (Agile and Lean/Kanban) emphasize improving speed at the task level—which *might* improve portfolio throughput—there is little emphasis on methods designed specifically to improve the flow of project completions. The only PPM construct designed with this in mind is Critical Chain Project Management (CCPM).

Throughput Maximization Techniques

CCPM calls for the staggering of project starts in a way that avoids overloading resources, and in a way that encourages "relay race" behavior for all assigned tasks. In addition to staggering, CCPM calls for focused, single-task execution, such that each task can be worked to completion as quickly as possible. Finally, CCPM calls for the aggregation of task-level risk to the project level, freeing task owners from

concerns over the variability of task-level execution, and allowing them to focus simply on delivering as quickly as possible.

These three CCPM throughput-maximization techniques—**Project Staggering, Single Tasking, and Risk Aggregation**—have been proven to deliver throughput improvements of 2X or higher. Interestingly, Agile shares some single-tasking characteristics, as well as some risk aggregation characteristics, and when Agile/Scrum teams are highly disciplined in both, they have demonstrated improvements of 30-80%.

In addition, this author sees many other techniques that can help improve throughput, depending on the type of project and other specific circumstances. For example, in software-development projects, using Lean techniques to shrink the process footprint before the processes are software-enabled has demonstrated effectiveness in shrinking the software footprint, leading in turn to faster project execution—often twice as fast, even when factoring in the upfront investment in process improvement. Similarly, other techniques from Lean and the Theory of Constraints have demonstrated effectiveness in maximizing the flow of task-level completions, especially in environments characterized by highly granular task execution (such as software development, aircraft maintenance, and many more). While such techniques are not the focus of this paper, it is important to understand that proven throughput-maximization techniques exist, and that project portfolio executives and teams have many good options.

5.PORTFOLIO RELIABILITY

Just as **Single Tasking** and **Risk Aggregation** improve portfolio throughput, they also have shown dramatic reductions in variability, making execution more predictable and reliable. And once the risk of task-level execution is aggregated to the project level, it becomes much easier to manage project-level buffers to protect the project from failure. While project-level buffering isn't new, and is used by all major project-management methodologies, most stop short of using **Buffer Management** as a disciplined reliability enhancing technique. Notable exceptions are CCPM and Agile (though Agile refers to buffer management as "the task backlog," which is tantamount to scope buffering). Such disciplined Buffer Management approaches have demonstrated project-level reliability improvements of 50% or more.

Once disciplined Buffer Management is in place, it becomes possible to manage project-level buffers as portfolio reliability assets. As Murphy's Law strikes some projects harder than others, those projects will find themselves in a more precarious situation than the rest of the portfolio, and will consume their project-level buffers faster as a result. If such excessive buffer consumption persists, those projects would fail. However, given that other projects will likely have more buffer than the need, portfolio managers now have the option to reallocate resources from healthier projects to those in dire straits. This **Buffer Balancing** technique, which originates from CCPM, has demonstrated portfolio reliability improvements of 20-40%.

One limitation of Buffer Management and Buffer Balancing approaches is that they have traditionally defaulted to a single buffer type. CCPM defaults to schedule buffers, on the logic that falling behind schedule usually causes budget overruns, which in turn causes pressure to trim scope. Agile defaults to scope buffers, on the logic that project stakeholders usually want more scope if possible to get it at no additional cost, and thus will have their expectations exceeded. In this author's experience, PMs will seek out protection from failure wherever they can, and will gladly accept schedule buffers, scope buffers, and budget buffers whenever possible, under the logic that more protection is better than less. Such **Buffer Type Flexibility** is an innovation of Fortezza Consulting, and is currently being tested in environments to see what additional reliability benefits may accrue to project portfolios. In addition to reliability benefits, Buffer Type Flexibility offers project portfolios a hybrid mix of Agile and Traditional project-level execution methods, rather than forcing a single method. As long as disciplined Buffer Management and Buffer Balancing are adhered to, Buffer Type Flexibility allows harmonious integration of multiple methods.

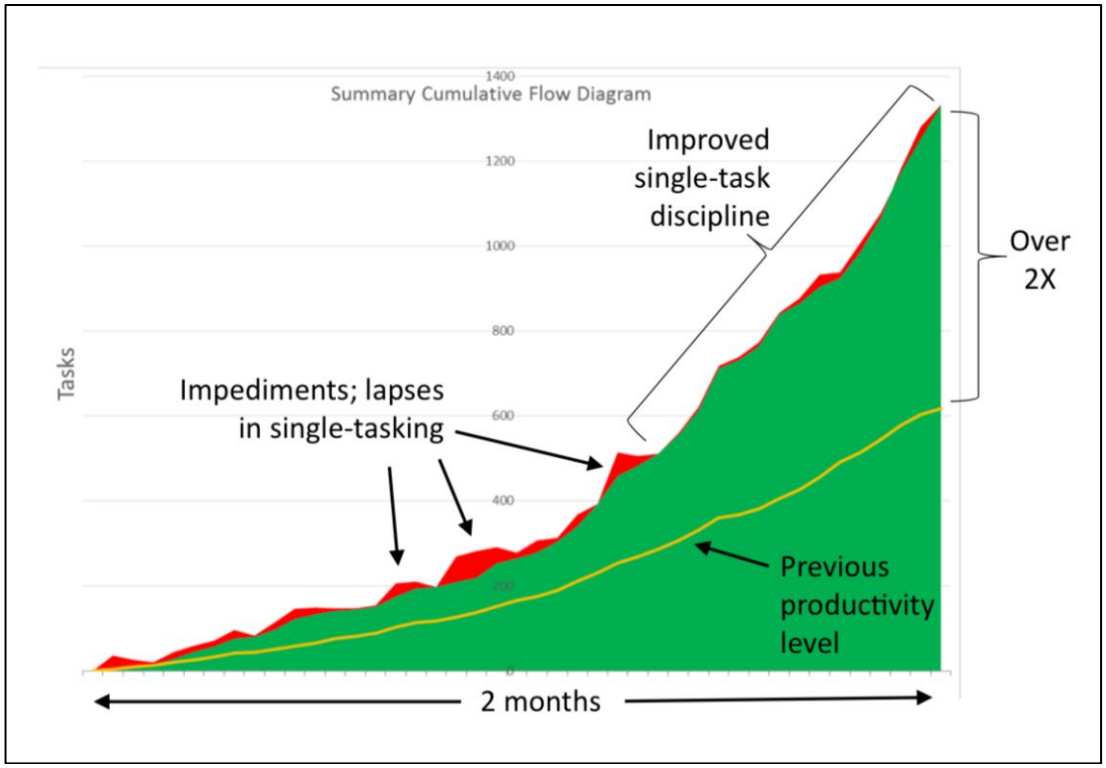
6.APPLICATIONS

This approach is being implemented especially in IT divisions of various organizations as well as ship design. One large IT organization in the U.S. has been implementing this approach for over a year. As shown in the following figure, within 2 months, the following initial results has been achieved:

- Immediate flow improvement of over 2X across a 30-person pool of software developers, architects, and visual designers
- Multiple examples of individuals achieving 6X-8X productivity jumps—both senior top performers and average junior staff alike
- Team morale and excitement were never low, but now greatly enhanced
- Effective way to implement and enforce single tasking

- Project schedules are accelerating, sometimes by 30% or more.

One developer is posting a 20X improvement. This individual is only contracted to support a single project, and so is very focused. The other team members are single-tasked just as effectively, but must often jump from finishing one project's task to starting another project's task. This is helping flow in some ways, but overall is likely limiting how much flow improvement is possible, as developers need some ramp-up time whenever moving from project to project.



The 20X improvement from this contractor shines a big bright light on how much additional flow improvement is possible if this organization can stagger its projects, enabling tighter focus. This individual is a classic example of your typical developer—smart, capable, and diligent. With the new approach, he just loves pulling the next task when ready, knocking it out with no gold-plating, and racing to the next one. He loves feeling like he is doing his part to help overall team flow, without having to interact much with others, loves being free from constant mgmt. status-checking, and loves that his managers are now focused exclusively on how to help him blow past any task that he may struggle with or get stuck on.

The fact that a typical developer can get 20X is raising quite a few eyebrows. Everyone expected the lower performers to post big jumps, and many expected some of the star performers to show solid improvement as well, but no one expected the developers in the middle to post the biggest improvements. This has huge implications for how much improvement is possible across the entire pool of developers.

Star performers are also achieving far greater improvement than expected—after all, they were already stars, so how much better can we really expect them to get? But some of them have achieved 6X improvement—two weeks' worth of work gets completed in less than two days. They had been interrupted on such a constant basis, and now are free to just fly.

Perhaps even more interesting is that the stars are getting such big improvements, even while taking extra time to break down tasks into very granular chunks—sometimes as small as 2 hours. When we asked one of these developers why it was worth the extra time and effort to get so granular, he responded, "I don't really have a choice—my junior guys are moving so fast now, they'll run out of tasks unless I find ways to give them more to do." In other words, he was carving out sub-tasks that he could hand off, vs. just knocking them out himself. This is super-fascinating to us - the stars are usually the ones that like being

the bottleneck "hero" resource, and have to be coached along to stop being such a hero and find ways to off-load their tasks onto more junior folks. With the new approach, no coaching or cajoling required—it just happened naturally.

REFERENCES

The Project Management Institute (2014), "Pulse of the Profession: The High Cost of Low Performance," http://www.pmi.org/~/media/PDF/Business-Solutions/ PMI_Pulse_2014.ashx.

The Standish Group (2014), "The CHAOS Report," blog.StandishGroup.com.

Ambler, Scott W. (2014), "The Non-Existent Software Crisis: Debunking the Chaos Report," http://www.drdobbs.com/architecture-and-design/the-non-existent-software-crisis-debunki/240165910.

Hannan, M., Müller, W., and Robinson, H. (2014), *The CIO's Guide to Breakthrough Project Portfolio Performance: Applying the Best of Critical Chain, Agile, and Lean*, Fortezza Consulting, LLC.

Inozu, B., Hannan, M. and Robinson, H. (2015), "Improving Project Portfolio Performance With Buffer-Type Flexibility and Task-Level DBR", TOCICO 2015 Conference, Cape Town, September 6-9, 2015.

GENDER SEGREGATION OF JOBS AND THE ROLE OF EMPLOYER PREFRENCES IN THE İSTANBUL LABOR MARKET: FINDINGS OF A FIRM-LEVEL EMPLOYER SURVEY•

İpek İlkkaracan
İstanbul Technical University, Faculty of Management

ABSTRACT

This paper uses a unique firm level employer survey in İstanbul to establish the extent of the gender jobs segregation on the basis of a detailed job categorization and the role of employer gender preferences therein. Our findings show that there is a very strong gender-based jobs segregation in the İstanbul labour market. Out of 2,961 jobs identified by the survey, almost half (1,282) is employs only men. Women concentrate in a limited spectrum of job categories. The index for gender-based jobs segregation calculated on the basis of detailed job definitions is 49.6, i.e. 49.6% of men or women would have to change jobs for the gender distribution of jobs to be identical. We find that employers prefer males for one-third of the vacant jobs while they state female preference only for one-tenth of the vacant jobs. Demand side discrimination plays an important role in occupational gender segregation. Nevertheless, given that employers suggest no gender preference for almost half of vacant jobs, there is a potential for encouraging women's employment. Beyond employer discrimination on the demand side, we also find evidence of supply side factors such as women's preference for jobs allowing a reasonable balance between work and life, long working hours in many jobs and absence of child care and other services as a source of gender jobs segregation.

• This paper is based on a joint Project ILO-İŞKUR entitled Better and More Jobs for Women. For the full report see İlkkaracan, İ. February 2015. "Analysis of the Istanbul Labour Market from the Gender Equality Perspective on the Basis of Findings from 2014 İŞKUR Istanbul Labour Market Survey", ILO, Ankara.

İSTANBUL İŞGÜCÜ PİYASASINDA TOPLUMSAL CİNSİYETE DAYALI İŞ AYRIMI VE İŞVEREN TERCİHLERİNİN ROLÜ: FİRMA DÜZEYİNDE İŞVEREN ANKETİNE DAYALI BULGULAR

ÖZET

Bu çalışmada İstanbul'da firma düzeyinde işverenlerle yapılan bir saha araştırmasının bulgularından yola çıkarak, detaylı iş tanımı temelinde toplumsal cinsiyete dayalı iş ayrımının düzeyi ve bunda işveren tercihlerinin rolü saptanmaktadır. Bulgularımız İstanbul işgücü piyasasında toplumsal cinsiyete dayalı iş ayrımının çok ciddi boyutlarda olduğunu göstermektedir. İşgücü piyasasında tanımlanan 2961 işten neredeyse yarısında hiç kadın istihdam edilmemektedir. Kadın istihdamının kapsadığı iş kategorileri son derece kısıtlıdır. Cinsiyete dayalı iş ayrımcılığı endeksi 49,6'dır, yani istihdamdaki kadın ve erkeklerin iş dağılımının benzer olması için %49.6'sının birbirleriyle iş kategorileri arasında yer değiştirmesi gerekmektedir. İşverenler açık işlerin üçte biri için erkek, sadece onda biri için kadın tercih ettiklerini belirtmektedirler. Bulgularımız cinsiyete dayalı iş ayrımcılığında talep tarafındaki tercihlerin önemli bir rol oynadığına işaret etmektedir. Öte yandan açık işlerin yarısı için işverenlerin herhangi bir cinsiyet tercihi belirtmemeleri, kadın istihdamını geliştirmek için önemli bir potansiyele de işaret etmektedir. Anket bulguları iş ayrımının arkasında arz taraflı bir seri faktöre de işaret etmektedir. İşverenlere göre kadınların belirli tipteki işlere başvuru yapmalarının arkasında ağırlıklı olarak iş-yaşam dengesi kısıtları yatmaktadır: çalışma saatlerinin uzunluğu ya da çocuk kreşi bulunmaması gibi nedenler rol oynamaktadır.

I. INTRODUCTION

Industrial and occupational gender segregation is one of the major indicators of gender inequality in the labor market. Theories on gender segregation point to both labor supply and labor demand side factors as a source of the gendered segregation of production patterns. This study seeks to analyse the role of demand side factors, in particular employer preferences in hiring, in determining the level of gender jobs segregation using a unique comprehensive firm-level employer survey conducted in Istanbul, the largest and most heavily populated province of Turkey. Using field data from the Labor Market Demand Survey conducted by the Turkish Employment Agency (İŞKUR) in 2014, the foregoing analysis estimates the extent of gender segregation of jobs in Istanbul, and explores the extent to which this stems from employer preferences.

II. SETTING THE CONTEXT – ISTANBUL LABOR MARKET

İstanbul is the most populous urban centre in Turkey with a population exceeding 14 million in 2014. Population is divided evenly in terms of sex. 71.2% of the population (10 million) is in the working age interval of 15-64 years old. The province accounts for 18.1% of Turkey's total population at working age (age 15 and over), 18.6% of the total labour force (5.5 million) and 18.2% of total employment (4.7 million). Istanbul is first among the 81 provinces in the country in terms of the level of socioeconomic development.[2] In 2011, agriculture had a share of only 0.2% in Istanbul's gross value added, which is quite low given the country average (9%). As far as services are concerned, the province's share (72.4%) is above the country average (63.5%) while Istanbul and Turkey have very close figures when it comes to manufacturing (27.4% and 27.5%, respectively) (TURKSTAT, Regional National Accounts).

Labour force and employment in Istanbul account for about one-fifth of the national figures while wageworkers in this province (4.2 million) claim a higher share of about one-fourth (24.5%), of the total figure. Female wageworkers in Istanbul (1.28 million) constitute 28% of total female wageworkers in Turkey (HLFS 2013). The share of agriculture in total employment in Istanbul (0.6%) is much below the country average (25%) while the shares of services and industry (64.3% and 35.1%, respectively) are well above country averages (50% and 26.4%) (LMDS Istanbul 2014, p.17). Hence employment patterns for Istanbul are more appropriately compared to corresponding averages for ***urban*** Turkey. In 2013 the employment rate for men (women) in Istanbul at 66.8% (26%) is slightly above the average urban male (female) employment rate at 64.8% (23.4%). While the gender employment gap is substantial, there has been a notable employment growth for women of almost 10 percentage points in the past decade from 16.4% in 2004 to 26% in 2013. The rate of female unemployment in Istanbul (14.8%) is lower than the non-agricultural female rate of unemployment in general (17.4%), while for men İstanbul and urban Turkey unemployment rate is similarly at 9.7%.

Hence it may be said that while Istanbul is the most populous province in terms of population and potential labour force, demand-side factors in this province offer better employment opportunities to

[2] Ministry of Development (2013) Study on the Ranking of Provinces and Regions in Terms of Levels of Socioeconomic Development, Ankara.

women relative to other urban centres in Turkey. The rate of female employment in Istanbul is higher and the rate of female unemployment is lower than the general rate of urban or non-agricultural country averages. Furthermore, the nature of employment created is qualitatively better than in other parts of Turkey: Almost 90% of women in employment are wageworkers. Unpaid family work, while very common in Turkey, is almost non-existent in Istanbul, and while still high at 19%, the rate of informal employment is still well below the country average. Istanbul ranks first among 81 provinces in the Local Gender Equality Index.[3]

Yet while the Istanbul labour market performs relatively better with respect to women compared to the country in general, it is still far from equality. Women's employment rate is quite low and there is a wide gender employment gap of 40.8 percentage points.[4] Despite low levels female labor force participation (only 30.5%) the rate of unemployment among women is quite high at 14.8% (5 percentage points higher than men). According to 2013 data, out of 5 million women in Istanbul at age 15 and over only 1.5 million participate in the labour force, 1.3 million are employed and 228,000 are unemployed. 3.5 million women at adult ages are out of the labour force. Leaving out those in education, the retired and those who are above age 65, there are 2.2 million women who are of prime working age, potentially employable but are not a part of the labour force (HLFS 2013).

III. DATA AND METHODOLOGY

The data source of this study is the Labour Market Demand Survey (LMDS) conducted by the Turkish Employment Agency (İŞKUR) in May-June 2014. LMDS is a comprehensive survey of firms, run on a bi-annual basis in order to measure job vacancies and the types of workers needed by employers. The resulting data is used to orient active labor market policies. The LMDS of 2014 was conducted by İŞKUR through face-to-face interviews in 110,509 workplaces throughout Turkey of which 7,025 workplaces were in İstanbul. The June 2014 survey made use of a more comprehensive questionnaire, broadened compared to previous years, in order to capture gender differentials, in particular questions about employer gender preferences with respect to vacant jobs. Included in the sampling frame for the survey are workplaces throughout Turkey with ten or more persons working for them, which were active in the 17 sub-sectors of the Statistical Classification of Economic Activities in the European Union (NACE - Rev 2.0) with the exception of agriculture, domestic employment, the public sector and international organizations. The three large provinces of İstanbul, Ankara and İzmir uses a representative sample at the province level, while the survey is conducted on a full coverage basis in the rest of the provinces.

For İstanbul the LMDS, covers a province-level representative sample from non-agricultural private enterprises employing 10 or more workers. 7,025 workplaces are interviewed, representing 66,502 such workplaces that exist in Istanbul as well as the 2.6 million wageworkers employed at these workplaces. The latter figure accounts for 68% of wageworkers in Istanbul and 16% of those in Turkey. This group (of 2.6 million workers) is composed of male (68.4%) and female (31.6%) workers.[5] The face-to-face interview method was used to collect basic information on the following:

- Basic establishment information (sector, number of employees, childcare centres and other services)
- Information about current employment (occupations, gender, job definitions)
- Presently vacant jobs (occupation, job definition, level of education-training and skills required, means of filling in vacant jobs, any gender preference)
- Occupations with difficulty in recruitment (job definition, the reason for difficulty according to the employer)
- Occupations expected to have higher/lower employment as of June 30th 2015 (within about a year starting from the date of the survey).

Under a joint ILO-İŞKUR project, some gender related questions were added to the survey questionnaire in 2014. As stated earlier, these were questions related to employer gender preferences for vacant jobs as

[3] The Local Gender Equality Index was developed by adapting the Gender Inequality Index – GII used by the United Nations. It is based on representation in municipal assemblies, the number of women with high school or higher levels of education, adolescent births, maternal mortality and the rate of formal employment. (Demirdirek ve Şener. 2014)

[4] İlkkaracan (2012 and 2010) present a detailed analysis of supply and demand side factors leading to this substantial gender employment gap.

[5] This is also consistent with TURKSTAT data pertaining to Istanbul. According to TURKSTAT data that also covers agriculture and enterprises employing less than 10 workers, men and women have shares of 70% and 30%, respectively in total wage employment in Istanbul. The TURKSTAT data covering the country gives a lower share for female wageworkers (26%); similarly according to the LMDS 2014 Turkey survey women have a share of 26% in total wage employment.

well as a series of other work-life balance variables such as availability of childcare or transportation services; whether there is part-time work available; length of working hours in occupations that are difficult to fill and ease of access to the workplace.

IV. FINDINGS

Extent of Gender Segregation of Jobs

The gender and sector based distribution of employment in workplaces covered by the survey[6] shows that almost half of both women and men are employed in two sectors: manufacturing industry (27.42% of women and 31.43% of men) and wholesale and retail trade (17.53% of women and 16.69% of men). These two sectors are followed, for women, by boarding and food services with 11.47% and finance and insurance with 9.51% whereas for men the sectors offering third and fourth highest employment are construction with 13.13% and boarding and food services with 10.02%. Administrative and support services constitute the fifth sector for both women (8.14%) and men (6.30%). While education and health appear to be the sectors where female workers concentrate to some extent (8%) only 2.5% of male employment is in these two sectors.

Table 1 – Gender Distribution of Employment by Industry and the Industrial Gender Segregation Index

SECTORS	Female (%) *(order)*	Male (%)	Difference btw. Female and Male (%)
Mining and quarrying	0.12	0.27	0.15
Manufacturing	27.42 *(1)*	31.43 *(1)*	4.01
Electric, Gas, Vapour and Acclimatisation Production and Distribution	0.15	0.24	0.09
Water supply; sewage and waste management and enhancement activities	0.08	0.89	0.81
Construction	3.29	14.13 *(3)*	10.84
Wholesale and retail trade	17.53 *(2)*	16.69 *(2)*	0.84
Transport and storage	3.89	4.90	1.01
Boarding and food services	11.47 *(3)*	10.02 *(4)*	1.44
Information and communication	2.64	2.34	0.31
Finance and insurance	9.51 *(4)*	5.06	4.45
Real estate	0.58	0.77	0.19
Professional, scientific and technical activities	5.71	3.31	2.40
Administrative and support services	8.14 *(5)*	6.30 *(5)*	1.84
Education	3.55	1.27	2.28
Human health and social services	4.31	1.20	3.11
Culture, arts, entertainment, leisure and sports	0.32	0.39	0.07
Other service activities	1.28	0.79	0.49
Total	100.00	100.00	34.33
Sector-Based Gender Discrimination Index			**17.16**

Source: LMDS Istanbul, 2014, p.46, derived from data in Table 19.

Sector-based (or occupational) gender discrimination is a qualitative index used in measuring to what extent distribution of male and female employment is affected by gender discrimination. The index is

[6] Categorization by sectors (branches of economic activity) is for 17 sectors (18 with the inclusion of agriculture) as specified in NACE-Rev.2.

obtained by dividing, in each sector (occupation), the difference between female and male ratios by 2. The figure obtained shows at what ratio men and women have to change their sectors for the distribution of men and women across sectors to be exactly the same. For example, according to NACE-Rev.2, the industrial gender discrimination index is 17.16 for non-agricultural private workplaces in Istanbul that employ more than 10 workers (Table 1). This means that about one-fifth (17.16%) of men and women would have to change their sectors for the distribution to be equal.

Looking at the distribution of male and female employment by occupation[7] (Table 2) we see an even higher index. Indeed, almost one-fourth (22.56%) of men and women would have to change their occupations for the distribution by occupations to become equal. The occupation group in which women are most concentrated is 'occupations that require no qualification' (21.7%). It is followed by 'office workers' (20.31%) and 'professional occupations' (16.37%). Almost 60% of working women are in these three occupational groups. As for men, they are distributed in a more balanced pattern over eight occupational groups. The first three among these are 'artisanship and related works' (17.79%), 'establishment and engine operators' (16.65%) and 'occupations that require no qualification' (15.20%).

Table 2 – Gender Distribution of Employment by Occupation and the Occupational Gender Segregation Index

Occupational Groups *(ISCO-08)*	**Female (%)** ***(order)***	**Male (%)** ***(order)***	**Difference btw. Female and Male (%)**
Office workers	20.31 *(2)*	10.27	10.04
Services and sales	13.77 *(4)*	14.56 *(4)*	0.80
Occupations not requiring any qualification	21.71 *(1)*	15.20 *(3)*	6.51
Skilled agricultural, forestry and fisheries	0.02	0.20	0.18
Professional occupations	16.37 *(3)*	10.36 *(5)*	6.01
Artisanship and related works	6.75	17.79 *(1)*	11.05
Technicians, mechanists and assistants	7.85	10.47	2.62
Establishment and engine operators	8.86 *(5)*	16.65 *(2)*	7.79
Management	4.37	4.49	0.12
TOTAL	100	100	45.12
Occupation-Based Gender Discrimination Index			**22.56**

Source: LMDS Istanbul, 2014, p. 50, derived from data in Table 20.

The occupational gender discrimination index is 22.56 for non-agricultural private workplaces in Istanbul that employ more than 10 workers (Table 2). This means that close to one quarter (22.56%) of men and women would have to change their occupations for the gender distribution to be equal.

Examining gender ratios in the 17 industry classification categories (as specified in Table 1), we find that with the exception of 'human health and social services' and 'education', males account for over half of total employment in all other sectors. The other three sectors where women's employment share is close to half are 'finance and insurance', 'professional, scientific and technical activities' and 'other service activities'. The share of these sectors where women's employment draws closer to that of males in total employment is quite small (only 15%) (LMDS 2014, p. 46, Table 19). Given the findings of the LMDS 2014 survey for Turkey, the shares of women in all sectors without exception are higher than country averages. For example, while women have their participation by nearly 50% to 'professional, scientific and technical activities' in Istanbul, this is about one-third for Turkey. In the 'transportation and storage', over a quarter of employees are women in Istanbul whereas it is only by 15.8% in Turkey.

Examining gender ratios in eight occupational groups under the single-digit ISCO-08 categorization (as in Table 2) we find that men account for more than half of total employment in all occupations. Three occupational groups the employees of which are more than one-third women are office services (47.8%), professional occupations (42.2%) and occupations not requiring any qualification (39.8%). With the

[7] Categorization of occupational groups is by eight categories in total on the basis of 1 digit ISCO-08.

exception of the occupational group 'skilled agricultural, forestry and water products workers', the shares of women in all other occupations are higher in Istanbul than in the country in general, according to the findings of the LMDS Turkey-2014. To give an example, while almost one-third of 'management' positions are held by women in Istanbul, it is about one-fourth in Turkey. In 'occupations not requiring any qualification' women have a share of 39.8% in Istanbul and 31.1% in Turkey.

Beyond these consolidated sector and occupation categories, the LMDS survey provides more valuable data concerning the distribution of employment by detailed job groups identified at the occupation-sector intersection. For example detailed job definitions such as 'waiter' or 'steward' may be found at the intersection of the category 'jobs not requiring any qualification' and the sector 'boarding and food services' where the respective employment proportions of women and men may be identified. The LMDS has identified 2,961 occupations in Istanbul. According to raw data, in 1,282 of these occupations (43%) only men are employed. Examples include those preconceived "male jobs" such as truck drivers, crane operators or manual workers (i.e. in construction) as well as some others which do not have any specific male attribution: electricity-gas-water counter operators, fuel station workers, building insulators, plasterers, ironsmiths, etc. Men employed in exclusively male occupations constitute 15% of total male employment. On the other hand, there are 188 occupations covered by the survey in which only women are employed. Examples include nursing in emergency services, child development specialists, midwives, master instructors (in infant classes), aestheticians, embroiders etc. Women employed in exclusively female occupations account for 1% of total female employment.

Table 3 shows the distribution of employment by sex on the basis of detailed job definitions and 15 occupations in Istanbul with relatively high employment shares. Although it appears that the rates of employment are low, varying from 1% to 4%, it should be considered that there are 2,961 job definitions and, for a fully equal distribution, each occupation should have a share of 0.03 in total employment. In this respect, for example, the fact that 'banking services' has a share of 3.1% in total male employment and 6.4% in total female employment means that this occupation weights heavily in total employment. As a result of women's concentration in fewer occupations, women's representation in the leading 15 occupations with the largest shares of women (as given in Table 8) is higher than men. These leading 15 occupations account for 39% of total female employment and 28% of total male employment. 'Manual worker (construction)', 'driver/carrier', 'security guard' are among the leading 15 occupations for men and they are also among the top 15 occupations in total employment. These are occupations which employ almost no women. The occupation 'warehouse porter' in which there are no female employees is also among the leading 15 occupations in male employment but not in total employment. On the other hand, "secretarial work', 'sales' (retail), 'customer services representative' and 'garments' occupations which are among the top 15 occupations for women do not make it to the list of top 15 occupations in total employment and male employment.

Table 3 – First 15 Jobs in Employment in Istanbul-by Gender

Total	Percentage	Male	Percentage	Female	Percentage
Banking professional	4.1%	Banking Professional	3.1%	Banking Professional	6.4%
Cleaning staff	3.3%	Operator (Sewing Machine)	3%	Cleaning staff	6.2%
Operator (Sewing Machine)	3.1%	Waiter/Waitress	2.7%	Steward	4.6%
Waiter/Waitress	2.4%	Manual Worker (Construction)	2.6%	Accountant	3.6%
Sales Consultant	2.1%	Driver/ Carrier	2.3%	Operator (Sewing Machine)	3.4%
Steward	2.1%	Manual Worker (General)	2.1%	Sales Consultant	2.5%
Manual Worker (General)	2.1%	Sales Consultant	2%	Secretary	2.3%
Accountant	2.0%	Cleaning Staff	1.9%	Manual Worker (General)	1.9%
Manual Worker (Construction)	1.8%	Security	1.8%	Office Staff (General)	1.7%

Driver/ Carrier	1.6%	Accountant	1.3%	Waiter	1.6%
Security	1.3%	Marketing Staff	1.2%	Sales Staff (Retail)	1.5%
Marketing Staff	1.2%	Warehouse Porter	1.1%	Customer representative	1.4%
Office Staff (General)	1.2%	Steward	1%	Garment worker	1.2%
Sales Staff (Retail)	0.9%	Office Staff (General)	9.9%	Marketing staff	1.2%
Cook	0.9%	Ironer	0.9%	Tea maker	1.1%

(Source: LMDS, 2014, p.52, Table 21)

According to detailed job definitions comprising 2,961 occupations the occupational segregation index is 49.6%. It means half of men and women would have to change places for an equal distribution of jobs between men and women to become the case. Earlier, the gender discrimination index consolidated by sector and occupation groups was found to be 17.2 (sector based segregation) and as 22.6 (occupation-based segregation). It appears that gender distribution by consolidated categories substantially conceals gender segregation and that segregation on the basis of detailed job definitions is actually much higher.

Vacant Jobs and Employer Gender Preferences

Vacant jobs are defined as positions, which are recently created, presently not occupied or soon to be vacant for which employers are actively seeking new employees. The survey shows that there were 72,826 vacant jobs in 66,502 workplaces in Istanbul (1.1 vacancy per establishment) and 198,582 vacant jobs in 200,910 workplaces in Turkey (0.99 vacancies per establishment) (LMDS 2014, p.53). On the basis of the Eurostat definition given for vacancy rate (number of vacant jobs/[employment + number of vacant jobs]) the vacancy rate in Istanbul is 2.7% (LMDS 2014, p. 91). This rate is equal to the vacancy rate in Germany (also 2.7%) which had the highest rate in EU-28 and higher than the EU-28 average which is 1.6% (Eurostat News Release 2014).[8]

Over a quarter of vacant jobs (25.2%) are in the group 'facility and machine operators and assemblers.' Male employees account for more than 80% of job holders in this category and employers prefer men for 39% of vacant jobs in this group and women for only 7%.[9] Other two occupation groups in which vacant jobs are concentrated are 'occupations not requiring any qualification' (19.8% of vacant jobs) and 'services and sales' (17.9% of vacant jobs). These are followed by artisanship and related works (13.1% of vacant jobs). The first four occupation groups together account for 76% of total vacant jobs (LMDS Istanbul 2014, p.58). The first two ('occupations not requiring any qualification' and 'services and sales') are the occupation groups in which women are relatively more concentrated; from one-third to about half of employment consists of female workers.[10] Thus, when considering vacant jobs from the female employment perspective, these two occupational groups may be prioritised. However, looking at employers' gender preferences, we find that even in these occupations with relatively high female concentration, male preference is still dominant (at least one-third for vacant jobs) while female preference remains under one-fifth (Figure 1). The occupation group 'artisans and others in related works' are dominated by men with 85%.[11] Indeed, as will be explained below, employers' preferences in filling in vacancies are for men. Employers prefer men for 80% of the vacant jobs in this group.

In general, employer gender preference in filling the vacant jobs favour men (39.5% of the vacant jobs) rather than women (12.1%); however, employers say gender does not make any difference with regard to almost half (48.4%) of vacant jobs. In Istanbul, out of 13,345 workplaces with vacant jobs 1,937 prefer only women and 5,855 prefer only men while 5,553 workplaces are indifferent.

According to the distribution of vacant jobs on the basis of more detailed job definitions, the first 20 vacant jobs constitute close to half of all vacant jobs (45%) and women and men presently employed in these jobs account for about one-fifth of total employment (Table 4). Women account for more than half (55%) of total employment in the first 20 occupations in which there are vacancies. In eight out of the top 20 occupations the rate of female employment is above half of total employment (shown with an "*"in Table 4) and in four it is one-third or higher (shown with "**" in Table 4). Three among the leading

[8] Given the number of unemployed people in Istanbul, vacant jobs are quite limited. If all vacancies were to be filled in by unemployed persons, only 12% of the unemployed would be placed in jobs (79,826/589,000) and the rate of unemployment would drop from 11.2% to 9.8%, which is still high.

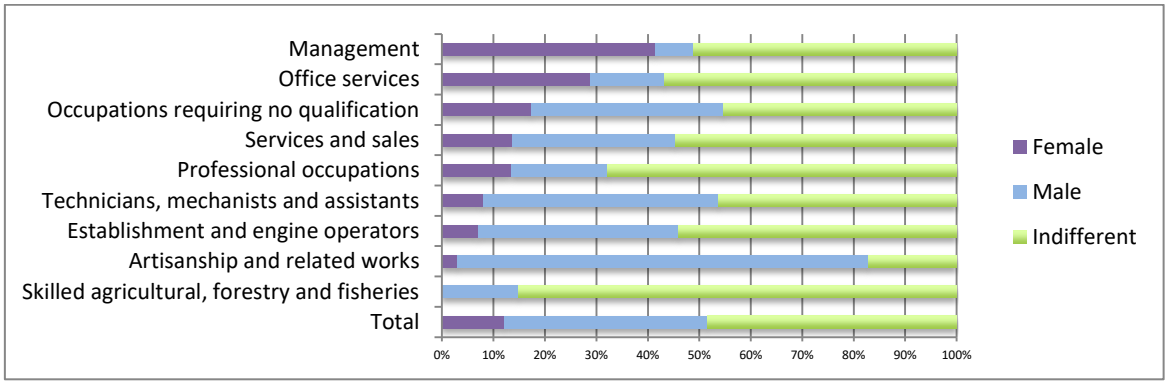
[9] 'Facility and machine operators and assemblers' account for 16.7% of male and 8.9% of female employment.

[10] 21.7% and 13.8% of women and 15.2% and 14.6% of men are employed in these occupations, respectively.

[11] 17.8% of men and 6.8% of women are in the category 'artisans and related works'.

occupations (warehouse porter, driver/carrier and security) are dominated almost exclusively by men. So, although women account for over half (55.29%) of positions in occupation groups where vacancies are the highest, male preference outweighs female preference by 31% to 13% in the first 20 occupation groups. Jobs in which female preference is higher include sales consultancy (33% against 4%), call centre staff (32% against 0), packing (68% against 6%), handling (49% against 0) and overlock machine operator (21% against 3%).

Figure 1 – Gender Preference in Vacant Jobs by Occupations (%), Istanbul, 2014



Source: LMDS Istanbul 2014

Table 4 –Gender Distribution of Vacant Jobs: First 20 Jobs with Highest Vacancies

	Distribution of Vacant Jobs by Occupation	Distribution of Male Employment by Occupation	Distribution of Female Employment by Occupation	Percentage of Female Employees	Employers' Female Preference	Employers' Male Preference
Operator (Sewing Machine)**	5.83	2.96	3.35	34.35	6.54	3.60
Manual Worker (General)**	4.39	2.13	1.92	29.44	14.84	40.15
Sales Consultancy**	3.76	1.97	2.47	36.77	32.80	3.53
Warehouse Porter	3.47	1.13	0.02	0.93	5.77	93.13
Driver / Carrier	3.09	2.33	0.01	0.10	3.29	95.74
Waiter	2.76	2.33	1.58	21.19	0.00	32.13
Cleaning Staff*	2.76	1.92	6.17	59.74	13.06	11.18
Call Center Staff*	2.18	0.27	1.03	63.75	31.91	0.00
Plastic Injection Production Staff	1.82	0.39	0.16	16.12	3.60	38.45
Security	1.74	1.76	0.19	4.84	0.00	58.18
Packing Worker (Manual)*	1.67	0.29	0.78	55.65	67.55	6.41
Ironer	1.62	0.89	0.53	21.75	10.10	15.08
Steward	1.52	0.96	4.58	68.82	10.68	15.32
Handling (Textile)*	1.35	0.42	0.85	48.50	1.41	15.35
Bellboy	1.29	0.46	0.10	9.20	0.00	49.71
Packer (Manual)*	1.27	0.32	1.08	60.73	48.57	0.00
Customer Representative*	1.24	0.51	1.44	56.68	4.97	1.19
Overlook Machine Operator*	1.13	0.07	0.34	70.57	21.13	3.36
Assistant Cook**	1.02	0.48	0.55	34.57	0.00	23.29
Credit Card Marketing Staff	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
TOTAL	**44.92**	**21.56**	**21.96**	**55.29**	**13.54**	**31.00**

Source: Derived from LMDS Istanbul 2014.

Employer preferences in filling in vacancies with regard to education are mostly 'education does not matter' (34.l7%) or 'high school or lower education is sufficient' (27%). So it can be said that two-thirds of vacant jobs do not require a high level of education. This is particularly true for men (69.6%). Examples include warehouse porter, manual works and bellboys that are included in the first 20 in vacant jobs with male preference. A low level of education is considered sufficient for 55.2% of jobs for which women are preferred. For 58.9% of vacant jobs in which no gender preference is made, a low level of education is not regarded as a problem. It is stated that high school level education is required for 40.5% of jobs in which female preference is stressed. Such jobs as "sales consultant" and "call centre operator" in which female preference is more pronounced are among those that require high school education. In jobs where there is particular preference for men, 24.5% require a high school education. As to vacant jobs in which there is no gender preference, high school education is required in 27.2% of these jobs.

Besides education, there are some other skills and competencies required including "business ethics" (76.2%), "physical competence" (69.8%) and an "affinity for teamwork" (61.5%) which are stated as necessary qualifications for filling in vacant jobs in Istanbul as well as in Turkey in general. For over half of vacant jobs in Istanbul, employers also frequently mentioned some other skills and competencies: "occupational competency" (53.4%), "communication skills" (51.5%) and "willingness for overtime work" (51.1%). The ranking of skills and competencies required by employers are largely the same for men and women. However, skills associated with qualifications in vacant jobs with female preference are relatively more sophisticated relative to vacant jobs where the preference is for men. For example, communication skills is stated for 61% of vacant jobs with female preference, problem solving and decision making for 41.9% and skills in sales and marketing for 28.63%.

For more than half of vacant jobs in Istanbul (for 41.9% of vacant jobs in Turkey) willingness for overtime work is stated as a condition for eligibility. It can be said that this requirement constitutes a problem area and basis of discrimination against married women with children. 'Being able to travel' is stated as a requirement for 15% of vacant jobs with male preference and 10% of vacant jobs with female preference.

V. CONCLUSION

There is a very strong gender-based occupational and industrial segregation in the Istanbul labour market. On the basis of aggregated industrial and occupational categorization at a one-digit level, we identified the gender segregation index to range between 18 to 26%. Yet the LMDS data, which includes detailed job definitions, enables us to identify detailed job categories at the intersection of industries and occupations. Out of 2,961 occupations identified by the Istanbul survey, almost half (1,282) are predominated exclusively by men. The index for gender-based jobs segregation as calculated on the basis of such detailed job definitions is 49.6, double the aforementioned index based on a one-digit simple classification. In other words, 49.6% of men and women would have to trade places across job categories for the distribution of men and women across occupations to be exactly the same.

An important source of unequal gender distribution in occupations is on the demand side. Our unique field survey data enabled us to identify to what extent this segregation stems from on the demand side by questioning employers' gender preferences for vacant jobs on the basis of a countrywide representative sample under the LMDS survey. The fact that employers prefer men for one-third of all vacant jobs while they prefer women for a tenth indicates that the demand side cause is indisputable in occupational segregation. Nevertheless, given that no gender preference is stated for almost half of all vacant jobs, one can say there is potential for encouraging women's employment. Beyond gender segregation on the demand side, factors underlying gender segregation in jobs also include women's preference for jobs allowing for a reasonable balance between work and life and that long working hours in many jobs and the lack of childcare and other services dissuade women.

REFERENCES

Demirdirek, H. ve Ü. Şener. 2014. 81 İl İçin Toplumsal Cinsiyet Eşitliği Karnesi, TEPAV, Ankara.

Eurostat Newsrelease, Euroindicators, 18.12.2014, http://ec.europa.eu/eurostat/documents/2995521/6393270/3-18122014-AP-EN.pdf/3d9b9d3e-a53d-4414-863c-b9608087d436

İlkkaracan İ. 2012. "Why so Few Women in the Labor Market in Turkey?" Feminist Economics Vol: 18:1, 1-37

İlkkaracan, İ. 2010. İşgücü Piyasasında Toplumsal Cinsiyet Eşitliğine doğru: İş ve Aile Yaşamını Uzlaştırma Politikaları. Kadının İnsan Hakları Yeni Çözümler Derneği ve İTÜ BMT-KAUM, İstanbul.

İŞKUR. 2014. İşgücü Piyasası Talep Araştırması İstanbul 2014, İŞKUR, Ankara.

İŞKUR. 2014. İşgücü Piyasası Talep Araştırması Türkiye 2014, İŞKUR, Ankara.

TÜRKİYE'DE AEEE YÖNETMELİK UYGULAMALARINA İLİŞKİN DURUM ANALİZİ

Şükrü İmre
İstanbul Teknik Üniversitesi

Tuğçe Beldek
İstanbul Teknik Üniversitesi

Nihan Yıldırım
İstanbul Teknik Üniversitesi

Bersam Bolat
İstanbul Teknik Üniversitesi

ÖZET

Bu çalışma Türkiye'de AEEE yönetmeliğinin (Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyalar) uygulanmasına ilişkin durum değerlendirmesini içermektedir. AB'de, özellikle sürdürülebilirliğe yönelik yayınlanan, yenilikçi ve özgün nitelikteki yönetmelikler için düzenli olarak uygulanan paydaş katılımlı, sistematik ve standardize edilmiş yönetmelik değerlendirmesi çalışmaları henüz ülkemizde yaygınlık kazanmamıştır. Bu bağlamda, bu çalışma AEEE yönetmeliğine ve uygulanmasına yönelik belirsizlik ve engellerin belirlenmesi ve bundan sonraki yönetmelik değerlendirmelerine de ışık tutması amacıyla iki aşamalı Delfi Araştırması ve AEEE sistemine ilişkin paydaşların yer aldığı panel çalışmasına ait yöntem ve bulguları içermekte, bu doğrultuda benzeri çalışmalar için bir çerçeve de sunmaktadır. Paydaşların ileriye yönelik hedefleri gerçekleştirmek amacıyla organizasyonların iç ve dış koşulları dikkate alınarak, yönetmeliğin uygulanmasına yönelik yeterlilikleri, deneyimlerine dayalı görüşleri ve tespitleri bu kapsamda değerlendirilmiş, yönetmelikteki belirsizlikler ve engeller literatürdeki çalışmalarla genel hatlarıyla karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: AEEE, E-atık, tersine lojistik, atık toplama, yönetmelik değerlendirmesi

ABSTRACT

This study aims to provides a guideline and a case study for the assessment and evaluation of Waste Electric and Electronic Equipment Directive that was issued in Turkey. In Turkey, there are rare even none practices for assessment and evaluation of issued innovative and unique directives which aims to serve sustainability. On the other hand, in developed economies, like European, this kind of directive assessments and evaluations are widely implemented in European Union, in a standardized and systematic way with the participation of all shareholders. In this context, this study includes the methodology and findings of a Delphi Research and Shareholders Panel that were performed by the primary aim of identifying the uncertainties and obstacles of the current WEEE Directive of Turkey, and it is expected to provide a roadmap and guideline fort he directive evaluation practices for similar directives. Comments and Capabilities of shareholders for implementing WEEE directive are explored by Delphi research and shareholders panel, and in the light of the information provided, uncertainties and obstacles on WEEE Directive are analyzed comparatively with the previous literature.

Keywords: WEEE, E-waste, reverse logistics, collection, directive assessment

1. GİRİŞ

Günümüzde teknolojinin gelişmesiyle birlikte, elektrikli ve elektronik eşyalara (EEE) olan talep artmaktadır. Buna karşın özellikle EEE ürünlerinin yaşam eğrileri geçmiş zamanlara göre daha kısa hale gelmektedir. Bazı ürünler bu süreçte ömrünü tamamlamış halde atık elektrik ve elektronik eşyalar (AEEE) olarak hurdaya çıkarken bazı ürünler ise ömrünü tam olarak tamamlamadan AEEE olarak sistemde yerini almaktadır. Bu sistemde yayınlanan ulusal yönetmeliklerle ilgili bilgi, görev ve yetkiler tanımlanmaya çalışılmıştır. Ancak gerek yönetmeliğin anlaşılarak uygulanması, gerekse güncel ihtiyaçların tespit edilmesi açısından yönetmeliğin incelenmesi ve Türkiye'deki AEEE sisteminin uygulanmasına yönelik bir durum analizi ihtiyacı ortaya çıkmıştır.

Dünyada 'da gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde de mevcut AEEE toplama ve geri kazanım sistemlerini iyileştirmeye ve yeniden tasarlamaya yönelik pek çok çalışma mevcuttur.

AEEE yönetiminde durum analizi gerçekleştirmek, özellikle çevresel yönetmeliklerin yürürlüğe (Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyaların Kontrolü Yönetmeliği [AEEEKY], 2012). girmesiyle yeni bir evreden geçen ülkeler açısından her zaman popülerliğini koruyan bir konu olmuştur. Sadece yönetmeliklerin yürürlüğe girmesi beklenen dönemler ve yürürlüğe girmesini izleyen kısa dönemler için değil, uyumluluk süreci ve sonrasında daha detaylı çalışmalar yapmak isteyen araştırmacılar için de kullanılan bir yöntem olmuştur.

Hicks ve diğ. (2005), Çin'deki mevcut e-atık yönetimini inceleyerek çevreye, insan sağlığına ve ekonomiye olan etkisini ortaya çıkarmış ve yönetmeliklerin bu süreci nasıl değiştireceğini ele almışlardır. Sürecin işlerlik kazanmasında en önemli rollerden birinin, tüketicilerin e-atık geri dönüşümünü sağlamaya yönelik davranış biçimleri olduğu ve geri dönüşlerdeki belirsizliğin süreci karmaşıklaştırdığı vurgulanmıştır. Hischier ve diğ. (2005), İsviçre'de e-atıkların geri dönüşümünün, e-atıkların kolay bir şekilde bertaraf edilmesine göre çevresel anlamda daha avantajlı olup olmadığını ölçmüştür. İsviçre'deki firmalar, ürün gruplarına göre SWICO ve S.EN.S e-atık geri dönüşüm sistemleri tarafından denetlenmektedir. Sistemlerin sınırlarını ortaya koyarak, malzeme akış analizini ve yaşam döngüsü değerlemesini gerçekleştirmişlerdir. He ve diğ. (2006), Çin'deki e-atık süreçlerini, geri kazanım stratejileri ve mevcut sorunları ele almışlardır. Sonuç olarak Çin'de çevresel yönetmeliğin tamamıyla işlerlik kazanması, kaliteli e-atık yönetimi için engellerin ortadan kaldırılması, toplum bilincini arttırıcı çalışmalar yapılması ve alternatif ilkeler geliştirilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Turner ve Callaghan (2007), İngiltere'deki e-atık geri dönüşüm sisteminde hâlâ belirsiz noktalar olduğu gerçeğinden hareketle tüm sistemin aktörlerini, toplama hedeflerini, stratejileri değerlendirmişlerdir. Yang ve diğ. (2008), daha önce e-atık geri dönüşümü üzerine fazla faaliyette bulunulmamış olan Çin'in son üç yılda pilot uygulamalara geçilen AEEE yönetimini ele almıştır.

Gamberini ve diğ. (2009), İtalya'da AEEE geri dönüşüm sisteminin detaylı olarak ilk kez tasarlamışlardır. Tian ve diğ.(2012), Çin'de resmi olarak 2009 yılında yürürlüğe giren fakat 2011 yılında faal olarak işlerlik kazanan AEEE kontrolü yönetmeliğinin kaynaklara, çevreye, ekonomiye ve sosyal yaşama etkileri değerlendiren CHEARI enstitüsünün bulgularına yer vermişlerdir. Sansotera ve diğ. (2013), yönetmeliğin işlerlik kazandığı 2008 yılından 2010 yılına kadar İtalya'daki soğutma ekipmanlarının geri kazanımı sürecinin verilerini analiz etmişlerdir.

Li ve diğ. (2013), gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerdeki AEEE yönetimini karşılaştırmalı olarak ele alarak e-atıkların ülkelerarası dağıtımını incelemiştir. İllegal yollarla e-atık iletiminin var olduğu durumları ortaya çıkarmış, yerel ve küresel AEEE yönetiminden kaynaklanacak sonuçları ele almış ve ne gibi teşviklerle daha küresel bir AEEE yönetimi sağlanabileceğini analiz etmiştir. Toretta ve diğ. (2013), İtalya ve Romanya'daki e-atık yönetmeliklerini karşılaştırmalı olarak incelemişlerdir. Her iki ülke içinde iletişimin bu süreçte çok önemli rol oynadığı, üretici sorumluluklarının yerine getirilmesi için daha fazla çalışılması gerektiği ve her iki ülkede de farklı yerel bölgeler arasında çok farklı durumlar olduğu ortaya çıkmıştır.

Stevels (2012), bu tür yönetmeliklerin incelenmesi ve yapılandırılmasında özellikle "Üretici Sorumluluklarının göz önünde bulundurulması gerektiğinin altını çizmiş; yönetmeliklerin daha çok atık toplamayı özendirmesi ve cesaretlendirmesi, kayıt dışı toplayıcılar ve sahipsiz ürünlerle başa çıkabilmesi, maliyetlerin düşürülebilmesi için toplanan atık miktarının ölçek ekonomisi yaratılmasını sağlaması, özellikle üreticiler ve diğer paydaşlar için teşvik ve özendirme mekanizmaları getirmesi gerektiğini ortaya koymuştur. Stevels (2012), UNU'nun (2007) raporundan alıntıladığı bölümlerde, AB AEEE Yönetmeliğinin incelenmesi sonucunda elde edilen sonuçları şu başlıklarda toplamıştır.

- Ev ve sınai (Business) veya yeni ve tarihi olarak AEEE ayrımı yapılmaması
- AEEE'lerin sınıflandırılmasının (Beyaz eşya, aydınlatma, mobil cihaz-bilgisayar, buzdolabı vs) uygulama ve kullanım alanlarına göre değil, toplama ve geri dönüşüm süreçlerine göre yapılması

Ayrıca bunlara ek olarak aşağıdaki başlık ve sorunlara dikkat edilmesi gerektiği ortaya konmuştur (Stevels, 2012):

- Yönetmeliklerin kapsamının netleştirilmesi, hangi ürünlerin kapsanıp kapsanmayacağının belirlenmesi
- Toplama süreçlerinde özellikle Belediyeler gibi ara toplayıcıların AEEE satışı yapmalarına izin verilmesi.
- Kayıtdışı ve informal/formal AEEE satış ve ihracına yönelik maddelerin eksikliği

Bu ve benzeri çalışmaların sonuç kısımlarında, incelenen yönetmelik ve buna yönelik uygulamaların değerlendirilmesi sonucunda, bir yönetmeliğin değişip değişmemesi, değişmesi gerekiyorsa hangi maddelerde ve genel olarak hangi başlıklarda değişiklik yapılması gerektiği, acil ve önemli olan değişiklikler ile zaman içinde yönetmeliğe eklenebilecek geliştirme önerileri sunulmuştur.

Bu çalışmada da, literatürdeki benzer çalışmalardan yola çıkılarak; Mayıs 2012 de Türkiye'de yürürlüğe giren AEEE kontrol yönetmeliğinin düzenledi elektronik atık toplam ve geri dönüşüm sisteminin, paydaşlar açısından yarattığı belirsizlikler ve engeller ortaya çıkarılmaya amaçlanmıştır. Çalışma aynı zamanda TUBİTAK 1005 "Ulusal Yeni Fikirler ve Ürünler Destek Araştırma Programı'nın bir parçasıdır Bu hedefe yönelik olarak çalışmanın ikinci bölümünde araştırma metodolojisi anlatılmış ve sonuç bölümünde ise ortaya çıkan durumun ileride proje kapsamında tasarlanması planlanan; Marmara Bölgesi'ndeki süreçleri temel alan, genelleştirilebilir ve ülkemize özgü elektronik atıkların toplanılmasına ve geri kazanım süreçlerini içeren "Ulusal Sistem Dokümanı" doğrultusunda değerlendirmesi yapılmıştır.

2. ÇALIŞMA METODOLOJİSİ VE BULGULAR

Türkiye'deki mevcut AEEE sisteminin ortaya çıkarılması için kullanılan metodolojik adımlar sırasıyla aşağıdaki gibidir:

a) Mevcut AEEE Atık yönetmeliğinin derinlemesine incelenmesi
b) Marmara Bölgesi AEEE sisteminde yer alan aktörlerle iki aşamalı, Delfi araştırmasının uygulanması
c) AEEE sisteminde yer alan paydaşların temsilcilerinin katıldığı panelin düzenlenmesi ve sonuçların Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ile paylaşılması

22 Mayıs 2012 tarihinde yürürlülüğe giren AEEE Yönetmeliğinin içerik incelemesi sonucunda tespit edilen yönetmelikle ilgili belirsizlikler aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

- Evsel ve evsel olmayan AEEE tanımları net bir şekilde ifade edilmemiştir (Madde 4).
- Raporlama, kayıt ve denetleme gibi sistemin önemli parçaları yıllık beyan usulünde yapılmakta olup Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından toplanmakta ve değerlendirilmektedir. Ancak bu kapsamda hazırlanan yönetmelikte denetimin nasıl yapılacağına, içeriğine ve aktörlere hangi yaptırımları getireceğine dair ibarelere rastlanmamıştır (Madde 6).
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın yetki verdiği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlükleri; AEEE'leri taşıma ve işleme lisansı verebilmektedir ancak denetim işi bakanlıktadır. Bakanlık gerekli gördüğü zamanlarda görevlerini Çevre ve Şehircilik İl Müdürlükleri'ne devredebilmekte ama hangi durumlarda veya kısıtlar altında bunun gerçekleştirilebileceğine dair herhangi bir açıklama bulunmamaktadır (Madde 6).
- Belediyelerin evlerden topladıkları AEEE'leri biriktirmek üzere kurmakla yükümlü olduğu "Getirme/Toplama Merkezleri"nin zaman geçmesine rağmen hala gerçekleştiremediği görülmektedir (Madde 8).
- Belediyelerin AEEE'lerin toplanması için hazırlayıp bakanlığa sunduğu yönetim planının, üreticilerin /YK'ların hazırladıkları yönetim planlarına uygunluğunun sağlanmasına yönelik hiç bir yönlendirme bulunmamaktadır (Madde 8, Madde 9).
- Sistem içerisinde oluşacak nakliye maliyetlerinin aktörler tarafından nasıl paylaşılacağının belirsiz olması (Madde 9-ğ).
- Aktörlerin sorumlulukları net bir şekilde tanımlanmamıştır (Madde 7,8,9,10,11,12).
- 22 Nisan 2012tarihinde yayımlanan AEEE kontrol yönetmeliği Madde 22'de belirtilen "Koordinasyon Merkezi" kavramının daha sonra yayınlanan taslakla yürürlülükten kaldırılması sistemin işleyişinde aksaklıklara ve belirsizliklere neden olmuştur (Madde 22).
- Yönetmelikte Yetkilendirilmiş Kuruluş'un görev ve yetkileri tanımlanmamıştır. Üreticiler tarafından YK'lara aktarılan teminatların idari ve teknik yönetim maliyetlerini nasıl karşılayacağı ve bu maliyet kalemlerinin tanımları yönetmelikte bulunmamaktadır (Madde 17, Madde 18). Sadece Nisan 2014'te yayımlanan Atık Getirme Tebliği'nde YK'ların sorumlukları bilinçlendirme malzemelerinin maliyetleri ve konteyner imkânı sağlanma hususunda açıkça belirtilmektedir.

- Evsel AEEE için toplama/geri dönüşüm/geri kazanım hedefleri verilirken, Evsel olmayan AEEE'ler için böyle bir hedef söz konusu değildir (Madde 15, Madde 16).
- Yönetmelik; tüketicileri ellerindeki AEEE'leri getirme merkezlerine veya dağıtıcılara götürmekle yükümlü kılmakla beraber, tüketicilerin AEEE sistemine nasıl dâhil olabileceğine dair herhangi bir yönlendirme yoktur. Örneğin "Elektronik Atık Toplama Vergi" sinin tüketicilerden alınması ya da perakende tarafında üreticilerin satış faturalarına "Atık Toplama Bedel'lerini yansıtmaları ve tüketicilerden bu bedeli almaları vb. uygulamalar.

Bu belirsizliklerden yola çıkılarak iki aşamalı bir Delfi anketi gerçekleştirilmiştir. Delphi tekniği öncelikle bir "uzlaşma" metodudur, geniş katılımlı konsültasyon için sıklıkla kullanılmaktadır. (Loveridge, 1999 ; Tümer, 2002İkinci turdan başlamak üzere katılımcılara ve ilgililere daha önceki turların sonuçları hakkında bir geri bildirim (feedback) sağlanır, uzmanlar her turdan önce, bir önceki turda elde edilen sonuçları nedenleri ile alırlar, aynı konuları, diğer uzmanların görüşlerini inceleyip bunlardan etkilenerek bir kez daha değerlendirirler (Cuhls, 2003; Keenan, 2000). Nicel (kantitatif) bir araştırma metodu olan Delfi yaklaşımı, uzman görüşlerinin arandığı, kanıtların az olduğu veya önemli olmadığı durumlarda kullanılabilecek en uygun yöntemdir (Okoli ve Pawlovski, 2004). Delfi Araştırması metodu, durum saptama ve tahminleme amacıyla kullanılabildiği gibi (Brancheau ve diğ., 1996), belli bir konuya yönelik taslak geliştirme amacıyla da (Schmidt ve diğ., 2001; Mulligan, 2002) kullanılmaktadır.

Çalışmanın birinci aşamasında anket formu belediyeler, üreticiler ve geri dönüşüm firmalarına gönderilmiş ve sorular açık uçlu olarak sorulmuştur. I. Delfi anketinden gelen katılımcı görüşlerine "içerik analizi" uygulanmış; veriler bu yöntemle kodlanmış, kategorilere ayrılmış ve çözümlenmiştir. Üreticiler ve Yetkilendirilmiş kuruluşun verdiği cevaplar "Üreticiler" başlığı altında toplanmıştır. I. Delfi anketinden gelen ve mevcut yönetmeliğin uygulanmasıyla II. Delfi anketine temel teşkil edecek belirsizlikler ve engeller listesi bu çözümlemeler sonrası oluşturulmuştur (Tablo 1). Anketler; üretici/YK, geri dönüşüm firması (GDF) ve belediyeler olmak üzere her bir aktör için ayrı hazırlanmış ve ilgili aktörlere gönderilmiştir. Belirsizlik ve engellerin değerlendirilmesinde önem derecelerini ölçmek için 1-7 Likert tutum ölçeği kullanılmış ve sonuçlar yorumlanırken 7'li ölçek, raporlama kolaylığı sağlaması için dörtlü ölçeğe ("Önemli değil", "Az önemli", "Önemli", "Çok önemli") dönüştürülmüştür. I. aşamadan çıkan ve Tablo 1'de belirtilen tüm belirsizlik ve engeller aktörler tarafından II. aşama sonucunda "Önemli" ve "Çok önemli" kategorisinde bulunmuştur.

Tablo 1. I. Delfi Araştırması'ndan Çıkan AEEE Yönetmeliğine İlişkin Belirsizlikler ve Engeller

- BELİRSİZLİKLER		
Üretici	**Belediye**	**Yetkilendirilmiş Kuruluş**
Ü-DB1: Yetkilendirilmiş kuruluşların (YK) kurulmamasıdır.	B-DB1: Evlerden araçla toplama konusu	YK-DB1: Belediyelerin sistemdeki konumu
Ü-DB2: Toplama hedefleri konusunda belirsizlikler vardır	B-DB2: Ülkemizde ayrı toplama bilincinin tam olarak yerleşmemesi ve toplama sisteminin net şekilde belirlenmemesi	YK-DB2: Raporlama süreçleri ve formatlar
	B-DB3: Yetkili servislere de AEEE'lerin verilmesinden dolayı da yetkili servislerin yükümlüklerin belirlenmesi	
	B-DB4: Tüketicilerin hurdacılar yerine dağıtıcı/yetkili servisler üzerinden AEEE'leri ulaştıracak çalışmaların teşvik edilmesi	
	B-DB5: Dağıtıcıların (TakeBack Sistemindeki) tüketicilerden toplanan AEEE'leri biriktirebilecekleri yeterli alan bulunmaması	
	B-DB6: AEEE Yönetmeliğinde AEEE'lerin toplanması, taşınması ve geri kazanımı hakkında yürütülecek çalışmalara ilişkin bilginin net ve açıklayıcı olmaması	
	B-DB7: Yönetmelikte geçen Koordinasyon Merkezinin kurulmaması, yeni taslakta bu merkezin iptal edilmesi ve paydaşların sorumluluklarını yerine getirmemesi	
Ü-DB3: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın kayıt sistemine kaydolan üretici sayısı az olduğundan tüm yükümlülüklerin adil paylaşımın net olmaması	B-DB8: Makina ve Kimya Endüstri Kurumuna almış olduğu lisans muhveviyatı günümüz itibariyle AEEE'leri ihtiva etmediğinden, Belediyeler AEEE'lerin yönetimi konusunda sıkıntılar	
- ENGELLER		
Üretici	**Belediye**	**Yetkilendirilmiş Kuruluş**
- Ü-DE1: Kayıt sistemine dahil olan üretici (ithalatçı dahil) sayısının çok az olması - Ü-DE2: Hedeflerdeki belirsizlik	- B-DE1: Vatandaştan talep geldiğinde evlerden tek tek toplama yapmak - B-DE2: 5216 sayılı Büyükşehir Belediyesi	- YK-DE1: Lisanlı işleme sayısının azlığı - YK-DE2: Tüketiciden toplama

- Ü-DE3: Geri dönüşüm için ülkemizdeki temel altyapının yetersiz olması - Ü-DE4: Belediyelerin getirme merkezleri kurmaması - Ü-DE5: Belediyelerin lisanslı depolarının olmaması - Ü-DE6: Geri dönüşüm ağında lojistik işlemlerini az yapan firma olmasından dolayı lojistik maliyetlerin yüksek olması	Kanunu ve 5393 sayılı Belediye Kanununda; özel atıkların yönetimi konusunda Belediyelerce yapılması gereken bir görev tanımlanmaması - B-DE3: Tüketicinin Atık Toplama Merkezine ürünü getirmemesi durumunda Belediye tarafından alınan ürünün lojistik maliyetini karşılanmasına yönelik Yönetmelikte bir hüküm bulunmaması	organizasyonun zorluğu - YK-DE3: Bilinç eksikliği - YK-DE4: Hurdacılar

AEEE tersine lojistik sistemini belirleyen bir yönetmelik değerlendirmesi çalışmasında öncelikle ele alınması gereken konu, elde edilen sonuçların ve bilginin sistem iyileştirmesi için etkin şekilde kullanılabilmesi ve yönetmeliğin hedefine ulaşabilmesi için uygulamanın, geri bildirim/enformasyon sağlayacak bir networke dayanması için bu sistemle ilgili paydaşların belirlenmesi olmaktadır (CWIT, 2013). Bu kapsamda, Türkiye'ye yönelik yönetmelik değerlendirme çalışmasında bilgi ve görüş toplamak üzere gerçekleştirilen Delfi anketi sonuçlarının tamamı tüm aktörlerce tartışılmak üzere Marmara Bölgesi'nde AEEE sisteminde yer alan paydaşlardan 24 temsilcinin katıldığı panel ortamına taşınmıştır. Gelen öneriler yazılı ve işitsel ortamda kayda alınmıştır. Çalışmamızda AB kapsamındaki daha önceki çalışmalardan farklı olarak, Çevreci STK'lar ve uygulamada yaptırım uygulamaktan sorumlu olan Emniyet Güçleri, Gümrük Kurumları, Standardizasyon Kuruluşları mevcut Yönetmelikte kendilerinden bahsedilmediği için ve AEEE konusundaki uygulamalar yeni olduğundan konuyla ilgili bilgileri yeterli düzeyde olmadığı için bu aşamada dahil edilememiştir.

Tablo 1 incelendiğinde, Stevels (2012) tarafından sözü edilen

- "Belediyelerin rolü" konusunda, YK-DB1, D-DE2, Ü-DE4, DE5 maddeleri,
- "Üreticilerin sorumluluğu" konusunda "Ü-DE2",
- Informal toplayıcılar yada Hurdacılar konusunda Ü-DB2, YK-DE4

Maddeleri AB AEEE Yönetmeliklerinde gözlemlenen belirsizlik ve engellerle benzerlikleri açısından dikkat çekmektedir.

Öte yandan; AB bağlamında yer almayan

- Lojistik altyapısı sorunlarına ilişkin Ü-DE6, Ü-DE3,
- Geri dönüşüm ve toplama konusundaki bilinç ve tüketici katılımına ilişkin YK-DE3,
- Geri dönüştürme altyapısı ve kurum ve firmaların eksikliği sorunlarına ilişkin Ü-DB1, YK-DE1,
- Kayıt sistemine ilişkin Ü-DB3, Ü-DE1

Gibi maddeler, gelişmekte olan ülkelerde rastlanan belirsizlik ve engeller (Ongondo vd., 2011; Sthiannopkao ve Wong, 2013) ile özdeş olarak karşımıza çıkmaktadır .

Panelde yapılan tartışmalar sonucunda ortaya yeni belirsizlikler de çıkmıştır**.** Bu belirsizlikler daha önce yapılan Delfi anketindeki belirsizliklerle birlikte panelde tartışılmış ve aktörler bazında çözüm önerileri getirilmiştir.

Tablo2. Panelde ortaya çıkan tüm aktörler tarafındaki belirsizlikler.

Panelde Ortaya Çıkan Belirsizlikler
PB-Ü1: Tüketici gibi Üreticinin bilinçlendirilmemesi
PB-Ü2: Üretim sonucu oluşan hurdalara ilişkin geri dönüşüm hedefi olmaması
PB-Ü3: Yeni ürün satış fiyatı içinde geri kazanım maliyetinin yansıtılması
PB-Ü4: Getirme merkezine ve/veya dağıtıcıya kadar olan taşıma maliyetlerinin karşılanması
PB-Ü5: Üreticiler ile YK arasında toplama hedefleri konusunda entegre çalışılmaması
PB-Ü6: Kayıt sistemine başvuru kimin tarafından yapılmasının belirsizliği (YK mı? Üretici mi?)
PB-T1: "Kamu Tüketicisinin" AEEE toplama sürecinin tanımlanmamış olması
PB-T2: Yönetmelikte Kamu Tüketicisi ve Evsel Olmayan Atık Tanımın Eksikliği
PB-T3: Tüketicilerin yönetmelik dışı olarak AEEE'leri hurdacılara vermesinin tespit edilememesi
PB-T4: Tarihsel olmayan İthal ürünlerin yönetmelikte detay eksikliği
PB-T5: Tüketicilerin AEEE'leri getirme merkezine ulaştırmaması
PB-B1: Evlerden araçla AEEE toplamayı hangi aktör yapacak ve maliyet kime ait olacak
PB-B2: Belediyelerin yetki alanı dışındaki (kırsal bölge) atıkların İl Özel İdaresi'nce toplanması gereği
PB-B3: Getirme merkezine ve/veya dağıtıcıya kadar olan taşıma maliyetlerinin karşılanması
PB-B4: Belediyeler tüketicilerin bilinçlendirilmesine yönelik ne gibi bilinçlendirme çalışmaları yapabilirler
PB-B5: Belediyeler ve Üreticiler arasındaki AEEE toplama hedefi uyumsuzluğu
PB-B6: Belediye veya işleme tesislerin yeteri kadar taşıma lisansına sahip araçlarının olmaması
PB-B7: Belediyelerin AEEE toplamaması durumunda yaptırımın olmaması
PB-CSB1: Koordinasyon Merkezine tanımlanan sorumlulukların Madde 22 kaldırılması ile ortada kalması

PB-CSB2: Madde 6(2)'de bahsedilen yetki devri hangi durumlarda gerçekleşeceğinin bilinmemesi ve yetkilerin kapsam ve sınırlarının net olmaması
PB-CSB3: Denetimdeki eksikler (Denetimle ilgili yönetmelikte madde yok)
PB-CSB4: Geri kazanım yöntemlerinin uygunluğunun denetlenmesi için performans değerlendirme ölçütleri
PB-CSB7: Koordinasyon merkezlerinin iptal edilmesiyle özellikle ilçe belediyelerin çalışmalarının olumsuz etkilenmesi
PB-CSB8: Tehlikeli atık grubundaki AEEE'lerin lisanslı araçlarla taşınmaması ve uygun şekilde depolanmaması durumunda oluşacak yaptırımın eksikliği
PB-GM1: Geri kazanım faaliyetlerinden hangilerinin bu aşamada yapılabildiğinin belirli olmaması
PB-GM2: Getirme merkezlerinin ülke genelinde sayılarının çok az olması
PB-GM3: Bölgesel Getirme Merkezinin yönetimiyle ilgili belirsizlikler
PB-D1: Bayi veya perakendecilere koyulacak konteynır maliyetlerini kimin üstlendiği
PB-D2: Tüketiciden hangi yöntemle AEEE'ler toplanmasının belli olmaması
PB-D3: Bayilerde konteynırların konulacağı yeterli alan olmaması
PB-D4: Tamir&Onarım&Bakım yapan servislerinin yükümlüklerinin belli olmaması
PB-A1: Getirme merkezindeki gruplama sistemi belirsizliği
PB-YK1: YK'ta teminata yönelik düzenlemelerin belirlenmemiş olması
PB-YK2: Yönetim, İdari ve Teknik maliyetler tanımının net olmaması
PB-YK3: YK'nın havuzunda toplanan bütçe nasıl değerlendirileceğinin belli olamaması
PB-YK4: Veri girişinin YK'nın mı ya da başka bir aktörün sorumluluğunda mı olduğunun bilinmemesi
PB-YK5: YK'ların sorumluluklarının yönetmelikte net bir şekilde tanımlanmaması
PB-GDF1: Geri kazanılan/kazanılmayan ürün-malzemelerin nerelere gönderildiğinin belirsizliği
PB-GDF2: Farklı bölgelerdeki işleme tesisinin gelen AEEE'leri işleyecek yeterli teknik donamına sahip olmaması durumunda o bölgedeki diğer işleme tesisine (yeterli teknik donanımına sahip) gönderim maliyetini kimin karşılayacağının bilinmemesi
PB-GDF3: Bakanlık Geri Dönüşüm Firmalarının teknik özellikler bakımından denetimi
PB-KM1: Madde 22 maddesinin yönetmelikten kaldırılmasıyla Koordinasyon Merkezi'nin sorumluklarının kime devredildiğini belirsiz olması

3.SONUÇ VE DEĞERLENDİRMELER

Diğer ülkelerde daha önce yayınlanmış olan AEEE yönetmeliklerinde de tanımlamalarda, sınıflandırmalarda ve atık toplama sistemlerinin maddi, bilgi ve finansal akışlarında belirsizlik ve uygulamaya elverişli olmayan düzenlemelere rastlanabilmektedir. Türkiye'de yayınlanmış olan AEEE yönetmeliğinde de, benzer ve özgün belirsizliklerle karşılaşılmış; paydaşların/aktörlerin sorumluluklarının net olarak ortaya konamamış olduğu görülmüştür. Özellikle yetkilendirilmiş kuruluşların rol ve sorumluluklarının netleştirilmesi, belediyelerin kaynak kısıtlarına rağmen yürüttükleri toplama çalışmalarının bir sistematiğe ve fonlamaya kavuşturulması, maliyet tanımlarının açık ve net olarak yapılması, toplama maliyetlerinin bölüşümü, toplama ve geri dönüştürme hedeflerinin sistemli hale getirilerek belirlenmesi, geri kazanım faaliyetleri ile ilgili düzenlemenin geliştirilmesi, işleme tesisleri ile ilgili kapasite ve yeterliliklerin ölçümü, denetimi, buna göre atık dağıtımının bir esasa bağlanması ve üretici sorumluluklarının finansal sistem ile bütünleşik bir biçimde tanımlanması konularında yönetmeliğin iyileştirilmesine (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2016) ihtiyaç olduğu görülmüştür.

Ayrıca çalışmada tespit edilen belirsizliklerin gösterdiği üzere, tüm uygulayıcı ve denetleyicilerin yönetmeliğin yürütülmesi sırasındaki faaliyet ve sonuçları kaydedebileceği ve takip edebileceği ortak bir bilgi sistemi altyapısı kurulmasına yönelik düzenlemelerin de, yeni yönetmeliklerde ele alınması gereği ortaya çıkmıştır.

Sonuç olarak, ulusal ve bölgesel sürdürülebilir büyüme stratejilerine hizmet etmek amacıyla yayınlanan yönetmeliklerin etkinliklerinin artırılması, paydaş ihtiyaç ve görüşlerini içerir hale getirilerek uygulamada paydaşların Yönetmeliği benimseme ve hedeflerine ulaştırma konusundaki çaba ve başarı seviyelerinin yükseltilmesi ile mümkün olmaktadır. Bunun için ise, çalışmada sunulan, bilgi ve görüş toplama, katılımcı tasarım süreçleri oluşturma ve sahiplendirmeye yönelik yöntem ve yaklaşımlara ihtiyaç duyulmaktadır (Stevels 2012, EC 2014). Bu kapsamda, çalışmamamızda, katılımcı ve sistematik yöntemler kullanılarak (yönetmelik incelemesi, uygulayıcılarla Delphi araştırması ve paydaşlarla panel çalışması) AEEE yönetmeliği ile ilgili bir inceleme ve değerlendirme uygulaması teşkil etmekte olup, çalışma çıktıları yeni yönetmelik tasarımına girdi sağlayacak nitelikte sunulmuştur.

Bu doğrultuda çalışmamızın pratik etkisinin yanısıra, yönetmelik içerik analizi Delfi araştırması ve Paydaş Paneli, gibi yönetmeliklerdeki belirsizlik ve engelleri belirlemeye yönelik sistematik bir yöntem önerisi sunduğundan teoriye de katkı sunulacağı düşünülmektedir.

Devam eden proje kapsamında dünyadaki diğer AEEE Atık yönetmelik uygulamaları ile kıyaslama alt başlığı ve bu çalışmanın da çıktısı olan aktörler tarafından panel esnasında ortaya çıkan çözüm önerilerini içeren" Ulusal Bütünleşik Sistem Tasarımı" başlıklı ikinci adım, gelecek çalışmalarda ele alınacaktır.

KAYNAKLAR

Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyaların Kontrolü Yönetmeliği. (2012). T.C. Resmi Gazete, 28300, 22 Mayıs 2012.

Brancheau, J. C., B. D. Janz & J. C. Wetherbe, 1996. Key Issues in Information Systems Management: 1994-95 SIM Delphi Results. MIS Quarterly, 20(2):225- 242.

Cuhls, K. 2003. Foresight Competencies for managing the future, The 1st Nordic Conference, Fraunhofer Institute Systems and Innovation Search, Lübeck - Germany, 29-30th October

CWIT, 2013. Work Package 2: WEEE Actors and Amounts Deliverable 2.1; Mapping of WEEE Actors

Gamberini, R., Rimini, B., 2009. An innovative container for WEEE collection and transport: Details and effects following the adoption, Waste Management 29(11):2846-58

Goodship, VA, Stevels, A.L., 2012. Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) Handbook, Woodhead Publishig, Oxford.

He WZ, Li GM, Ma XF, Wang H, Huang JW, Xu M, et al. WEEE recovery strategies and the WEEE treatment status in China. J Hazard Mater 2006;136:502–12

Hicks, C., Dietmar, R., Eugster, M., 2005. The recycling and disposal of electrical and electronic waste in China – legislative and market responses. Environmental Impact Assessment Review 25, 459–471

Hischier R, Wäger P and Gauglhofer J (2005). Does WEEE recycling make sense from an environmental perspective?: The environmental impacts of the Swiss take-back and recycling systems for waste electrical and electronic equipment (WEEE). Environ Impact Asses 25(5): 525–539.

Keenan, M., 2000. What is foresight? A basic introduction to concepts, methods and utilisation", Presentation to Permanent Secretaries, PREST, University of Manchester, UK, July 28th.

Li, J., Lopez, B.N., Liu, L., Zhao, N., Yu, K., Zheng, L., 2013. Regional or global WEEE recycling. Where to go? Waste Manag. 33, 923–934

Loveridge, D., 1999. Foresight and Delphi Processes as Information Sources for Scenario Planning, Paper Nr. 11, Ideas In Progress, PREST, UK. (presented in IIR Conference on 'Scenario Planning', London, November 1996)

Michikazu Kojima, ed. (2008). "A Comparative Study of E-waste Recycling Systems in Japan, South Korea and Taiwan from the EPR Perspective: Implications for Developing Countries".Promoting 3Rs in developing countries - Lessons from the Japanese experience (PDF). IDE Sop Survey 30. Japan: Institute of Developing Economies, JETRO. ISBN 978-4-258-58030-9.

Mulligan, P. (2002). Specification of a Capability-based IT Classification Framework, Information & Management, Vol.39, pp.647-658Yang ve diğ. (2008),

Okoli, Chitu and Pawlowski, Suzanne D. (2004) The Delphi method as a research tool: an example, design considerations and applications.Information & Management, 42 (1). pp. 15-29. ISSN 03787206

Sansotera,M. , W. Navarrini, S. Talaeemashhadi, F. Venturini, 2013. Italian WEEE management system and treatment of end-of-life cooling and freezing equipment for CFCs removal, Waste Manage., 33 (2013), pp. 1491–1498

Schmidt K., Montgomery L.A., Bruene D. & Kenney M. (1997) Determining research priorities in pediatric nursing: a Delphi study. Journal of Pediatric Nursing 12, 201–207.

Stevels, A.B., 2012 . Recasting of WEEE Directive, in Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) Handbook, Editors, Goodship, VA, Stevels, A.L., Woodhead Publishing, UK.

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2016, Ağustos). www.csb.gov.tr. www.csb.gov.tr: http://www.csb.gov.tr/gm/cygm/index.php?Sayfa=duyurudetay&Id=30667 adresinden alındı

Tian, H., He, Y., Liu, T, , Yao, Z. , 2012. Evaluation on Implementation of Chinese 'WEEE Catalog' Policy, Procedia Environmental Sciences, Volume 16, 2012, Pages 477-484

Torretta, V., Ragazzi, M., Istrate, I.A., Rada, E.C., 2013. Management of waste electrical and electronic equipment in two EU countries: a comparison. Waste Manag. 33, 117–122.

Turner, M., Callaghan, D., 2007. UK to finally implement the WEEE Directive. Computer Law and Security Report 23 (1), 73–76.

Tümer, T. 2002. TÜBİTAK Teknoloji Öngörüsü Projesi Sunumu, TÜBİTAK MAM, 17/06/2002, Gebze

SİMÜLASYON VE ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME TEKNİKLERİ ÜZERİNE ÜRETİM İŞLETMESİNDE BİR DENEME

Mehmet Nuri İnel
Marmara Üniversitesi

Hakan Yıldırım
Marmara Üniversitesi

ÖZET

İşletmeler için yeni yatırım kararları vermek yatırım alternatiflerinin çok oluşu ve birden çok kriterin değerlendirmeye tabi tutulmasından dolayı karar vericilerin işini zorlaştırmaktadır. Bu çalışmada amaç, karar vericiye yatırım alternatifleri arasında riski değerlendirip simülasyon yöntemini uygulamak ve bu sonuçlarla diğer kriterleri de ele alarak en etkili yatırım kararını vermesini sağlayacak çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan Vikor tekniğini uygulamaktır. Çalışma tekstil sektöründe faaliyet gösteren bir üretim işletmesine uygulanmıştır. Simülasyon yöntemi olarak Monte Carlo Simülasyonu uygulanacak olup kriter ağırlıklarını belirlemede Analitik Hiyerarşi Süreci ve nihai kararı vermek için Vikor Yöntemi kullanılacaktır.

Anahtar Sözcükler: Vikor, Yatırım Projelerinin Değerlendirilmesi, Simülasyon

AN ESSAY ON SIMULATION AND MULTI CRITERIA DECISION MAKING METHODS IN PRODUCTION ENTERPRISE

ABSTRACT

It's hard to make a decision about investment for enterprises because of there are too many criteria that need evaluation. The aim of this study is to apply simulation method to evaluate risk that is between investment alternatives and to apply VIKOR, is one of multi criteria decision making methods, to make the most efficient decision by using simulation results. The study was applied for a production enterprise that is in textile industry. It was used Monte Carlo simulation as simulation method, Analytic Hierarchy process to determine criteria weights, VIKOR to make a decision.

Key Words: Vikor, Investment Project Evaluation, Simulation

1. GİRİŞ

İşletmeler için yeni yatırım kararları vermek yatırım alternatiflerinin çok oluşu ve birden çok kriterin değerlendirmeye tabi tutulmasından dolayı karar vericilerin işini zorlaştırmaktadır. Simülasyon, geçmiş değerlendirmelerin yetersiz kaldığı ve oluşabilecek riskleri de hesaba katmanın önemli olduğu yatırım kriterlerinin belirlenmesinde kullanılan etkili yöntemlerden biridir. Bu çalışmada amaç, karar vericiye yatırım alternatifleri arasında riski değerlendirip simülasyon yöntemini uygulamak ve bu sonuçlarla diğer kriterleri de ele alarak en etkili yatırım kararını vermesini sağlayacak çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan Vikor tekniğini uygulamaktır. Çalışma tekstil sektöründe faaliyet gösteren bir üretim işletmesinin vereceği yeni yatırım kararlarına uygulanacaktır. Simülasyon yöntemi olarak Monte Carlo Simülasyonu uygulanacak olup kriter ağırlıklarını belirlemede Analitik Hiyerarşi Süreci ve nihai kararı vermek için Vikor Yöntemi kullanılacaktır.

Üretim işletmesinde yapılan görüşmelerle elde edilen bulgular ışığında yeni yatırım kararında yer alan alternatifler belirlenecektir. Bu alternatiflerin seçiminde kriter olarak alınacak literatürde yatırım projelerinin değerlendirilmesinde pazar analizi, teknik analiz ve finansal analiz temel başlıkları altında yer alan kriterlerde değerlendirme yapılacaktır. Finansal analiz içerisinde net bugünkü değere göre yapılacak kıyaslamalarda net nakit akışı Monte Carlo tekniği ile uygulanarak kritere ait alternatiflerin sahip olacağı değerler belirlenecektir. Kriterlerin ağırlıklarında işletme yöneticilerinin görüşlerinden oluşan bir değerlendirmeyle analitik hiyerarşi süreci tekniğinde yer alan kriter ağırlıklarını belirleme tekniğinden yararlanılacaktır. Tüm alternatiflere ait kriter değerleri de hesaplandıktan sonra Vikor yöntemi uygulanarak hangi yatırım kararının alınabileceği incelenecektir.

Çalışmada yatırım kararlarının verilmesinde çok kriterli karar verme tekniklerinden Vikor kullanılmaktadır. Literatür taramasında yatırım kararlarında çok kriterli karar verme tekniklerinin ve özellikle çalışmada uygulanan Vikor yönteminin de kullanıldığı çalışmalar bulunmaktadır. Bunların bir kısmını kısaca değerlendirebiliriz: Tcdd iltisak hatları projelerinin değerlendirilmesinde Vikor tekniğinin kullanıldığı bir çalışmaya literatürde rastlanmıştır. (Kılıç ve Çerçioğlu 2016) Bulanık Vikor yönteminin kullanıldığı başka bir çalışmada hava savunma sektörü tezgah yatırım projeleri bulanık analitik hiyerarşi süreci ile değerlendirilmiştir. (Kaplan ve Arıkan 2012) Bulanık Vikor metodunun kullanıldığı bir çalışmada da proje seçim süreci incelenmiştir. Projenin Net Bugünkü Değeri, Geri Dönüşüm Oranı Geri Dönüşüm Süresi, Risk, Büyüme Beklentisi, Uygulanabilirliği, Firma Başarısına Katkısı gibi 7 farklı kriterde değerlendirme yapılmıştır. (Yıldız 2014) Analitik hiyerarşi sürecinin kullanıldığı başka bir çalışmada inşaat proje yatırımlarının değerlendirilmesi konu olmuştur. (Tezcan vd. 2012) Analitik ağ süreci ve topsis yöntemlerinin kullanıldığı optimal yatırım stratejileri ile ilgili olan başka bir çalışma da literatürde yer almaktadır. (Görgülü ve Diğerleri 2013) Literatürde Electre ve Promethee yöntemlerinin kullanıldığı enerji projelerinin değerlendirildiği başka bir çalışmaya da rastlanmaktadır. (Atıcı ve Ulucan 2009) Proje seçimlerinin çok kriterli karar verme teknikleri ile uygulandığı başka çalışmalara da literatürde rastlanmaktadır. (Salehi ve Tavakkoli-Moghaddam 2008) (Tolga ve Kahraman 2008) (Rafiei ve Rabbani 2009) (Ayan ve Perçin 2012) (Mohaghar vd. 2012) (Poh vd. 2001)

Çalışmanın ikinci önemli kısmı olan simülasyonun yatırım projeleri için kullanıldığı çalışmalara da literatürde rastlanmaktadır. (Armaneri ve Yalçınkaya 2010) (Armaneri vd. 2008) (Kremljak vd. 2014) (Yalçınkaya ve Armaneri 2012)

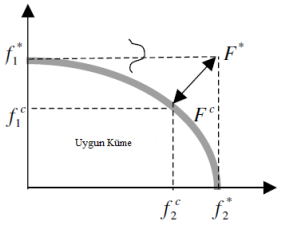
2. YATIRIM PROJELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Yatırım projelerinin değerlendirilmesi konusu günümüzde çokça incelenen konulardan biridir. Mal ve hizmet üretimi amacıyla kurulan bir yatırım projesi sabit sermaye yatırım önerisi olarak da ifade edilebilmektedir. Yeni yatırım projeleri, tamamlama-genişletme yatırım projeleri, yenileme yatırım projeleri, modernleştirme yatırım projeleri olarak dört başlıkta sınıflandırılabilir. Bir yatırım için projenin hazırlanması ve değerlendirilmesi süreci fizibilite etüdü olarak ifade edilmekte ve pazar analizi, teknik analiz ve finansal analiz olarak üç aşamada yapılabilmektedir. (Sarıaslan 2014) Yatırım projesinin belirli bir üretimi en düşük maliyetle gerçekleştirmek ve en yüksek ekonomik ve teknik etkinliği elde etmek için üretilecek malın kullanılacak kapasitenin, üretim yerinin bilgi ve verilerin kullanılmasıyla kararlaştırılması davranışı olarak ifade edilmektedir. (Şahin 2009) Çalışmada yatırım projelerinin değerlendirilmesi için iki farklı yöntem kullanılacaktır.

2.1 VIKOR

Vikor metodu Serafim Opricovic tarafından geliştirilen bir çok kriterli karar verme metodu olarak karşımıza çıkmaktadır. Daha sonraları aynı yazarla beraber yapılan bir çalışmada Vikor tekniği Topsis yöntemi ile karşılaştırılmıştır. Vikor metodu, çok kriter altında alternatiflerin seçimi veya sıralanması konusuna odaklanmaktadır. Birbirleriyle çelişen kriterlerin varlığı durumunda alternatifler arasında seçim

yapılabilmesine olanak sağlayan bir yöntemdir. İdeal olan çözüme yakınlaşan çok kriterli sınama endeksini ele alan bir yöntem olarak ifade edilmektedir. Vıkor (Vise Kriterijumska Optimizacia I Kompromisno Resenje) Türkçeye çok kriterli optimizasyon ve uzlaşık çözüm olarak çevrilebilmektedir. Şekil -1 de ideal çözüm F* , uzlaşık çözüm Fc ile gösterilmiştir. (Opricovic ve Tzeng 2004) (Ertuğrul ve Karakaşoğlu 2008) (Görener 2011)



Şekil-1 *Uzlaşık ve İdeal Çözümler*

Vikor yönteminde kısaca her kriter altında en iyi f_i^*ve en kötü f_i^- değerlerin belirlendiği aşama ile başlayan süreç, aşağıda ifade edilen formüllerle $S_j$ve R_j değerlerinin hesaplanması ile devam etmektedir. Sonuçta Q_i değerlerinin hesaplanması ile belli koşullar altında belli varsayımlara göre yorum yapılmakta ve en düşük Q değerine sahip alternatif seçilmektedir. (Opricovic ve Tzeng 2004)

$$S_j = \sum_{j=1}^{n} wi(f_i^* - f_{ij})/(f_i^* - f_i^-) \qquad R_j = \underset{i}{^{Maks}}\left[wi(f_i^* - f_{ij})/(f_i^* - f_i^-)\right]$$

$$Q_i = v\frac{S_j - S^*}{S^- - S^*} + (1 - v)\frac{R_j - R^*}{R^- - R^*}$$

Çalışmada kriter ağırlıklarının (w) hesaplanması için Analitik Hiyerarşi Sürecinden (AHP) yararlanılmıştır. Literatürde Vikor tekniğinin kullanımında AHP tekniğinden yararlanan çalışmalara rastlanmaktadır. (Dinçer ve Görener 2011) (Kıraatlı vd. 2014)

2.2 Monte Carlo Simülasyonu

Bir modelde rastgele sayılar kullanarak yapılan çözümlemeler Monte Carlo simülasyonu olarak isimlendirilir (Öztürk ve Özbek 2004) Başka bir tanıma göre, Monte Carlo simülasyonu, gerçek bir durumun stokastik modelini oluşturarak bu modelden örnekleme deneyleri hazırlama tekniği olarak ifade edilmektedir. (Öztürk 2004) Günümüz simülasyonun uygulanması genel anlamda Monte Carlo yöntemindeki örnekleme düşüncesine dayanmaktadır (Taha, 2007). Monte Carlo metodunun temeli rassal sayıların türetilmesidir. (Kroese vd. 2011) İşletmecilik alanında Monte Carlo simülasyonunu farklı kullanımlarına rastlanılmaktadır. Çalışmada kullanıldığı şekliyle örnek olarak alınabilecek uygulamalara rastlamaktadır. (Patır ve Yıldız 2003) (Sarıaslan 2014) Çalışmada belirlenen kümülatif olasılık dağılımı kullanılarak, düzgün dağılımda türetilen rassal değerleri karşılık gelen aralıklar içerisinde bu aralığa karşılık gelen değerler alınarak simülasyon yapılmaktadır. (Öztürk 2004)

3. UYGULAMA

Çalışma bir boya apre işiyle uğraşan fabrikaya sahip bir firmanın iplik üretimi yapmak için alacağı yatırım kararını incelemektedir. Firmada karar vericilerle yapılan derinlemesine mülakatlar sonucu yeni kurulacak iplik tesisi için yatırım proje kriterleri ve seçenekleri belirlenmiştir. İlk olarak hangi seçenekler arasında tercih yapacakları belirlenmiştir. Buna göre üç faklı seçeneği olan firmanın ilk seçeneği sadece kendi ihtiyaçları için iplik üretimi yapmaktır. İkinci seçenek ise sadece satış amaçlı üretim yapmak, üçüncü seçenek ise hem satış hem de kendi ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde üretim yapmak olarak belirlenmiştir. Projenin fizibilite etüdü başlığında inceleyebileceğimiz bu üç seçeneği değerlendirirken göz önüne alınan kriterler incelenmiştir. Buna göre teknik analiz anlamında kapasite alt kriteri, Pazar analizi anlamında genel ekonomik beklentiler ve talep olarak iki alt kriter (rekabet vs. kavramları bu iki kriter içine değerlendirilmiştir.) son olarak ta finans analizi açısından beklenen net bugünkü değer ve değişim katsayısı alt kriterleri yatırımda göz önüne alınan beş kriter olarak belirlenmiştir.

Teknik gereklilikler üretim kapasitesi yıllık olarak ton cinsinden belirlenmiştir. Pazar analizi başlığındaki değerlendirmede ise 1'den 5'e kadar olan skalada kaç değer verirsiniz? şeklindeki soru ile belirlenmiştir. Genel ekonomik beklentiler değerlendirildiğinde seçeneklere verilen skorlar belirlenmiştir. Talep durumları da aynı soru ile değerlendirilmiştir. Ancak finansal değerlendirmeler başlığında Net Bugünkü Değer kullanılmak istenmiş ve Net Bugünkü Değerlerin belirlenmesinde simülasyona ihtiyaç duyulmuştur. Projenin süresi 10 yıl olarak belirlenmiştir. Simülasyonun kullanımının sebebi geçmiş verilerin olmaması ve gelecekle ilgili senaryo durumlarına göre olasılıkları dikkate alarak hesap yapma gerekliliğidir. Simülasyonda ilk olarak yıllık net nakit akışlarının her bir seçenek için alabileceği değerler karar vericilerin değerlendirmelerine göre olasılıklandırılmıştır. Tablo-1 de her bir seçenek altında net

nakit akışların alabileceği değerler, olasılıklar ve birikimli olasılıklar yer almaktadır. Her bir seçenek için ve her bir dönem için 500'er simülasyon yapılmıştır. Bu simülasyonlar sonucunda 0-1 arasında düzgün dağılımdan elde edilen değerlerin kümülatif karşılıklarında ortaya çıkacak net nakit akışları değerlendirmeye tabi tutulmuştur.

Olasılık	*Birikimli Olasılıklar*	*Net Nakit Akışlar*		
		A Seçeneği	*B Seçeneği*	*C Seçeneği*
0,2	0-0,2	3000000	3200000	6250000
0,3	0,2-0,5	3250000	3450000	6500000
0,35	0,5-0,85	3500000	3700000	6750000
0,15	0,85-1	3750000	3950000	7000000

Tablo-1 *Net Nakit Akışlarına Ait Olasılıklar*

Risksiz ıskonto oranın sabit 0,07 olduğu varsayılarak her bir seçenek için simülasyon sonucu beklenen net bugünkü değerler ve riski hesaba katmak amacıyla değişim katsayıları hesaplanmıştır. Hesaplamalar sonucu elde edilen sonuçlar çerçevesinde beş kritere ait sonuçların matrisi Tablo-2'de verilmiştir.

	Teknik	*Pazar*		*Finans*	
Seçenekler /Kriterler	*Kapasite*	*Ekonomik Değerlendirme*	*Talep*	*E(NBD)*	*Değişim Katsayısı*
A (İhtiyaçlar)	350	5	5	4264403,196	0,134008
B (Satış)	350	3	2	5601149,754	0,098465
C (İhtiyaç+ Satış)	1000	3	3	7696114,569	0,073115

Tablo-2: *Seçeneklerin Kriterlere Göre Aldıkları Değerler*

Kriter ağırlıklarını belirlemek için analitik hiyerarşi sürecinden yararlanılmış olup 1-9'luk skalada verilen değerler ile oluşan karşılaştırma matrisi ve son sütunda elde edilen kriter ağırlıkları Tablo-3'de verilmiştir. Tutarlılık endeksi (CR) 0,033 olarak hesaplanmıştır.

	Kapasite	*Ekonomik Değerlendirme*	*Talep*	*E(NBD)*	*Değişim Katsayısı*	*Ağırlıklar*
Kapasite	1	0,125	0,111111	0,25	0,25	0,032634
Ekonomik Değerlendirme	8	1	0,142857	3	2	0,180538
Talep	9	7	1	8	6	0,573473
E(NBD	4	0,333333333	0,125	1	4	0,130763
Değişim Katsayısı	4	0,5	0,166667	0,25	1	0,082592

Tablo-3:*Kriterler İçin Ahp Sonuçlarının Karşılaştırma Matrisi ve Kriter Ağırlıkları*

Ağırlıklar da elde edildikten sonra Vikor tekniğinin süreçleri uygulanmış olup Tablo-4 deki S, R ve Q değerleri hesaplanmıştır. İlgili varsayımlara göre yapılan hesaplamalar sonucu en iyi seçenek, en düşük Q değerine sahip olan A seçeneğine aittir.

Seçenekler	*Si*	*Ri*	*Qi*
A (İhtiyaçlar)	0,213356	0,130763033	0
B (Satış)	0,868221	0,573472539	1
C (İhtiyaç+ Satış)	0,595487	0,382315026	0,575868154

Tablo-4: *Vikor Sonucu S_i R_i ve Q_i Değerleri*

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmada iplik üretim tesisi yatırımı yapmayı planlayan bir firmanın yatırım projesini değerlendirmede minimum kriterleri hesaba katarak, kriter ağırlıklarının analitik hiyerarşi süreciyle belirlendiği Vikor yöntemi uygulanmıştır. Çalışmada Microsoft Excel kullanılmıştır.

Yatırım kararlarında riski hesaba katmak amacıyla net bugünkü değer hesapları için simülasyon uygulanmış olup beklenen net bugünkü değer ve değişim katsayısı simülasyon sonucunda hesaplanarak Vikor tekniği ile değerlendirmeye katılmıştır. Bu haliyle literatüre iplik üretim tesisi için yatırım kararında riski hesaba katmak amacıyla simülasyonun kullanımı ile analitik hiyerarşi süreci temelinde Vikor tekniğinin kullanılması katkısını sunmuştur.

Çalışmaya konu olan firmanın sadece ihtiyaçları için üretim yapacak bir iplik üretim tesisini kurması gerektiği sonucu ortaya çıkmıştır. Yatırım kararını ihtiyaçları ölçüsünde üretim yapmayı oluşturacak bir sistem tasarlaması gerektiği ve ilerleyen zamanda da ihtiyaçları karşılayan ve satış için de üretim yapan bir işletmeye taşıyacak üretim modeli kurması gerektiği tavsiye edilmektedir. Bu haliyle uygulamada fizibilite çalışmaları ile belirlenen kriterler firma özelinde kurgulanmış olup başka firmalarında kendi

kriterlerini belirleyerek karar tekniğini kurgulayabileceği sonucunu oluşturmaktadır. Firmaların göze alacağı başka kriterler de yatırım projeleri için uygun olabilecektir. Gelecek araştırmalara ışık tutmak adına farklı çok kriterli karar verme tekniklerinin de kullanılabileceği hatta fuzzy versiyonlarının da eklenebileceği çalışmalar tasarlanabilir. Simülasyon açısından bakıldığında sadece net nakit akışlarının değil diğer unsurların (üretim miktarı, satış adedi, faiz değişimleri vs) da hesaba dahil edilebileceği uygulamalar yapılabilir. Simülasyon kesikli değerler için yapılabildiği gibi sürekli dağılımların da kullanılabileceği alanlara uygulanabilir.

KAYNAKÇA

Armaneri Ö. Vd (2008) Proje Risk Düzeyinin Belirlenmesi İçin Simülasyonu Ve Bulanık Kümeler Teorisini Temel Alan Bütünleşik Bir Yaklaşım Anadolu Üniversitesi Bilim Ve Teknoloji Dergisi 9-2 s. 223-239

Armaneri Ö. Ve Yalçınkaya Ö (2010) Belirsiz Ve Riskli Ortamlarda Yatırım Projelerinin Değerlendirilmesine Yönelik Benzetim Tabanlı Bir Yaklaşım, Anadolu Üniversitesi Bilim Ve Teknoloji Dergisi A 11 (1) Uygulamalı Bilimler ve Mühendislik 11-1 s. 1-16

Atıcı K.B. ve Ulucan A. (2009) Enerji Projelerinin Değerlendirilmesi Sürecinde Cok Kriterli Karar Verme Yaklaşımları Ve Türkiye Uygulamaları, H.Ü İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi 27-1 s. 161-186

Ayan T. Ve Perçin S (2012) Ar-Ge Projelerinin Seçiminde Grup Kararına Dayalı Bulanık Karar Verme Yaklaşımı Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 26-2 s. 232-255

Dincer H. Görener A (2011) Performans Değerlendirmesinde Ahp - VIKOR Ve Ahp – TOPSIS Yaklaşımları: Hizmet Sektöründe Bir Uygulama, Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi Sigma 29 s. 244-260

Ertuğrul İ. Ve Karakaşoğlu N (2008) Banka Şube Performanslarının Vıkor Yöntemi İle Değerlendirilmesi, Endüstri Mühendisliği Dergisi, 20-1 s.19-28

Görener A. (2011) Bütünleşik Anp-Vıkor Yaklaşımı İle Erp Yazılımı Seçimi, Havacılık Ve Uzay Teknolojileri Dergisi, Ocak 5-1 s. 97-110

Görgülü İ vd. (2013) Analitik Ağ Prosesi Ve Topsıs Yöntemleri İle Optimal Yatırım Stratejisi Seçimi Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi Sigma 31 s.203-213

Kaplan S. ve Arıkan F. (2012) Hava Savunma Sektörü Tezgah Yatırım Projelerinin Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi İle Değerlendirilmesi Havacılık Ve Uzay Teknolojileri Dergisi 5-3 s. 23-33

Kılıç O. ve Çerçioğlu H. (2016) Tcdd İltisak Hatları Projelerinin Değerlendirilmesinde Uzlaşık Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri Uygulaması Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. 31-1 s. 211-220

Kıraatlı M vd. (2014) Analitik Hiyerarşi Süreci Temelli TOPSIS ve VIKOR Yöntemleri İle Futbolcu Performanslarının Değerlendirilmesi, Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi 29-1, s. 25-61

Kremljak Z. Vd. (2014) Project Evaluatıon Usıng Cost-Tıme Investment Simulation, Int j simul model 13 s.447-457

Kroese D.P. (2011) "Handbook of Monte Carlo Methods" John Wiley & Sons, New Jersey s.1

Mohaghar A. vd. (2012) An Integrated Approach of Fuzzy ANP and Fuzzy TOPSIS for R&D Project Selection: A Case Study Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 6-2 s. 66-75

Opricovic S. ve Tzeng G. H. (2004) Compromise solution by MCDM methods:A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS, European Journal of Operational Research 156 s 445–455

Öztürk, F. Özbek, L (2004) "Matematiksel Modelleme ve Simülasyon", Gazi Kitabevi Ankara. s 110-175

Öztürk, L. (2004) Monte-Carlo Simulasyon Metodu Ve Bir İşletme Uygulaması, Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları, Cilt 3 Sayı 1 119

Patır S. ve Yıldız M.S. (2003) Talep Tahmininde Monte Carlo Simülasyonunun Uygulanması EKEV Akademi Dergisi 7- 17 s.333

Poh K.L. vd. (2001) A Comperative Analysis of R&D Project Evaluation Methods, R&D management 31-1 s. 63-75

Rafiei H, Rabbani M (2009) Project Selection Using Fuzzy Group Analytic Network Process International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering 3-10s. 1210-1213

Salehi M ve Tavakkoli-Moghaddam R. (2008) Project Selection by Using a Fuzzy TOPSIS Technique International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering 2-4, s.375-380

Sarıaslan. H (2014) "*Yatırım Projelerinin Hazırlanması ve Değerlendirilmesi*" 7. Baskı, Siyasal kitabevi, Ankara, s. 34-35, 52-54

Şahin H (2009) "Yatırım Projeleri Analizi" 4. Baskı, Ezgi Kitabevi, Bursa s.4

Taha, H. (2007) "Yöneylem Araştırması", literatür yayınları, İstanbul s 666 671

Tezcan Ö vd. (2012) İnşaat Proje Yatırımlarının Değerlendirilmesinde Analitik Hiyerarşi Yönteminin Kullanılması, e-Journal of New World Sciences Academy, 7-1 s. 229-238

Tolga A.Ç ve Kahraman C (2008) Fuzzy Multi-Criteria Evaluation of R&D Projects and A Fuzzy Trinomial Lattice Approach for Real Options Proceedings of 2008 3rd International Conference on Intelligent System and Knowledge Engineering s.418-423

Yalçınkaya Ö ve Armaneri Ö (2012) A Simulation Integrated Investment Project Ranking and Selection Approach An International Journal of Optimization and Control: Theories & Applications 2-2 s.153-172

Yıldız A. (2014) Bulanık VIKOR Yöntemini Kullanarak Proje Seçim Sürecinin İncelenmesi, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 14-1 s. 115-128

GENDER AND DECENT WORK: CROSS CUTTING ISSUES IN MANUFACTURING INDUSTRY IN TURKEY

Özge İzdeş
İstanbul University

Yelda Yücel
İstanbul Bilgi University

ABSTRACT

In an era when production systems and labor markets are faced with increasing flexibilization and adaptation, generating employment became one of central concerns within the international and local policy making agenda. However, efforts concentrate more on increasing the quantity of employment instead of the quality of employment, which is often neglected at the expense of increasing employment. Today having a job does not guarantee conditions sufficient to pursue a humanly life. In fact, job conditions are not only one of the most important components of individual wellbeing but also pre-conditions of social welfare and sustainable development. Quality of job has multiple dimensions that are currently debated in economic circles. Gender is a cross cutting issue in decent work analysis, despite with much less attention paid to it. In this paper, Turkey's manufacturing sectors in terms of decent job conditions will be explored. Using individual level data (panel data of Household Labor Force Survey 2012), 24 manufacturing sectors in Turkey are de-constructed in terms of decent work dimensions and gender. The study shows that besides gender disparities in employment and labor force participation rates, women in manufacturing sectors face significant gender gap in terms of decent work.

Key words: Decent Work, Gender, Manufacturing Industry

TOPLUMSAL CINSIYET VE İNSANA YAKIŞIR İŞ: TÜRKIYE İMALAT SANAYINDE KESIŞEN SORUNLAR

ÖZET

Üretim sistemlerinin ve işgücü piyasalarının, artan esnekleşme ve uyum sağlama eğilimiyle karşı karşıya kaldığı bu dönemde, istihdam yaratabilme hem uluslararası hem de yerel politika açısından en başat sorun alanlarından biridir. Genellikle çabalar istihdam miktarını arttırmaya odaklanırken istihdamın kalitesini arttırmayı göz ardı etmektedir. Bugün bir iş sahibi olmak insani sayılabilecek bir yaşam sağlayacak asgari koşulları dahi garantileyememektedir. Oysa, çalışma koşulları bireysel refahın ve dirliğin en önemli belirleyenleri olmanın yanında sosyal refah ve sürdürülebilir kalkınma açısından da belirleyicidir. Ekonomi çevrelerinde iş kalitesi çeşitli boyutlarıyla tartışılmaktadır. Toplumsal cinsiyet ise insana yakışır iş analizini kesen bir analitik kategori olmakla beraber şimdiye dek çok daha az ilgi görmüştür. Bu makalenin amacı, Türkiye imalat sanayini insana yakışır iş koşulları açısından ele almaktır. Mikro veri seti (Hanehalkı işgücü Anketi 2012) kullanılarak, imalat sanayinin 24 alt kolu insana yakışır iş boyutları ve toplumsal cinsiyet bağlamında ele alınmaktadır. Çalışma, istihdam ve işgücüne katılımdaki toplumsal cinsiyet eşitsizliklerinin yanında imalat sanayiinde çalışan kadınların insana yakışır işlerde çalışma açısından eşitsizlik yaşadıklarını ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: İnsana Yakışır İş, Toplumsal Cinsiyet, İmalat Sanayi.

1. INTRODUCTION

Labor markets have evolved to respond to the insistent call for flexibility of the globalization and liberalization processes. As the result of high and persistent unemployment and global competition that depends on race to bottom on labor costs, work has become insecure so that even holding a job can no longer secure a living. Paid employment matters to enhance women's economic empowerment and gender equality. However, the conditions of employment determine how and how much paid employment transforms women's lives both in terms of their welfare and gender inequality.

This paper aims to present gender differences in access to decent work in a developing country context by focusing on Turkish manufacturing industry and thereby to discuss how gender inequality further adds stress on women workers that is not accounted for. We use 2012, Household Labor Force Survey and analyze 24 sub-sectors of the manufacturing sector with approximately 34 thousand (21 thousand male, 13 thousand female) observations. In our research, we evaluate decent work based on six dimensions, namely; earnings and benefits, working hours and work-life balance; safety at work and working conditions; prospects/security of employment; social protection; and finally equality and fairness. Contrary to a common practice in the literature we do not analyze gender equality as a separate dimension but instead we incorporate gender awareness into each dimension and present the gender differences in access to decent work. Due to strict page limitations, in this paper only *earnings and benefits* and *social security* dimensions are presented and the background discussion as well as the review of the relevant literature are omitted.

2. DECENT WORK AND GENDER IN TURKISH MANUFACTURING INDUSTRY

In our research we define decent work is in six dimensions; a) earnings and benefits; b) working hours and work-life balance; c) safety at work and working conditions; d) prospects/security of employment; e) social protection; f) equality and fairness (İzdeş and Yücel, unpublished manuscript). Our main data source is 2012, Household Labor Force Survey (HLFS); we analyze 24 sub-sectors of the manufacturing sector with approximately 34 thousand (21 thousand male, 13 thousand female) observations. In addition to HLFS, we also use unionization data and statistics on occupational disease and employment injuries published by Ministry of Labor and Social Security. However, due to strict page limitations of this paper, we present only two dimensions below; namely, earnings and benefits and social security.

2.1. Earnings and Benefits

The main motive for one to supply her/his labor is to ensure at least a living wage for self and/or for the household. An adequate income can enable one to compensate for some aspects of the absence of other dimensions such as work-life balance; training and social protection. Therefore, when dimensions of quality of work are ranked, earnings and benefits dimension is given the highest weight. Commonly used indicators as benchmarks for low pay are: earnings below 2/3of median income (Körner, Puch and Wingerter, 2012), earnings below 2/3 of median hourly earnings (ILO, 2008), income less than 75% of the median hourly wage (European Comission, 2001), average hourly earnings in selected occupations (ILO, 2008), average real wages (ILO, 2008), minimum wage as % of median wage (ILO 2008), net monthly earnings in national currency divided by PPP index (Green and Mostafa, 2012).

Indicators of pay are usually used by themselves or in relation to working hours. In contrast, we study pay and the working hours separately, presuming that pay rate is the main determinant of hourly labor supply decision. In addition to these considerations, whether there is a gendered dimension to earnings has been one of the questions which received notable attention in the economic literature. In the analysis below our results are provided in terms of gender breakdown in the manufacturing industries in Turkey.

Our research reveals that women work disproportionately less in manufacturing sectors in Turkey and the production sectors are severely segmented in terms of gender. When we sort our sample of 24 manufacturing industry sectors according to female worker concentration, highest shares of female workers were found in textiles and wearing apparel sectors with around 95%, followed by the pharmaceutical sector with a 51% female/male ratio (Table 1). The first top ten sectors with relatively higher women workers have merely female/male ratios between 22% and 33% and they are those labor intensive fields which are known to be as mostly 'suited' to women, including food and beverages, computer, electronic and optical products, tobacco, paper and chemical products.

This labor segmentation in the production sectors can be associated with lower earnings and benefits (Table 1 and İzdeş and Yücel (2016), unpublished manuscript). Furthermore, Table 1 reveals significant results in terms of gender discrimination. In the top five sectors where female concentration is high, average hourly earnings with respect to the rest of the manufacturing industry rank lowest, except for the

pharmaceutical products. In addition to lower wages within the manufacturing industry in general, women are even paid less, the gap being as high as 12% in textiles, 10% in clothing and other manufacturing sectors[1]. In the top-ten relatively female-dense sectors, eight sectors exhibit pay gap against women, the gap increasing up to 27% in computer, electronic and optical products sector.

Table 2 provides breakdown of average monthly incomes in terms of gender in the top-five female-populated sectors, revealing further information about gender differences in the level of income. As a general trait of Turkey's manufacturing industry, it can be immediately seen that people working in manufacturing jobs are mostly in the lowest first quintile (0 - 2,159€). In more detail, in the selected five sectors, income levels are in the range (243 - 745€) for women in the first quintile, where women earn disproportionately less than men in all the sectors except pharmaceutical sector. Leaving aside the latter, which is a special sector with relatively high income levels where women earn more than men, percentage of people in the second quintile (2,159.3 – 3,325€) in Table 2 do not even reach 1%, showing that the earnings obtained from manufacturing industry are very low, which therefore is far from enabling the people to achieve a high quality of life.

Table 1. Female Concentration, Earnings and Pay Gap in Manufacturing Industry Sectors

	Female /Male Ratio	**Rank**	**Hourly Earnings (average, Sector average, TL)**	**Rank**	**Hourly Earnings median, Sector average, TL)**	**Rank**	**Pay Gap (median earnings, F/M)**	**Earnings Insufficient for a Decent Life**
Textiles	95%	1	4.1	22	3.8	21	88%	√
wearing apparel	94%	2	4.0	23	3.6	24	90%	
basic pharmaceutical products and pharmaceutical preparations	51%	3	12.6	1	8.0	2	128%	√
other manufacturing	33%	4	4.7	18	4.1	14	90%	√
food products	32%	5	4.5	19	3.7	23	97%	√
computer, electronic and optical products	31%	6	9.2	3	5.6	4	73%	
Beverages	29%	7	6.3	7	4.2	13	88%	√
tobacco products	28%	8	8.7	4	4.7	6	100%	√
paper and paper products	26%	9	4.9	16	4.0	15	93%	
chemicals and chemical products	22%	10	6.6	6	4.7	7	89%	
electrical equipment	19%	11	5.9	11	4.4	11	93%	√
printing and reproduction of recorded media	16%	12	5.4	13	4.3	12	90%	
rubber and plastic products	16%	13	4.9	15	3.9	17	91%	
leather and related products	14%	14	3.9	24	3.7	22	99%	
other non-metallic mineral products	13%	15	4.9	14	3.9	18	100%	√
motor vehicles, trailers and semi-trailers	12%	16	6.2	8	5.0	5	89%	
coke and refined petroleum products	9%	17	10.3	2	9.4	1	69%	

[1] Other manufacturing industry is a composite sector mainly composed of labor intensive production such as jewelry and bijouterie, music equipment, sports equipment, toys and medical and dental equipment.

wood and of products of wood …	9%	18	4.2	20	3.8	20	97%	√
machinery and equipment n.e.c.	8%	19	5.4	12	4.6	9	110%	√
fabricated metal products, except machinery and equipment	6%	20	4.9	17	3.9	16	109%	√
Furniture	6%	21	4.2	21	3.8	19	103%	√
basic metals	6%	22	6.0	10	4.7	8	86%	√
repair and installation of machinery and equipment	5%	23	6.0	9	4.4	10	103%	√
other transport equipment	3%	24	8.5	5	6.5	3	77%	

Source: Estimated by Authors using 2012 HLFS Survey.

Table 2. Earnings: Gender Breakdown (The top-five female-dense sectors, average monthly income, €)

	10 food products			**13 textiles**			**14 wearing apparel**			**21 basic pharmaceutical pr.**			**32 other manufacturing**		
Q.69. How much did you earn from your main job activity during the last month?	**ALL**	**F**	**M**	**ALL**	**F**	**M**	**ALL**	**F**	**M**	**ALL**	**F**	**M**	**ALL**	**F**	**M**
% of workers															
First %20 (0-2,159 €)	0.0	86.2	87.3	0.0	52.4	93.4	0.0	86.7	83.5	0.0	90.6	94.2	0.0	73.6	82.4
Second %20 (2,159.3 -3,325 €)	0.0	0.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	3.8	5.8	0.0	0.0	0.0
Third %20 (3,326 -4,707 €)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0
Fourth %20 (4,708-7,514 €)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0
Fifth %20 (7,515 - ...€)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
(blanks)		13.3	12.6		47.6			13.3	16.4					26.4	17.6

	10 food products			**13 textiles**			**14 wearing apparel**			**21 basic pharmaceutical pr.**			**32 other manufacturing**		
Average Income (€)	**ALL**	**F**	**M**	**ALL**	**F**	**M**	**ALL**	**F**	**M**	**ALL**	**F**	**M**	**ALL**	**F**	**M**
First %20 (0-2,159 €)		317	415		243	380		299	372		745	728		339	426
Second %20 (2,159.3 -3,325 €)		2375	2447						2303		2159	2375			
Third %20 (3,326 -4,707 €)											3455				
Fourth %20 (4,708-7,514 €)											6478				
Fifth %20 (7,515 - ...€)						8637									

* Irregular payments like bonus pay, premiums etc. are included in average monthly income. These payments deducted when calculating hourly earnings. **Quintiles ordered by equivalised household disposable income is from TURKSTAT, Income and Living Conditions Survey, 2006-2013. Income brackets are estimated by authors.
Source: Estimated by Authors using 2012 HLFS Survey

2.2. Social Security

Social security dimension includes rights to social expenditures by state such as health insurance, care services, social assistance expenditures and pension system. ILO's approach and European approach differ greatly on social security. ILO framework focuses on employment quality and from a broader perspective and includes social security together with other macro level indicators on employment opportunities, employment structure and laws (ILO, 2009).

For this dimension ILO proposes to use indicators on the macro environment like population above 65, state social security expenditures, the share of population that benefits from health services, population that is included in the pensions system. On the other hand European approach focuses on job quality rather than employment quality and leaves social security out in their decent work discussion. In studies on developing countries with high informal employment problem, social security is often used as an indicator that measures the informal employment (Dewan and Peek, 2007; Ostermeir et al. 2015). Table 3 on social security show that in four out of first five sectors with greatest women's share, a sizable portion of women work without social security, in other words in informal employment. Numbers in textiles sector where women's employment is 48.8%, reveal the informal women driven character of the sector.

Table 3: Social Security

Sector	female share %	no social security (women)	no social security (total)
Textiles	48,8	33,1	38,5
Wearing Apparel	48,6	19,4	36,4
basic pharmaceutical products ..	33,8	1,9	3,2
Other manufacturing	24,7	8,4	23,5
Food Products	24,0	7,4	22,3
Computer, electronic and optical products	23,6	0,9	6,0
Beverages	22,2	0,9	3,7
Tobacco products	21,6	2,7	10,8
Paper and paper products	20,4	3,4	7,9

Source: Authors' calculations based on 2012 HLFS

4. CONCLUSION

The deregulation of the labor market in the global scale resulted with highly insecure labor markets and deterioration of working conditions. The disappointing outcomes of orthodox liberal policies in terms of employment generation and increasing poverty even amongst the employed led to growing attention on quality of employment and decent work. Despite growing concern about decent work in the global scale, there are limited number of studies on developing countries and none on Turkish labor market. This paper aimed to contribute to the decent work literature by focusing on the Turkish manufacturing sector. Decent work analysis can be enhanced by introducing gendered dimensions into the analysis and our research in this paper unfolds gendered characteristics of decent job conditions in manufacturing industry sub-sectors in Turkey. In accordance with prior literature on trends in women's employment, our findings indicate that women's employment is highly segregated in low-skill, low paying, and labor intensive exporting sectors.

The first dimension in our analysis, "earnings and benefits" is affected and shaped by labor segmentation in manufacturing industry. Women are under-represented in the twenty-four manufacturing sectors, except for textiles and wearing apparel with around 95% female to male ratios. The following most female-populated three sectors have female ratio of 32%-51% and these sectors suffer from significant insufficiency of earnings, except the pharmaceutical sector. The most female populated sectors correspond not only to the lowest paying industries within the overall manufacturing industry, but also they feature significant pay gaps against women such as 12% in textiles and 10% in clothing sectors (according to median hourly earnings). The results are verified by monthly earnings (including irregular payments) as well. Therefore, this dimension which is considered as the most important component of decent work show that women suffer from segmentation in labor markets not only in terms of employment choices available but also lower earnings available in those sectors.

In "social security" dimension, the data reveals that in four out of first five sectors with greatest women's share, a sizable portion of women work without social security, in other words, are in informal employment. Overall relatively lower bargaining power of women observed under each dimension, women's relatively higher share in informal employment, temporary employment, vulnerable employment and time constraint due to their double shift burden also effect women's representation by

unions. Textiles and wearing apparel are two women dense sectors yet due to informal employment and low bargaining power of workers, women's unionization rates are strikingly low. Our sixth dimension, "equality and fairness", where we discuss unionization in manufacturing sector, reveal the male character of unions.

The findings of the study as presented in detail in İzdeş and Yücel (2016, unpublished manuscript) show that the disadvantaged position of women in the labor market in terms of pay, working hours, employment security, social security and unionization does not promise a decent work experience. Overall, working conditions in Turkey's manufacturing industry show that the policy makers need to put serious efforts to enhance the already poor employment quality in manufacturing sectors. Those efforts, however, would render insufficient if gender implications and perspectives are not integral parts of decent work policy design and implementations.

REFERENCES

Dewan, S., & Peek, P. (2007). *Beyond the employment/unemployment dichotomy: measuring the quality of employment in low income countries*. ILO.

European Commission. (2001). Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, Promoting Core Labour Standards and Improving Social Governance in the Context of Governance, Luxembourg, COM(2001) 416 final.

Green, F., Mostafa, T. (2012) Trends in Job Quality in Europe, Eurofound, http://www.eurofound.europa.eu/publications/report/2012/working-conditions/trends-in-job-quality-in-europe (Erişim tarihi 03 Eylül 2015)

International Labour Organization (ILO). (2008) Measurement of Decent Work Based in Guidance Received at the Tripartite Meeting of Experts on the Measurement of Decent Work Measurement http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---integration/documents/meetingdocument/wcms_115402.pdf (Erişim tarihi 03 Eylül 2015)

International Labour Organization (ILO). (2009) Guide to the New Millennium Development Goals Employment Indicators including the Full Set of Decent Work Indicators,http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_emp/documents/publication/wcms_110511.pdf (Erişim tarihi 03 Eylül 2015)

İzdeş, Ö., Yücel, Y. (2016) Gender and Decent Work: Cross Cutting Issues in Manufacturing Industry in Turkey, unpublished manuscript.

Körner, T., Puch, K., Wingerter, C. (2012). Quality of Employment: Earning Money and What Else Counts?, Statistisches Bundesamt (Federal Statistical Office) Report, https://www.destatis.de/EN/Publications/Specialized/LabourMarket/QualityEmployment0010016129004.pdf;jsessionid=11AB913A37EDA798863770497B75BED1.cae2?__blob=publicationFile (Erişim tarihi 03 Eylül 2015)

Ostermeier, M., Linde, S., Lay, J., & Prediger, S. (2015). SMARTer Indicators for Decent Work in a Post-2015 Development Agenda: A Discussion and a Proposal. Available at SSRN: http://ssrn.com/abstract=2600433

TURKSTAT, Household Labor Force Survey, 2012.

USAGE OF UNIT LOAD AUTOMATED STORAGE AND RETRIEVAL SYSTEM FOR STOCK AREA DESIGN WITH SYSTEM ANALYSIS IN A FIRM MAKING JOB-ORDER PRODUCTION

Murat Umut İzer
Marmara Üniversitesi

Nuran Pınar Şahin
Gazi Üniversitesi

Canan Ağlan
Marmara Üniversitesi

ABSTRACT

In this study, system analysis is done in a firm making job-order production to improve finished product routes, reduce unnecessary transportation, and use space efficiently with effective stock area design considering productivity. Important problems of the system are insufficient stock area, inability of tracking buffer stocks regularly, disordered finished product stock placement, and difficult job tracking. As a solution, determining finished product inventory and improving buffer stock tracking by new stock area design is aimed. Stock quantities of peak products are forecasted with Winter's method. Average capacity for planned stock area is estimated and place is determined. Unit load ASRS is chosen for effective stock area usage. Unit load dimensions are determined considering finished product density in stock. Weight of parts and rack height are the constraints for designed ASRS. Therefore, ASRS is applied horizontally. Results are reported and stock area design is completed.

Keywords: Automated storage and retrieval systems, stock area design, system analysis

SİPARİŞE BAĞLI ÜRETİM YAPAN BİR FİRMADA SİSTEM ANALİZİ İLE BİRİM YÜK OTOMATİK DEPOLAMA VE ÇEKME SİSTEMİNİN STOK ALANI TASARIMINDA KULLANIMI

ÖZET

Bu çalışmada verimlilik dikkate alınarak etkili bir stok alanı tasarımıyla son ürün rotalarının iyileştirilmesi, gereksiz taşımaların azaltılması ve etkin yer kullanımı için siparişe göre üretim yapan bir firmada sistem analizi yapılmıştır. Sistemdeki önemli sorunlar stok alanı yetersizliği, ara stokların düzenli olarak takip edilememesi, son ürün stok alanlarında düzensiz yerleşim ve iş takibinin zorlaşması olarak saptanmıştır. Çözüm olarak son ürün stokunun belirlenmesi ve yeni stok yeri tasarımıyla ara stok takibinin iyileştirilmesi amaçlanmıştır. En çok üretilen ürünlerin Winter's metoduyla ileriye dönük stok miktarı tahmini yapılmıştır. Planlanan stok yeri için ortalama kapasite tahmini yapılarak stok alan yeri belirlenmiştir. Stok alanının etkin kullanımı için birim yük ODÇS seçilmiştir. Stokta bulunan bitmiş ürün yoğunluğu göz önüne alınarak birim yük ölçüleri belirlenmiştir. ODÇS tasarlanırken parçaların ağırlıkları ve raf yüksekliği kısıt olarak ele alınmıştır. Bu nedenle ODÇS'nin sisteme yatay olarak uygulanmasına karar verilmiştir. Sonuçlar raporlanarak stok alanı tasarımı tamamlanmıştır.

Anahtar Sözcükler: Otomatik depolama ve çekme sistemleri, stok alanı tasarımı, sistem analizi

1. INTRODUCTION

Improvement of transportation during production process and routes of raw material, work in process and finished goods, reducing work load of employees, especially stock area arrangement and efficient space usage is considered with a well-designed layout. A storage system consists of purchasing, classification, packing, storing and retrieving the parts and equipment within production. ASRS is a combination of equipment and controls that enable taking, storing, and retrieving the materials at a certain automation level in a rigid, correct, and quick way.

Automation of storage areas increases the effectiveness of order picking time, storage effort and retrieval activites especially in high-density storage areas. To improve the performance of automatic storage systems analytical tools can be employed (Kumar et al., 2014). The design problem for SRS systems are considered in the study of Manzini, Gamberi, and Regattieri (2006). They utilize simulation to evaluate different design alternatives in ASRS systems. Design parameters such as number of vehicles, size of the storage area, routing of picking equipment, number and design of lanes and assignment of stock units to shelves should be determined via analytical methods (Gu et al., 2010). For the routing of order picking equipment Vivaldini et al. (2009) developed an algorithm for finding the routes of AGVs in the storage area. Validity of the developed algorithm is tested via simulation. For the size of storage area Gue (2006) proposed an algorithm considering the correlated items and formulated an upper bound for the storage density for storage areas. For the configuration of racks Ekren and Heragu (2010) performed a simulation- based regression analysis to understand the interaction between cycle time, average waiting time and utilization of vehicles. Kumar et al. (2014) studied the lane design problem and offered a zone-captive for ASRS system. The zone boundaries and number of zones are evaluated via simulation and justify the gains with a better arrangement of lanes and zones for ASRS systems.

ASRS is usually used where loads with big volume and heavy weight are to be stocked, and it is also used in situations where space is inadequate but storage density is high. ASRS is fully automated and do not need human interaction in many situations; as a result a high storage sensitivity level is achieved. There are many benefits of using ASRS; some of them are fast and accurate shipping, decrease in storage space requirements, workforce savings, decrease in buffer stocks, real time stock control, decrease in material transportation costs, and decrease in equipment maintenance and operating costs. ASRS can be used in many business sectors, some of them are pharmacy sector, logistics, and distribution warehouses (Akyıldız, 2014). ASRS have many storage corridors and one or more S/R (storage/retrieval) machine is used in these corridors. Usually there is only one S/R machine in each corridor. Also, there are storage racks in the corridors that contain the material to be stocked. ASRS have one or more input/output stations where materials are delivered to be kept in warehouses or pulled from the system. Input/output stations are also called P&D (pick-up and deposit) stations in ASRS, they can either be manual or they can contain automatic transportation systems such as conveyors and automated guided vehicles (AGVs) (Aslantaş, 2014).

The aim of this study is to determine the inventory level for final products, to design a new stock area, and to improve buffer stock tracking. Solution methodology is based on determining high sales volume products and making forecast for those product types, assignment of area based on forecasted sales data, determining alternative stock area zone considering carrying costs.

2. SYSTEM ANALYSIS

In firms where job-order production is used, products are produced with both standard and specialized design; customer demands can be satisfied with modifications on the standard products. Production process is not continuous until the end product is obtained, instead of that semi-products are finished considering customer demands. Job-order production is valid for products where there are lots of choices and where the probability that the customer will demand a certain product is low. Customer requests are substantially effective on design and product shipment. When the production system is analyzed, it is seen that the firm makes job-order production. Product process order of the firm is given in Figure 1.

The machines used for production are as follows: six universal turning lathes, two milling lathes, four CNC lathes, one planing lathe, two radial drills, one balance lathe, one broaching lathe, one cylindrical grinding lathe, one wedging lathe, one shaft straightening machine, three hydraulic sawing machines, two welding machines, one drill, one guillotine, one cylinder, one air cleaner, and one labeling machine. Two main forecast activities are used in the firm; the first one is demand forecast of products, and the other one is the estimation of delivery time or distribution time. Moving averages method and roadmaps are used for forecasting activities, the standard error between the estimated amount and the actual amount.

Stock level of a product and the amount of required resources, raw materials and parts are the key factors of production decisions. The scarcest resource occurs as pump body which is caused by delivery time up to one month. Customer satisfaction, reducing time loss, and improving the utilization of CNC machines

are the key challenges of production process. Efficiency rate of CNC machines are calculated as 45%, management targets to increase the efficiency rate up to 60%.

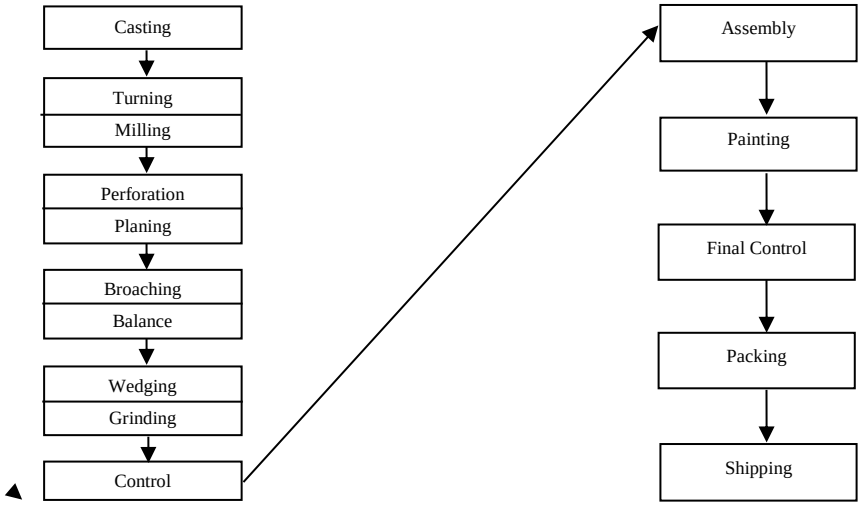


Figure 1 - Product process order of the firm

Raw material and unfinished parts are mostly held on hand inventory as they have long lead time. Stock position of any material is continuously observed and it is updated after every process. Main item on inventory is metal as a raw material, also inventory level for engines and molds are high as they are usually exported. Another reason for that is many kinds of products need different engines and molds. Stock control processes are performed according to information gathered from Material Requirements Planning (MRP). Material requirements are determined according to MRP and instantaneous inventory level is controlled to be sufficient. Performance criteria for stock management are number of latencies on line, customer satisfaction, number of distributions on time, and number of reprocessing. Inputs of the MRP are as follows: Sales information, forecasts, list of quality and quantity of parts, stock levels, assembly and processing job orders, supplier information, safety stock levels, lot sizes.

Unnecessary stock is an important problem for the firm which causes significant loss. This is mainly caused by unforeseen lead times of suppliers; the firm tries to avoid that by ordering more than enough. In order to avoid losses, the firm is in favor of new suppliers that provide more foreseeable lead times. The firm applies ISO 9001, ISO 14001, and OHSAS 18001 standards. Top seller products of the firm is water pumps, so special emphasis is given on them. All water pumps are controlled in terms of rotation and performance. The engines also pass through the controls of noise correction and checking the screen if exists, the cables and buttons are also checked. Returned products are investigated thoroughly to take necessary precautions.

Factors that affect the capacity of the factory are maintenance and repair activities, customer-driven product dimensions, rate of waste, purchasing activities, cycle times, number of employees, order planning, material transfer, transportation, and working time. Budget constraints, management constraints, constraints on building structure, land constraints, time constraints and constraints about production are taken into consideration for the stock area design phase. After the system is analyzed, the following problems are determined: Stock area of the final product is not enough, buffer stocks cannot be tracked on a regular basis, layout of buffer stock area is disordered and job tracking is hard.

3. APPLICATION

While selecting the place of stock area, limited space, transportation problems, disorder, stowage problems, conformity to predetermined workflow, and quality problems throughout the production flow should be considered. Initially, the density of finished goods in stock will be considered and unit load dimensions will be determined. While weight of parts is also considered, rack height is taken as a constraint in ASRS design. As a result, ASRS will be applied horizontally to the system. Steps of designing a storage system are as follows:

1. Determine the dimensions and the weight of the load to be stored.
2. Determine the dimensions of every storage area.
3. Determine how many pallets of load capacity will be reserved in the storage area.
4. Determine the system output and the number of necessary cranes.
5. Determine the dimension parameters:

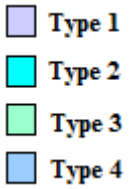
a. Determine the necessary number of rows
b. Decide on the number of stowed loads.
c. Determine the colon width, rack and system length, and the corridor unit.

6. Determine the height of the building and the height of the load.
7. Decide on the length of the system.
8. Decide on the width of the system.

The first step is determining the dimensions and weight of the load. Here, the volume and type of parts used in the system are determined. Special emphasis should be given that the stock area must have enough space for the materials to fit. If there are extraordinary volumes, they are ignored. The storage area is arranged in accordance to most frequently used products. There are ten most frequently produced products which are grouped into four groups, dimensions and weights of these products can be seen in Table 1. Dimensions of one product from each four types, D, B, C, and E, respectively, is illustrated in Figure 2.

Table 1 - Dimensions and weights of most frequently produced products

Product	ℓ	w	h	kg
A	120	122	132	1700
B	200	115	200	2550
C	160	90	100	2230
D	200	90	145	1760
E	240	115	120	3660
F	120	92	96	1240
G	80	88	90	1030
H	100	88	142	1090
I	190	90	145	1530
J	100	92	97	1325



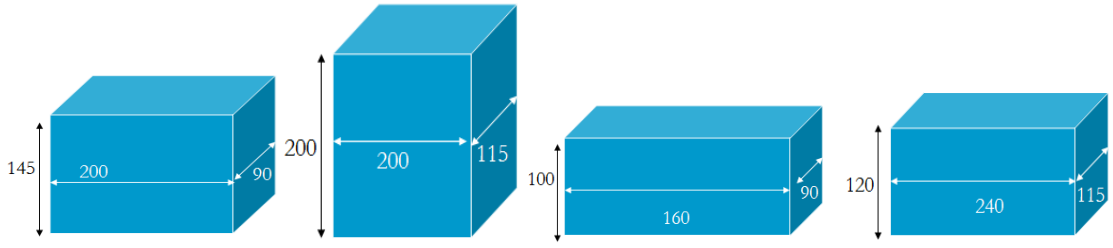
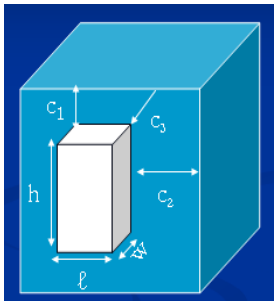


Figure 2 - Dimensions of products D, B, C, and E, respectively

The next step is determining the dimensions of storage areas. Here, these dimensions are determined in such way that the longest, widest, highest, and the heaviest product of each type can fit inside the storage area. The dimensions of the storage area are illustrated in Figure 3, and the calculations are shown in Table 2.



h: Height of one unit load
ℓ: Length of one unit load
w: Width of one unit load
u: Number of unit loads
c_1,c_2,c_3: Storage gaps
$h+c_1$: Height of storage area
$\ell+c_2$: Length of storage area
$u\times(w+c_3)$: Width of storage area

Figure 3 - Dimensions of the storage area

Table 2 - Determining the dimensions of the storage area

Unit Loads							Storage Gaps			Dimensions of Stocking Areas		
Unit Load Type	**Included Products**	**ℓ**	**w**	**h**	**kg**	**u**	**c_1**	**c_2**	**c_3**	**$h+c_1$**	**$ℓ+c_2$**	**$u\times(w+c_3)$**
1	D, H, I	200	90	145	1760	2	4	4	4	149	204	188
2	B	200	115	200	2550	2	4	4	4	204	204	238
3	C, F, G, J	160	92	100	2230	2	4	4	4	104	164	192
4	A, E	240	122	132	3660	2	4	4	4	136	244	252

The third step is the determination of load capacity. Tompkins and White (1984) developed two policies; one of them is allocation policy. Here, a special storage area is allocated for the products according to the product type. The second one is random policy; here every empty space is an alternative. Either of these alternatives can be chosen with equal probability. In this way, stocking area requirement is equal to the maximum of sum of stock levels of all products. Stock levels of last two years are determined according to product type, then this data is used to forecast the stock levels of two-years period in the future using Winter's method.

The allocation policy resulted in an integrated stock level of 168 pallets of load, which is the maximum integrated stock level. On the contrary, the random policy is calculated by summing up the maximum values of each four types, which results in 186 pallets of load. In the next sections, the result of allocation policy will be used to calculate the number of colons. Results of the forecast can be seen in Table 3.

Table 3 - Forecasted stock quantities for the next two years

Period	Product Types				Integrated Stock Level	Period	Product Types				Integrated Stock Level
	1	**2**	**3**	**4**			**1**	**2**	**3**	**4**	
1	5	32	92	32	161	**13**	3	30	95	24	152
2	6	31	94	33	164	**14**	4	29	94	23	150
3	3	24	100	29	156	**15**	2	29	89	28	148
4	7	36	93	27	163	**16**	4	31	93	28	156
5	2	29	93	30	154	**17**	5	29	91	26	151
6	4	31	88	34	157	**18**	4	30	104	29	167
7	5	32	87	32	156	**19**	4	27	107	30	168
8	6	31	92	34	163	**20**	4	30	109	25	168
9	3	32	93	32	160	**21**	3	30	94	25	152
10	2	27	90	30	149	**22**	2	30	95	29	156
11	4	25	95	28	152	**23**	3	17	97	23	140
12	5	33	96	24	158	**24**	1	20	96	20	137
						Max	7	36	109	34	168

4. CONCLUSION

In order to establish production efficiently, the number of cranes should be calculated. This number is calculated by dividing the system output over the number of cranes in the hourly cycle. There are 35 operations per day, and the number of cranes in the hourly cycle is calculated by 1 operator per hour multiplied by working hours of 8 hours per day. So the result is 35/8=4.375 machines, which is approximately 5 machines.

In order to calculate the number of racks, dimension parameters should be determined. Depending on the empty space in the system, the cranes can go through other spaces. The racks in the system are calculated by multiplying the number of cranes in the system by 2, which results in 10 racks. The number of storage areas in the height of each system is calculated by dividing the system height by the storage space height. The number of colons are calculated by dividing the number of stocks needed by the number of rows of each crane multiplied by the number of cranes and the number of storage areas in the height of each system, so the number of colons is equal to 168/(2*5*(18/2.04))=1.9 which is approximately equal to 2.

The following values are calculated for each four types of products. Colon width is calculated by adding the length of one storage space to the width of rack support center from the center. Rack length is calculated by multiplying the length of a rack with the number of racks in the system and dividing it by the colon number. Colon depth is calculated by adding the width of each storage area and the support gap of the length side. Results of these calculations are shown in Table 4. Corridor width is equal to the sum of the gap needed for the crane to be run, the gap for storage and retrieval, and the pallet length of the crane, which is 150+100+350=600 cm. Lastly, system length is equal to the sum of rack lengths of all

product types, and the corridor length multiplied by the number of corridors, which is 262+198+248+20+262+600*3=2790 cm. As the dimensions of the storage area are predetermined, steps 6, 7 and 8 will not be applied and stock area design is completed as seen in Figure 4.

Table 4 - Calculation of dimension parameters for each product type

	Unit Load Types			
	Type 1	**Type 2**	**Type 3**	**Type 4**
Number of racks	10	10	10	10
Number of colons	2	2	2	2
Colon width	214	214	174	254
Rack length	1060	1060	870	1270
Colon depth	198	248	202	262

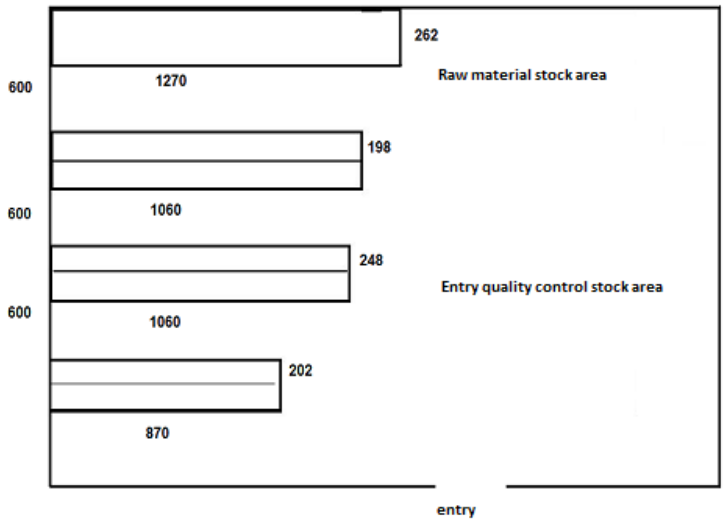


Figure 4 – Designed stock area

REFERENCES

Aslantaş, T. (2014). Lojistik Yönetiminde Maliyet Etkin Çözüm: AS / RS Robotik Depolama Sistemleri, Retrieved from: http://www.tankutaslantas.com/lojistik-yonetiminde-maliyet-etkin-cozum-as-rs-robotik-depolama-sistemleri/

Akyıldız, Ç. (2014). Otomatik Depo Sistemleri. Satınalma Dergisi, Şubat 2014.

Ekren, B. Y., and Heragu, S. S. (2010). Simulation-based regression analysis for the rack configuration of an autonomous vehicle storage and retrieval system. International Journal of Production Research, 48(21), 6257-6274.

Gu, J., Goetschalckx, M., & McGinnis, L. F. (2010). Research on warehouse design and performance evaluation: A comprehensive review. European Journal of Operational Research, 203(3), 539-549.

Gue, K. R. (2006). Very high density storage systems. IIE Transactions, 38(1), 79-90.

Kumar, A., Roy, D., & Tiwari, M. K. (2014). Optimal partitioning of vertical zones in vehicle-based warehouse systems. International Journal of Production Research, 52(5), 1285-1305.

Manzini, R., Gamberi, M., & Regattieri, A. (2006). Design and control of an AS/RS. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 28(7-8), 766-774.

Tompkins, J.A. and White, J.A. (1984). Facilities Planning. John Wiley and Sons.

Vivaldini, K. C. T., Becker, M., & Caurin, G. A. (2009, November). Automatic Routing of Forklift robots in warehouse applications. In Proceedings of the 20th International Congress of Mechanical Engineering, Gramado-RS, Brazil.

ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE TEDARİKÇİ SEÇİMİ VE MACBETH TEKNİĞİNİN BİR FİRMADA UYGULAMASI

İpek Kabalak
Selçuk Üniversitesi

Mehmet Emin Baysal
Selçuk Üniversitesi

Ahmet Sarucan
Selçuk Üniversitesi

Orhan Engin
Selçuk Üniversitesi

ÖZET

Günümüz işletmelerinde tedarikçi seçimi doğal olarak çok önemli bir problemdir. Özellikle de artan rekabet ortamında işletmeler uzun dönemli tedarikçi ilişkisini tercih etmektedirler. Tedarik zincirinin ilk adımını oluşturan tedarikçiler, işletmenin amaç ve hedeflerine ulaşmasında önemli rol oynamaktadırlar. Bu doğrultuda tedarikçi seçim kararı hayati bir önem taşımaktadır. İşletme açısından tedarikçi seçimi, nitel ve nicel birçok kriterin dikkate alınmasını gerektiren çok kriterli bir karar verme problemidir. Bu teknikler, özellikle belirsizliğin iş yaşamı üzerindeki olumsuz etkilerini de göz önünde bulundurduğu için firmalara daha spesifik ve doğru çözümler sunmaktadır. Bu çalışma, tedarik zincirinde tedarikçi seçimi problemi üzerine odaklanmıştır. Çalışmada, en uygun tedarikçinin seçimi süreci MACBETH tekniği ile özel bir mobil vinç firmasında gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çok kriterli karar verme, MACBETH, Tedarikçi seçimi

THE SUPPLIER SELECTION WITH MULTICRITERIA DECISION MAKING METHODS and AN APPLICATION OF MACHBETH METHOD IN A COMPANY

ABSTRACT

The supplier selection for todays' organizations is naturally very important problem. Companies especially prefer long term relationships with their suppliers in increased competition environment. Suppliers as a first step of the supply chain, have a significant role to achieve aims and goals of an organization. Therefore the decision of supplier selection decision exhibits of vital importance. Supplier selection is a multi-criteria decision making problem which has to consider several criteria of qualitative and quantitative for business. These techniques, especially taken into consideration the negative effects of uncertainty on work-life, present more specific and accurate solutions to the companies. This study focuses on the supplier selection problem in supply chain management. In this study, the process of selection of the most appropriate supplier is made in a private mobile crane firm with using Measuring Attractiveness by a Categorical-Based Evaluation Technique (MACBETH).

Keywords: MACBETH, Multi-criteria decision making, Supplier selection

1. GİRİŞ

Günümüz işletmelerinde tedarikçi seçim kararını, doğru ürün ve hizmetlerin, doğru zamanda, doğru fiyattan, doğru miktarda, doğru kalitede ve doğru kaynaktan temin edilmesinden sorumlu olan satın alma bölümleri vermektedir. Çağımızın rekabet ortamında, etkin bir tedarikçi seçimi işletmeler için başarıya ulaşmada önemli bir rol oynamakta ve işletmelerin rekabet edebilirliğini önemli ölçüde etkilemektedir (Ecer ve Küçük, 2008). Tedarikçi seçimi üretim için gerekli hammaddelerin, yarı mamul ve diğer malzemelerin kimden ve ne kadar alınacağının belirlenip, çok sayıda kriter kullanılarak tedarikçilerin karşılaştırılması ve en uygun tedarikçiye karar verilmesi süreci olarak tanımlanabilir. 1990'lar boyunca birçok üretim işletmesi yönetim performanslarını ve rekabet güçlerini geliştirmek amacıyla tedarikçileri ile işbirliği içerisine girme konusunu araştırarak rekabetçi gücü etkilemeyi amaçlamışlardır. İşgücü ve genel üretim giderleri ve hammadde maliyetlerini azaltıcı çalışmalar sonucunda firmaların kârlılığı ve nakit durumlarıyla ilgili finansal işlemler geliştirilmeye çalışılmaktadır (Vatansever, 2013). Çeşitli potansiyel ve yetkinliklere sahip çok sayıdaki tedarikçi içerisinden uygun tedarikçi seçimlerini yapmak çok kriterli karar verme (ÇKKV) çerçevesinde çokça ele alınan bir problemdir (Arıkan ve Küçükçe, 2012). Bu çalışmada, mobil vinç üreticisi bir firmada satın alma faaliyeti kapsamındaki tedarikçi firmaların seçim ve değerlendirme problemine çözüm getirilmesi hedeflenmiştir. Tedarikçi seçimi ve değerlendirilmesi probleminin çözümü için ÇKKV yöntemlerinden Kategorik Tabanlı Değerlendirme Tekniği ile Çekicilik Ölçme Tekniği (MACBETH) kullanılmıştır. Çalışmanın giriş bölümünde problem tanımı kısaca yapıldıktan sonra, ikinci bölümde literatürde yer alan çalışmalar verilmiştir. Üçüncü bölümde MACBETH tekniği anlatılmıştır. Dördüncü bölümde yapılan uygulama anlatılmıştır. Beşinci ve son bölümde ise sonuçlar yorumlanmıştır.

2. LİTERATÜR

Tedarikçi seçim problemi ile ilgili yazında birçok çalışma mevcuttur. Bunlardan bazıları aşağıdaki bölümde verilmektedir. Ar ve ark (2015), çalışmalarında kablo sektöründe polietilen tedarikçisi seçim kriterleri ve kriterler arası ilişkileri belirleyip, kriterlerin önem düzeylerini saptayarak, tedarikçi seçim uygulamasını gerçekleştirmiştir. Çalışmalarında sırasıyla DEMATEL, Analitik Ağ Süresi (AAS) ve VIKOR yöntemlerini kullanmışlardır. Bu çalışma Türkiye'de kablo sektöründe faaliyet gösteren sanayi ve ticaret odasına kayıtlı bütün işletmelerin dâhil olduğu bir çalışmadır. Kanagaraj vd., (2014), yaptıkları çalışmada tedarikçi seçim sürecinde doğrudan ve dolaylı maliyetlerin hesaplandığı güvenirliğe dayalı toplam maliyet yaklaşımını kullanmışlardır. Tedarikçi seçimi problemi için melez bir genetik algoritma geliştirmişlerdir. Sonuçta geliştirilen melez algoritma makul sürelerde uygulanabilir çözümler üretmiştir. Ware vd. (2014), çalışmalarında dinamik tedarikçi seçim problemi (DSSP) için karma tam sayılı doğrusal olmayan programlama (MINLP) modeli geliştirmiştir. Bu makalede, çok dönemli bir tedarikçi seçimi problemi tanımlanmıştır. Kurulan matematiksel model LINGO ile çözülmüş ve test edilmiştir. Ma vd. (2014), çalışmalarında tedarikçiler arası rekabeti dikkate alarak performanslarını değerlendirmek için veri zarflama analizini (DEA) kullanmışlardır. Çalışmada bir vaka üzerinde çapraz etkinlik yöntemi sayısal olarak gösterilmiş diğer yöntemlere üstünlüğü vurgulanmıştır. Melander ve Tell (2014), çalışmalarında enerji depolamada yeni bir ürün geliştirme kapsamında hem tedarikçi hem de teknoloji seçim problemini ele almışlardır ve bir uygulama gerçekleştirmişlerdir. Deng vd. (2014), tedarikçi seçiminde mevcut yöntemlerin belirsizlikleri işlemesinin yeterli olmadığını, bu nedenle belirsiz bilgilerin ifade edilmesinde D sayılarının kullanımını önermişlerdir. Tedarikçi seçim problemleri için D-AHP yöntemi bir örnek üzerinden açıklanmıştır. Kasirian ve Yusuf (2013), çalışmasında birbirinden bağımsız olmayan seçim kriterlerinden oluşan seçim süreciyle ilgilenmiştir. Birincil amaç, kriterler arasındaki bağımlılık görmezden gelindiğinde gerçekçi olmayan kararlar alınacağını göstermektir. Bu çalışmada, melez TOPSIS öncelikli hedef programlama ile entegre edilmiş ve bağımlılığın tedarikçi seçimi üzerinde etkisini göstermek için analitik hiyerarşi süreci (AHS) ile karşılaştırılmıştır. Örnek çalışma sonucunda, seçim kriterleri arasındaki bağımlılık dikkate alındığında bu melez TOPSIS yönteminin tedarikçileri sıralaması ve genel performansı açısından yeterli olduğu görülmüştür. Xie vd. (2013), çalışmalarında tedarikçi seçimi üzerinde yoğunlaşırken seçim stratejilerinin kabul edilme öncüllerinin neler olduğunu ve bu stratejilerin tedarikçi performansı üzerine etkilerini sorgulamışlardır. Pazar odaklı ve ilişki odaklı seçim stratejilerinin tedarikçi performansı üzerine farklı etkileri olabileceğini savunmuşlardır. Bu makalede Çin'in gelişmekte olan ekonomisinde tedarikçi seçim stratejisinin öncülleri ve sonuçları incelemiştir. Pazar etkisi üzerinde durulan çalışmada ilişki odaklı strateji olumsuz iken tedarikçi performansının pozitif ve anlamlı olduğu ortaya çıkmıştır. Wu vd. (2013), makalelerinde tedarikçi seçimi için deneysel olarak nitel ve nicel özellikleri belirlemişler ve bunlara karşılık gelen ağırlıkları tespit etmişlerdir. Çalışmada kullanılan bulanık ÇKKV yaklaşımı, tüm olası tedarikçi adayları arasından en uygun tedarikçiyi seçmek için kullanılır. Choi (2013), çalışmasında karbon emisyon vergisinin sürdürülebilir bir tedarik zinciri yönetimi için önemli bir kriter olduğundan bahsetmiştir. Bu çalışmada,

karbon emisyonu vergisi altında giyim tedarik zincirinde en uygun tedarikçi seçimi problemini incelenmiştir. Dotoli ve Falagario (2012), çalışmalarında çok kriterli optimizasyon problemi olarak riske dayalı tedarikçi seçimi problemini modellemiş ve iki aşamalı olarak bunu çözmeyi amaçlamışlardır. Şevkli (2010), çalışmasında tedarikçi seçimi için net ve bulanık ELECTRE yöntemlerini karşılaştırmıştır. Önerilen yöntemler, Türkiye'de bir üretim şirketine uygulanmıştır.

3. MACBETH TEKNİĞİ

MACBETH tekniği, çok kriterli karar verme (MCDM) yaklaşımı bağlamında geliştirilen, çatışan hedefleri ve birden çok kriteri olan çok sayıda alternatifi araştırmak için tasarlanan teknikler kümesi olarak tanımlanabilir. Bu teknik, karar vericinin kararlarının tutarlılığını kontrol için kolaylıklar sağladığı gibi, aynı zamanda tutarsız bulduğu kararlar için iyileştirmeler önermektedir. Bu teknikte, karar verici için uzlaşmacı bir çözüm üretmek ve alternatiflerin cazibe düzeylerine göre bir hiyerarşi analiz etmek mümkündür. Karar verme teorisinde, alternatiflerin hiyerarşisi, çeşitli karar kriterlerine göre alternatiflerin performansının genel çekiciliğine dayalı geliştirilmiştir. Bu nedenle, MACBETH tekniğinde, karar vericinin en uygun alternatifin seçimini etkileyen karar kriterleri kümesini seçmesi gerekir. Kriterler için, sıralı performans kriterleri orantılı nicel ölçeklere dönüştürülür. Buradan, kriterlere göre seçilen performans seviyesi sayısı olup, performans seviyeleri (nxn) matris içinde düzenlenir. Performans seviyeleri önem sırasına göre soldan sağa ve yukarıdan aşağıya azalacak şekilde düzenlenmiştir. Ayrıca, karar verici bir seferde iki alternatifin sıralı performans kriterleri arasındaki cazibenin farkını haritalar. Çünkü alternatiflerin karşılaştırılması cazibenin kendisi yerine farkı alınarak yapılır. MACBETH tekniği 'anlamsız', 'çok zayıf', 'zayıf', 'orta', 'güçlü', 'çok güçlü' ve 'aşırı' olarak yedi semantik ölçek kullanarak cazibe farkı haritası çıkarmada kolaylık sağlar. Bu yedi semantik ölçeğin anlamı Tablo 1.'deki gibidir (Karende ve Chakraborty, 2013) .

Tablo 1. Macbeth semantik ölçekler (Karende ve Chakraborty, 2013)

Semantik Ölçek	Eşdeğer Sayısal Ölçek	Anlam
Anlamsız	0	Alternatifler arasında fark yoktur
Çok Zayıf	1	Alternatif, diğelerine göre çok zayıf derecede çekicidir
Zayıf	2	Alternatif, diğerlerine göre zayıf derecede çekicidir
Orta	3	Alternatif, diğerlerine göre orta derecede çekicidir
Güçlü	4	Alternatif, diğerlerine göre güçlü derecede çekicidir
Çok Güçlü	5	Alternatif, diğerlerine göre çok güçlü derecede çekicidir
Aşırı	6	Alternatif, diğerlerine göre aşırı derecede çekicidir

Yedi semantik ölçek kullanılarak yapılan karşılaştırma mantıksız olursa, karar vericinin birden fazla sıralı kategori seçme özgürlüğü vardır. Karar verici tarafından sağlanan kararlar tutarlılık açısından kontrol edilir. Sunulan yargıların tutarsız olduğu tespit edilirse, M-MACBETH yazılımı kararları tutarlı hale getirmek için değişiklikler önerir. Daha sonra, tutarlı kararlar orantılı nicel ölçeklere dönüştürülür. Sıralı ölçeklerin nicel MACBETH puanları haline dönüştürülmesi için aşağıdaki gibi bir matematiksel işlem yapılır:

Nicel MACBETH değeri L_i = (1,2, ..., n) performans seviyelerine sahip olan k bir kriter değeri olarak düşünülür. Tablo 2'de gösterildiği gibi, bu kriterlere göre performans seviyeleri, yukarıdan aşağıya ve soldan sağa önemi azalan bir matris biçiminde düzenlenmiştir. Burada L_1, L_2, L_3, L_4 olmak üzere dört performans düzeyi bulunur ve L_3 'iyi' seviye olup L_4 'yansız' olarak kabul edilir. Performans seviyeleri için önem sırası $L_3>L_1>L_2>L_4$ olarak belirtilmiştir. L_1, L_2, L_3, L_4 performans seviyesinin sayısallaştırılmış MACBETH puanları sırasıyla $v(L_1)$, $v(L_2)$, $v(L_3)$ ve $v(L_4)$ olarak belirtilir. $v(L_3) = 100$, $v(L_4) = 0$ ve $v(L_3)> v(L_1)>v(L_2)>(L_4)$ olarak sıralanmıştır. Bir sonraki adım seviyelerin performans güçleri karşılaştırılmasını içerir. n referans düzeyleri için, n(n–1)/2 maksimum karşılaştırma sayısını ifade eder, fakat karşılaştırma sayısı (n–1), Tablo 2'deki çapraz paralel gösterildiği gibi, ölçeğin dönüştürülmesi için yeterlidir. Tablo 1 'de gösterildiği gibi güçlü bir performans karşılaştırması, yedi semantik terazi kullanılarak yapılmaktadır. Karar verici herhangi bir performans gücünü karşılayamazsa, pozitif veya P tarafından karşılık gelen matris hücresine kaydedilir. Karar verici L_2 üzerinde bir güce sahip olan L_1 performansını tercih ederse;

$h \in \{0, 1, \ldots, 6\}$, $L_1 > L_2$

$$v(L_1) - v(L_2) = ha \qquad (1)$$

Burada a koşulu karşılamak için gerekli katsayı olmak üzere; $v(L_1)$ ve $v(L_2) \in [0,100]$. Sayısal MACBETH puanları, tüm performans düzeyleri için ilgili denklemleri çözerek elde edilir. Karar verici Tablo 2.'deki gibi performans gücüne karar verir, performans düzeylerinin tüm gücü belirlenir ve matris veri ölçümü için hazır hale getirilir.

Tablo 2. k kriteri için performans düzeylerinin durumları (Karende ve Chakraborty, 2013)

Performans Seviyesi	**L_3**	**L_1**	**L_2**	**L_4**
$L_{3\ (İyi)}$	Anlamsız	Çok Güçlü	Çok Zayıf	Çok Zayıf
L_1		Anlamsız	Zayıf	Çok Zayıf
L_2			Anlamsız	Orta
$L_{4\ (Yansız)}$				Anlamsız

Tablo 2'de verilen yargılardan, aşağıdaki denklem sistemi elde edilebilir.

$$v(L_3) - v(L_1) = 5a \quad (2)$$
$$v(L_1) - v(L_2) = 2a \quad (3)$$
$$v(L_2) - v(L_4) = 3a \quad (4)$$

(2) ve (4) denklemleri çözüldükten sonra a = 10, $v(L_1)$= 50 ve $v(L_2)$=30 bulunur. MACBETH tekniğinin sonraki adımı alternatifler ve farklı kriterlere göre performanslar seçilir ve ilgili veriler M-MACBETH yazılımına girilir (Karende ve Chakraborty, 2013).

MACBETH yaklaşımı, nitel performans puanları ile uğraşan bir yazılım olsa da, nicel performans puanlarını da analiz eder. Bu yaklaşımda, nicel performans düzeyleri de iki referans düzeyleri ile orantılı (iyi ve yansız) MACBETH ölçeğine dönüştürülür. Niceliksel performans seviyelerini MACBETH puanları haline dönüştürmek için, seçilen niceliksel performans seviyeleri yukarıdan aşağıya ve soldan sağa önemleri azalan şekilde düzenlenmelidir. Performans seviyelerinin çekicilik farkını gösteren MACBETH yargıları seçilir. Kararların tutarlılıkları kontrol edilir ve gerekirse değişiklikler yapılır. Niceliksel performans seviyeleri dönüşümleri aşağıdaki formüllere yapılabilir.

x_{ij}, *j.* kriterde *i.* alternatifinin performans ölçüsü (i=1, 2 … n; j=1, 2, …,m) ve v(x_{ij}) x_{ij} 'nin dönüştürülmüş sayısal MACBETH ölçeği olsun. *j.* kriteri için, (x_j^-) alt referans seviyesi, (x_j^+) ise üst referans seviyesi olsun. MACBETH sayısal ölçeğinde önceden tanımlanmış iki referans düzeyi sırasıyla alt ve üst referans seviyelerine 0 ile 100 puanları atanır. (x_j^-)=0 ve (x_j^+)=100 olarak belirlenir. Herhangi bir ara performans ölçüsü x_{ij} için MACBETH puanı aşağıdaki gibi hesaplanır: (Karende ve Chakraborty, 2016)

Olumlu kriterler için;

$$v(x_{ij}) = v(x_j^-) + \frac{x_{ij} - x_j^-}{x_j^+ - x_j^-}\left[\left(v(x_j^+) - v(x_j^-)\right)\right] \quad (5)$$

Olumlu olmayan kriterler için;

$$v(x_{ij}) = v(x_j^-) + \frac{x_j^- - x_{ij}}{x_j^- - x_j^+}\left[\left(v(x_j^+) - v(x_j^-)\right)\right] \quad (6)$$

Son olarak, küresel çekici puanları dikkate alınarak alternatifleri sıralanır. Aşağıdaki model, alternatifin tüm global değerini belirlemek için kullanılır.

$$v(X_i) = \sum_{j=1}^{n} w_j(v_j) \quad (7)$$

$$\sum_{j=1}^{n} w_j = 1\ ,\ w_j > 0 \text{ ve } \begin{cases} v_j\left(x_j^+\right) = 100 \\ v_j\left(x_j^0\right) = 0 \end{cases} \quad (8)$$

Burada w_j, *j.* için kriter ağırlığı olarak ifade edilir. Alternatiflerin son sıralama $v(X_i)$ değerlerine dayalı olarak yapılır.

4. UYGULAMA

Bu çalışmada üç ana kriter, yani fiyat, kalite ve teslimata göre değerlendirilen altı firma tedarikçi seçim problemi şeklinde ele alınmıştır. Bu ana kriterler, kendi aralarında çeşitli alt kriterlere ayrılmış ve tüm kriterler nitel veya nicel veriler şeklinde ifade edilmiştir. Değerlendirme kriteri ve alt kriterlerden oluşan bir değer ağacı geliştirilip M-MACBETH yazılımına girilmiştir. Çalışmada, seçim kriterleri ile ilgili alternatiflerin performansını haritalamak için çeşitli performans seviyesi dereceleri belirlenmiştir. Olumlu kriterler için, önerilen performans seviyeleri cazibeyi azalan sırada düzenlenmiş, olumsuz kriterlerin kullanılması durumunda ise sadece tercih sırası tersine çevrilmiştir. Tüm kriterler için, performans seviyeleri cazibe sırasına göre M-MACBETH yazılımına girilir. Tüm kriterler için seçilen performans seviyelerini, her bir kriter için farklı ölçek performans düzeylerinin cazibe farkları gösterilir. Kararların tutarlılığı kontrol edilir ve girilen yargıların tamamen tutarlı olduğu bulunmuştur. Ayrıca, cazibe farklılıklarına dayalı, M-MACBETH yazılımı uygun doğrusal programlama modellerini kullanarak nicel sıralı performans seviyelerini tespit eder. Altı karar vericiden oluşan bir ekip, alternatif tedarikçilerin performansını değerlendirmek ve de göreceli kriter ağırlıklarını belirlemek için kurulmuştur. Bu farklı

kriterlere göre tedarikçilerin sıralı performansının haritalamasının öznel olduğu görülmektedir. Bu nedenle, bir grup karar verici arasında uzlaşıya dayalı bir sonuç, bir bireyin görüşlerine dayalı bir sonuçtan daha inandırıcıdır. Daha sonra, alternatif tedarikçiler belirlenir ve tüm kriterler açısından performansları, M-MACBETH yazılımına girilir. MACBETH kendi kriter ağırlığını hesaplama yeteneği olan bir tekniktir. Karar vericinin görüşüne dayanarak, kriterleri yukarıdan aşağıya ve soldan sağa önemleri azalan şekilde düzenlediği düşünülmüştür. Ayrıca, yedi semantik ölçek sınıfı kullanarak üzerinde başka bir kriter cazibesi yargılanır ve yargılar tutarlılık için kontrol edilir. M-MACBETH programı karşılık gelen kriter ağırlıklarını tespit eder ve aynı zamanda bu ağırlıklar için ayarlanabilir aralığı sağlar. Bu örnekte, önceden tanımlanmış ağırlıklar kullanıldığı gibi, bu aynı ağırlık tartım ölçeğinde düzenlenir. Tedarikçi seçim problemi için kriterlerin performans seviyelerini karşılaştırmasını ve kriter ağırlıklarını gösterir. Şekil 1. her bir kriter için tüm tedarikçilerin sıralamasını yapar.

Table of rankings

Bütçeye Uygunluk	Fiyat Güvenliği	Ödeme Şekli	Ürün Kalitesi	Üretim Kalitesi	Hatalı Ürün Oranı	ISO 9000	Müşteri Odaklılık	Teslimat	Esneklik
Çok Uygun	upper	120 Gün Vade	Üstün Kalite	Tedarikçi F	upper	Onaylı Tedarikçi	Tedarikçi F	Tedarikçi B	upper
Tedarikçi A	Tedarikçi B	Tedarikçi A	Tedarikçi A	Tedarikçi B	Tedarikçi C	Tedarikçi A	Tedarikçi B	Tedarikçi F	Tedarikçi A
Tedarikçi B	Tedarikçi A	Tedarikçi C	Tedarikçi B	Tedarikçi D	Tedarikçi E	Tedarikçi C	Tedarikçi A	Tedarikçi A	Tedarikçi F
Tedarikçi C	Tedarikçi D	Tedarikçi B	Tedarikçi C	Tedarikçi A	Tedarikçi A	Tedarikçi E	Tedarikçi D	Tedarikçi D	Tedarikçi C
Tedarikçi E	Tedarikçi E	Tedarikçi F	Tedarikçi D	Tedarikçi E	Tedarikçi D	Tedarikçi F	Tedarikçi E	Tedarikçi E	Tedarikçi E
Tedarikçi F	Tedarikçi C	Tedarikçi E	Düşük Kalite	Tedarikçi C	Tedarikçi B	Onaysız Tedarikçi	Tedarikçi C	Tedarikçi C	lower
Uygun Değil	lower	Peşin	Tedarikçi E		lower	Tedarikçi B			Tedarikçi D
Tedarikçi D	Tedarikçi F	Tedarikçi D	Tedarikçi F		Tedarikçi F	Tedarikçi D			Tedarikçi B

Şekil 1. Tüm kriterler için tedarikçi sıralamaları

5. SONUÇLAR

Tedarikçilerin performansının kriterlere göre hesaplanan nicel puanları ve buna karşılık gelen toplam puanlar Şekil 2.'de gösterilmiştir. Belirlenen bu sıralama sonuçlarının tutarlılığını ve kabul edilebilirliğini ölçmek amaçlı duyarlılık analizi yapılır. Duyarlılık analizi türetilmiş sonuçların kararlılığını gösterir ve bu analizde, kriter ağırlıklarını veya model parametreleri elde edilen sonuçlar üzerinde bu değişikliklerin etkilerini kontrol etmek için kısıtlı bir şekilde değiştirilir. Burada diğer kriterlerin ağırlıkların farkı eşit derecede ayarlanarak, bir kriter ağırlığı sürekli değiştirilir. M-MACBETH yazılımı tüm seçim kriterleri ile ilgili duyarlılık analizini gerçekleştirmek için olanak sağlar. Bu yüzden, MACBETH tekniği kullanılarak elde edilen sonuçlar, kriter ağırlıkların değerlerinin değişikliğinden hemen hemen etkilenmiyorsa sonuçların oldukça tutarlı ve kabul edilebilir olduğu düşünülür. Şekil 2'deki sonuçlara göre genel puanı en yüksek olan Tedarikçi A seçilmelidir.

Table of scores

Options	Overall	Bütçeye Uygunluk	Fiyat Güvenliği	Ödeme Şekli	Ürün Kalitesi	Üretim Kalitesi	Hatalı Ürün Oranı	ISO 9000	Müşteri Odaklılık	Teslimat	Esneklik
Tedarikçi A	79.10	100.00	76.92	100.00	100.00	46.67	36.84	100.00	64.71	61.54	81.82
Tedarikçi B	74.36	100.00	92.31	73.33	100.00	86.67	5.26	0.00	82.35	100.00	-63.64
Tedarikçi C	45.92	50.00	15.38	86.67	60.00	0.00	68.42	100.00	0.00	0.00	45.45
Tedarikçi D	35.91	0.00	69.23	0.00	60.00	66.67	31.58	0.00	52.94	53.85	-18.18
Tedarikçi E	41.92	50.00	38.46	53.33	0.00	33.33	52.63	100.00	41.18	30.77	27.27
Tedarikçi F	36.97	50.00	-46.15	73.33	0.00	100.00	-21.05	100.00	100.00	76.92	63.64
[all upper]	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
[all lower]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Weights :		0.1589	0.1550	0.1473	0.1395	0.1318	0.1124	0.0659	0.0504	0.0349	0.0039

Şekil 2. Sonuç tablosu

KAYNAKLAR

Ar İ.M., Gökşen H., Tuncer M. A., Kablo sektöründe tedarikçi seçimi için bütünleşik DEMATEL-AAS-VIKOR yönteminin kullanılması, *Ege Akademik Bakış*, (2015), 15(2): 285-300.

Arıkan, F., Küçükçe, Y.S., Satın alma faaliyeti için bir tedarikçi seçimi- değerlendirme problemi ve çözümü, *J. of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, (2012), 27(2): 255-264.

Choi, T.M., Optimal apparel supplier selection with forecast updates under carbon emission taxation scheme, *Computers &Operations Research*, (2013) 40: 2646–2655.

Deng, X., Hu, Y., Deng, Y., Mahadevan, S., Supplier selection using AHP methodology extended by D numbers, *Expert Systems with Applications*, (2014), 41: 156–167.

Dotoli, M., Falagario, M., A hierarchical model for optimal supplier selection in multiple sourcing contexts, *International Journal of Production Research*, (2012), 50(11): 2953–2967.

Ecer, F. ve Küçük, O., Tedarikçi seçiminde analitik hiyerarşi yöntemi ve bir uygulama, *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi,* (2008), 11(1): 355-369.

Kanagaraj, G., Ponnombalam, S.G., Jawahar N., Reliability-based total cost of ownership approach for supplierselection using cuckoo-inspired hybrid algorithm, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, (2016), 84(5): 801-816.

Karande, P., Chakraborty, S., Using MACBETH method for supplier selection in manufacturing environment, *International Journal of Industrial Engineering Computations*, (2013) 4: 259–272.

Karande, P., Chakraborty, S., A Facility Layout Selection Model using MACBETH Method, *Proceedings of the 2014 Int. Conf. on Industrial Eng. and Operations Mngmt.* Bali, January 7 – 9, 2014, 17-26.

Kasirian, M.N., Yusuf, R.M., An integration of a hybrid modified TOPSIS with a PGP model for the supplier selection with interdependent criteria, *Int. J. of Prod. Res.*, (2013) 51(4): 1037–1054.

Ma, R., Yao, L., Jin, M., Ren, P., The DEA Game Cross-efficiency Model for Supplier Selection Problem under Competition, *Applied Mathematics & Information Sciences*, (2014) 8(2): 811-818.

Melander, L., Tell, F., Uncertainty in collaborative NPD: Effects on the selection of technology and supplier, *Journal of Engineering and Technology Management*, (2014) 3:103–119.

Şevkli, M., An application of the fuzzy ELECTRE method for supplier selection, *Int. J. of Prod. Res.*, (2010) 48(12): 3393–3405.

Vatansever, K., 2013, Tedarikçi seçim kararında bulanık TOPSIS yönteminin kullanımı ve bir uygulama, *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (2013) 13(3):155-168.

Ware, N.R., Singh, S.P., Banwet, D.K., A mixed-integer non-linear program to model dynamic supplier selection problem, *Expert Systems with Applications*, (2014) 41:671–678.

Wu, W.Y., Lin, C.T., Kung, J.Y., Supplier selection in supply chain management by using fuzzy multiple-attribute decision-making method, *Journal of Intelligent&Fuzzy Systems*, (2013) 24:175–183.

Xie, E., Peng, M.W., Zhao, W., Uncertainties, resources, and supplier selection in an emerging economy, *Asia Pacific Journal of Management*, (2013) 30:1219–1242.

İŞLEMLER YÖNETİMİ ALANINDAKİ MAKALELERİN ANAHTAR KELİME BİRLİKTELİKLERİNİN VERİ MADENCİLİĞİ İLE BELİRLENMESİ VE TREND ANALİZİ

İnanç Kabasakal
Ege Üniversitesi

Aydın Koçak
Ege Üniversitesi

ÖZET

Günümüze kadar üretim ve işlemler yönetimi alanında çalışılan konuların ve kullanılan yöntemlerin gelişimini ele alan birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada da anahtar kelimelerin çalışmalarla ilgili tanımlayıcı bilgi sunma işlevinden yola çıkılarak birlikte kullanılan anahtar kelimeler incelenmiştir. Son 15 yılda işlemler yönetimi çalışmalarında sıklıkla bir arada kullanılan anahtar kelimeleri tespit etmek üzere bir veri tabanı oluşturulmuştur. İşlemler yönetimi alanında önde gelen 39 yabancı dergide 2000-2015 yılları arası yayımlanan makalelere ait tanımlayıcı veriler oluşturulan veri tabanında toplanmıştır. Daha sonra veri madenciliği yöntemleri arasında yer alan birliktelik analizi yardımıyla makalelerde sıkça bir arada kullanılan anahtar kelimeler belirlenmiştir. Bir arada sıkça kullanılan anahtar kelimelerin yıllara göre ne ölçüde birlikte kullanıldığı ortaya çıkarılmış, bulgular işlemler yönetimi alanındaki gelişmeler bağlamında yorumlanmıştır.

Anahtar Sözcükler: Birliktelik analizi, anahtar kelime, veri madenciliği

DISCOVERY AND TREND ANALYSIS OF KEYWORD ASSOCIATONS IN OPERATIONS MANAGEMENT ARTICLES WITH DATA MINING

ABSTRACT

The trends of research topics and research methodologies in Operations Management (OM) have been examined in numerous studies. Since the keywords have an important role to identify the topic of articles, this study focuses on the keywords of articles in order to examine the trend in OM topics and research methodologies. A database of articles has been created for the study in order to find out the keywords frequently used together. The articles published on 39 of the leading academic journals between 2000 and 2015 has been collected in the database. Keywords frequently used together have been discovered through association rule mining. The frequency of keyword pairs used together has been found and the results were discussed regarding the progress in OM field.

Keywords: Association analysis, data mining, keywords

1. GİRİŞ

İşlemler yönetimindeki (İY) konuların ve araştırma yöntemlerinin değişimi ve trendleri üzerine 1980'li yıllardan günümüze kadar birçok çalışma yapılmıştır. Amoako-Gyampah ve Meredith (1989), Pannirselvam vd. (1999), Pilkington ve Fitzgerald (2006) ve Taylor ve Taylor (2009) bu çalışmaların öncülüğünü yaparak İY alanındaki konu ve yöntemlerin belirlenmesi ve ilişkileri üzerine odaklanmışlardır. Schniederjans vd. (2009), araştırmacı, editör ve hakemlerin yorumundan geçmesi nedeniyle anahtar kelimelerin makale içeriğini en iyi yansıtan tanımlayıcılar olduğunu ifade etmiştir. Buna karşın anahtar kelime birlikteliklerinin analiz edilmesi yoluyla konuların ve yöntemlerin gelişimini trend halinde ele alan bir çalışmaya rastlanmamıştır. Buradan yola çıkılarak çalışmada İY alanında önde gelen yayınlarda sıkça kullanılan anahtar kelimeler birliktelik analizi ile belirlenmiş, son 15 yılda anahtar kelimelerin birlikteliklerinde saptanan değişim analiz edilerek ortaya konulmuştur.

2. ÇALIŞMA METODOLOJİSİ

Çalışma kapsamında incelenecek makaleleri belirlemek için, İY alanında önde gelen dergiler belirlenmiştir. Bu dergiler, hem ulaşılabilen elektronik veri tabanından dergilerin içeriklerinin incelenerek, hem de literatürdeki çalışmalardan yararlanılarak belirlenmiştir. Ayrıca dergi seçiminde son yıla ve son 5 yıla ilişkin etki faktörü (impact factor) değerleri de dikkate alınmıştır. Çalışma kapsamına alınan dergilere ilişkin veriler Tablo 1'de gösterilmiştir.

ISSN	Dergi Adı	IF:2014/15	IF:5-yr	Toplam Makale	Top. Anahtar Kelime Adedi
1619-4500	4OR-A Quarterly Journal of Operations Research	1	0,88	292	1099
0254-5330	Annals of Operations Research	1.217	1,50	2368	12334
1524-1904	Applied Stochastic Models in Business and Industry	0.725	0,81	706	3361
0217-5959	Asia-Pacific Journal of Operational Research	0.346	0,58	621	3520
1435-246X	Central European Journal of Operations Research	0.832	0,93	496	2636
0926-6003	Computational Optimization and Applications	1.317	1,47	941	5011
0305-0548	Computers & Operations Research	1.861	2,45	2863	7154
0013-791X	Engineering Economist	0.844	0,80	302	1379
0305-215X	Engineering Optimization	1.076	1,29	804	3404
0377-2217	European Journal of Operational Research	2.358	2,91	8437	22666
1936-6582	Flexible Services and Manufacturing Journal	1.872	1,77	132	323
1568-4539	Fuzzy Optimization and Decision Making	2.163	2,61	262	588
0740-817X	IIE Transactions	1.371	1,58	1382	8321
0315-5986	INFOR	0.171	0,50	348	2106
1091-9856	Informs Journal on Computing	1.077	1,54	673	3755
0092-2102	Interfaces	0,42	0,91	735	3300
0951-192X	Int. Journal of Computer Integrated Manufacturing	1.012	1,14	1104	5754
0144-3577	Int. Journal of Operations & Production Management	1.736	1,99	963	2631
0925-5273	Int. journal of production economics	2.752	3,07	3581	8815
0020-7543	Int. Journal of Production Research	1.477	1,77	5268	45279
0267-5730	Int. Journal of Technology Management	0.625	0,70	1268	6257
0969-6016	Int. Transactions in Operational Research	0.977	1,10	705	3382
0925-5001	Journal of Global Optimization	1.287	1,45	1573	4351
0278-6125	Journal of Manufacturing Systems	1.682	2,08	651	3396
0272-6963	Journal of Operations Management	3.818	7,69	555	1173
0022-3239	Journal of Optimization Theory and Applications	1.509	1,63	2160	5038
1094-6136	Journal of Scheduling	1.028	1,79	474	1270
0160-5682	Journal of the Operational Research Society	0.953	1,25	2617	12573
0025-1909	Management Science	2.482	3,40	2190	15988
1523-4614	Manufacturing & Service Operations Management	1.462	2,39	561	2945
1432-2994	Mathematical Methods of Operations Research	0.625	0,89	830	3897
0364-765X	Mathematics of Operations Research	1.307	1,59	781	4037
1755-1501	Operations Management	3.818	NA	503	1725
0167-6377	Operations Research Letters	0.617	0,86	1304	2798
0171-6468	OR Spectrum	0.987	1,96	470	2746
1059-1478	Production and Operations Management	1.439	2,12	922	5160
0944-6524	Production Engineering	0	NA	494	802
0953-7287	Production Planning & Control	1.466	1,73	1153	5872
0257-0130	Queueing Systems	0.839	0,83	731	2618

Tablo 1: Çalışma kapsamına alınan dergilerin verileri

Çalışmanın veri tabanını oluşturmak amacıyla dergilerin yayınlandığı akademik veri tabanlarına erişerek, yıl bazında yayımlanan makaleleri listeleyen ve makale bilgilerini toplayan bir yazılım geliştirilmiştir. ASP.NET platformunda hazırlanan yazılım aracılığıyla, belirlenen 39 dergide 2000-2015 arası yayımlanan makale ve bu makalelerde kullanılan anahtar kelimeler toplanarak bir SQL veri tabanı oluşturulmuştur.

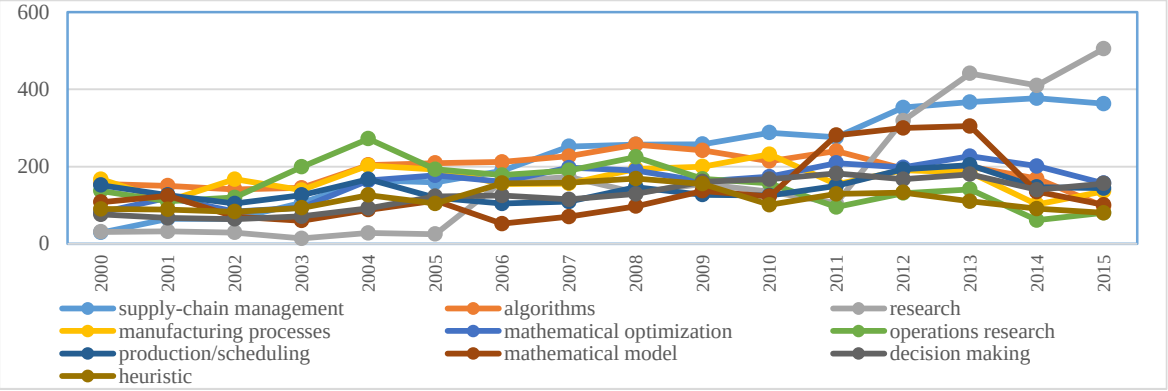
Toplanan veriler bir ön çalışma kapsamında elden geçirilerek kapak yazısı, duyuru gibi makale niteliği taşımayan içerikler çalışma kapsamından çıkarılmıştır. Ayrıca anahtar kelimeler arası kısaltma veya yazım farklılığı nedeniyle oluşan farklı anahtar kelimeler birleştirilmiştir. Bunun sonucunda anahtar

kelimelerin toplam kullanım sayılarına ulaşılmıştır. Birliktelik analizi için kullanılan veri toplam 52220 makale ve 229464 anahtar kelimeden oluşmaktadır. Tablo 1'de çalışma kapsamına alınan 39 dergi ve her dergi için toplam makale ve anahtar kelime sayıları gösterilmektedir. Çalışma kapsamında alınan makalelerde en sık kullanılan ilk on anahtar kelime Tablo 2'de gösterilmiştir. Çalışmada anlam kaybı yaşanmaması için anahtar kelimeler yayımlandığı dilde verilmiştir.

Anahtar Kelime	Makale Sayısı
supply chain management	3569
algorithms	3057
research	2696
manufacturing processes	2684
mathematical optimization	2595
operations research	2457
production/scheduling	2244
mathematical model	2163
decision making	2015
heuristic	1868

Tablo 2: En sık kullanılan ilk 10 anahtar kelime

Çalışma sonuçlarına göre "supply-chain management", "algorithms" ve "research" anahtar kelimeleri 2000-2015 arası yayımlanan makalelerde en sık kullanılan anahtar kelimeleri oluşturmaktadır. Bu üç anahtar kelimenin ardından en sık kullanılan anahtar kelimelerin "manufacturing processes", "mathematical optimization", "operations research", "production/scheduling", "mathematical model", "decision making" ve "heuristic" anahtar kelimeleri olduğu görülmektedir.
2000-2015 arası dönemde anahtar kelime kullanımlarının değişimi incelendiğinde, "research" ve "supply chain management" anahtar kelimelerinin kullanımının son 5 yılda büyük ölçüde artış gösterdiği belirlenmiştir. Bununla birlikte "mathematical model" anahtar kelimesinin kullanımının son yıllarda arttığı, ancak son 2 yılda önceki sıklığına düştüğü görülmektedir. Diğer anahtar kelimelerin kullanımında çok belirgin artış ya da düşüş trendi görülmemektedir. Tablo 2'de gösterilen anahtar kelimelerin yıllara göre kullanım sıklığı Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1: Sık kullanılan anahtar kelimelerin kullanım adedinin yıllara göre değişimi

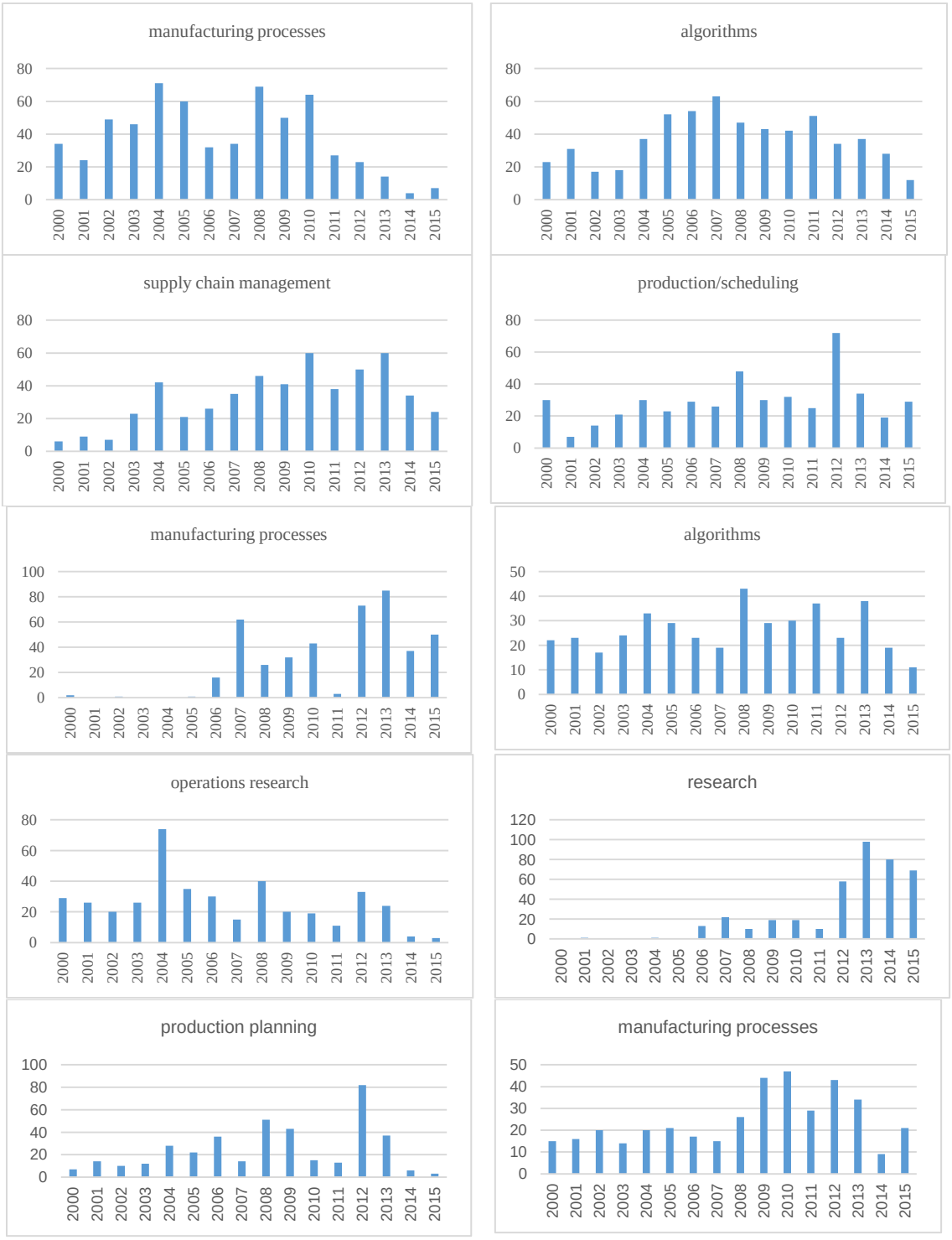
Belirlenen dergilerde 2000-2015 arası yayınlanmış makalelerde kullanılan anahtar kelimeler, veri madenciliği yöntemleri arasında bulunan birliktelik analizi ile incelenmiştir. Çalışma kapsamında Agrawal vd. (1993) tarafından ortaya konulmuş Apriori Algoritması ile birliktelik analizi yapılmasını sağlayan bir yazılımdan yararlanılmıştır. Uygulamada birlikteliklerin ve kuralların ortaya çıkarılması için 0.1% asgari destek ve 1% asgari güven kısıtları seçilmiş ve bu kısıtlara uygun biçimde en sık bir arada kullanılan anahtar kelimeler ve birliktelik kuralları ortaya çıkarılmıştır. Çalışma kapsamında yalnızca en sık on birliktelik ele alınmıştır. Tablo 3'de en sık on birlikteliğe sahip anahtar kelimeler ve sıklıkları gösterilmektedir.

Anahtar Kelimelerin Birliktelikleri		Makale
manufacturing processes	production economics	608
algorithms	mathematical optimization	589
supply chain management	inventory control	522
production/scheduling	production control	469
manufacturing processes	research	431
algorithms	production/scheduling	420
operations research	production/scheduling	409
research	supply chain management	400
production planning	production management	393
manufacturing processes	production/scheduling	391

Tablo 3: En sık on birliktelik

3. SONUÇ

"Manufacturing processes-production economics" birlikteliği, 608 çalışmada birlikte kullanılmakta ve tüm birliktelikler arasında en sık kullanılan birliktelik olarak öne çıkmaktadır. Bu birlikteliği, 589 kez birlikte kullanılan "algorithms-mathematical optimization" ikilisi ile 522 kez birlikte kullanılan "supply chain management-inventory control" ikilisi takip etmektedir. En sık kullanılan anahtar kelime birliktelikleri arasında, yıllara göre kullanım sıklığında belirgin bir eğilim saptanan anahtar kelimeler ortaya çıkarılmıştır. Anahtar kelime birlikteliklerinin yıllara göre değişimi Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2: Anahtar kelimelerin ilk on birlikteliğinin yıllara göre değişimi

Bu sonuçlara göre, "research-supply chain management" birlikteliği 2006 ve sonrası hızla artış göstermektedir. "manufacturing processes-production/scheduling" anahtar kelime çiftinin de 2000-2013 arası genellikle artış gösterdiği, ancak son 2 yıldaki çalışmalarda daha az bir arada kullanıldığı görülmektedir. "manufacturing processes-research" anahtar kelimelerinin 2006 öncesi yayımlanan çalışmalarda bir arada kullanım sıklığı düşükken, 2006-2015 arası çalışmalarda çok daha sık bir arada kullanıldığı saptanmıştır. Nitekim Şekil 1'de "research" anahtar kelimesinin kullanım sıklığının 2006 sonrası çalışmalarda dramatik biçimde artış göstermesi bu durumu açıklar niteliktedir.

Bulgular arasında göze çarpan bir başka sonuç da, "manufacturing processes-production economics" çiftinin birlikte kullanımının 2010 ve sonrasında gitgide azalan bir eğilim göstermesidir. Bu iki anahtar kelimenin bir arada kullanıldığı makale sayısı 2000-2010 arası dönemde 48,45 iken, bu yıldan sonra bu ortalamanın 15'e düştüğü görülmüştür. Ayrıca Şekil 2'de gösterilen eğilim, bu düşüşün 2011-2014 arası süreklilik arz ettiğini göstermektedir.

"supply chain management-inventory control" anahtar kelimelerinin birlikte kullanımının 2003 yılından itibaren 2013 sonuna kadar yayımlanan çalışmalarda genellikle artış gösterdiği görülmektedir. Buna karşın, 2014 ve 2015 yıllarında yayımlanan çalışmalarda bu anahtar kelimelerin daha az birlikte kullanıldığı görülmektedir. Benzer bir eğilim, "operations research-production/scheduling" anahtar kelimelerinin birlikte kullanımında da göze çarpmaktadır. Bu iki anahtar kelimenin birlikte kullanımı 2000-2013 arası yayımlanan çalışmalarda inişli-çıkışlı bir eğilim gösterirken, 2014 ve 2015 yıllarında düşüş gösterdiği saptanmıştır. 2000-2013 arası bu iki anahtar kelime her yıl ortalama 28,71 makalede kullanılmasına rağmen, bu ortalama 2014 ve 2015 yılları için 3,5 olarak hesaplanmıştır. Her iki anahtar kelime çiftinin birlikte kullanım eğiliminin son 2 yılda düşüş gösterdiği görülmektedir.

"algorithms-mathematical optimization" anahtar kelimelerinin birlikte kullanımının 2002-2007 arası artış gösterdiği, sonraki yıllarda giderek düştüğü görülmektedir. 2007-2015 arası düşüşün 2011 yılı harici süreklilik gösterdiği görülmektedir. "algorithms-production/scheduling" birlikteliği incelendiğinde ise, yıllar içinde artan/azalan değişimler bulunduğu ancak söz konusu değişimlerin düzenli bir eğilim göstermediği sonucuna ulaşılmıştır. Bununla birlikte "algorithms" ve "production/scheduling" anahtar kelimelerinin de 2014 ve 2015 yıllarında önceki yıllara göre daha az çalışmada bir arada kullanılmış olduğu görülmüştür.

"production/scheduling-production control" anahtar kelimelerinin bir arada kullanımını gösteren grafik incelendiğinde yıllar içinde artan/azalan değişimler bulunduğu ancak söz konusu değişimlerin düzenli bir eğilim göstermediği sonucuna ulaşılmıştır. 2000-2015 arası her yıl ortalama 29,31 çalışmada bir arada kullanılan iki anahtar kelime, 2012 yılında 72 çalışmada bir arada kullanılmıştır. Diğer yıllarda ise iki anahtar kelimenin birlikte kullanımı daha düzenli bir eğilim göstermiştir.

KAYNAKÇA

Agrawal, R., T. Imielinski ve A. Swami. 1993. "Mining Association Rules Between Sets of Items in Large Databases." *ACM SIGMOD Record* 22 (2): 207–216.

Amoako-Gyampah, K. ve J. R. Meredith. 1989. "The Operations Management Agenda: An Update." *Journal of Operations Management* 8 (3): 250–262.

Pannirselvam, G. P., L. A. Ferguson, R. C. Ash, ve S. P. Siferd. 1999. "Operations Management Research: An Update for the 1990s." *Journal of Operations Management* 18 (1): 95–112.

Pilkington, A. ve R. Fitzgerald. 2006. "Operations Management Themes, Concepts and Relationships: A Forward Retrospective of IJOPM" *International Journal of Operations and Production Management* 26 (11): 1255–1275.

Schniederjans, M. J., Schniederjans, A. M., VE Schniederjans, D. G. 2009. "Operations Research Methodology Life Cycle Trend Phases as Recorded in Journal Articles." *Journal of the Operational Research Society* 60 (7): 881–894.

Taylor A. ve M. Taylor. 2009. "Operations Management Research: Contemporary Themes, Trends and Potential Future Directions." *International Journal of Operations and Production Management* 29 (12): 1316–1340.

TÜKETİCİLERİN YENİDEN ÜRETİLMİŞ DAMACANA SU SATIN ALMAYA KARŞI TUTUMLARINA ETKİ EDEN FAKTÖRLER

Celal Hakan Kağnıcıoğlu
Cumhuriyet Üniversitesi

Mustafa Bilgehan Kutlu
Cumhuriyet Üniversitesi

ÖZET

Yeniden üretim kullanılmış ürünlerin yeniymiş gibi ürünlere dönüştürüldüğü bir endüstriyel süreçtir. Bu çalışmada yeniden üretilmiş damacana sularına yönelik tüketicilerin tutumlarına etki edebilecek olumsuz ve olumlu faktörler incelenmektedir. 469 katılımcı üzerinden yapılandırılmış anket kullanılarak veri toplanmaktadır. Kolayda örnekleme yöntemi uygulanmaktadır. Analizlerde yapısal eşitlik modellemesi kullanılmaktadır. Çalışma sonucunda, tüketicilerin yeniden üretilmiş damacana sularına yönelik tutumları, üründen algıladıkları kaynak riski ve fiziksel risk düzeyinden anlamlı bir biçimde olumsuz etkilenirken, üründen algıladıkları çevresel ve kullanım faydalarından olumlu etkilendiği gösterilmektedir.

Anahtar Sözcükler: Pazarlama, Tutumlar, Yeniden Üretim

FACTORS INFLUENCING CONSUMER ATTITUDES TOWARDS PURCHASING REMANUFACTURED BOTTLED WATER

ABSTRACT

Remanufacturing is an industrial process in which used products are converted into like-new products. In this study factors, which may positively or negatively affect consumer attitudes towards purchasing remanufactured bottled water, are investigated. Data is collected from 469 participants by using structured questionnaire. Convenience sampling procedure is applied. Structural equation modelling is used for analyses. Findings show that consumer attitudes towards purchasing remanufactured bottled water is negatively influenced by consumer's level of resource and physical risk perceptions, whereas level of perceived environmental and usage benefits have positive effect on consumer attitudes.

Keywords: Marketing, Attitudes, Remanufacturing

1. GİRİŞ

Önümüzdeki yüzyıl boyunca dünya nüfusunun ve kişi başına tüketimin artmaya devam edeceği tahmin edilmektedir. Dünya ekosisteminin bu tüketim artışı sonucu oluşan atıklarla baş etme kapasitesinin bir sınırı vardır. Bu durum günümüzde sürdürülebilirliğe ilgiyi artırmaktadır. Yeniden üretim, kullanılmış ürünlerin ömrünü uzatan ve içlerinde saklı olan katma değerin (enerji ve hammadde) geri kazanılmasını sağlayan çevre dostu bir uygulamadır. Yeniden üretim kavramı ilk kez 1970'li yıllarda ortaya atılmış olsa da yüzyılı aşkın bir süredir yeniden üretim faaliyetleri endüstride uygulanmaktadır. Yeniden üretim üzerinde yürütülen çalışmalar incelendiğinde, pazarlama ve özellikle tüketici davranışları bakış açısına yönelimin son yıllarda arttığı görülmektedir. Bu yönelimde pazarlamanın yeniden üretim sisteminde dar boğaz oluşturması etkili olmaktadır.

Bu çalışmada tüketicilerin yeniden üretilmiş damacana su satın almaya karşı tutumlarını etkileyen algılanan risk ve fayda olguları detaylandırılarak incelenmektedir. Önceki yapılan çalışmalar fayda ve riskin tutuma etkisini genel olarak ele almaktadır. Bu çalışmanın amacı algılanan riski kaynak ve fiziksel risk, algılanan faydayı ise kullanım faydası ve çevresel fayda olarak alt boyutlarıyla ele alıp, bunların tutum üzerindeki etkisini ortaya koymaktır. Bu amaçla, çalışmanın literatür taraması kısmında yeniden üretim, algılanan risk ve algılanan fayda kavramları ele alınmaktadır. Çalışmanın amaçlarına ulaşabilmek için kullanılacak araştırma modeli, örnekleme yöntemi, veri toplama ve ölçme araçlarının geliştirilmesi süreçleri tasarım ve yöntem kısmında anlatılmaktadır. Bulgular kısmında araştırmanın katılımcılarına ait demografik özellikler, ölçek skorları ve yapısal modele ait sonuçlar verilmektedir. Sonuç ve yorumlar kısmında yeniden üretilmiş ürünlerle ilgili uygulamacılara çeşitli öneriler sunulmaktadır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Yeniden üretim, kullanılmış ürünlerin yeniymiş gibi ürünlere dönüştürüldüğü endüstriyel bir süreçtir. Süreç sonucunda ortaya çıkan ürünler yeni ürünlerle aynı kalite standartlarında müşterilere sunulmakta ve garanti verilmektedir. Yeniden üretilmiş ürünler yeni ürünlerden farklı olarak, belirli miktarda kullanılmış bileşenlerden oluşmaktadır. Yeniden üretim süreci temel olarak eski ürünün demonte edilmesi, parçalarının temizlenmesi, değerlendirilmesi ve tasnif edilmesi, parçalarının onarılması veya onarılamayanların yenileriyle değiştirilmesi, parçaların yeniden monte edilmesi ve oluşan ürünün kontrol edilmesi aşamalarından oluşmaktadır. Yeniden üretim, fotokopi makinaları, taşıt lastikleri ve motorları, yazıcı kartuşları, askeri ekipmanlar ve tıbbi cihazlar gibi çok sayıda ürün grubunda uygulanmaktadır. Ülkemizde 1990'lı yıllardan günümüze tüketiciye sunulan damacana su ürünü, yeniden üretimin temel gereklerini sağlamaktadır (Kutlu ve Kağnıcıoğlu, 2015).

Yeniden üretim alanında yürütülen çalışmalar incelendiğinde üretim yönetimi bakış açısının ağırlık kazandığı, pazarlama temelli araştırmaların son yıllarda artmaya başladığı görülmektedir. Pazarlama yeniden üretim sürecinde hem eski ürünün elde edilmesi hem de yeniden üretilmiş ürünlerin pazarlanması aşamalarında rol oynamaktadır. Pazarlama faaliyetlerinin yeniden üretim sistemi içinde dar boğaza yol açtığı söylenmektedir (Guide ve Li, 2010).

Bir tüketicinin herhangi bir eylemi, kesinliğini tahmin edemeyeceği ve bazı durumlarda muhtemelen hoş olmayan sonuçlar doğurabilir. Bu nedenle tüketici davranışları risk içerir (Stone ve Gronhaug, 1993). Tüketiciler açısından yeniden üretilmiş ürünlere karşı algılanan belirsizliğin kaynağı üretim süreci ve ürün bileşenleri hakkında tam bilgiye sahip olmamalarıdır (Hazen vd., 2012). Algılanan risk tüketicilerin tutum ve davranışını olumsuz etkilemektedir. Algılanan risk pazarlama araştırmalarında tek boyutlu (genel risk) ya da çok boyutlu (finansal, fiziksel, zaman, psikolojik, sosyal, fonksiyonel vb.) incelenebilmektedir. Risk bileşenlerinin genel risk algısına katkısı ya da tüketiciler açısından önem düzeyi tüketicinin satın alma koşullarına ve ürün çeşidine göre değişmesi beklenmektedir (Stone ve Gronhaug, 1993). Fiziksel risk, ürünün kullanımı esnasında, tüketicinin sağlığını olumsuz etkileme olasılığıdır Yeniden üretilmiş damacana su gıda ürünü olması nedeniyle, tüketiciler açısından sağlık riski içermektedir. Kaynak riski, üretici ve satıcıların dürüst olmayan davranışları sonucu tüketicilerin kişisel çıkarlarının zarar görmesi endişesiyle ortaya çıkmaktadır (McCorkle, 1990). Ülkemizde damacana sular üzerinde yapılan denetimlerde, üreticilerin ve dağıtıcıların kötü uygulamalarına rastlanılmaktadır.

Bir ürün veya markanın satın alınması ve kullanılması sonucu ortaya çıkabilecek olumlu sonuç beklentisi ise tüketicilerin algıladığı fayda olarak nitelendirilebilir (Peter ve Olson, 2009). Bir üründen algılanan fayda düzeyi arttıkça, o ürüne yönelik tutumun olumlu etkilendiği söylenebilir. Yeniden üretilmiş ürünlerin tüketicilere sağladığı fayda bireysel ve sosyal olarak ele alınmaktadır (Wang vd., 2013). Yeni

ürünlere göre daha ucuz fiyattan tüketicilere sunulması, yeniden üretilmiş ürünlerin tüketiciye sağladığı ortak bireysel faydalardandır (McConacha ve Speh, 1991). Bunun yanında, yeniden üretilmiş damacana sularının evlere dağıtılması tüketicilere kullanım kolaylığı sağlamaktadır. Damacana kaplarının tekrar kullanılması ise, çevreye atık oluşumunu azaltması sebebiyle tüketicilere çevresel fayda sağlamaktadır.

3.TASARIM VE YÖNTEM

Araştırmanın amaçlarına ulaşabilmek için gerekli aşamalar tasarım ve yöntem bölümünde açıklanmaktadır.

3.1. Araştırma modeli

Araştırmada, tüketicilerin yeniden üretilmiş damacana su ürününden algıladıkları kaynak riski, fiziksel risk, çevresel fayda, kullanım faydası ve ürünleri satın almaya yönelik tutum yapıları ölçülerek bu yapılar arasındaki ilişkiler test edilmektedir. Bu nedenle araştırmada nicel araştırma yöntemi benimsenmektedir. Araştırmada, tüketicilerin yeniden üretilmiş damacana su ile ilgili görüşleri herhangi bir müdahale yapılmadan resmedilmektedir. Bu nedenle araştırmanın tarama modelinde (survey veya cross-sectional design (Bryman ve Bell, 2007)) olduğu söylenebilir.

Araştırmada alan yazından elde edilen bulgular ışığında aşağıdaki hipotezler test edilmektedir.

H1: Yeniden üretilmiş damacana sularından tüketicilerin algıladığı kaynak riski, satın almaya karşı tutumlarını olumsuz bir biçimde etkiler.

H2: Yeniden üretilmiş damacana sularından tüketicilerin algıladığı fiziksel risk, satın almaya karşı tutumlarını olumsuz bir biçimde etkiler.

H3: Tüketicilerin yeniden üretilmiş damacana sularından algıladığı çevresel fayda satın almaya karşı tutumlarını olumlu etkiler.

H4: Tüketicilerin yeniden üretilmiş damacana sularından algıladığı kullanım kolaylığı faydası satın almaya karşı tutumlarını olumlu etkiler.

3.2. Araştırmanın örnekleme ve veri toplama süreci

Araştırmanın amacı belirli bir ana kitle hakkında tanımlayıcı bilgi vermek yerine teorik ilişkileri test etmek olduğundan kolayda örnekleme yöntemi benimsenmektedir. Kolayda örnekleme ile elde edilen bulgular genelleştirilememesine rağmen, mevcut araştırma bulgularını desteklenmek ve sonraki araştırmalara fikir sağlamak için kullanılabilir (Bryman ve Bell, 2007). Bunun yanında, kolayda örnekleme kullanılması hızlı ve ucuz yoldan veri toplanmasını sağlamaktadır (Nakip, 2006). Araştırmayı gerçekleştirmekte kullanılacak bütçenin ve eldeki zamanın kısıtlı olması nedeniyle araştırmada kolayda örnekleme yöntemi kullanılmıştır.

Araştırma verileri yüz yüze görüşülerek katılımcılardan toplanılmıştır. Veri toplamak için basılı anket formlarından yararlanılmıştır. Anket yapılandırılmış sorular ve ölçek maddelerinden oluşmaktadır. Elde edilen veriler üzerinde doğrulayıcı faktör analizi uygulanmaktadır. Doğrulayıcı faktör analizi için örneklem büyüklüğünün 400'ün üzerinde olması önerilmektedir (Çelik ve Yılmaz, 2013). Bu nedenle veri toplama süreci 400'ü aşıldığında sona ermiştir. Veriler Sivas ili merkezinde ikamet eden tüketiciler üzerinden 11.05.2015-02.06.2015 tarihleri arasında toplanmıştır. Veri toplama sürecinde 469 anket elde edilmiştir.

3.3. Veri analizi

Araştırma verilerinin analizi için SPSS 22 ve eklentisi AMOS 23 yazılımlarından yararlanılmaktadır. Araştırma hipotezlerindeki ilişkiler yapısal eşitlik modellemesi yaklaşımıyla test edilmektedir. Araştırma modelinin değerlendirilmesinde Anderson ve Gerbing (1988) tarafından önerilen iki aşamalı yaklaşım kullanılmaktadır. Buna göre önce ölçme modelinin uyum iyiliği test edilmekte daha sonra yapısal modelin uyum iyiliği incelenmektedir.

3.4. Ölçme aracının geliştirilmesi

Bu bölümde araştırmada kullanılan ölçeklerin geliştirilmesi anlatılmakta ve araştırma sonucunda kullanılan ölçeklerin güvenilirlik ve geçerlilik düzeyleri incelenmektedir.

3.4.1. Anket sorularının oluşturulması

Araştırmada kullanılan anket beş farklı gizli yapıyı ölçecek şekilde tasarlanmıştır. Bu yapılar; algılanan fiziksel risk, kaynak riski, kullanım faydası, çevresel fayda ve yeniden üretilmiş damacana sularını satın almaya karşı tutumdur. Tutum ölçeği Wang vd. (2013)'ün yeniden üretilmiş otomobil parçalarına yönelik tutum ölçeğinden uyarlanmıştır. Diğer ölçekler, uzman akademisyenlerin görüşleri ve ülkemizdeki damacana su örneği dikkate alınarak oluşturulmuştur. Tüm ölçek maddeleri 5'li Likert tipi (1-kesinlikle katılmıyorum, 2-katılmıyorum, 3-kararsızım,4-katılıyorum,5-kesinlikle katılıyorum) ölçektir. Türkiye'de damacana suları tek kullanımlık ve depozitolu (yeniden üretilmiş) ambalajlarda satıldığından, anketin giriş kısmında depozitolu damacana suları ve tek kullanımlık damacana suları görsel olarak

cevaplayıcılara sunulmuştur. Ankette katılımcıların yaş, eğitim durumu ve aile gelirleri sorulmaktadır. Anket sorularının açıklamaları ölçek güvenirlikleri kısmında verilmektedir.

3.4.2. Araştırmada kullanılan ölçeklerin güvenirlilikleri

Araştırmada kullanılan ölçeklerin güvenirlilikleri Tablo 3.1'de verilmektedir. Araştırmada kullanılan ölçeklerin tümünün cronbach α değerleri 0,7 değerinden yüksek olduğundan, ölçme aracının kabul edilebilir düzeyde güvenilir olduğu görülmektedir.

Tablo 3.1. Ölçek maddeleri cronbach α güvenirlilikleri

Ölçek	Madde	Açıklama	Güvenirlilik
Fiziksel risk	FR1	Yeniden üretilmiş damacana sular sağlıklı olmayabilir	0,889
	FR2	Yeniden üretilmiş damacana suları sağlıksızdır	
	FR3	Yeniden üretilmiş damacana suları kullanmak sağlığıma tehdit oluşturabilir	
Kaynak riski	KR1	Yeniden üretilmiş damacana sular için denetimin yeterince yapılmadığını düşünüyorum	0,874
	KR2	Yeniden üretilmiş damacana su sektöründe yasal düzenlemeler yetersizdir	
Kullanım faydası	KR3	Yeniden üretilmiş damacana su üreticilerine güvenim az	
	KF1	Zaman kazandırır	0,896
	KF2	Rahatlık sağlar	
	KF3	Kolaylık sağlar	
Çevresel fayda	ÇF1	Doğaya daha az zarar vermemi sağlar	0,939
	ÇF2	Atık/çöp oluşumunu azaltır	
	ÇF3	Çevreye saygılıdır	
	ÇF4	Ülkemin enerji kaynaklarını daha az tüketir	
	ÇF5	Ülkemin doğal kaynaklarını daha az tüketir	
Tutum	T1	Yeniden üretilmiş damacana su satın almak iyi fikir	0,936
	T2	Yeniden üretilmiş damacana su satın almak akıllıca bir tercih	
	T3	Yeniden üretilmiş damacana su satın alma fikrini severim	
	T4	Yeniden üretilmiş damacana su satın almak hoş olurdu	

3.4.3. Araştırmada kullanılan ölçeklerin uyum ve ayırma geçerlilikleri ve doğrulayıcı faktör analizi

Bu bölümde ölçme aracının yapı geçerliliği ayırma (discriminant) ve uyum (convergent) geçerliliği açısından incelenmektedir. Doğrulayıcı faktör analizi ölçme aracının ayırma ve uyum geçerliğinin değerlendirilmesi amacıyla kullanılabilmektedir. Fiziksel risk, kaynak riski, kullanım faydası, çevresel fayda ve tutum yapılarına ait ölçme modeli doğrulayıcı faktör analizine tabi tutulduğunda veri ile model arasında kabul edilebilir düzeyde uyumun sağlandığı görülmektedir (Ki-kare=466,667; serbestlik derecesi=125; Ki-kare/serbestlik derecesi=3,733; GFI=0,901; NFI=0,934; CFI=0,950; RMSEA=0,076).

Bir yapıyı ölçen maddelerin uyum göstermesi ya da yüksek oranda ortak varyansı paylaşmaları uyum geçerliliği olarak adlandırılmaktadır (Hair vd., 2010). Uyum geçerliliğinin değerlendirilmesinde Fornell ve Larcker (1981)'in önerdiği AVE (avarage variance extracted) göstergesi kullanılmaktadır. Belirli bir yapıya ait AVE değeri, doğrulayıcı faktör analizi sonucunda yapıyı oluşturan maddelere ait faktör yüklerinin (standardize edilmiş regresyon katsayıları) karelerinin ortalaması yardımıyla hesaplanabilir. İyi bir uyum geçerliliği için ölçme modelindeki her yapının AVE değeri 0,5'i aşmalı, ölçek maddelerine ait faktör yükleri anlamlı ve 0,5 değerinin üzerinde olmalı ve yapılara ait güvenirlilik (construct reliability (Fornell ve Larcker, 1981)) değerleri 0,7 değerini aşmalıdır (Hair vd., 2010). Tablo 3.2 incelendiğinde ölçme modelindeki tüm yapıların AVE değerleri, standardize edilmiş regresyon katsayılarını (faktör yükleri) 0,5'i aştığı görülmektedir. Tüm faktör yükleri anlamlıdır ($p<0,01$). Ayrıca tüm yapılara ait güvenirlilik değerleri 0,7'nin üzerinde bulunmaktadır. Bütün bu sonuçlar, ölçme modelindeki yapıların kabul edilebilir düzeyde uyum geçerliliğine sahip olduğunu göstermektedir.

Tablo 3.2. Ölçme modeli uyum geçerliliği

Yapı	Madde	Standardize β	Yapı güvenirliliği	AVE
Fiziksel risk	FR3	0,891	0,891	0,731
	FR2	0,848		
	FR1	0,825		
Kaynak riski	KR3	0,781	0,879	0,708
	KR2	0,860		
	KR1	0,880		
Kullanım faydası	KF3	0,906	0,899	0,750
	KF2	0,923		
	KF1	0,760		

Tablo 3.2. Ölçme modeli uyum geçerliliği (Devam)

Yapı	Madde	Standardize β	Yapı güvenirliliği	AVE
Çevresel fayda	ÇF5	0,801	0,940	0,758
	ÇF4	0,878		
	ÇF3	0,898		
	ÇF2	0,898		
	ÇF1	0,875		
Tutum	T4	0,871	0,937	0,788
	T3	0,911		
	T2	0,903		
	T1	0,864		

İki yapı arasında iyi düzeyde ayırma geçerliliği için, yapılar arası korelasyon değerlerinin, her bir yapının AVE değerinin karekökünden küçük olması önerilmektedir (Hair vd., 2010). Tablo 3.3 incelendiğinde tüm yapılara ait AVE değerlerinin kareköklerinin yapılar arası korelasyonlardan fazla olduğu görülmektedir. Bu durum ölçme modelinin kabul edilebilir düzeyde ayırma geçerliliğine sahip olduğuna işaret etmektedir.

Tablo 3.3. Ölçme modeli ayırma geçerliliği ve yapılar arası korelasyonlar

	Çevresel F.	Fiziksel R.	Kaynak R.	Kullanım F.	Tutum
Çevresel F.	**0,871**				
Fiziksel R.	-0,150	**0,855**			
Kaynak R.	-0,028	0,644	**0,841**		
Kullanım F.	0,423	-0,189	-0,087	**0,866**	
Tutum	0,340	-0,469	-0,382	0,354	**0,887**

*Koyu yazılanlar yapıların AVE değerlerinin kareköküdür

4. BULGULAR

4.1. Araştırmaya katılanların demografik özellikleri ölçek skorları

Araştırmaya toplam 469 kişi katılmıştır. Katılanların %54,2'si erkek %45,8'i kadındır. Katılımcıların yaş ortalaması yaklaşık 28'dir (standart sapma=9,69). Katılımcıların %92,9'u lise ve üzeri düzeyde eğitim almıştır. Katılımcıların %79,5'i 4000 TL ve altında aile gelirine sahiptir.

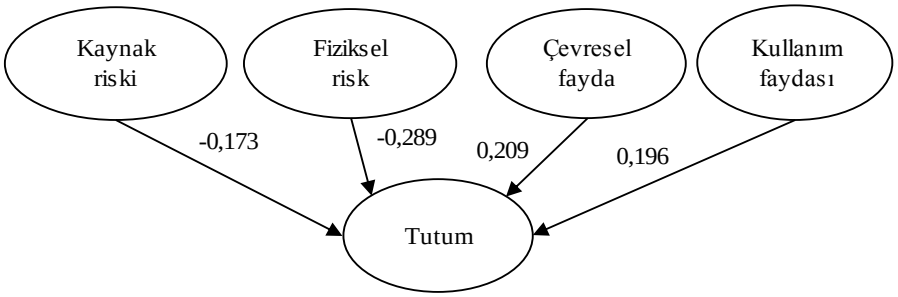
Tablo 4.1. Katılımcıların ölçeklere verdikleri cevaplar

Ölçek	Toplam	Std. Sapma	Ortalama
Tutum	14,15	3,61	3,54
Fiziksel Risk	9,08	2,61	3,03
Kaynak Riski	10,03	2,76	3,34
Çevresel fayda	19,96	3,94	3,99
Kullanım faydası	10,25	2,87	3,42

Tablo 4.1'de katılımcıların ölçeklere verdikleri cevaplar özetlenmektedir. Tablo 4.1'de ölçeklerin toplam skorları, bu skorlara ait standart sapma değerleri ve ölçek maddeleri ortalamaları verilmektedir. Katılımcılar yeniden üretilmiş damacana sularını kullanmaya karşı olumlu tutuma sahiptir. Yeniden üretilmiş damacana sularından kullanım faydası ve çevresel fayda algılamaktadırlar. Katılımcılar fiziksel risk konusunda kararsızdır. Buna karşın katılımcıların algıladıkları kaynak riski düzeyi ortalamanın üzerinde bulunmuştur.

4.2. Yapısal modelin değerlendirilmesi

Yapısal modelin (Şekil 4.1) veri ile kabul edilebilir düzeyde uyum gösterdiği görülmektedir (Ki-kare=466,667; serbestlik derecesi=125; Ki-kare/serbestlik derecesi=3,733; GFI=0,901; NFI=0,934; CFI=0,950; RMSEA=0,076).



$R^2 = 0{,}342$

Şekil 4.1. Yapısal model

Yapısal modele ait regresyon katsayılarına ait istatistikler Tablo 4.2'de verilmektedir. Tüm ilişkiler için p<0,01 anlamlılık düzeyi elde edilmektedir.

Tablo. 4.2. Yapısal model regresyon sonuçları

İlişki			β	Standardize β	S.E.	C.R.	P	Hipotez
Tutum	<---	Kaynak riski	-0,171	-0,173	0,060	-2,871	0,004	*H1*
Tutum	<---	Fiziksel risk	-0,273	-0,289	0,058	-4,691	***	*H2*
Tutum	<---	Çevresel fayda	0,233	0,209	0,052	4,435	***	*H3*
Tutum	<---	Kullanım faydası	0,169	0,196	0,041	4,134	***	*H4*

***p<0,001

Kullanım faydası, çevresel fayda, fiziksel risk ve kaynak riski örtük değişkenleri yeniden üretilmiş damacana su satın almaya yönelik tüketici tutumundaki değişimin (R^2)%34,2'sini açıklamaktadır.

5. SONUÇ VE YORUMLAR

Araştırma sonucunda *H1*, *H2*, *H3* ve *H4* hipotezleri desteklenmektedir. Buna göre tüketicilerin yeniden üretilmiş damacana sularından algıladıkları fiziksel ve kaynak riski tutumlarını olumsuz, algıladıkları kullanım faydası ve çevresel fayda tutumlarını anlamlı bir biçimde olumlu etkilemektedir. Bireylerin belirli bir davranışı gösterme olasılığı o davranışa yönelik tutumları iyileştikçe artması beklenir. Tutumun olumlu bir biçimde oluşturulabilmesi için, yeniden üretilmiş ürünlerle ilgili yasal düzenlemelerin sıkılaştırılması ve üreticilerin düzenli denetlendiğinin tüketicilere aktarılması algılanan kaynak riskini ve fiziksel riski azaltabilir. Bunun yanında yeniden üretilmiş ürünlerin çevresel yararlarının tüketicilere aktarılması, söz konusu ürünlere yönelik tutumun iyileştirilmesini sağlayabilir. Yeniden üretilmiş ürünlerin çevreye duyarlı etiketlemesiyle (ecolabelling) tüketicilerin ürün hakkındaki klasik karar kriterlerini (kalite, sağlamlık vb.) tamamlayıcı olumlu bir faktör oluşturulabilir (Michaud ve Llerena, 2011). Literatürde, tüketicilerin yeniden üretilmiş ürünlerden algıladığı en önemli fayda yeni ürünlere göre ucuz olmalarıdır. Damacana su örneğinde ise kullanım kolaylığı avantajının da tüketiciler açısından önemli olduğu görülmektedir. Yeniden üretilmiş ürün çeşidine göre tüketiciye sunulabilecek temel fayda düşük fiyattan sunulmasının ötesine genişletilebilir.

KAYNAKÇA

Anderson, J. C. ve Gerbing, D. W. (1988). Structural equation modelling in practice: a review and recommended two step approach. *Psychological Bulletin, 49* (2), 411-423.

Bryman, A. ve Bell, E. (2007). *Business Research Methods* (2. baskı). Oxford: OUP

Çelik, H. E. ve Yılmaz, V. (2013). *LISREL 9.1 ile yapısal eşitlik modellemesi* (2. baskı). Ankara:Anı.

Fornell, C. ve Larcker, D. F. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. *Journal of Marketing Research, 18* (1), 39-50.

Guide, V. D. R. ve Li, J. (2010). The potential for cannibalization of new product sales by remanufactured products. *Decision Sciences, 41* (3), 547-572.

Hair, J. F., Black, W. C. ve Babin, B. J. (2010). *Multivariate data analysis* (7. baskı). NJ: Prentice-Hall.

Hazen, B.T., Overstreet, R.E., Jones-Farmer, L. A., Field, H.S. (2012). The role of ambuguity tolerance in consumer perception of remanufactured products. *International Journal of Production Economics,135* (2), 781-790.

Kutlu, M. B. ve Kağnıcıoğlu, C. (2015). Modelling consumer behaviour for remanufactured products. *International Journal of Social Sciences and Education Research, 1* (4), 1278-1297.

McConocha, D. M. ve Speh, T. W. (1991). Remarketing: Commercialization of Remanufacturing Technology. *The Journal of Business & Industrial Marketing, 6* (1/2), 23-37.

McCorkle, D. E. (1990). The role of perceived risk in mail order catolog shopping. *Journal of Direct Marketing, 4* (4), 26-35.

Michaud, C. ve Llerena, D. (2011). Green consumer behaviour: an experimental analysis of willingness to pay for remanufactured products. *Business Strategy and the Environment, 20*, 408-420.

Nakip, M. (2006). *Pazarlama araştırmaları* (2. baskı). Ankara: Seçkin.

Peter, J. P. ve Olson, J. C. (2010). *Consumer behavior & marketing strategy* (9. Baskı). New York: McGraw-Hill.

Stone, R. N. ve Gronhaug, K. (1993). Perceived risk: Further considerations for the marketing discipline. *European Journal of Marketing, 27* (3), 39-50.

Wang, Y., Wiegerinck, V., Krikke, H. Ve Zhang, H. (2013). Understanding the purchase intention towards remanufactured product in closed-loop supply chains An empirical study in China. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 43* (10), 866-888.

A COMPREHENSIVE LITERATURE REVIEW ON THE USAGE OF FUZZY SETS IN PRODUCTION RESEARCH AND INFORMATION MANAGEMENT

Cengiz Kahraman
Istanbul Technical University

Başar Öztayşi
Istanbul Technical University

Sezi Çevik Onar
Istanbul Technical University

ABSTRACT

The fuzzy set theory is used to model systems hard to define precisely. It incorporates imprecision and subjectivity into the formulation of problems. It presents an attractive tool to model production research problems when the environment does not provide exact and precise data. This paper provides a comprehensive survey on production research problems using the fuzzy set theory. The literature review is based on 879 publications composed of 13 books and 866 journal articles. We present tabular and graphical results of the literature review.

Keywords: production research, information management, fuzzy sets

ÜRETİM ARAŞTIRMALARI VE BİLGİ YÖNETİMİNDE BULANIK KÜMELERİN KULLANIMI ÜZERİNE KAPSAMLI BİR LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

ÖZET

Bulanık kümeler teorisi, klasik yaklaşımlarla tam olarak tanımlanması zor olan sistemlerin modellenmesi için mükemmel bir araçtır. Eksik bilgi ve sübjektifliği problem formulasyonuna katabilme özelliğine sahiptir. Bulanık kümeler teorisi, çevrenin tam olarak tanımlanmış ve eksiksiz bilgi sunmadığı zamanlarda, üretim araştırması problemlerini modellemek için mükemmel bir araç olmaktadır. Bu makale, bulanık kümeler teorisini kullanarak yapılmış üretim araştırmaları ve bilgi yönetimi problemleri üzerine geniş bir literatür araştırması sunmaktadır. Literatür araştırması 13 kitap ve 866 uluslararası dergi makalesinden oluşan 879 adet yayının incelenmesi sonuçlarına dayanmaktadır. Literatür araştırması sonuçları tablolar halinde ve şekiller yardımıyla sunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: bilgi yönetimi, bulanık kümeler, üretim araştırması

1. INTRODUCTION

Production research is the collection and analysis of information for the content and production of a media product. It is always needed when developing a new product. It is the research to help give information on the characteristics of the product. Production research is essential when planning to develop a new game idea. Production research helps to provide content, research commercial viability and plan the post production process. To perform production research, the developer or producer will employ trained researchers to gather the suitable information for the area they are looking for. Production research also includes advertising and where it might be placed to gain the best possible reaction from the audience. It will help to gain information on income and outgoing costs. Fuzzy sets provide a mathematical framework for explicitly incorporating imprecision into the decision-making model, especially when the system involves human subjectivity. The usage of the fuzzy set theory increases in almost every science area such as mathematics, chemistry, physics, and social sciences from day to day. Production research is one of these areas, which the fuzzy set theory is extensively used in modeling production problems. The aim of this work is to present an up to date literature review for the usage of the fuzzy set theory in production research. The previous comprehensive literature review can be found in Guiffrida and Nagi (1998). The rest of the paper is organized as follows. The relevance of production research and fuzziness is first given. Then, a classification of fuzzy set extensions is presented. The literature review results are presented by tabular and graphical illustrations. Finally, conclusions and future directions are given.

2. PRODUCTION RESEARCH AND FUZZINESS

Fuzziness can exist in many parameters of production research works. Karwowski and Evans (1986) identified the potential applications of the fuzzy set theory in production research as follows: new product development, facilities location and layout, production scheduling and control, inventory management, quality and cost-benefit analysis. Unit production and/or inspection costs, budget limits, process control limits, new product development or production facility selection are only some of the parameters or areas that the fuzzy set theory was used in the past.

3. ORDINARY FUZZY SETS AND THEIR EXTENSIONS

The fuzzy sets have been extended to more than seven types after the theory was introduced by Zadeh (1965). The literature review showed that these extensions have recently been used in production research. Hence, the number of the works on production research using these new extensions is relatively low. Figure 1 shows the extensions of the fuzzy sets and their history.

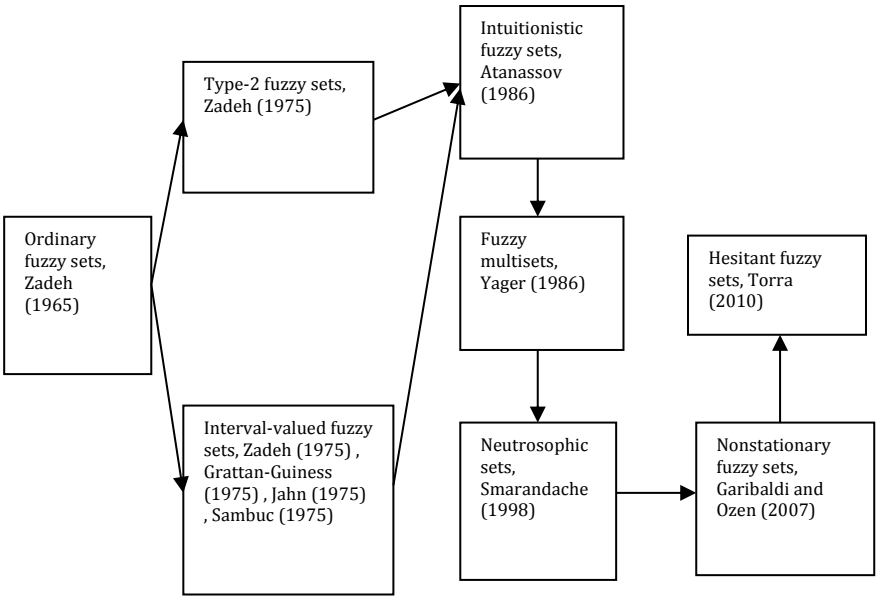


Figure 1: The history of fuzzy sets

3.1.Ordinary fuzzy sets

If X is a collection of objects denoted generically by x, then a fuzzy set $\widetilde{A}$ in X is a set of ordered pairs:

$$\widetilde{A} = \{(x, \mu_{\widetilde{A}}(x) | x \in X)\} \quad (1)$$

$\mu_{\tilde{A}}(x)$ is called the membership function which maps X to the membership space. Its range is the subset of nonnegative real numbers whose supremum is finite. Zadeh (1965) introduced fuzzy sets as a class of objects with a continuum of grades of membership.

3.2.Interval-valued fuzzy sets

An interval-valued fuzzy set (IVFS) is a special case of type 2 fuzzy set. An IVFS is defined by a mapping F from the universe U to the set of closed intervals in [0, 1]. Let $F(u) = [F_*(u), F^*(u)]$. The union, intersection and complementation of IVFSs are obtained by canonically extending fuzzy set-theoretic operations to intervals.

3.3.Type-n Fuzzy Sets

Zadeh (1975) introduced type-2 fuzzy sets in 1978. A type-2 fuzzy set lets us incorporate uncertainty about the membership function into the fuzzy set theory. A type-2 fuzzy set $\tilde{\tilde{A}}$ in the universe of discourse X can be represented by a type-2 membership function $\mu_{\tilde{A}}$ shown as follows :

$$\tilde{\tilde{A}} = \left\{\left((x,u), \mu_{\tilde{\tilde{A}}}(x,u)\right) | \forall x \in X, \forall u \in J_x \subseteq [0,1], 0 \le \mu_{\tilde{\tilde{A}}}(x,u) \le 1\right\} \quad (2)$$

where J_x denotes an interval [0,1]. The type-2 fuzzy set $\tilde{\tilde{A}}$ also can be represented as follows:

$$\tilde{\tilde{A}} = \int_{x\in X}\int_{u\in J_x} \mu_{\tilde{\tilde{A}}}(x,u)/(x,u) \quad (3)$$

where $J_x \subseteq [0,1]$ and $\iint$ denote union over all admissible *x* and *u*.

3.4.Intuitionistic Fuzzy Sets

Atanassov's (1986) intuitionistic fuzzy sets (IFSs) include the membership value as well as the non-membership value for describing any *x* in *X* such that the sum of membership and non-membership is at most equal to 1. Let X≠∅ be a given set. An intuitionistic fuzzy set in X is an object A given by

$$\tilde{A} = \{\langle x, \mu_{\tilde{A}}(x), v_{\tilde{A}}(x)\rangle; x\epsilon X\},$$
(4)

where $\mu_{\tilde{A}}: X \to [0,1]$ and $v_{\tilde{A}}: X \to [0,1]$ satisfy the condition

$$0 \le \mu_{\tilde{A}}(x) + v_{\tilde{A}}(x) \le 1$$
(5)

for every $x\epsilon X$.

3.5.Fuzzy Multisets

Let X be a nonempty set. A fuzzy multiset $\tilde{A}$ drawn from X is characterized by a function, "count membership" of $\tilde{A}$ denoted by CM_A such that $CM_A: X \to Q$ where Q is the set of all crisp multisets drawn from the unit interval [0, 1]. Then for any $x \in X$, the value $CM_A(x)$ is a crisp multiset drawn from [0, 1]. For each $x \in X$, the membership sequence is defined as the decreasingly ordered sequence of elements in $CM_A(x)$. It is denoted by $(\mu_{\tilde{A}}^1(x), \mu_{\tilde{A}}^2(x), \dots, \mu_{\tilde{A}}^n(x))$, where $\mu_{\tilde{A}}^1(x) \ge \mu_{\tilde{A}}^2(x) \ge \cdots \ge \mu_{\tilde{A}}^n(x)$.

3.6.Nonstationary fuzzy sets

Let $\tilde{A}$ denote a fuzzy set of a universe of discourse *X* characterized by a membership function $\mu_{\tilde{A}}$. Let T be a set of time points t_i (possibly infinite) and $f : T \to \Re$ denote a perturbation function. A non-stationary fuzzy set $\tilde{A}$ of the universe of discourse X is characterized by a non-stationary membership function $\mu_{\tilde{A}}: T \times X \to [0,1]$ which associates each element *(t, x)* of $T \times X$ with a time-specific variation of $\mu_{\tilde{A}}(x)$. The non-stationary fuzzy set $\tilde{A}$ is denoted by:

$$\tilde{A} = \int_{t\in T}\int_{x\in X} \mu_{\tilde{A}}(t,x)/x/t$$
(6)

3.7.Hesitant Fuzzy Sets

Hesitant fuzzy sets (HFSs), initially developed by Torra (2010), are the extensions of regular fuzzy sets which handle the situations where a set of values are possible for the membership of a single element. Torra (2010) defines hesitant fuzzy sets (HFSs) as follow: Let X be a fixed set, a HFS on X is in terms of a function that when applied to X returns a subset of [0, 1]. Mathematical expression for HFS is as follows:

$$E = \{< x, h_E(x) > | \, x\epsilon \, X \},$$
(7)

where $h_E(x)$ is a set of some values in [0, 1], denoting the possible membership degrees of the element $x \in X$ to the set E.

3.8.Neutrosophic Sets

The words "neutrosophy" and "neutrosophic" were coined/invented by F. Smarandache in his 1998 book. Etymologically, "neutro-sophy" (noun) [French neutre <Latin neuter, neutral, and Greek sophia, skill/wisdom] means knowledge of neutral thought while "neutrosophic" (adjective), means having the nature of, or having the characteristic of Neutrosophy. Smarandache (1998) introduced the degree of indeterminacy/neutrality (i) as independent component and defined the neutrosophic set on three components

(t, i, f) = (truth, indeterminacy, falsehood).

(8)

4. LITERATURE REVIEW AND GRAPHICAL ILLUSTRATIONS

In this section we summarize the literature review results. Figure 2 shows the frequencies of publications with respect to their publication years. After 2000s, a significant trend is observed in the number of fuzzy production research papers.

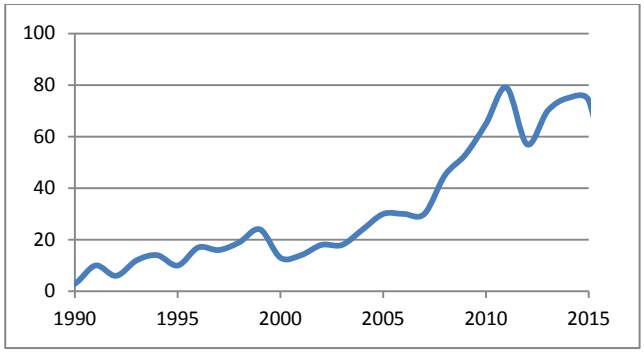


Figure 2: Frequencies of publications with respect to years

Figure 3 illustrates the journals publishing fuzzy production research with respect to publication frequencies. International Journal of Production Research is the leading journal publishing fuzzy production research papers. Figure 4 presents the authors most publishing fuzzy production research papers. Figure 5 gives the institutions most publishing fuzzy production research papers. Figure 6 shows the countries most publishing fuzzy production research papers. Figure 7 presents the subject areas of fuzzy production research papers.

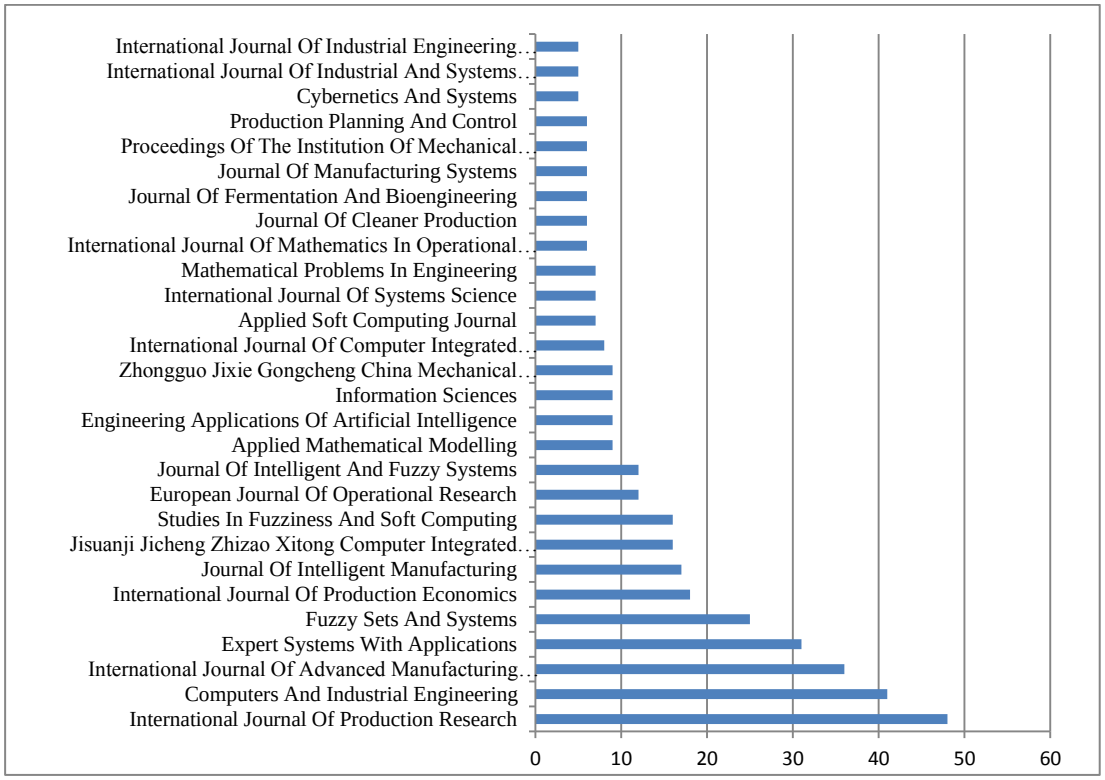


Figure 3: Journals publishing fuzzy production research with respect to publication frequencies.

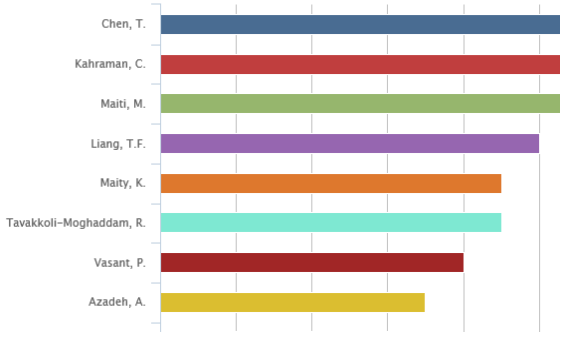


Figure 4: Authors most publishing fuzzy production research papers

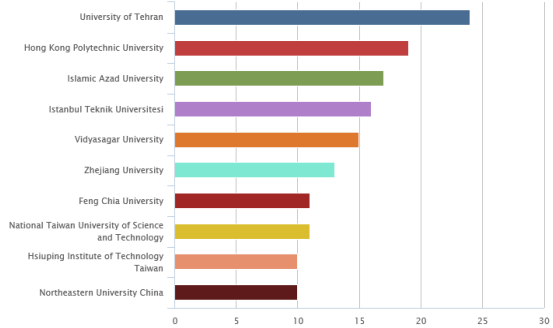


Figure 5: Institutions most publishing fuzzy production research paper

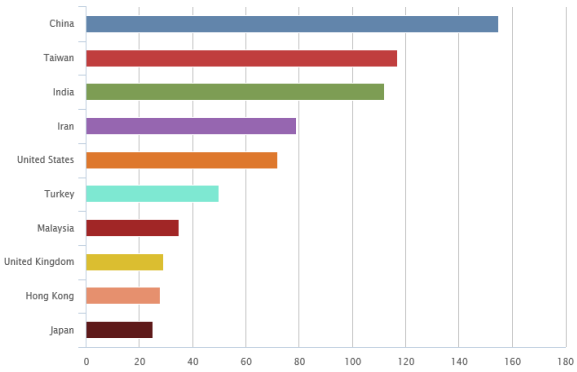


Figure 6: Countries most publishing fuzzy production research papers

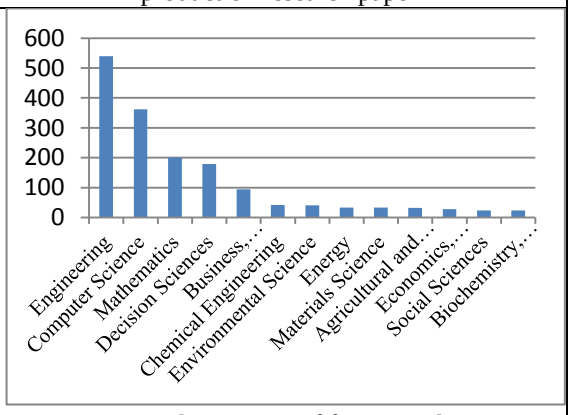


Figure 7: Subject areas of fuzzy production research papers

Figure 8 illustrates the frequencies of production research papers using type-2 fuzzy sets with respect to publication years. Figure 9 illustrates the frequencies of production research papers using intuitionistic fuzzy sets with respect to publication years. Production research papers using interval-valued fuzzy sets are also few: 3 papers in 2014 and 3 papers in 2016.

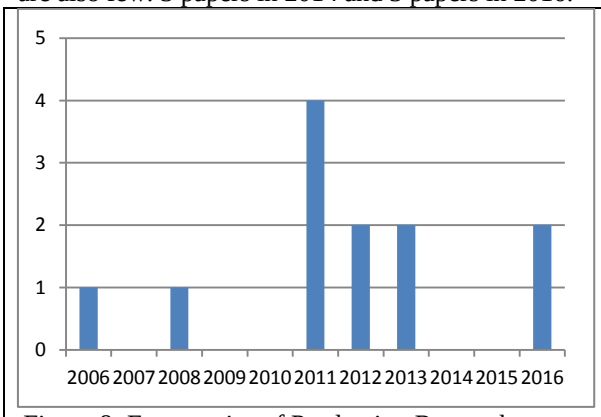


Figure 8: Frequencies of Production Research papers using T2FS

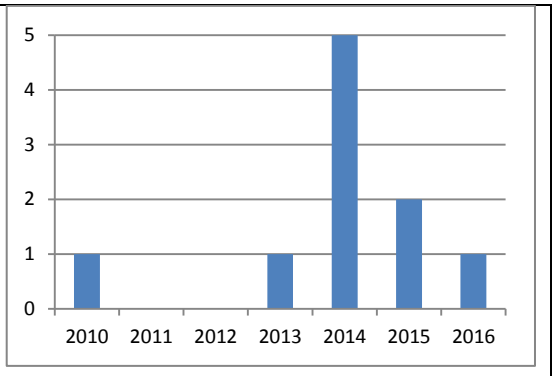


Figure 9: Frequencies of Production Research papers using IFS

5. DISCUSSIONS AND CONCLUSIONS

Production research focuses on the production of a product, in other words, how it is made. When organizations do production research it helps them see an overview of the commercial viability, which is businesses skills to be successful and gain profit. As it has been in other areas, production research area has also taken a significant interest for employing fuzzy sets. The definition of uncertain parameter and budget values, selection of production facilities based on linguistic assessments and many other cases need and utilize the fuzzy set theory. The extensions of the theory are expected to be employed in production research in the future more and more. Intuitionistic fuzzy sets are the most used type among the fuzzy set extensions and this type is expected to be used in production research in the future.

REFERENCES

Grattan-Guiness, I. (1975). Fuzzy membership mapped onto interval and many-valued quantities, Z. Math. Logik. Grundladen Math., 22.

Guiffrida, A.L. Nagi, R. (1998). Fuzzy set theory applications in production management research: a literature survey, Journal of Intelligent Manufacturing, 9(1) 39-56.

Jahn, K.U. (1975) Intervall-wertige Mengen, Math. Nach, 68, 115-132.

Karwowski, W. and Evans, G. W. (1986). Fuzzy concepts in production management research: a review, International Journal of Production Research, 24(1) 129-147.

Sambuc, R. (1975). Fonctions ϕ-floues. Application l'aide au diagnostic en pathologie thyroidienne, in, Thesis Univ. Marseille, France.

Smarandache, F. (1999). A unifying field in logics neutrosophy: Neutrosophic probability, set and logic. Rehoboth: American Resarch Press.

Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy Sets, Information and Control, 8, 338-353.

Zadeh, L.A. (1975). The Concept of a Linguistic Variable and Its Application to Approximate Reasoning-1, Information Sciences, 8 (1975) 199-249.

ADAPTATION OF LEAN PRINCIPLES TO OFFICES: LITERATURE REVIEW OF LEAN OFFICE

Zeynep Tuğçe Kalender
Marmara University

ABSTRACT

Lean is generally defined as the way of thinking or as a culture in which every person in the organization improves continuously. In today's globalized business environment, lean principles are adopted by companies to achieve advantageous position in their sector. Although lean studies are generally known as the methods that are implementing in the production processes, it has a structure that can be applicable to all managerial processes. One of the main dimensions of lean management is lean office to create value with optimizing administrative processes through eliminating management waste with aim of increasing efficiency. In addition to these advantages, quality of the service and employee satisfaction increases through enhancing team working and decreasing the stress of employees. This study aims to investigate lean office in detail via analyzing literature and define a road map for becoming a lean office step by step in terms of lean principles.

Key words: Lean principles, Lean office, Management

1. INTRODUCTION

In today's business environment, companies needs to improve their management processes for gaining advantage among rivals and providing better service to their customers. Because of the vital importance of customers for companies, several methodologies are developed. Almost every methodology aims to provide high quality level product or service to customers and tried to makes this in a quick way.

Lean concept generally defined as the way of thinking in other words as a culture that every employee in the organization improves continuously. Wastes are eliminated via focusing on the value added activities and several techniques are used for the improvement of the current state. Although lean studies are known as the set of techniques applied in the production processes, it has a structure to implement every sector when it is considered as a culture (Chen and Cox, 2012). The important point is adopting lean as a culture. Since the late 1970s lean management become an important route for improving the performance of business (Emiliani, 2006). The underlying reason is that, companies are evaluated only %5 of the total administrative work as a value-added activity, the other %95 part of the process are defined as non-value added activity or waste (Hines and Taylor, 2000).

One of the main dimensions of lean management concept is lean office. In simple words, lean is adapted to offices to create value with optimizing administrative processes through eliminating management waste with aim of increasing efficiency. In addition to these advantages, quality of the service and employee satisfaction increases through enhancing team working and decreasing the stress of employees.

Five main purposes are pointed out during the lean office implementation as it is done in all lean studies. These five main purposes which is considered in all lean studies are; determining value, mapping value stream, optimizing the flow, establishing the pull system and working of perfection. From the lean office view of point, it is possible to sum up these five main principles as follows;

- Determining the value from customer view of point via considering all dimensions of service quality,
- Mapping service processes to understand all the while service is provided and determining wastes,
- Creating value stream in the customer pull system,
- Empowerment of the employees,
- Continuous improvement of the service for achieving high value with minimum waste and continuity in perfection.

Value can determine only from the customer view of point. During the process of value determination, activities in the office are divided into three groups (Hines and Taylor, 2000). These are, values added activities, and non-value added activities and activities that are not-value added but needed. If it is not clear that an activity is value added or not then the process should be followed after the related activity is stopped. If the customer complaints are increased when the activity is stopped, that means this activity creates value. On the other hand, Kalispell Chamber of Commerce and Montana Manufacturing Extension Centre (2009) defined the last group of activities as if there is not a change from customer perspective but employee complaints are increase that means activity is non value added from customer view but it is needed for employees. The main purpose in lean office implementation, eliminating non-value activities and minimizing the non-value added but needed activities with using lean techniques. For that reason, the first step in lean office implementation is focusing on all dimensions to determine the value. In this study, main aim is to understand the importance of lean management in offices via focusing on wastes which are investigated in detail. It is well-known fact that before starting the lean transformation process it is vital to understand current state for that reason after investigating the situation of non-lean offices, principles and initial knowledge for lean office steps are defined and several techniques that can be used during these steps are explained briefly. This study purposed a better understanding for the companies that are at the beginning of their lean journey.

2. LEAN OFFICE PRINCIPLES

The main objective of the lean offices must be optimizing the performance with considering whole system via using value streams of processes (Drew, 2008). Tapping and Shuker (2003) stated that value stream maps not only a method for telling people how to do their jobs more effectively but also it is a systematic approach that empowers people to plan how and when they will implement the improvements that make easier to meet customer demand via revealing all value added and non-value added activities. In this way, maps provide a clear look to the wastes. After mapping the whole process, the next step is determination the wastes. In offices there eight basic wastes (McMahon, 2013; Kalispell Chamber of Commerce and Montana Manufacturing Extension Centre- 2009) such as; errors, overproduction, waiting, non-value added processes, variation, inventory, over motion/transportation and employees that are not positioned correctly.

- *Errors:* The most important waste in offices arises because of the errors. The underlying reason is that, errors that are made by the employees who have not lean thinking culture are not considered as wastes. Data entry errors, pricing errors, missing documents, lost records or documents and incorrect information in a report etc. can be considered as main errors. When lean implementation starts in the offices, this kind of activities that are ignored in initial state are determined and eliminated.
- *Overproduction:* One of the main wastes in offices is overproduction. This waste means that an activity is processed too much more than it should be. Although overproduction waste generally used for production sector, it can be seen in offices as well. Documents that are published more than needed, publishing the same document more than once, creating report that no one reads, and continuing document work although the other employee is not ready etc. can be considered as overproduction waste in offices. In today's business environment with the developed technology, document works proceed online via internet in most of the companies. However there can be overproduction waste in this case too. For example, sending e-mail or sending reminder note to everyone are also in overproduction waste concept. When lean office studies are implemented, avoiding waste is possible.
- *Waiting:* Waiting in offices can be divided into two headings, waiting for the processes and customer's waiting. Generally customer's waiting consists of breakdown time of the system, responding time of the system, waiting of confirmation, waiting of suppliers etc. Customer's waiting always evaluated as a non-value added activity and has to be prevented. In addition to these cases, if more information needed to take from customer in some special situations, these issues are also considered as wastes. It is possible avoid these wastes and increase value with the lean implementation.
- *Non-value Added Processes:* If processes do not create value for the customer than these processes should be considered as non-valued added processes for the company. This kind of waste creates a huge amount of waste and company becomes in a disadvantage position among its rivals. For example, entered data for many times, unneeded reports, multiple signature necessity etc. Company should analyze those processes in detail and make continuous improvements to eliminate these wastes.
- *Variation in Processes:* Methods that are used in process in offices should be analyzed in detail. The main reason is that there can be different methods or tools to do the same job. This situation cause a massive waste such as using multiple forms for the same information, different software used in different departments for the same job etc. To eliminate this kind of variation in the office after the detailed analysis of the work steps, same processes should be define for same operations. Thus standardization can be achieved and high level of quality can be gained in service. It is a well-known fact high level service quality provides advantage among rivals.
- *Inventory:* Inventory waste generally compared with overproduction waste. However, waste can occur at the end of the processes in overproduction waste type whereas inventory waste consists the inventory that are more than needed such as office material, documents that are waiting to be signed, documents that are saved neither electronic or paper etc. As in the overproduction waste, elimination in inventory wastes can create a better system and a momentum in the processes.
- *Over motion/transportation:* One of the biggest waste types is transportation of the information or the documents in a non-value added way (Corrie, 2004). The main reason of this is the wrong layout of the offices. Both employee and information or documents can be transfer in the offices in a non-value added way. When the transportation process is mapped with a spaghetti diagram, it can be clearly seen that complexity in the information and data flow and creates wastes. An appropriate office layout provides a better data flow among departments. Moreover this situation can be taking into account for software systems that are used in offices. When the teamwork together with a reorganized layout structure, team working can enhance and mistakes can be prevented. In this type of waste issues those mostly seen are, looking for the needed material by employees, careless arrangement of files and because of this looking for files, more bureaucracy steps, signature processes in a hierarchical structure etc.
- *Employees that are not positioned correctly*: This waste occurs when the employees are not assigned to the correct positions. In other words, it means that in the current system company cannot benefit from employees' creativity, mental and physical abilities. In this situation, it is not possible to wait high efficiency from them. It is a well-known fact that if an employee does not feel good at his/her position, he/she does not take any responsibility. However, in lean culture employees should internalize their department as their own company thus they can work in the highest efficiency level.

When lean office practices are investigated in office processes, it is important that employee analysis should also be carry on.

One of the most important features of lean production system is the development of the pull system that gives the priority to customer demands rather than traditional push system. As it is known pull system based on the pulling the needed material from the previous process though customer demand to the initial process. Application this system in the offices is also possible. As in the production, office works should be directed according to customer demand and every job should be done at the needed amount at the right time. Besides this, pull system in the offices can enhanced with one piece flow structure thus processes constantly go on and in each time an information is proceed.

In offices, batch processing is not suitable because it creates huge wastes. The underlying reason is that if the batch processing is used not only non-value added activities increase but also waiting and inventory waste are also occurs. This kind of structure will lead to customer dissatisfaction. Instead of batch processing, companies should apply lean office practices and create a pull system in which one piece flow structure can be used. In a system like that customer demands can be answered with a most proper and fastest way.

Although creating a system is vital, one of the most important steps is including top management and all employees to those implementation processes. As it is known, leaning is a culture that should be naturalize by the company rather than a system implementation. For that reason, the only way to apply these lean studies in a properly and completely is adaptation of lean culture by whole employees in the company. To achieve this, cross function trainings can be arranged and employees are analyzed with multitasking. The initial aim to do these studies is provide a right positioning of employees and thus eliminating wastes.

3. STEPS OF LEAN OFFICE

Kalispell Chamber of Commerce and Montana Manufacturing Extension Centre (2009) stated that main reasons to adapt lean culture into office environment is because the need of the elimination of wastes time, money and resources, inefficient hand-offs, error correction loops, missed value opportunities and poorly defined requirement in the way of increasing profit. To apply lean effectively in the office companies should understand the lean in the manufacturing environment (Rüttimann and Stöckli, 2016). For that reason, companies should follow some determined steps with using specified methods. To implement lean office systems a structure which contains four steps can be used. These steps are as follows;

1. *Determination of current state:* Companies should determine their current situation as an initial step when they are improving their managerial processes with the aim of better service quality. In the current state how processes are proceed or how customer demand is are the vital criteria to evaluate and find a future plan. In this step several techniques can be used such as project proposals, voice of customer analysis, critical to quality tree etc. Project proposals are used to define projects aims, team members and the core areas of the project. In the proposal, current state, the main goal which want to be achieved at the end of the project and the related issues, team members and the main plan of the project are presented. Voice of customer analysis is one of the prerequisites of being a customer focused company. It is a well-known fact that nowadays being customer focused is important to survive among rivals. Critical to quality tree analysis is used to determine and approve customer needs of the selected improvement via brainstorming. In other terms, it is aimed to determine critical parameters that can affect the customer expectations with critical to quality tree analysis. Determined critical parameters draw like a tree diagram and make simple and understandable. At the same time, core reasons can be defined with this analysis as well.
2. *Process mapping and determination of wastes:* After the determination of current state, maps of the processes should be done to make clear wastes. Thus, focused points are selected easily. As it is mentioned before there are 8 wastes for offices. When value stream mapping is used for office processes, all activities whether they are value added or not can be seen quickly. However, involvement of the all employees in the whole company is critical for lean studies for that reason it is important to make value stream maps understandable for all employees. These value stream maps not only used for the visualizing current state but also useful for the future state. Future state maps can be considered as goal diagrams thus every idea and their effects which are developed for the improvement process can be seen (Falkenthall, 2014). This analysis is a kind of future road plan and give chance to see future stated thus motivate them.
3. *Determination of the effects of wastes on processes and customers:* After focused points are determined, effects of these wastes should be determined. Main point is finding the best measurement methods to eliminate waste, defining the goals and techniques. This step should be considered as

creating an action plan to the elimination of the wastes. After the plan is set up, visualizing is needed to make it internalize for every employee.

4. *Using specified methods to eliminate waste and process improvement:* It is a well-known fact that there are several lean techniques which are worked with collaboration. From office view of point, basically 5S, visual controls, office layouts and standardization can be used. 5S is a simple technique to make working environment safer and motivate employees with a well-organized layout. In addition to these 5S studies, standardization works are vital for lean offices because it can be eliminate lots of wastes such as overproduction, waiting, over motion etc. Standardization of works is based on using resources in the most efficient way. When the standardization is achieved the level of service quality will be increased. Moreover, visual controls enhance the implementation of these techniques. The underlying reason is that visualizing make all improvements more understandable and draws attention. In lean office studies, improvements are presented in the selected areas in the offices and thus employees have information about processes, analysis, value chains, goals etc. at any time. Another method that is widely used in lean offices is office layout plan. As it is mentioned before, spaghetti diagrams are used to specify the motion between departments. If the spaghetti diagram is so complex that means there is a huge waste. The main reason that giving so much importance to office layout is because achieving the optimum work and data flow.
5. *Providing continuous improvement*: Generally, after an improvement is completed, lean studies are finalized an in this situation generally companies turn back to the initial start point after a while. Moreover, in some companies employee is affected in a negative way because of the uncompleted improvement processes. For that reason, continuous improvement is vital for lean studies. Tracking and observing lean improvements should be natural mechanism in the company so efficiency of the team will be increased. This situation makes continuous improvement as culture. Moreover, TXM Lean Solutions (2016) stated that to make lean office studies sustainable one of the critical factors is spending more time at the start of the project to learn about the office environment, understanding the processes and listening the kind of problems that are experienced.

4. CONCLUSION

In today's business environment there is a rapid change in terms of social, cultural and managerial. Concepts, methods and techniques are changed and based on this there is radical developments that cannot be compared to past. Especially customer demands and expectations are affected form technological changes. Because of the vital importance of customers for companies, several methodologies are developed. Almost every methodology aims to provide high quality level product or service to customers and tried to makes this in a quick way. Because, today's market is in the quick change era and if a company cannot adapt this race it is not possible to have high profits even survive among rivals. Companies have to adapt the competition, survive and gain success in this business era. Key points of this century can be considered as quality and speed. So companies should be worked multidimensional.

Roots of the lean office studies are based on the lean production system which is accepted as an efficient methodology all over the world. Actually, it generally based on a culture rather than a set of techniques. For that reason lean office studies can be considered one of the most successful implementations to achieve these aims (Can and Güneşlik, 2013). When it is applied in a proper way, companies gains high profits and have advantages among rivals (Hyer and Wemmerlöv, 2002). The main reason is that company can improve its work flow, productivity and reduces non-value added activities. Thus customer satisfaction and quality level of the service increases. Continuity of lean office studies provides a continuous discipline and motivation in the company.

Lean office studies are started in 2005 however still companies struggle to adapt these lean techniques to the offices. Most of the companies are nor familiar to the adaptation of lean culture into managerial processes. On the other hand, achieving advantages is possible especially for departments such as accounting, service, purchasing. From company view of point lower costs can achieved through waste elimination while improved safety and increased standardization are provided. Moreover, there are some advantages from employee view of point such as more pleasant work environment and satisfying jobs. As a future study, specified techniques which are used in the lean office steps should be investigated in detail to achieve mentioned advantages both company and employee view of point. Examination of each step in detail provides a road map for companies that want to implement lean office studies. For that reason, as a future plan, it is planned to create a simple lean office road map with detailed techniques and to define everyone's role in the company in the lean journey.

REFERENCES

Can, A. V. and Güneşlik M. (2013), Lean Thinking in Accounting and an Implementation Example of Lean Accounting as an Important Dimension of Lean Philosophy: "Self-Billing", The Journal of Accounting and Finance, 1-21

Chen, J. C. and Cox, R. A. (2012) Value Stream Management for Lean Office- A Case Study, American Journal of Industrial and Business Management, 2, pp. 17-29

Corrie M. (2004), "Lean Success in an Administration Environments," Waukesha Bearings Ltd., Northwood Hills

Drew, L. (2008) Lean Thinking in the Office, Retail Environments, pp. 20-26

Drew, L. (2011) Lean Office and Service Simplified the Definitive How-To Guide, Productivity Press

Ed A. (2009), Insights into the Lean Office, Connecticut Quality Symposium

Emiliani, M.L. (2006) Origins of Lean Management in America: The Role of Connecticut Businesses, Journal of Management History, vol. 12, no. 2, pp. 167–184

Falkenthall, R. (2014) What is Lean Office?, blog.optimumdesign.com/what-is-lean-office (Access Date: June 2016)

Hines P. and Taylor D. (2000), Going Lean, Lean Enterprise Research Centre, Cardiff Business School, Cardiff UK

Hyer N. L. and Wemmerlöv U. (2002), The Office That Lean Built, IIE Solutions

Kalispell Chamber of Commerce and Montana Manufacturing Extension Centre (2009), Introduction to Lean Office, Montana State University

McMahon, T. (2013) The 8 Common Wastes in an Office That Cause Downtime, www.aleanjourney.com (Access Date: June 2016)

Rüttimann, B. G. and Stöckli, M. T. (2016) Going Beyond Trivitally: The Toyota Production System-Lean Manufacturing beyond Muda and Kaizen, journal of Service Science and Management, 9, pp. 140-149

Tapping, D. and Shuker, T. (2003) Value Stream Management for the Lean Office: 8 Steps to Planning, Mapping and Sustaining Lean Improvements in Administrative Areas, Productivity Press, New York, USA

TXM Lean Solutions Pty. Ltd (2016) Top Nine Tips to Sustain The Lean Office, txm.com.au (Access Date: June 2016)

İNSAN FAKTÖRLERİNİN DÂHİL EDİLDİĞİ İŞGÜCÜ PLANLAMASI YAKLAŞIMI

İlker Karadağ
Atatürk Üniversitesi

Vecihi Yiğit
Atatürk Üniversitesi

ÖZET

Literatürde yer alan işgücü planlaması çalışmalarının birçoğu çalışanları tek tip olarak değerlendirir. Ancak gerçekte nitelikli ve deneyim sahibi işçilerle, niteliksiz ve deneyimi olmayan işçiler bir arada çalışırlar. Bu durum çoğu zaman planlanan ile gerçekleşen üretim arasında farkların ortaya çıkmasına sebep olur. Ayrıca her işin çalışanlar üzerinde oluşturduğu belirli bir zorlanma bulunmaktadır. Üretim planlamada yüksek zorlanma indeksi içeren işlere deneyimli işçilerin atanması üretimde değişkenliği minimize etmesi bakımından önemlidir. Bu çalışmada, çalışanların farklılıklarını dikkate alan, literatürden farklı olarak iş zorlanma indeksinin kısıt olarak değerlendirildiği, çok amaçlı karma tam sayılı programlama modeli geliştirilmiştir. Modelin amaçları, işe alma, işten çıkarma, oryantasyon ve fazla mesai maliyetlerini ve en deneyimli işçilerin işten çıkarılmalarını minimize etmektir. Sonuçlar, önerilen modelin daha ergonomik bir yaklaşım ile işgücü planlaması yaptığını göstermektedir.
Anahtar Sözcükler: İnsan faktörleri, Üretim Planlama, İşgücü Planlama

WORKFORCE PLANNING APPROACH INTEGRATING WITH HUMAN FACTORS

ABSTRACT

Many of the studies in the literature about the workforce planning assumes that workers are identical. But actually, with skilled and experienced workers and unskilled workers with no experience work together. This situation often leads to differences between planned and actual production. Additionally, there is a particular strain in each job created on employees. In production planning, appointment of experienced workers with high strain index is important to minimize the variability of production. In this study, a multi objective mixed integer programming considering the workers' differences, as different from the literature that job strain index is admitted a constraint was developed. The purpose of the model is to minimize the hiring, firing, training and overtime costs and minimize the number of fired most experienced workers. The results indicate that the proposed model makes workforce planning with a more ergonomic approach.
Keywords: Human Factors, Production Planning, Workforce Planning

1.GİRİŞ

Günümüz iş dünyası artık daha fazla rekabetin olduğu karmaşık sistemleri içeren bir yapıdadır. Bu yapı içerisinde üretim sistemlerinin ayakta kalabilmeleri ancak müşteri taleplerini karşılayabilmesi ile değerlendirilebilir. Üretim sistemlerinin müşteri taleplerini karşılayabilmeleri de sistemin temel bileşeni olan insana yönelik planlamanın iyi yapılması ile sağlanır. İnsan faktörlerini dikkate alan iş gücü planlaması ile plan ile gerçekleşen arasındaki farklar minimize edilebilir.

Son yıllarda üretim sistemlerinde insan faktörleri, çoğunlukla süreç geliştirme ve değiştirilmesi zor iş kararları konularına yönelik olarak çalışılmıştır.(Helander, 1999; Jensen, 2002; Neumann & Medbo, 2009)

İş gücü planlama alanında ise insan faktörlerini kullanmak oldukça zordur. İş gücü yönetimi alanındaki literatür incelendiğinde kişilik farklılıkları, çalışan ölçüleri ve performans gelişimi gibi çeşitli konularda çalışmalar yapılmış olduğu görülür. (Barrick & Mount, 1991; Hunter, 1986; Hunter vd. 1990; Kanfer & Ackerman, 2000; Ragotte, 1990; Wirojanagud vd. 2007). Bireysel farklılıkları dikkate alan iş gücü planlaması probleminin çözümüne yönelik olarak ise çok az sayıda çalışma bulunmaktadır.(Wirojanagud vd. 2007; Othman vd. 2012) Bu çalışmalarda kullanılan modellerin temeli ise Billionnet (1999) tarafından yapılan işgücü maliyetlerinin en küçüklenmesini sağlayan tam sayılı programlama çalışmasıdır. Ayrıca bu çalışmanın referans alınmasıyla üç farklı vardiyanın probleme eklenmesiyle de problem çözülmüştür. (Seçkiner vd. 2007)

Bu çalışmada ise, iş gücü planlaması problemine bireysel farklılıkları dikkate alan bir yaklaşımla çözüm getirilmeye çalışılmıştır. Literatürde yer alan çalışmalardan farklı olarak iş zorlanma indeksi olarak bilinen ergonomik açıdan işin riskini tanımlama aracı kısıt olarak ele alınmıştır. Bu kısıt yüksek zorlanma indeksi içeren işlerde deneyimli işçilerin kullanılmasını sağlamaktadır. Çalışmanın amacı, her iş tipine uygun çalışanların sayısını belirlemek, oryantasyona alınması gereken çalışan sayısını belirlemek ve gerekli fazla mesaileri tespit etmektir. Sonuçlar, daha geniş kapsamlı problemler için oldukça yol göstericidir.

2.YÖNTEM

Çalışmada bulunan matematiksel model, farklı sayıda işgücüne yönelik kararlara(işe alma, işten çıkarma, oryantasyon ve fazla mesai) izin veren, fazla mesai, oryantasyon eğitimi ve işe alıp veya işten çıkarmalardan kaynaklanan maliyetlerin en küçüklenmesini ve tüm periyotlar boyunca yüksek performanslı işçilerin işten çıkarılmalarının en küçüklenmesini amaçlayan çok amaçlı doğrusal programlama ile yapılmıştır.

Modele ait varsayımlar şunlardır;

- Tüm parametrelerin değerleri planlama ufku boyunca kesindir.
- İşçi işe alım, işten çıkarım ve oryantasyon eğitimi maliyetleri bellidir ve her bir yetenek düzeyi ve kişisel kapasiteler deterministiktir.
- Günlük molalarla beraber her bir işçinin iş için hazır bulunma durumu %90'a eşittir.
- İşçi yeteneklerinin sayısı makine seviyelerinin sayısına eşittir.
- İşçilerin yetenekleri ve kişisel özelliklerindeki artış, işçilerin iş ile ilgili kapasitelerini artırır.
- Yüksek performanslı işçiler en az 2 veya daha fazla yetenek ve kişisel özelliklere sahiptir.
- İşçiler haftalık normal mesaide 45 saat, fazla mesaide 5 saat çalışma yapabilir.

İndisler;

t planlanan periyot indisi (haftalar), $t=1,2,3...,T$
j,k işçi yetenek seviyeleri indisleri, $j,k=1,2,3,...,S$
x,y makine seviyeleri indisleri, $X,Y=1,2,3,...,ML$
p kişilik özellikleri indisi, $p=1,2,3,....,P$

Parametreler;

h_{jpt} t.periyotta j yetenek seviyeli p özellikli bir işçinin işe alım maliyeti ($/işçi-hafta)
f_{jpt} t.periyotta j yetenek seviyeli p özellikli bir işçinin işten işten çıkarılma maliyeti ($/işçi-hafta)
tr_{kjpt} t.periyotta p özellikli bir işçinin becerilerini k. seviyeden j. seviyeye eğitim ile çıkarma maliyeti ($/işçi-hafta)
so_{jpt} t.periyotta j yetenek seviyeli p özellikli bir işçinin fazla mesai maliyeti ($/işçi-hafta)
A_{jt} t.periyotta j yetenek seviyeli her bir kişinin normal mesai saatleri (işçi-saat/işçi-hafta)
AOT_{jt} t.periyotta j yetenek seviyeli her bir kişinin fazla mesai saatleri (işçi-saat/işçi-hafta)
C_{jpt} t.periyotta j yetenek seviyeli p özellikli bir işçinin kapasitesi
D_{jt} t.periyotta j özellikli talep

ss_{kj} 1 eğer yetenek seviyesi k ile yetenek seviyesi j arasında eğitim mümkünse 0 aksi halde
ws_{jx} 1 eğer j yetenek seviyesi ile x makine düzeyinde çalışabilme mümkünse 0 aksi halde
INW_{jpx} x makine düzeyine atanması gerekli olan j yetenek seviyeli p özellikli işçi sayısı
M Büyük bir sayı

Karar Değişkenleri:
W_{jptx} t.periyotta x makine düzeyine atanması gerekli olan j yetenek seviyeli p özellikli işçi sayısı (işçi-hafta)
H_{jptx} t.periyotta x makine düzeyine işe alınan ve atanan j yetenek seviyeli p özellikli işçi sayısı (işçi-hafta)
L_{jptx} t-1. periyotta x makine düzeyine atanan ve t. periyotta işten çıkarılan j yetenek seviyeli p özellikli işçi sayısı (işçi-hafta)
Y_{kjptyx} t. periyotta y makine düzeyine atanmışken, eğitim ile yeteneklerini seviye k'dan seviye j'ye çıkaran ve daha yüksek makine düzeyi x'e atanan p özellikli işçi sayısı (işçi-hafta)
OT_{jptx} t. periyotta j yetenek seviyeli p özellikli işçilerin fazla mesai saatleri (işçi-saatler)

Hedef 1. Maliyetlerin minimizasyonu:

$$\boldsymbol{min\ Z_1 = \sum_{t=1}^{T}\sum_{p=1}^{P}\sum_{j=1}^{S}\sum_{x=1}^{ML}\left(h_{jpt} * H_{jptx} + f_{jpt} * L_{jptx} + so_{jpt} * OT_{jptx}\right) + \sum_{t=1}^{T}\sum_{p=1}^{P}\sum_{j=1}^{S}\sum_{x=1}^{ML}\sum_{y=1}^{ML}\left(tr_{kjpt} * Y_{kjptyx}\right)}$$

Hedef 2. Yüksek performanslı işçilerin işten çıkarılmalarının minimizasyonu:

$$\boldsymbol{minZ_2 = \sum_{t=1}^{T}\sum_{p=2}^{P}\sum_{j=2}^{S}\sum_{x=1}^{ML} L_{jptx}}$$

Kısıtlar:

$$0{,}9 * A_{jt} * \left(\sum_{p=1}^{P}\sum_{x=1}^{ML} C_{jpt} * W_{jptx}\right) + \sum_{p=1}^{P}\sum_{x=1}^{ML} OT_{jptx} = D_{jt} \quad \forall j,t \qquad \textbf{(1)}$$

$$W_{jptx} = W_{jpt-1x} + H_{jptx} - L_{jptx} + \sum_{\substack{k=j-1\\ j\geq 2}}^{j}\sum_{\substack{y=x-1\\ x\geq 2}}^{x}\left(Y_{kjptyx}\right) - \sum_{\substack{k=j+1\\ k\geq 2}}^{k}\sum_{\substack{y=x-1\\ y\geq 2}}^{y}\left(Y_{kjptyx}\right) \quad \forall\ j,p,t,x \qquad \textbf{(2)}$$

$$OT_{jptx} \leq AOT_{jt} * W_{jptx} \quad \forall\ j,p,t,x \qquad \textbf{(3)}$$

$$\sum_{\substack{k=1\\ k>j}}^{S}\sum_{y=1}^{ML} Y_{jkptxy} + L_{jptx} \leq W_{jp,t-1,x} \quad \forall\ j,p,t,x \qquad \textbf{(4)}$$

$$L_{jptx} \leq M * ws_{jx} \quad \forall\ j,p,t,x \qquad \textbf{(5)}$$

$$H_{jptx} \leq M * ws_{jx} \quad \forall\ j,p,t,x \qquad \textbf{(6)}$$

$$Y_{kjptyx} \leq M * ws_{ky} \quad \forall\ j,k,p,t,x,y \qquad \textbf{(7)}$$

$$Y_{kjptyx} \leq M * ws_{jx} \quad \forall\ j,k,p,t,x,y \qquad \textbf{(8)}$$

$$Y_{kjptyx} \leq M * ss_{kj} \quad \forall\ j,k,p,t,x,y \qquad \textbf{(9)}$$

$$\sum_{k=1}^{S} \boldsymbol{Y_{kjptyx}} \leq \boldsymbol{M} * \boldsymbol{Z_{jptx}} \ \forall \boldsymbol{j, p, t, x, y} \quad \textbf{(10)}$$

$$\boldsymbol{L_{jptx}} \leq \boldsymbol{M}(\boldsymbol{1} - \boldsymbol{Z_{jptx}}) \quad \forall \boldsymbol{j, p, t, x} \quad \textbf{(11)}$$

$$\boldsymbol{Z_{jptx}} \in \{\boldsymbol{0}, \boldsymbol{1}\} \ \forall \boldsymbol{j, p, t, x} \quad \textbf{(12)}$$

$$H_{jptx} \leq M * U_{jptx} \ \forall j, p, t, x \quad \textbf{(13)}$$

$$L_{jptx} \leq M(1 - U_{jptx}) \ \forall j, p, t, x \quad \textbf{(14)}$$

$$U_{jptx} \in \{0,1\} \ \forall j, p, t, x \quad \textbf{(15)}$$

$$W_{jptx}, H_{jptx}, L_{jptx}, Y_{kjptyx} \geq 0 \ \forall j, k, p, t, x, y \quad \textbf{(16)}$$

Modelde yer alan (1) numaralı kısıt her periyot için talep edilen haftalık çalışma saatinin, her yetenek seviyesi için toplam kullanılabilir işçi saatine eşit olduğunu göstermektedir. Kısıt (2), herhangi bir periyottaki uygun işgücünün, bir önceki dönemdeki işgücü ile mevcut dönemdeki işgücü değişikliklerine eşit olduğunu göstermektedir. Kısıt (3), fazla mesai işgücünün her bir periyottaki fazla mesai işgücünü aşmamasını sağlamaktadır. Kısıt (4), t-1. periyotta x makine düzeyine atanan ve şuan işe alınan veya oryantasyona alınan toplam işçi sayısının bir önceki periyotta gerekli olan işçi sayısından büyük olmamasını sağlamaktadır. Kısıt (5), t. periyotta işten çıkarılan işçi sayısını, kısıt (6) t. Periyotta işe alınan işçi sayısını belirlemektedir. Kısıt (7), kısıt (8) ve kısıt(9) oryantasyona izin veren ve ilgili makine düzeyinde atama yapılan işçi sayılarını göstermektedir. Bu kısıtlar aynı zamanda düşük zorlanma indeksine sahip makine seviyelerine deneyimsiz işçileri, yüksek zorlanma indeksine sahip makine seviyelerine deneyimli işçilerin atanmasını da sağlar. Kısıt (10), kısıt (11) ve kısıt (12) oryantasyona alınan işçilerin aynı periyotta işten çıkarılmalarını engeller. Kısıt (13), kısıt (14) ve kısıt (15) işe alınan işçilerin aynı anda işten çıkarılmalarını engeller. Kısıt (16) karar değişkenlerinin negatif olmamasını sağlar.

3.BULGULAR

Önerilen modelin sayısal örneği Türkiye'de kablo sektöründe faaliyet gösteren bir işletmenin fiber optik kablo üretim tesisi için ele alınmış ve önerilen iş gücü planlaması yaklaşımı ile model değerlendirilmiştir. İşletmeden alınan veriler çizelge 1-5'de verilmiştir;

Çizelge 1. Her bir haftada işçi/saat talebi

	Hafta1	Hafta2	Hafta3	Hafta4	Hafta5	Hafta6
Yetenek1	720	720	600	600	720	840
Yetenek2	1440	1440	1200	1200	1440	1680

Çizelge 2. Makine düzeyi-iş zorlanma indeksi

Makine seviyesi	İş zorlanma indeksi
Makine seviyesi 1	SI≤3
Makine seviyesi 2	3<SI≤7

Çizelge 3. Her bir makine seviyesinde uygun gerekli işgücü

	Seviye1	Seviye2
Yetenek1		
Kişilik1	30	0
Kişilik2	20	0
Kişilik3	10	0
Yetenek2		
Kişilik1	0	30
Kişilik2	0	20
Kişilik3	0	10

Çizelge 4. Oryantasyon maliyetleri

Yetenek1'den Yetenek 2'ye	Maliyet($/işçi-hafta)
Kişilik1	100
Kişilik2	120
Kişilik3	150

Çizelge 5. İşe alma, işten çıkarma, fazla mesai maliyetleri ve işçi kapasiteleri

		Hafta1	Hafta2	Hafta3	Hafta4	Hafta5	Hafta6
Yetenek 1							
P1	İşe alma ($)	700	700	700	700	700	700
	İşten çıkarma ($)	1000	1000	1000	1000	1000	1000
	Fazla mesai ($)	20	20	20	20	20	20
	Kapasite (%)	70	70	70	70	70	70
P2	İşe alma ($)	700	700	700	700	700	700
	İşten çıkarma ($)	1000	1000	1000	1000	1000	1000
	Fazla mesai ($)	20	20	20	20	20	20
	Kapasite (%)	75	75	75	75	75	75
P3	İşe alma ($)	700	700	700	700	700	700
	İşten çıkarma ($)	1000	1000	1000	1000	1000	1000
	Fazla mesai ($)	20	20	20	20	20	20
	Kapasite (%)	80	80	80	80	80	80
Yetenek 2							
P1	İşe alma ($)	750	750	750	750	750	750
	İşten çıkarma ($)	1100	1100	1100	1100	1100	1100
	Fazla mesai ($)	25	25	25	25	25	25
	Kapasite (%)	80	80	80	80	80	80
P2	İşe alma ($)	750	750	750	750	750	750
	İşten çıkarma ($)	1100	1100	1100	1100	1100	1100
	Fazla mesai ($)	25	25	25	25	25	25
	Kapasite (%)	85	85	85	85	85	85
P3	İşe alma ($)	750	750	750	750	750	750
	İşten çıkarma ($)	1100	1100	1100	1100	1100	1100
	Fazla mesai ($)	25	25	25	25	25	25
	Kapasite (%)	90	90	90	90	90	90

Yetenek 1 için elde edilen çalışma sonuçları çizelge 6'da yer almaktadır. Modelin amaçları eşit ağırlıklı kabul edilmiştir.

Çizelge 6. İş gücü planı sonuçları

		Hafta1	Hafta2	Hafta3	Hafta4	Hafta5	Hafta6
Talep(işçi)		50	50	50	50	50	50
Yetenek 1							
P1	S1'de kullanılan işçi	18,5	1,8	15,5	9,5	7,8	7,6
	S1'de işe alınan işçi	0	18,7	0	0	0	0
	S1'de işten çıkarılan işçi	0	0	0	0	0	0
	S2'ye eğitilen işçi	8,5	11,3	12,3	13,2	14,1	14,2
	Fazla mesai saatleri	130	113,3	84,6	84,6	72,5	60,3
P2	S1'de kullanılan işçi	32	10	24,2	28,3	30,1	30,5
	S1'de işe alınan işçi	10,7	0	0	0	0	0
	S1'de işten çıkarılan işçi	0	0	0	0	0	0
	S2'ye eğitilen işçi	0	7,2	8,3	8,5	8,4	8,6
	Fazla mesai saatleri	0	0	0	0	0	0
P3	S1'de kullanılan işçi	0	38,2	10,3	12,2	12,2	11,9
	S1'de işe alınan işçi	0	3,1	1,2	0,9	0,9	0,9
	S1'de işten çıkarılan işçi	0	0	0	0	0	0
	S2'ye eğitilen işçi	0	0	0	0	0	0
	Fazla mesai saatleri	0	0	0	0	0	0

4.SONUÇ

Bu çalışmada, çalışan farklılıklarını dikkate alan işgücü planlaması yaklaşımı önerilmiştir. İnsan faktörlerini dikkate alan bu yaklaşım ile üretim planlama problemlerine daha gerçekçi çözüm üretmek amaçlanmıştır. Önerilen model, farklı sayıda işgücüne yönelik kararlara(işe alma, işten çıkarma, oryantasyon ve fazla mesai) izin vermekte, fazla mesai, oryantasyon eğitimi ve işe alıp veya işten çıkarmalardan kaynaklanan maliyetlerin en küçüklenmesini ve tüm periyotlar boyunca yüksek performanslı işçilerin işten çıkarılmalarının en küçüklenmesini amaçlamaktadır. Sonuçlar, maliyetlerin ve işçilerin kişilik özelliklerinin üretim sistemlerinin performanslarını artırmada önemli bir payı olduğunu göstermektedir.

KAYNAKLAR

Barrick, M. R., & Mount, M. K. (1991). The Big Five personality dimensions and job performance: A meta-analysis. Personnel Psychology, 44(1), 1–26.

Billionnet, A. (1999). Integer programming to schedule a hierarchical workforce with variable demands. European Journal of Operational Research, 114(1), 105–114.

Helander, M. (1999). Seven common reasons to not implement ergonomics. International Journal of Industrial Ergonomics, 25(1), 97–101.

Hunter, J. E. (1986). Cognitive ability, cognitive aptitudes, job knowledge, and job performance. Journal of Vocational Behavior, 29(3), 340–362.

Hunter, J. E., Schmidt, F. L., & Judiesch, M. K. (1990). Individual differences in output variability as a function of job complexity. Journal of Applied Psychology, 75(1), 28–42.

Jensen, P. L. (2002). Human factors and ergonomics in the planning of production. International Journal of Industrial Ergonomics, 29(3), 121–131.

Kanfer, R., & Ackerman, P. L. (2000). Individual differences in work motivation: Further explorations of a trait framework. Applied Psychology: An International Review, 49(3), 470–482.

Neumann, W. P., & Medbo, P. (2009). Integrating human factors into discrete event simulations of parallel flow strategies. Production Planning and Control, 20(1), 3–16.

Ragotte, M. J. (1990). The effect of human operator variability on the throughput of an AGV system. A case study: General motors car assembly plant – door AGV system, M.A.Sc thesis. Department of Management Sciences, University of Waterloo, Canada.

Othman, M., Bhuiyan, N., Gouw, G.J. Integrating workers' differences into workforce planning (2012) Computers and Industrial Engineering, 63 (4), pp. 1096-1106.

Wirojanagud, P., Gel, E. S., Fowler, J. W., & Cardy, R. (2007). Modeling inherent worker differences for workforce planning. International Journal of Production Research, 45(3), 525–553.

ENJEKSİYON KALIPLAMA SÜREÇLERİNDE DEĞİŞKEN KONTROL KARTLARI KULLANIMI

Aylin Karadeniz Bodur
Celal Bayar Üniversitesi

Hakan Akçay
Celal Bayar Üniversitesi

ÖZET

Enjeksiyon kalıplama yöntemi, günümüzde plastik şekillendirmede en çok kullanılan yöntemlerden biridir. Sürecin çevre koşullarına duyarlı olması, üretimdeki değişkenliği ve ürünlerin kalitesel açıdan kontrolüne duyulan gereksinimi arttırmaktadır. Tüm ürünlerin kontrol edilmesi zaman alıcı ve maliyetli olduğundan, istatistiksel ve matematiksel tekniklerin kullanımına ihtiyaç duyulmaktadır. Kontrol kartları, süreçlerin analiz edilmesi ve izlenmesi amacıyla kullanılan etkin bir istatistiksel süreç kontrol aracıdır.

Firmada yapılan çalışmada, müşteri açısından önem taşıyan renk parametresi kalite karakteristiğinin spesifikasyon sınırlarını sağlamada yetersiz kalması sonucu ortaya çıkan kalitesel problem için iyileştirme çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Değerlendirmeler sonucunda, köklü bir iyileştirme çalışmasının gerektiği düşüncesiyle yeni makine alımı yapılarak sisteme entegre edilmesine karar verilmiştir. İyileştirme öncesi ve sonrası süreç yeterlilik indeksleri karşılaştırılarak, gerçekleştirilen iyileştirmenin etkinliği kantitatif olarak değerlendirilmiştir. İyileştirme sonrasında yeterliliği sağladığı belirlenen süreçteki değişkenliğin takibi ve analizi için $\overline{X}$-R kontrol kartları hazırlanmıştır. Kalite karakteristiğinin ve değişkenliğin $\overline{X}$-R kontrol kartları kullanılarak spot denetimle izlenmesi önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: İstatistiksel Süreç Kontrolü, $\overline{X}$-R Kontrol Kartları, Enjeksiyon Kalıplama Tekniği

VARIABLE CONTROL CHARTS UTILIZATION IN INJECTION MOULDING PROCESSES

ABSTRACT

Injection moulding technique is one of the most preferred methods in plastics forming nowadays. The sensitiveness of the process to environmental conditions has increased the variabilities in production and the requirement for the quality-related control of the products. The implementation of statistical and mathematical methods have been required since the control of all products is time-consuming and expensive. Control charts are effective devices in order to analyse and monitor the processes.

In this study, improvement activities have been performed for emerging quality-related problems caused by the insufficiency of color parameter quality characteristics, which is vital for customers, to ensure the specification limits. It has been decided to buy a new model machine to integrate the system because of the requirement of fundamental improvement studies as a result of assessments. The effieciency of the implemented improvement activity has been assessed quantitavely by comparing the process capability

indeces of before and after the improvement activities. $\overline{X}$-R charts have been implemented to monitor and analyse the process variabilities after the process has been defined as capable by improvement activities. It has been decided to monitor the quality characteristics and process variability by spot inspections.
Keywords: Statistical Process Control, $\overline{X}$-R Control Charts, Injection Moulding Technique

1. GİRİŞ

Rekabetçi ortam koşulları üretim ve hizmet süreçlerindeki verimliliğin arttırılması ihtiyacını beraberinde getirmektedir. Kalite yönetimi konusunda rekabet avantajı sağlayabilmek için organizasyon kalitesi, teknolojinin takibi, bilgi birikimi, tasarım periyotları gibi kriterler büyük önem taşımaktadır. Optimum kaynak kullanımı ile kalite kontrol uygulamalarını gerçekleştirmek ve müşteri beklentilerini karşılamak için kaliteli ürün eldesi gerekmektedir (Dudek-Burlikowska, 2005). Bu sebeple üretim ve hizmet işlemlerini ilgili yasal gereklilikleri ve müşteri standartlarını firma hedefleri ile ilişkilendirerek gerçekleştirmek gerekmektedir (Elevli ve Behdioğlu, 2006). Günlük hayatta önemli yeri olan plastiklerin son yıllarda kullanım oranı artmıştır (Akyürek vd., 2009). Polimer kimyasındaki gelişmeler, polimerlerin kolay işlenebilirlik, hafiflik, yüksek korozyon ve kimyasal direnci, hafiflik gibi özelliklerini ön plana çıkarmıştır (Ekşi, 2007). Bu durum beraberinde seri üretim ihtiyacını getirmiş ve enjeksiyon kalıplama ile plastik şekillendirme tekniği yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (Akyürek vd., 2009).

Süreçlerde meydana gelen değişkenlikler kusurlu ürün sayısının artmasına, maliyet ve zaman kaybına, müşteri memnuniyetinin azalmasına ve hatta müşteri kaybına neden olur. Tüm ürünlerin kontrol edilmesi maliyetli ve zaman alıcı olduğundan, uzun vadede kalite iyileştirme ihtiyacının başarıyla karşılanabilmesi için matematiksel uygulamalara gereksinim duyulmaktadır (Dudek-Burlikowska, 2005). Bu amaçla kullanılan istatistiksel proses kontrol (İPK) teknikleri ile süreçler analiz edilerek değişkenlik kontrol altına alınabilmektedir (Yıldırım ve Karaca, 2013). Dolayısıyla optimum kaynak kullanımı ile maksimum verim alma imkanı sağlanmış olmakta ve kalite iyileştirmesininin yanı sıra maliyet etkinliği de artırılabilmektedir (Morabi vd., 2015; Madanhire ve Mbohwa, 2016).

1920'li yıllarda Shewhart tarafından oluşturulan kalite kontrol kartları İPK yöntemleri arasında özellikle üretim süreçleri için değişkenliği araştırmak ve yorumlamak amacıyla sıklıkla kullanılan araçlardır (Senturk ve Erginel, 2009; Bayat vd., 2013). Bu kartların kullanılması ile süreçlerde meydana gelebilecek hatalı üretimler henüz gerçekleşmeden fark edilerek önlem alınabilmektedir. Bu bağlamda kalitenin kontrol edilmesinden çok, kaliteli üretim süreci sağlanmaktadır. Literatür incelendiğinde, istatistiksel proses kontrol yöntemlerinin, toplam üretken bakım, otomatik proses kontrol ile beraber, üretim süreçlerinin teknik kontrolünde uyumlu bir takım oluşturulduğu belirtilmiştir (Schippers, 2001). Sürecin çevresel performansının ölçülmesi ve değerlendirilmesi için kontrol kartları, zaman cetvelindeki saptanabilen anormal değişimleri gözlemlemek için kullanılırken, uygun olmayan durumların meydana gelme riski açısından çevre değişim performansını kontrol altında tutabilmek için süreç kalite indeksleri önerilmiştir (Corbett ve Pan, 2002). Hücresel imalat sistemlerinde kontrol kartları kullanımı ile üretim planlama ve kontrol sistemlerinin analizinin yapıldığı çalışmalar da bulunmaktadır (Nomak ve Durmuşoğlu, 2003). PVC kapı-pencere üreten orta ölçekli bir işletmede yapılan çalışmada $\overline{X}$-R kontrol kartları ve diğer istatistiksel yöntemler kullanılarak işletme kalitesinin %37 oranında iyileştirilebileceği ortaya konulmuştur (Kaya ve Engin, 2003). İlgilenilen süreçlerin kendine has özelliklerine uygun olarak geliştirilen birçok özel kontrol kartı uygulaması bulunmaktadır (Aparisi ve Garcia-Diaz, 2007; Maravelakis ve Castagliola, 2009; Zhang vd., 2010). Normal ve normal olmayan süreçler için ve izlenen fazda değişken dağılım kartlarının performansının karşılaştırılması için değişken kontrol kartları kullanılmıştır (Abbasi ve Miller, 2012). Bu bağlamda, kontrol kartlarının süreçlerin izlenmesi ve hataların erken teşhis edilmesine imkan sağlaması özelliği sayesinde üretimde karşılaşılabilecek kayıpların önlenmesi ve kalitenin kontrol edilmesinden çok kaliteli üretim sürecinin elde edilmesine olan katkısından dolayı başarılı ve çok geniş bir uygulama alanına sahip olduğu anlaşılmaktadır.

Bu çalışmada, sürecin performansını ölçmek ve uygun olmayan durumlar karşısında kontrolü sağlamak amacıyla süreç yeterliliği analizi yapılmıştır. Mevcut sürece ait ilgilenilen kalite karakteristiği olan renk kriteri için alınan ölçüm değerleri incelendiğinde, sürecin 2 sigma seviyesinde olduğu diğer bir deyişle yetersiz olduğunun tespit edilmesi nedeniyle süreç için iyileştirme çalışmalarının yapılması gerektiği anlaşılmıştır. Problemin çözümü sonrası süreç yeterliliği 2σ seviyesinden, yaklaşık 6σ seviyesinin üzerine çıkarılarak %89,46 oranında iyileştirme sağlanmıştır. Sürecin yeterli seviyeye ulaşmasını takiben plastik enjeksiyon kalıplamada önemli bir parametre olan b değerinin değişkenliğinin (Δb) takibi için ihtiyaç duyulan $\overline{X}$-R kontrol kartları oluşturulmuştur. Spot denetimin uygun olduğu anlaşılan yeni süreç için Δb değerinin oluşturulan $\overline{X}$-R kontrol kartları ile takip edilmesi önerilmiştir.

2. İSTATİSTİKSEL PROSES KONTROL

Kalitenin muayene tekniği ile kontrol altına alınmaya çalışılması, müşteriye giden ürünlerin hatalı olmasını engellemekle beraber işletmeler açısından maliyetleri artırıcı bir etkiye neden olmaktadır. Ürünün özellikleri, üretim sürecinin bir fonksiyonu olduğundan, ürün özelliklerinin kontrol altına alınabilmesi için üretim sürecindeki değişkenler kontrol altına alınmalıdır (Yıldırım ve Karaca 2013). Üretim süreçlerindeki faaliyetlerin yürütülmesi sırasında ortaya çıkabilecek kusurları veya kontrol dışındaki durumları en kısa sürede ortaya çıkaran, ürünlerin ekonomik ve kaliteli üretilmesine imkan veren İPK, istatistiksel yöntem ve tekniklerin tüm süreç aşamalarında uygulanmasıdır (Kısaoğlu, 2010). Bu yöntemde istatistiki teknikler kullanılarak veriler toplanır, analiz edilir, yorumlanır ve üretim esnasında oluşabilecek kalite problemleri ile sebepleri tespit edilerek çözümler geliştirilir. İPK araçları ile geliştirilen çözümler uygulamaya alınır ve süreç tekrar tekrar izlenir. Bu durum birbirini izleyen sonsuz bir döngü olduğundan, sürecin sürekli iyileştirilmesi için İPK etkin bir kalite kontrol yöntemidir (Elevli ve Behdioğlu, 2006). İPK, süreçlerdeki değişkenliğin ilgili parametreler için ölçülmesi, izlenmesi ve yorumlanması için yaygın olarak kullanılan bir tekniktir (Ahmad vd., 2014). İPK uygulamaları, bir ürünün süreç içindeki kalite göstergelerini ilgili araçların kullanımı ile sürekli olarak denetleyerek kontrol altında olup olmadığını tespit eder ancak kontrol dışı bir durum var ise bu durumun sebeplerini açığa çıkarmaz (Durman ve Pakdil, 2005). İPK, ürünün ekonomik ve kalite hedefleri ile tutarlı olarak üretimini sağlamak, tanımlanmış standart ve spesifikasyonlara uygunluğunu garanti altına almak, hata sayısını (kusurlu ürün sayısını) en aza indirgemek amacı ile sürecin tüm aşamalarında istatistiksel metotların uygulanmasıdır. Bu uygulamalar ile uygun olmayan ürün sayısının en aza indirgenmesi veya ortadan kaldırılması, üretim maliyetinin, hurda ve atık miktarlarının ve maliyetlerinin azaltılması, müşteri memnuniyetinin artırılması ve verimliliğin arttırılması hedeflenmektedir (Gerşil ve Alkaya, 2011).

Kalite kontrol açısından değerlendirildiğinde, süreçteki değişkenliğin nedenleri genel ve özel nedenler olmak üzere sınıflandırılabilir. Gerçek değerlerden sapma olarak da tanımlanan süreç değişkenliği makine, takım, malzeme, operatör (insan), bakım, çevre koşulları gibi etkenlerden kaynaklanır (Durman ve Pakdil, 2005). Süreçteki hataya neden olan özel nedenlerin ortadan kaldırılmasından sonra, genel nedenlerden kaynaklanan değişkenliğe sahip süreç elde edilmiş olmakta ve bu süreç kontrol altında veya kararlı olarak değerlendirilmektedir. Kararlı bir süreç ise spesifikasyon limitleri içerisinde üretim yapabilmektedir (Durman ve Pakdil, 2005; Aykul vd., 2005).

Oluşturulan kontrol kartlarında sürecin kontrol altında olduğunun söylenebilmesi için örneklemlerden alınan ölçüm değerlerinin kontrol bölgesinde olması gerekmektedir. Kontrol bölgesi dışındaki ölçüm değerleri, sürecin kontrol dışında olmasına neden olan özel bir durum olduğunu göstermektedir. Tüm noktalar kontrol sınırları içerisinde olsa bile farklı çalışmalarda süreçlerin yapısına özgü olarak geliştirilen sürecin kontrol dışında olduğunun veya kontrol dışına çıkacağının sinyallerini veren "Bir veya daha fazla ölçüm değerinin kontrol limitleri dışında olması" "Ard arda 7 noktanın merkez çizginin altında veya üstünde kalması" "Ard arda 7 noktanın artan veya azalan eğilim göstermesi" "3σ çizgisi yakınındaki her üç noktadan ikisinin 2σ çizgisi dışına çıkması" gibi birçok örnek bulunmaktadır (Maraş ve Arslan, 2014).

2.1. $\overline{X}$ – R Kontrol Kartları

$\overline{X}-R$ kontrol kartları sayısal olarak ölçülebilen her kalite karakteristiği için kullanılabilen, belirli aralıklarla alınan ve bir partiyi temsil ettiği kabul edilen örneklemlerle sürece ait ortalama ve aralık değerlerindeki değişkenliği incelemek için tasarlanmıştır (Ege, 2000). $\overline{X}$ kontrol kartı, örneklemler arasındaki değişimi, R kontrol kartı ise örneklemlerdeki değişimi ölçmektedir (Maraş ve Arslan, 2014). Bu grafikler için kontrol limitleri aşağıdaki formüller ile hesaplanmaktadır (Dudek-Burlikowska, 2005):

Ortalama Değeri X için Üst Kontrol Sınırı (ÜKS): $ÜKS = \overline{\overline{X}} + A2\overline{R}$ (2)

Ortalama Değeri X için Alt Kontrol Sınırı (AKS): $AKS = \overline{\overline{X}} - A2\overline{R}$ (3)

A2 faktörünün değeri, bir güven faktörü olarak düşünülebilir.

Aralık Değeri R için Üst Kontrol Sınırı: $ÜKS = \overline{\overline{X}} + D4\overline{R}$ (4)

Aralık Değeri R için Alt Kontrol Sınırı: AKS = D3R (5)

Burada $\overline{\overline{X}}$, alt grup ortalamalarının genel ortalamasını, $\overline{R}$ ise alt grup değişim aralıklarının ortalamasını göstermektedir. A2, D3 ve D4 alt grup örnek büyüklüğüne bağlı katsayılardır ve farklı örneklem hacimleri için alacakları değerler hesaplanmıştır (Elevli ve Behdioğlu, 2006).

2.2. Süreç Yeterlilik Analizi

Süreç yeterliliği, istatistiksel bir kavram olup, sürecin ilgilenilen kalite karakteristiğinin insan, makine-ekipman, malzeme, metot ve çevre gibi faktörlerden etkilenmesinden kaynaklı değişkenliğini ifade eder.

Süreç yeterlilik analizi, ilgilenilen sürecin ortalaması ve standart sapması incelenerek firma hedefleri doğrultusunda müşteri şartlarının ne derece karşılandığının bir ölçütüdür (Durman ve Pakdil, 2005). Normal dağılıma sahip süreçler için yeterlilik analizinde en genel kullanılan parametreler C_p ve C_{pk} indeksleridir. C_p indeksi, spesifikasyon limiti ile süreç kontrol sınırları arasındaki ilişkiyi ifade etmektedir. C_{pk} indeksi ise, süreç ortalamasının hedeflenen değere göre konumunu ve spesifikasyon limitleri arasındaki konumunu göstermektedir. "USL" üst spesifikasyon limitini, "ASL" alt spesifikasyon limitini ve "σ" standart sapmayı tariflemektedir (Aykul vd., 2005).

C_p ve C_{pk}'nın 1,33'den büyük olması durumunda sürecin yeterli olduğu sonucuna ulaşılmakta ve bundan sonraki aşamada süreç yeteneğinin korunması için çalışmaların yapılmasının gerekliliği ortaya çıkmaktadır (Durman ve Pakdil, 2005). Süreç yeterliliğinin korunması için süreçlerin sistematik olarak izlenmesi amacıyla uygun olan kontrol kartlarının kullanılması önerilmektedir.

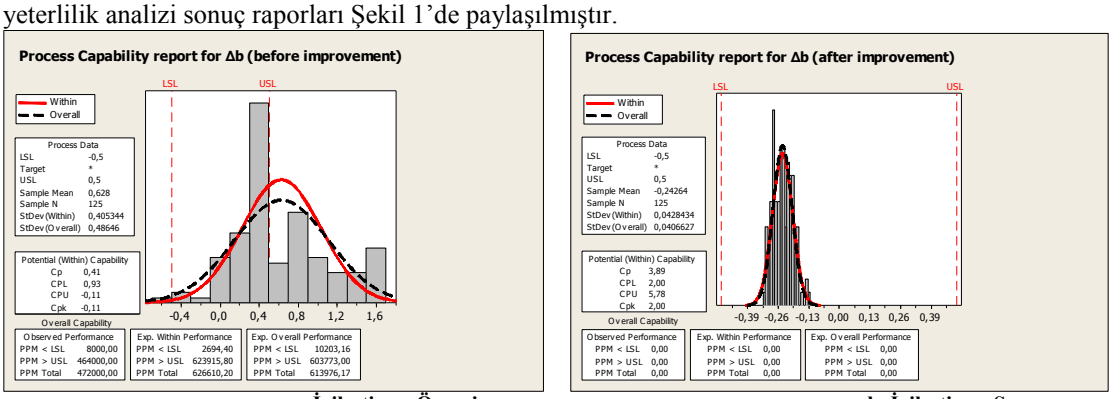
3. UYGULAMA

Bu çalışmadaki araştırma materyali, enjeksiyon kalıplama tekniği ile plastik üretimi yapan bir firmadan iyileştirme çalışmaları öncesinde ve sonrasında kayıt altına alınmış ölçüm değerleridir. Bu veriler, renk ölçümünün bir parametresi olan Δb değerine ait ölçüm verileridir. Alınan niceliksel ölçüm değerleri ile süreçteki değişkenliğin izlenmesi, ölçülmesi ve analiz edilmesi için İPK tekniklerinden $\overline{X}$ –R kontrol kartları ve proses yeterlilik analizi kullanılmıştır. Süreçte ortaya çıkan hataların nedenlerinin araştırılması için balık kılçığı tekniği tercih edilmiştir. Elde edilen verilerin ölçülebilir veri olması ve sürece ait ortalama ve aralığın eş zamanlı incelemeye alınabilmesine olanak sağlaması nedeniyle çalışmada değişken kontrol kartlarından $\overline{X}$ –R kontrol kartlarının kullanılmasına karar verilmiştir. Toplanan veriler 25 alt grup ve her bir alt grup öreklem hacmi 5 (n=5) olacak şekilde tasarlanmış, iyileştirme çalışmaları öncesinde 125 ve sonrasında 125 adet olmak üzere toplam 250 ölçüm değeri toplanmıştır. Analizlerin yapılmasında Minitab 17 paket programı kullanılmıştır. Toplanan veriler Tablo 1'de verildiği gibidir.

Tablo 1: Plastik enjeksiyon Δb değerine ait ölçüm değerleri

	Ürün / Parça Adı: Fan Motor Kapağı																	İşlem (Operasyon): Renk Ölçümü									
	Spesifikasyon Limitleri: 0±0,5																	Makine: Enjeksiyon Makinesi									
	Ölçü Birimi: Renk Değişimi																	Ölçme Ekipmanı: Spektrofotometre									
	Bölüm: Üretim / İmalat																	İşlemci: Proses Kontrol Sorumlusu									
İyileştirme öncesi	Tarih	03.08.2015 Pazartesi								04.08.2015 Salı								05.08.2015 Çarşamba								6.8.15 Per.
	Saat	9:00	10:10	11:20	12:30	13:40	14:50	15:00	16:10	09:10	10:20	11:30	12:40	13:50	14:00	15:10	16:20	09:20	10:30	11:40	12:50	14:00	15:10	16:20	17:30	09:30
	Ölçümler 1	1,63	0,37	0,06	0,29	0,07	0,38	1,37	0,08	1,63	1,08	0,39	0,37	0,31	1,61	0,39	1,53	0,4	0,26	0,66	0,08	0,3	1,26	1,53	1,02	0,47
	2	1,08	0,48	0,31	0,33	1,23	0,42	0,29	0,32	1,52	0,48	0,51	0,48	0,33	1,09	0,48	1,52	0,53	0,31	1,45	1,23	0,33	0,54	0,08	0,18	0,48
	3	0,48	0,87	0,3	0,25	1,2	0,3	0,28	0,28	1,55	0,87	0,97	0,87	0,29	0,48	0,87	1,55	0,97	0,42	1,44	1,22	0,25	0,05	0,48	0,09	0,87
	4	0,84	0,72	0,46	0,33	0,8	0,73	0,3	0,35	0,87	0,07	0,73	0,72	0,3	0,84	0,71	0,87	0,78	0,46	1,55	0,87	0,33	1,25	0,94	1,51	0,72
	5	0,51	0,34	0,35	0,12	1,4	0,51	0,72	0,25	0,33	0,4	0,4	0,34	0,12	0,58	0,35	0,23	0,42	0,35	1	1,4	0,11	1,4	0,57	1	1,34
İyileştirme sonrası	Tarih	14.03.2016 Pazartesi								15.03.2016 Salı								16.03.2016 Çarşamba								17.3.16 Per.
	Saat	9:00	10:10	11:20	12:30	13:40	14:50	15:00	16:10	09:10	10:20	11:30	12:40	13:50	14:00	15:10	16:20	09:20	10:30	11:40	12:50	14:00	15:10	16:20	17:30	09:30
	Ölçümler 1	-0,21	-0,13	-0,24	-0,27	-0,25	-0,28	-0,18	-0,22	-0,24	-0,16	-0,26	-0,23	-0,2	-0,18	-0,14	-0,25	-0,27	-0,25	-0,26	-0,27	-0,25	-0,19	-0,23	-0,28	-0,14
	2	-0,2	-0,29	-0,19	-0,31	-0,22	-0,2	-0,29	-0,31	-0,2	-0,18	-0,18	-0,18	-0,22	-0,19	-0,2	-0,18	-0,2	-0,2	-0,31	-0,32	-0,22	-0,28	-0,19	-0,31	-0,25
	3	-0,25	-0,21	-0,21	-0,24	-0,21	-0,25	-0,21	-0,26	-0,23	-0,22	-0,2	-0,2	-0,25	-0,29	-0,22	-0,21	-0,21	-0,24	-0,24	-0,24	-0,21	-0,21	-0,25	-0,24	-0,22
	4	-0,22	-0,27	-0,24	-0,28	-0,24	-0,26	-0,21	-0,25	-0,24	-0,28	-0,28	-0,28	-0,3	-0,22	-0,26	-0,28	-0,28	-0,3	-0,28	-0,28	-0,24	-0,22	-0,28	-0,28	-0,26
	5	-0,28	-0,23	-0,27	-0,23	-0,27	-0,28	-0,25	-0,22	-0,26	-0,31	-0,3	-0,29	-0,29	-0,25	-0,3	-0,29	-0,29	-0,29	-0,24	-0,23	-0,27	-0,27	-0,26	-0,2	-0,31

Firmada yapılan çalışmada süreç yeterliliği analizi için kaydedilen Δb ölçüm verileri kullanılarak, C_p ve C_{pk} değerlerine göre sürecin yeterliliği değerlendirilmiştir. Sürecin iyileştirme öncesi ve sonrası için yeterlilik analizi sonuç raporları Şekil 1'de paylaşılmıştır.



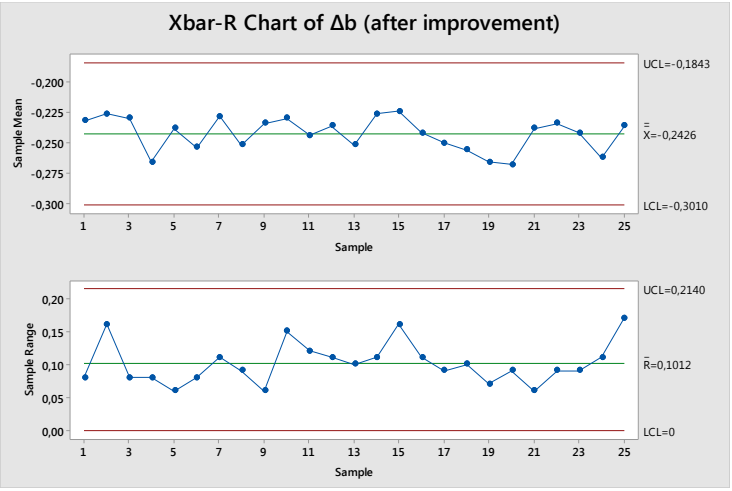
a. İyileştirme Öncesi **b. İyileştirme Sonrası**

Şekil 1: Δb Kalite karakteristiği için proses yeterlilik analizi raporları

Şekil 1.a.'da süreç yeterlilik indeksleri C_p, C_{pk}, sırasıyla 0,41 ve -0,11 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar; $C_p<1$ olması *sürecin istenilen aralıkta üretim yapılabilmesi için yeterli olmadığını* ve iyileştirmeler ile süreç değişkenliğinin azaltılması gerektiğini, $C_{pk}<0$ olması ise *süreç ortalamasının spesifikasyon sınırlarının dışında olduğunu göstermektedir*. Süreçteki hatanın özel nedenlerinin araştırılması ile ilgili faaliyetler gerçekleştirilerek hatanın giderilmesi sonucu sürecin kontrol atına alınması için iyileştirme çalışmalarının başlatılmasına karar verilmiştir. Belirlenen problem, beyin fırtınası tekniği ile ele alınmıştır. Firma yetkilileri ve çalışanlarından oluşturulan grup üyelerinin önerileri doğrultusunda yapılan çalışma sonucunda hammadde karışımın homojen dağılımının sağlanamaması ve manuel karıştırıcının enjeksiyon makinesine entegresinin yetersiz olması temel problem olarak belirlenmiştir. Bu problemin ortadan kaldırılması için kalıp tasarımları, tedarikçi değerlendirme prosedürleri ve üretimde kullanılan enjeksiyon makinelerinde köklü iyileştirmeler hayata geçirilmiştir.

İyileştirmeler tamamlandıktan sonra süreçten elde edilen ölçüm değerleri Tablo 1'in son kısmında paylaşıldığı gibidir. Şekil 1.b.'de belirtilen iyileştirme sonrası süreç yeterlilik analizi raporu incelendiğinde; süreç yeterlilik indeksleri C_p, C_{pk} değerlerinin sırasıyla 3,89 ve 2,00 olduğu görülmektedir. Bu durumda; $C_p>1,33$ olması *sürecin istenilen aralıkta üretim yapılabilmesi için yeterli olduğunu*, $C_{pk}>1,33$ olması da *sürecin spesifikasyon limitlerini karşılamada yeterli olduğunu ifade etmektedir*. Süreç kontrol altında olduğundan spesifikasyonlara uygun ürünler üretilir.

İyileştirme çalışmalarından sonra sürecin gelecekteki değişkenliğinin izlenebilmesi için iyileştirme sonrasında alınan veriler kullanılarak oluşturulan değişken kontrol kartı ($\bar{X}$-R) Minitab 17 paket programı kullanılarak oluşturulmuş ve Şekil 2'de paylaşılmıştır.



Şekil 2. İyileştirme çalışmaları sonrası Δb verileri için $\bar{X}$-R kontrol kartı

Şekil 2'de üstte yer alan grafik "$\bar{X}$ Kontrol Kartı"nı, altta yer alan grafik ise "R Kontrol Kartı"nı ifade etmektedir. "UCL" üst kontrol limitini, "LCL" alt kontrol limitini, "X" her alt grup için ölçüm değerlerinin ortalamasını, "R" her alt grup için aralığı (her bir alt gruptaki en yüksek değer ile en düşük

değerin farkı), "$\overline{\overline{X}}$"ctüm alt grupların ortalamalarının ortalamasını (büyük ortalamayı) ve "$\overline{R}$" ise alt grup aralık değerlerinin ortalamasını göstermektedir.

Kontrol kartı incelendiğinde, $\overline{X}$ ve R kontrol kartlarında tüm noktalar kontrol sınırları içerisinde yer almakta ve kontrol sınırları içerisindeki noktalar bir örnek oluşturmamaktadır. Bu nedenle *süreç kontrol altındadır* ve *ihtiyaçları karşılamada yeterlidir* yorumu yapılabilir. Grafiklerden yola çıkarak iyileştirme sonrası süreçte spesifikasyonlara uygun ürünlerin üretildiği söylenebilir. Ayrıca oluşturulan kontrol kartları ile yapılmış olan iyileştirme çalışmalarının etkinliği de incelenmiş ve denetlenmiştir. Bu nedenle istatistiksel yöntemlerin kullanılmasına devam edilmesine ve üretim sürecinin spot denetim esasına uygun olarak alınan örneklemlerle, önerilen $\overline{X}$-R kontrol kartları kullanılarak takip edilmesine karar verilmiştir.

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, enjeksiyon kalıplama yöntemi ile plastik parçalar üreten bir firmaya ait, renk ölçümü parametrelerinden Δb değerine ilişkin veriler kullanılarak yapılan İPK çalışması sonucu sürecin mevcut durumu incelenmiş ve iyileştirme çalışmaları yapıldıktan sonra kontrol altına alınan süreç yeterliliği değerlendirilmiştir. Ayrıca yeterlilik indekslerine göre yeterli duruma ulaşan sürecin izlenmesinin ve kontrolünün devamı için gerekli $\overline{X}$-R kontrol kartı önerilmiştir. Yapılan iyileştirme sonucunda C_p değeri 0,41'den 3,89'a ve C_{pk} değeri -0,11'den 2,00'ye ulaşmıştır. Bu sayede sürecin Δb değeri kalite karakteristiği açısından süreç yeterliliği yaklaşık 2σ seviyesinden, 6σ seviyesinin üzerine çıkarılarak %89,46 oranında iyileştirme sağlanmıştır. Diğer bir deyişle, firma ürünlerinde kusurlu ürün sayısı ve dolayısıyla maliyetler önemli ölçüde azalmıştır; bunun sonucunda müşteri memnuniyetinin artacağı aşikardır. Sonuç olarak kalite iyileştirme faaliyetlerinde istatistiksel süreç kontrol tekniklerin süreçlerin istatistiksel olarak sistematik bir şekilde takip edilmesine ve iyileştirmelerin gerekli olduğu durumların ortaya çıkarılmasında karar vericilerin kullanabilecekleri önemli bir araç olduğu anlaşılmaktadır. Farklı süreçler için benzer uygulamaların sürecin yapısına uygun kontrol kartları kullanılarak gerçekleştirilmesi faydalı olacaktır.

KAYNAKLAR

Abbasi, S. A., & Miller, A. (2012). On Proper Choice of Variability Control Chart for Normal and Non-normal Processes. Quality and Reliability Engineering International, 28(3): 279-296.

Ahmad, S., Abbasi, S. A., Riaz, M., & Abbas, N. (2014). On efficient use of auxiliary information for control charting in SPC. Computers & Industrial Engineering. 67: 173-184.

Akyürek, A., Keçe, A., Aksoy, A., & Öztürk, N. (2009). Termoplastik ürünlerin yeni ürün devreye alma sürecinde bir yapay zeka yaklaşımı. Uludağ Üniversitesi MMF Dergisi. 14(1): 67-76.

Aparisi, F., & García-Díaz, J. C. (2007). Design and optimization of EWMA control charts for in-control, indifference, and out-of-control regions. Computers & Operations Research, 34(7): 2096-2108.

Aykul, H., Akçakoca, H., EDİZ, G., & TAKSUK, M. (2005). Garp linyitleri işletmesi termik santral kömürleri için istatistiksel süreç kontrol analizi.Türkiye, 19: 313-321.

Bayat, O., Altınçelep, Z., Kaymakoğlu, B., & Altıner, M. (2013). Hazır Beton Fabrikasında (Adana) İstatistiksel Kalite Kontrol Uygulaması. Dördüncü Maden Makineleri Sempozyumu.

Corbett, C. J., & Pan, J. N. (2002). Evaluating environmental performance using statistical process control techniques. European Journal of Operational Research, 139(1): 68-83.

Dudek-Burlikowska, M. (2005). Quality estimation of process with usage control charts type XR and quality capability of process Cp, Cpk. Journal of Materials Processing Technology, 162: 736-743.

Durman, B. M., & Pakdil, F. (2005). İstatistiki Proses Kontrol Uygulamaları İçin Bir Sistem Tasarımı. VII Ekonometri Kongresi.

EGE, Ö. (2000). Ewma Kontrol Kartının Simulasyon Yolu İle Shewhart ve Cusum Kontrol Kartları İle Karşılaştırılması. DEÜ İİBF Dergisi. 15(1): 125-132.

Ekşi, O. (2007). Plastik esaslı malzemelerin ısıl şekil verme özelliklerinin incelenmesi. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. 128 s.

Elevli, S., & Behdioğlu, S. (2006). İstatistiksel Proses Kontrolü Teknikleri İle Kömür Kalitesindeki Değişkenliğin Belirlenmesi. Madencilik, 45(3): 19-26.

Gerşil, M., & Alkaya, A. (2011). Kalite İyileştirme Sürecinde Pareto Analizi Ve Armatür Sektöründe Bir Uygulama. XI. Üretim Araştırmaları Sempozyumu. 303-312.

Kaya, İ., & Engin, O. (2003). Kobilerde Kalite İyileştirme Süreci Ve Örnek Bir Uygulama. Makine Mühendisleri Odası Makine-Tasarım ve İmalat Teknolojileri Kongresi 26-27 Eylül 2003 Konya.

Kısaoğlu, Ö.D. (2010) Orta büyüklükte bir dokuma işletmesinde istatistiksel proses kontrol sistemi: ı. kumaş hatalarının kontrolü. PAÜ Mühendislik Bilimleri Dergisi, 16(3): 291-301.

Madanhire, I., & Mbohwa, C. (2016). Application of Statistical Process Control (SPC) in Manufacturing Industry in a Developing Country. Procedia CIRP, 40: 580-583.

Maraş, S., & Arslan, H. (2014). Düz dişli çark sistemindeki aşınma hatasının istatistiksel proses kontrol metodu ile belirlenmesi. Pamukkale University Journal of Engineering Sciences, 20(1): 9-14.

Maravelakis, P.E. & Castagliola, P. (2009). An EWMA chart for monitoring the process standard deviation when parameters are estimated. Computational Statistics & Data Analysis, 53(7): 2653-2664.

Morabi, Z. S., Owlia, M. S., Bashiri, M., & Doroudyan, M. H. (2015). Multi-objective design of control charts with fuzzy process parameters using the hybrid epsilon constraint PSO. Applied Soft Computing, 30: 390-399.

Nomak, A., & Durmuşoğlu, M. B. (2010). Bir hücresel üretim ortamında, üretim planlama ve kontrol sistemlerinin benzetim analizi. İTÜDERGİSİ/d, 2(5): 43-52.

Schippers, W. A. (2001). An integrated approach to process control.International Journal of Production Economics, 69(1): 93-105.

Senturk, S., & Erginel, N. (2009). Development of fuzzy and control charts using α-cuts. Information Sciences, 179(10): 1542-1551.

Yıldırım, H., & Karaca, E. (2013). Üretim sürecinde istatistiksel proses kontrol (İPK) uygulamaları ve elektronik sektöründe bir inceleme. Öneri Dergisi, 10(39): 77-87.

Zhang, J., Li, Z., & Wang, Z. (2010). A multivariate control chart for simultaneously monitoring process mean and variability. Computational Statistics & Data Analysis, 54(10): 2244-2252.

KOBİ'LERDE E-TİCARET UYGULAMALARI VE KARŞILAŞILAN SORUNLARIN BELİRLENMESİ

Mehmet Karahan
Fırat Üniversitesi

Ufuk Çeçen
Fırat Üniversitesi

ÖZET

İnternetin hayatımızın her alanına girmesi, günümüz Türkiye'sinde elektronik ticaretin önemini de artırmıştır. İşletmelerin bu konuya rağbet etmeleri ve yatırımlar yapmaları sonucunda günümüzde internet ekonomisi olarak adlandırılan yeni bir ekonomik kavramdan bahsedilmeye başlanmıştır. Günümüz rekabet koşullarında işletmelerin varlıklarını sürdürebilmeleri için önemli pazar paylarına ulaşmış bu yeni ticaret imkanından yararlanması kaçınılmazdır. Bu bağlamda yaptığımız çalışmada, ticari hayata yeni bir boyut kazandıran elektronik ticaretin bölgemiz KOBİ işletmelerindeki uygulamaları ve karşılaştıkları sorunlar, yapılan bir anket uygulaması ile incelenmiştir. Araştırmanın evreni Elazığ il merkezinde faaliyet gösteren ve e-ticaret yapan 400 KOBİ olup, bunlardan 200 tanesi örneklem olarak seçilmiş ve bu guruba anket uygulaması yapılmıştır. Araştırmaya katılan işletmelerin çoğunluğu; tüm ticari işlemlerini internet üzerinden gerçekleştirebildiklerini ve bu yüzden e-ticaretin geleceğin ticaret modeli olacağı, pazar payını artıracağı ve işletmelere rekabet üstünlüğü sağlayacağını ifade etmişlerdir. Araştırmaya katılanların diğer bir kısmı da; güvenlik sorunları nedeniyle elektronik ticareti tercih edemediklerini, üst yöneticilerin konuya olumlu bakmaması ve destek olmaması gibi sorunlar yaşadıklarını, nitelikli personel eksikliği nedeniyle bu teknolojiden yararlanamadıklarını ifade etmişlerdir.

Anahtar Sözcükler: e-ticaret, e-pazarlama, Online alışveriş.

E-COMMERCE APPLICATIONS IN SMEs AND IDENTIFICATION OF PROBLEMS

ABSTRACT

As the Internet is entering into every aspect of our lives, it also increases the importance of electronic commerce in today's Turkey. As a result of demand and investments of businesses to this issue, a new economic concept has been used called the Internet economy. In today's competitive conditions for the companies to survive, it is inevitable to benefit from this new trade opportunity which has achieved significant market share. In this context in our study, application and problems faced by SMEs in our region about electronic commerce which added a new dimension to the commercial life, have been examined with a survey. The population of this study is SMEs operating in Elazig province, 200 of them are selected as a sample group and a survey was done with them. The majority of businesses surveyed stated that they can perform all commercial transactions on the Internet and so e-commerce will be business model of the future, it will increase its market share and give competitive advantage to businesses. Some of the participants in research stated that; Due to security issues, they couldn't prefer electronic commerce, they have problems such as the lack of top managers who favor and support, they could not benefit from this technology because of the lack of qualified personnel.

Keywords: e-commerce, e-marketing, online shopping

1. GİRİŞ

İnternetin hayatımızın her alanına girmesi, günümüz Türkiye'sinde elektronik ticaretin önemini de artırmıştır. İşletmelerin bu konuya fazlaca rağbet etmeleri ve yatırımlar yapmaları sonucunda günümüzde internet ekonomisi olarak adlandırılan yeni ekonomik bir kavramdan bahsedilmeye başlanmıştır. Günümüz rekabet koşullarında işletmelerin varlıklarını sürdürebilmeleri için önemli pazar paylarına ulaşmış bu yeni ticaret imkanından yararlanması kaçınılmaz olmuştur.

Bu bağlamda yaptığımız çalışmada, ticari hayata yeni bir boyut kazandıran elektronik ticaretin bölgemiz KOBİ işletmelerindeki uygulamaları ve karşılaştıkları sorunlar, yapılan bir anket uygulaması ile ayrıntılı olarak incelenmiştir. Araştırmanın evreni Elazığ il merkezinde faaliyet gösteren ve e-ticaret yapan KOBİ işletmeleri olup, bu işletmelerden 200 tanesi tesadüfi örnekleme yoluyla seçilmiş ve bu guruba bir anket uygulaması yapılmıştır.

Anket uygulamasında; öncelikle işletmelerin e-ticaretten yararlanma durumları, e-ticarete bakışları, e-ticaret yapma-yapmama nedenleri, kaç yıldır e-ticaret yaptıkları, e-ticaret kapsamında yaptıkları faaliyetler, e-ticaret yaparken karşılaştıkları sorunlar, e-ticaret uygulaması yapan işletmelerin sektörlere göre dağılımları belirlenmeye çalışılmıştır.

Çalışmanın birinci kısmında; e-ticaret ile ilgili kavramsal bazda yapılan literatür çalışması sunulmuş, ikinci kısımda; e-ticaret kavramı, e-ticaretin geleceği ve Türkiye'deki uygulamalarıyla ilgili bilgiler verilmiş olup, üçüncü kısımda da e-ticaret uygulamalarıyla ilgili KOBİ yöneticilerinin algıları, uygulamalarda karşılaşılan sorunlar belirlenmiş ve bu sorunların çözümleriyle ilgili öneriler geliştirilmiştir.

2. E-TİCARET KAVRAMI ve TÜRKİYE'DEKİ UYGULAMALARI

Dünyanın gelişmiş ekonomilerinin son yıllarda beklentilerin ötesinde büyüme gerçekleştirmesindeki temel etkenlerden en önemlisi hiç kuşkusuz bilgi ve iletişim teknolojilerinde ulaştıkları seviye, bilgisayar teknolojilerinin gelişmesi ve internetin her alanda yaygın olarak kullanılmasıdır (Canpolat, 2001: 5). Bilişim teknolojilerinde yaşanan bu gelişmelerin, ekonomi ve iş dünyasını etkilemesiyle iş modellerinde de önemli değişiklikler olmuştur. Özellikle iletişim alanındaki gelişmeler, yeni iş alanları ve yeni iş yapma şekillerini ortaya çıkarmıştır.

Yeni ekonomide bilgi ve teknolojinin hızla yayılmasındaki en önemli araçlar, telefon ve internet gibi iletişim ağlarıdır. Bu ağlar ile bilginin daha kolay ve hızlı iletilir hâle gelmesi, bilginin ticarette kullanılmasını kolaylaştırmıştır. Bu iletişim ağı, mal ve hizmetlerin tüketicilere ulaştırılmasında yeni sunumlar, farklı seçenekler ortaya çıkarmıştır (Uluçay, 2012:11). Yeni teknolojiyle birlikte oluşan yeni kişiler, şirketler ve devletler birbirleri arasında kurulan ağlar yardımı ile iş süreçleri ve işlemlerini gerçekleştirebilmektedirler.

E-ticaret, bilgilerin herhangi bir elektronik ortamda üreticiler, tüketiciler ve diğer taraflarca paylaşılarak işletmeden-işletmeye ya da işletmelerden-tüketicilere yönelik olarak yapılan ticaret işlemlerdir (Öz, 2004). E-Ticaret işletme anlayışını hızla değiştirmiş, bilişim ve iletişim teknolojilerinin gelişmesi ve ağ teknolojilerinin oluşturulması sayesinde iş yapma imkanlarını kolaylaştırmış ve ticarete esneklik sağlamıştır. Bu durum, hem işletmelerin örgütlenme biçimlerini değiştirmiş, hem de giderek sanal girişimler oluşturulmasına imkan sağlamıştır. Bu yüzden günümüzde e-ticaret yapanlara, sanal tüccar da denilmektedir. Her geçen gün internet kullanıcı sayısı arttıkça, faaliyet alanı da büyümektedir (Öngören, 2005:17). E-Ticaret, küçük çaplı işletmeler için bugüne kadar sunulan en önemli fırsattır. Küçük işletmeler; hem müşterilerle doğrudan irtibat kurarak satışlar yapmakta, hem de daha büyük organizasyonlara katılarak e-ticaret yapabilmekte, ülke ve dünya çapında müşterilere ulaşabilmektedirler.

Günümüzde sadece ABD ve belli başlı gelişmiş birkaç ülkede yaygınlaşan, dünyanın diğer ülkelerinde ise önemli bir potansiyele ulaşan e-ticaret, önümüzdeki yıllarda karşılaşılan bazı sorunların da çözülmesiyle, tüm dünyada ticari hayatın en büyük araçlarından biri olacağı düşünülmektedir. Elektronik ticaret henüz yolun başında olmasına rağmen gelecekte tüm sektörlerde dönüştürücü etkiler yapabilecek, güçlü bir araç konumuna gelmiştir (Varınlı, 2008: 94).

Ülkemizde elektronik ticaret daha gelişme aşamasında olmakla birlikte internet kullanıcılarının artışına ve teknolojik gelişmelere bağlı olarak günden güne çoğalmaktadır. Çok sayıda firma internet üzerinde site açmaya başlamış ve bu gelişmeler neticesinde elektronik ticaret hususunda danışmanlık veren firma sayısı da artmıştır. İnternet üzerinde elektronik bankacılık ve sanal marketler üzerinden on-line alışveriş merkezi uygulamaları başta olmak üzere gezi rezervasyonları, elektronik eşya satışı vb. gibi konularda ciddi bir elektronik ticaret piyasası oluşmaya başlamıştır.

Dünyadaki gelişmelere bağlı olarak Türkiye'de de elektronik ticaretin gelişmesi ve yaygınlaştırılması amacıyla Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu'nun 25 Ağustos 1997 tarihli toplantısında, bir çalışma grubunun oluşturulmuş ve koordinatörlük görevi Dış Ticaret Müsteşarlığı'na verilmiştir. Bu çalışmaları yürütmek üzere 2000 yılı başında, Dış Ticaret Müsteşarlığı içinde bir "Elektronik Ticaret Genel

Koordinatörlüğü" oluşturulmuştur. Gerek ticaretin gerekse iletişim altyapısının gelişmesi, var olan sistemlerle uyum sağlanması, müşteri isteklerinin artması ve işetmecilerin konuyu öğrenmeleri sayesinde 2000-2005 yılları arasında elektronik ticaret ülkemizde süratle gelişmeye başlamıştır (Pırnar, 2005:35).
KOBİ'lerin elektronik ticarete geçişini kolaylaştırmak için 1998 yılında KOSGEB İdaresi Başkanlığı tarafından bir proje başlatılmış ve KOBİ-NET web sitesi hazırlanmıştır. Teknolojik altyapının sürekli gelişmesi ve firmaların da bu yeni önceliklerin farkına varması neticesinde, firmalar bazında elektronik ticaret hızla yaygınlaşmaya başlamıştır (Türkmen, 2008:51). Türkiye'deki mevcut elektronik ticaret uygulamaları çoğunlukla işletmeden son kullanıcılara satış yöntemiyle gerçekleşmektedir. Fakat dünyadaki yaygın uygulama elektronik ticaret cirosunun büyük kısmını oluşturduğundan, işletmeden işletmeye satış şeklinde gerçekleşmektedir. Uygulamalardaki bu eğilim, ülkemizde de öncelikle büyük işletmeler olmak üzere birçok işletmenin tedarikçileri ve bayileri arasındaki işlemlerde benimsenmeye başlamıştır (Küçükyılmazlar, 2006:10). Esnek üretim imkânları nedeniyle kaynakların etkin kullanımının sağlanması açısından büyük öneme sahip olan KOBİ'lerin, elektronik ticaret sayesinde ülke ekonomilerine daha büyük katkılar sağlaması mümkündür. E-ticaretin KOBİ'ler tarafından benimsenmesi, yeni ve uzak pazarlara girişi kolaylaştıracağı gibi bu işletmelerin güçlenmesini de sağlayabilecektir (Yumuşak, 2001:9).

3. ARAŞTIRMANIN AMACI, KAPSAMI VE YÖNTEMİ

3.1. Araştırmanın Amacı ve Kapsamı

Artan rekabet koşulları içerisinde, günümüz işletmeleri rekabet güçlerini artırmak amacıyla elektronik ticaret imkanlarından daha fazla yararlanmayı düşünmekte ve bu konuya verilen önem, gün geçtikçe artmaktadır. Çalışma, ticari hayata yeni bir boyut kazandıran elektronik ticaretin bölgemiz KOBİ işletmelerindeki uygulamaları, KOBİ yöneticilerinin elektronik ticaret algıları, istekleri, e-ticaret uygulaması yapan KOBİ işletmelerinin sektörlere göre dağılımlarını ve elektronik ticaret yaparken karşılaştıkları sorunları belirlemek ve belirlenen bu sorunlara çözüm önerileri geliştirmek amacına yönelik olarak yapılmıştır.
Araştırmanın evreni, Elazığ il merkezinde faaliyet gösteren ve web üzerinden e-ticaret yapan yaklaşık 400 KOBİ olup, bunlardan 200 tanesi tesadüfi örnekleme yöntemiyle seçilmiş ve anketler bu guruba direk araştırmacılar tarafından verilmiş ve uygulaması yapılmıştır.

3.2. Araştırmanın Yöntemi

Çalışma için gerekli bilgilerin elde edilmesinde anket yöntemi kullanılmıştır. Anket soruları hazırlanırken; öncelikle ilgili literatür taranmış , daha sonra Aydemir, 2012, Yıldız ve Erkuş, 2001, Kaşık, 2015, Türkmen, 2008, Sucuoğlu, 2008, Şimşek, 2012, Eroğlu, 2003, Sekarchi, 2013'ın yapmış oldukları çalışmalarda kullandıkları anketlerden yararlanılarak yeni bir anket formu oluşturulmuştur. Anketteki soruların açık ve anlaşılır olmasına, araştırmanın amacına uygunluğuna özen gösterilmiş ve uzman görüşleri alınarak gerekli görülen düzenlemeler yapılmıştır.,
Anket formu, toplam 70 soru ve üç bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde, araştırmaya katılan KOBİ'lerin demografik özelliklerini belirlemeye yönelik 23 soru, ikinci bölümde, işletmelerin e-ticaret algılamalarını belirlemeye yönelik 18 soru ve üçüncü bölümde, uygulamalarda karşılaşılan sorunları belirlemeye yönelik 29 soruluk bir ölçek bulunmaktadır.
Araştırmanın evrenini, Elazığ ilinde faaliyet gösteren ve elektronik ticaret yapan yaklaşık 400 işletme olup bu evrenden rastgele 200 işletme örneklem olarak seçilmiş ve anketler işletmelere direk araştırmacılar tarafından dağıtılmıştır. Dağıtılan bu anketlerden, 45 tanesi; cevaplamama, yanlış cevaplama, zaman ayıramama gibi çeşitli sebeplerden dolayı değerlendirmeye alınmamış, diğer 155 anket değerlendirmeye alınmıştır.
Anketin Alpha güvenirlik katsayısı 0.96 olarak hesaplanmış ve bu sonuç anketin oldukça güvenilir olduğu şeklinde yorumlanmıştır. Anketlerden elde edilen veriler SPSS 18 istatistik paket programında analiz edilmiş ve sonuçlardan elde edilen, frekans ve yüzde tablolarının yorumları aşağıda yapılmıştır.

4. ARAŞTIRMADAN ELDE EDİLEN BULGULAR VE DEĞERLENDİRMELER

KOBİ'lerde yapılan anket uygulaması sonucunda elde edilen verilerin analizi yapılmış, frekans ve yüzde tabloları hazırlanmış ve her bir soru için gerekli yorumlamalar yapılmıştır. Aşağıda bu değerlendirmeler; işletmelerin demografik özellikleri, e-ticaret algılamaları ve e-ticaret uygulamaları sırasında karşılaşılan sorunlar, başlıkları altında ayrıntılı olarak yorumlanmış ve gerekli değerlendirmeler yapılmıştır.

4.1. Araştırmaya Katılan KOBİ'lerin Demografik Özellikleri

Araştırmaya katılan KOBİ çalışanlarının çoğunluğu işletme sahibi veya ortağı olup % 77(119)'si erkek, % 23(36)'ü kadınlardır. Bunların çoğunluğunun eğitim seviyesi ise lise mezunu düzeyindedir. KOBİ yetkililerinin e-ticaretle ilgili herhangi bir eğitim faaliyetine katılma ve herhangi bir eğitim alma

durumları çoğunlukla olumsuz olmakla birlikte yarıya yakınının olumlu olması, iyi bir gelişme olarak yorumlanabilir.

Araştırmaya katılan ve Elazığ ilinde faaliyet göstermekte olan KOBİ'lerin faaliyet gösterdikleri alanlar; %67(104)'si bölgesel düzeyde, % 19(30)'u ulusal düzeyde ve %13(21)'ü de uluslararası düzeyde, yani çoğunluğu bölgesel düzeyde faaliyet göstermektedir. Bu KOBİ'lerin sektörel dağılımı ise; %14(21) otomotiv sektörü, %13(20) gıda/içecek/tütün sektörü, %12(18) bilişim sektörü, %10(15) elektrik/elektronik sektörü, %7(11) diğer sektörler, %6(10) ağaç/kağıt/basım sektörü, %6(9) ilaç/tıbbi cihaz sektörü, %6(9) mobilya sektörü, %6(9) hizmet sektörü, %5(8) makine teçhizat/metal eşya sektörü, %4(7) ana metal sektörü, %4(6) telekomünikasyon sektörü, %3(5) kimya/petrol/lastik sektörün, %2(3) giyim/tekstil/deri sektörü, %2(3) mermer/maden sektörü şeklindedir. Bu sonuçlara göre, araştırmaya katılan işletmelerin çoğunluğunun otomotiv sektöründe olduğu söylenebilir. Araştırmaya katılan KOBİ'lerin, çoğunluğunda 1 ila 9 kişi çalışmakta olup bu işletmelerin çoğunluğu yerel düzeyde faaliyet gösteren mikro ölçekli işletmelerdir. Bu mikro ölçekli işletmelerin çoğunluğu da 10 yıl ve daha fazla süredir faaliyet göstermektedir.

Araştırmaya katılan işletmelerin çoğunluğunun internet bağlantılarının 4 yıl ve daha fazla bir süredir bulunduğu, çoğunluğunun 1-3 yıldır web sayfalarının mevcut olduğu, çoğunluğunun web sitelerini aylık olarak güncelledikleri ancak yabancı dilde hazırlanmış bir web sitelerinin olmadığı, çoğunluğunun (yarısı) 1-3 yıldan daha fazla süreden beri internet üzerinden ticaret, satış yapmamakta oldukları ve diğer işletmelerle (bayiler) yaptıkları ticari işlemlerde internet kullandıkları belirlenmiştir.

4.2. KOBİ'lerin E-Ticaret Algılamaları ve Uygulamalarda Karşılaşılan Sorunlar

Araştırmaya katılan ve Elazığ ilinde faaliyet gösteren KOBİ yöneticilerinin çoğunluğu, e-ticaret sayesinde tüm ticari işlemlerini internet üzerinden gerçekleştirebildikleri, e-ticaretin geleceğin ticari modeli olduğu ve işletmelerinin gelecek 5 yıl içinde elektronik ticarete bağımlı olacağı görüşüne tamamen katılmaktadırlar.

Araştırmaya katılan işletmecilerinin çoğunluğu, elektronik ticaret ile iş yapma hızları ve satışlarının arttığı, ürünlerini daha az maliyetle daha çok müşteriye ve pazara ulaştırabildikleri, pazar paylarının arttığı, bu yeni ticari modelin kendilerine rekabet üstünlüğü sağladığını ileri sürmüşlerdir.

Araştırmaya katılan KOBİ'lerin çoğunluğu, e-ticaretin müşteri ilişkilerini geliştirdiği, bilgi akışını hızlandırdığı, müşterilerle iletişimi kolaylaştırdığı, işletmenin piyasadaki imajını ve tanınabilirliğini güçlendirdiğini ifade etmişlerdir.

Araştırmaya katılan ve Elazığ ilinde faaliyet gösteren KOBİ'lerin çoğunluğu, güvenlik sorunları nedeniyle e-ticaret yapamadıkları görüşüne katılmada kararsız kalmış, ancak dikkate değer bir kısmı da güvenlik sorunu yaşadıklarını ifade etmiştir.

Araştırmadan elde edilen bilgilere göre KOBİ'lerin çoğunluğu, e-ticaret yapmak için işletmelerinin alt yapısının yetersiz olduğunu, e-ticarete yatırım yapmak için sermayelerinin yetersiz olduğunu, işletmelerinin yeni teknolojik değişikliklere uyum sağlayamama sorununu kısmen yaşadığını ve ihtiyaç duyduklarında e-ticaret konusunda teknik bilgilere sahip yeterli kalifiye eleman bulmada sorunlar yaşadıklarını ifade etmişlerdir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Giderek gelişen ve yaygınlaşan bir sektör haline gelen e-ticaret, günümüz internet kullanıcılarının vazgeçilmez alışkanlığı haline gelmiştir. E-ticaretin gelişmesiyle, istenilen ürünlere sadece internet bağlantısı olan bir bilgisayar aracılığıyla ulaşmak mümkündür. E-ticaret sunduğu kolaylığın yanı sıra, geleneksel satın alma sürecinde işletmelerle tüketiciler arasında kurulamayan doğrudan ilişkiyi baştan sona değiştirmekte, çok sayıda tüketiciye aynı anda ve etkin biçimde ulaşma üstünlüğü sağlamaktadır.

KOBİ'lerin demografik özellikleri, yöneticilerinin elektronik ticaret algıları ve elektronik ticaret yaparken karşılaştıkları sorunları belirlemek amacıyla yapılan bu çalışma sonucunda; Elazığ ilinde faaliyet göstermekte olan ve e-ticaret uygulamaları yapan KOBİ'lerde çalışanlarının çoğunluğunun işletme sahibi veya ortağı olduğu, büyük çoğunluğunun erkek ve eğitim seviyelerinin lise mezunu olduğu belirlenmiştir Elde edilen bu sonuçlara göre, KOBİ yetkililerinin çoğunluğunun e-ticaretle ilgili herhangi bir eğitim faaliyetine katılmadıkları ve herhangi bir eğitim almadıkları ancak bununla birlikte araştırmaya katılanların yarıya yakınının da e-ticaretle ilgili eğitim almaları ve herhangi bir faaliyete katılmış olmaları olumlu bir durum olarak yorumlanabilir ve bölgedeki işletmecilerin konuya ilgi duydukları, hizmet içi eğitimlerden geçirilmeleri, çeşitli mesleki faaliyetlerle sürekli bilgilendirilmelerinin yararlı olacağı ifade edilebilir.

Yine, Elazığ ilinde faaliyet göstermekte olan KOBİ'lerin faaliyet gösterdiği alan çoğunlukla bölgesel düzeyde olup, ulusal ve uluslararası düzeyde faaliyet gösteren az sayıda KOBİ olduğu belirlenmiştir. Bu KOBİ'lerin çoğunluğu otomotiv sektöründe faaliyet göstermekte olup, çoğunluğu 1 ila 9 kişinin çalıştığı

yerel düzeyde faaliyet gösteren mikro ölçekli işletmelerdir. Bu mikro ölçekli işletmelerin çoğunluğu da 10 yıl ve daha fazla süredir faaliyet gösteren konusunda tecrübeli işletmelerdir.

Araştırmadan elde edilen bilgilere göre KOBİ yöneticilerinin e-*ticaret algılamalarıyla ilgili bulguları* özetleyecek olursak; KOBİ yöneticilerinin çoğunluğunun e-ticaret sayesinde tüm ticari işlemlerini internet üzerinden gerçekleştirebildikleri, e-ticaretin geleceğin ticari modeli olduğu ve işletmelerinin gelecek beş yıl içinde elektronik ticarete bağımlı olacağı görüşünü taşıdıkları, işletmecilerin çoğunluğunun elektronik ticaret ile iş yapma hızlarının ve satışlarının arttığı, ürünlerini daha az maliyetle daha çok müşteriye pazarlanabildiği, pazar paylarının arttığı, bu yeni ticari modelin KOBİ'lere rekabet üstünlüğü sağladığı sonuçlarına ulaşılmıştır. Ayrıca, KOBİ yöneticileri e-ticaretin müşteri ilişkilerini geliştirdiğini, bilgi akışını hızlandırdığını, müşterilerle iletişimi kolaylaştırdığını, işletmenin piyasadaki imajını ve tanınabilirliğini güçlendirdiğini ifade etmişlerdir.

E-ticaretin üstünlüklerine rağmen, bir satın alma süreci söz konusu olduğunda, her zaman bir memnuniyetsizlik ve sorun yaşanması söz konusu olabilmektedir. Bu bağlamda, araştırmaya katılan KOBİ'lerin çoğunluğunun güvenlik sorunları nedeniyle e-ticaret yapamadıkları, ancak dikkate değer bir kısmının da güvenlik sorunu yaşamadıkları belirlenmiştir. Günümüzde hızla gelişen teknolojik imkanlara paralel olarak internet güvenliğine ilişkin de önemli gelişmeler yaşanmakta, bu soruna çözüm olabilecek bankacılık hizmetlerindekine benzer birçok seçenek geliştirilmektedir. KOBİ'lerin çoğunluğu, yabancı dil yetersizliği nedeniyle uluslararası pazarlardan yeterince yararlanamamakta ve yeni firmalarla işbirliği kuramamaktadırlar. Bu sorun sebebiyle işletmelerin rekabet güçlerinde de önemli kayıplar yaşayabilmektedir.

KOBİ'lerin çoğunluğunun, e-ticaret yapmak için alt yapılarının yetersiz olması, e-ticarete yatırım yapmak için gerekli sermayenin yetersiz kalması sorunlarını çözmek üzere, günümüzde birçok düzenlemeler yapılmaya başlanmış ve işletmelere altyapı ve sermaye konularında önemli devlet destekleri sağlanmaya başlanmıştır. İşletmelerinin yeni teknolojik değişikliklere uyum sağlayamama ve ihtiyaç duyduklarında e-ticaret konusunda teknik bilgilere sahip yeterli kalifiye elemanı bulamama sorunlarına da çözüm olarak, yine ilgili kurumlarca uyum ve eleman yetiştirmeye yönelik eğitim programları düzenlenmesi gerekmektedir.

Geleneksel ticarette karşılaşılan sorunlarda olduğu gibi, elektronik ticarete özgü sorunlar da aynı şekilde çözümlenmesi gereken, üzerinde çalışmalar yapılması gereken güncel bir konudur. Yerel ölçekte, Dış Ticaret Müsteşarlığının atmış olduğu bazı adımların daha etkili bir şekilde sürdürülmesi oldukça gerekli ve önemlidir. Bu bağlamda Dünya Ticaret Örgütünün elektronik ticaretle ilgili çalışmaları dikkate alınmalı ve özellikle teknolojik altyapı, iletişim maliyetleri, güvenlik ve internet hukuku konusunda gerekli yasal düzenlemeler ivedilikle tamamlanarak uygulamaya konmalıdır.

Ülkemizde ağırlıklı olarak işletmeden müşteriye yönelik olarak yapılan e-ticaretin, gerek özel sektör ve gerekse de kamu tarafından verilecek eğitimlerle işletmeden-işletmeye yönelik olarak da yaygınlaştırılması gerekmektedir. Bunun için toplum bilincinin arttırılmasına yönelik çalışmalar yapılmalı, uygulamaların geliştirilmesi için global gelişmeler takip edilerek değişimlerin sistemler üzerine hızla uygulanması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

AYDEMİR, C. (2012), "Diyarbakır Organize Sanayi Bölgesinde Faaliyet Gösteren Firmaların Elektronik Ticaret Uygulamalarının Araştırılması Raporu", Dicle Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dekanlığı, Diyarbakır.

CANPOLAT, Ö. (2001), " E-Ticaret ve Türkiye'deki Gelişmeler ", T.C Sanayi ve Ticaret Bakanlığı Hukuk Müşavirliği, Ankara.

EROĞLU, E. (2003), "Elektronik Ticaret ve Eskişehir'de Metal Eşya, Makine Teçhizat ve Elektrikli Aletler Sektöründeki Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmelere Yönelik Bir Araştırma", Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir.

KAŞIK, S. (2015), "KOBİ'ler ve Elektronik Ticaret: İstanbul İli Örneği", Beykent Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Yönetimi Anabilim Dalı Pazarlama Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

KÜÇÜKYILMAZLAR, A. (2006), "Elektronik Ticaret Rehberi", İstanbul Ticaret Odası Yayın No: 2006-3, İstanbul.

ÖNGÖREN, B. (2005), "Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmelerde Elektronik Ticaretin Kullanımı ve İstanbul Örneği", Muğla Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Muğla.

ÖZ, S. (2004) "Devletlerin Vergilendirme Yetkileri Sınırının E Ticaret Açısından Değerlendirilmesi", Maliye Dergisi, 147: 90-100.

PIRNAR İ. (2005), "Turizm Endüstrisinde E-Ticaret", Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, İzmir.

SEKARCHI, T.R. (2013), "Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmelerde E-Ticaret, Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Önerileri Ankara İlinde Bir Uygulama", Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, İşletme Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

SUCUOĞLU, S. (2008), "Elektronik Ticaretin KOBİ'lerde Kullanımı Aydın Merkez Örneği", Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Aydın.

ŞİMŞEK, S. (2012), "Türkiye'de Elektronik Ticaret ve E-Ticaretin KOBİler Üzerindeki Etkisi", İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Uluslararası Ticaret Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

TÜRKMEN, B. (2008), "Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmeler ve Elektronik Ticaret Ostim'de Bir Araştırma", Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

ULUÇAY, U. (2012), "Dünyada ve Türkiye'de E-Ticaret: Tüketicilerin İnternet Üzerinden Alışveriş Alışkanlıkları Üzerine Bir Uygulama", Atılım Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı İşletme Yönetimi (MBA), Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

VARINLI, İ. (2008), " E-Ticaret Pazarlamada Yeni Yaklaşımlar", Detay Yayıncılık, 2. Basım, Ankara.

YILDIZ, S. ve ERKUŞ, H. (2001), "Malatya Sanayi İşletmelerinde Dijital Çağa Uyum Düzeyi Bilgisayar, İnternet ve E-Ticaret", Malatya Sanayi ve Ticaret Odası Yayın No:4, Malatya.

YUMUŞAK, İ. G. (2001), "Elektronik Ticaretin Gelişmekte Olan Ülkelere Etkileri ve Türkiye Üzerine Bir Değerlendirme", ODTÜ, V. Uluslararası İktisat Kongresi Bildirileri, Ankara.

DEVELOPMENT OF THE BASIC PRINCIPLES FOR INDUSTRY 4.0 AND AN AUTONOMOUS VEHICLE APPLICATION IN THE CONTEXT OF CELLULAR TRANSPORT SYSTEM*

Elif Karakaya
Istanbul Medipol University

ABSTRACT

In recent years, research activities in Industry 4.0 concept that comprises decentralized control systems by means of the Internet of Things architecture have been growing. The Cellular Transport System (CTS) is accepted as an example of a decentralized intralogistics system as well in the vision for the Industry 4.0 in intralogistics environment.

Even though Industry 4.0 is accepted as one of the most frequently spoken issue in these days among both practitioners and academicians, the meanings of the term and its essential principles have been still unclear. In this study, the basic autonomous robots concept and an overview over Multi Shuttle Move (MSM) one of the existing technological solution within the scope of Industry 4.0 will be explained. Also, the CTS is established based on autonomous and decentralized thinking and composed of MSM transportation entities will be introduced.

Keywords: Autonomous Vehicles, Cellular Transport System, Industry 4.0

ÖZET

Son yıllarda, Nesnelerin İnterneti'ni temel alan merkezi olmayan kontrol sistemlerini içeren Endüstri 4.0 hakkındaki bilimsel çalışmalar artış göstermektedir. Hücresel Taşıma Sistemleri (HTS) hem Endüstri 4.0 vizyonunun uygulama alanlarına hem de merkezi olmayan depo sistemlerine örnek olarak gösterilir.

Bugünlerde Endüstri 4.0 en çok konuşulan konular arasında kabul edilse de, uygulamada ve akademisyenler arasında Endüstri 4.0'ın anlamı ve temel prinsipleri hala belirsizliğini korumaktadır. Bu çalışmada, temel bazı otonom robotların içeriği ve Endüsti 4.0 kapsamında varolan bir teknoloji olarak kabul edilen Multi Shuttle Move (MSM) hakkında genel bir bilgi verilecektir. Ayrıca, otonom ve merkezi olmayan kontrol görüşüne sahip ve MSM denilen ulaşım araçlarından oluşan HTS de tanıtılacatır.

Anahtar Sözcükler: Otonom Araçlar, Hücresel Taşıma Sistemleri, Endüstri 4.0

*This article was derived from the Ph.D. dissertation which is called "Development of an agent based modelling and simulation tool for anticipatory change planning for cellular transport systems" by the author (Karakaya, 2015).

1. INTRODUCTION

Today, rapidly changing customer demands, small online order quantities, tight delivery schedules with high customer service level requirements and high competition make it increasingly difficult for companies to maintain a good performance by using existing intralogistics techniques. Even well-structured intralogistics systems do not meet the huge challenge of changing and adapting requirements which arise from competitiveness and dynamics in global markets, nor are they simultaneously capable of enhancing the level of flexibility, and changeability as well as levels of automation.

Intralogistics system can be thought of as a term which replaces the concept of the material flow system or the material handling system. However, it is much more than those. It is necessary here to clarify exactly what intralogistics means by giving Arnold's comprehensive definition; "intralogistics comprises organization, controlling, execution and optimization of the in-house material flow, information flow as well as handling in industry and trade companies as well as public facilities" (Arnold, 2006).

The reason why intralogistics systems play an ever more important role in companies includes many crucial operational points, such as on time delivery of ordered goods, service and good quality in the right quantity with the right sequence, and completing orders by using the right method in the right position. Therefore, the alternative intralogistics methodology should be appropriate for the value added chain concept of companies, have enough flexibility to adapt to market solutions, and be strongly agile in order to overcome the late or no delivery risk. At this point, the Cellular Transport System (CTS) has been developed as an alternative intralogistics system by the Fraunhofer Institute for Material Flow and Logistics.

In the proceeding parts, principles behind autonomous systems and the well-known autonomous vehicle applications in the practical business environment are explained comprehensively in order to set up a strong background for the concept of the Cellular Transport System (CTS).

2. BASIC CONCEPT OF INDUSTRY 4.0.

According to report prepared by The Boston Consulting Group (Rüßmann, et al., 2015), Industry 4.0 is composed of nine technological blocks which are simulation, horizontal and vertical system integration, internet of things, cyber security, the cloud, additive manufacturing, augmented reality, big data and analytics and autonomous robots. Mainly, the aim of Industry 4.0 is to establish a smart factory. It is clear that workers have to replace with autonomous vehicles in such an intelligent plant to provide an intralogistics system without a human interfere. Although the concept of Industry 4.0 is too novel, however, autonomous robots implementations have already put into practice. Within the scope of this paper, the alternative autonomous robots real-life applications will be dealt with in detail.

3. IMPLEMENTATION OF AUTONOMOUS VEHICLES

3.1. The KIVA Mobile Fulfillment System

The KIVA system includes hundreds of autonomous mobile robots which are able to lift and carry storage blocks in a warehouse. The largest installation at the moment consists of five hundred KIVA robots handlings products in the STAPLES, USA Company (Wurman, et al., 2008).

In existing storage concepts, products are stored in a specific fixed location of storage racks. However, with KIVA, inventory is not bound to physical location constraints. As a result of the fact that products in movable storage racks can be delivered to any operator, the KIVA Mobile-Robotic Fulfillment System provides extremely fast cycle times with reduced labour requirements from receiving, to picking and shipping. The maximum speed is limited to 1.3 m/sc. The focus of the KIVA project is on the development of a centralized multi-agent system that controls the robots (Kamagaew, et al., 2011).

(a)

(b)

Figure 1: a) A Kiva warehouse implementation Flipse 2011 b) A Kiva robot Flipse 2011.

3.2. The KARIS Kleinskaliges (Small-scale) Autonomes Redundantes Intralogistics System

The KARIS system was developed at the Karlsruhe Institute of Technology in order to create a flexible intralogistics system using an autonomous vehicle with roller conveyor mounted on top. These vehicles are capable of adapting themselves to meet continuously changing requirements, i.e. forming a compound to transport big pallet loads, or forming a conventional conveyor belt to transfer products over a roller conveyor located over each vehicle (Kamagaew, et al., 2011).This project aims at generating a relatively low cost transportation platform instead of a long system of conveyor belts, and a low flow of products based on goals.

Figure 2: The KARIS warehouse implementation © Karlsruhe Institute of Technology (KIT).

3.3. ADAMTM (Autonomous Delivery and Manipulation)

The ADAMTM system was introduced by the RMTE Robotics Company to the autonomous mobile robot market in 2005. It is based on Automated Guided Vehicle logic, yet it uses the open path navigation as opposed to steering using a rails path. ADAMTM is projected for any intralogistics application that demands transportation of products in unplanned situations, and aims to maximize operational efficiency by robotically transporting. Although the ADAMTM concept is not able to offer a complete solution, including a material handling device (Kamagaew, et al., 2011), in recent years, its compact size, controllable speed and dynamic movement features make it an exemplar for the company that requires spontaneous changes.

(a) **(b)**

Figure 3: a) An ADAMTM warehouse implementation b) An ADAMTH robot © RMT robotics.

3.4. The Multi-Shuttle Move (MSM)

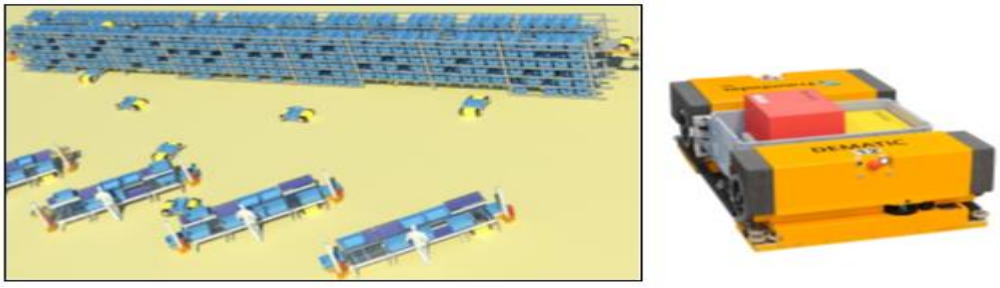
The Multi- Shuttle Move is an integration of the standard shuttles principle and an Automated Guided Vehicle (AGV) principle, and has been implemented by scientists from Germany's Fraunhofer Institute for Material Flow and Logistics in an attempt to create a novel and effective kind of intralogistics system. The Multi- Shuttle Move is not only capable of moving on the rail which is mounted in the storage rack, but also it is able to leave the storage rack and to work as an AGV by using open path navigation.

The MSM provides various drive options and has a maximum speed of 1.1 m/s on the floor, and 2.1 m/s in the rail-guided racking system which is located between two storage blocks - the higher velocity in the rail is obtained by a gear. The acceleration limit is a maximum of 2 m/sc (Kamagaew, et al., 2011).

The novel MSM system provides certain characteristic advantages compared to conventional technologies as follows:

- No necessity of huge installation cost and time.

- Direct transportation from the destination point to the arrival point e.g. in the distribution centre from the storage zone to the workstation zone without any transfer process.
- Flexible adaptation by increasing and decreasing the number of vehicles in the case of fluctuating transshipment demand.
- Capable of transporting on an inadequate layout or construction.



(a) **(b)**

Figure 4: a) A trial hall of the Cellular Transport System© Fraunhofer IML b) MSM.

4. CELLULAR TRANSPORT SYSTEM

In recent years, research activities in decentralized control systems by means of the Internet of Things architecture in intralogistics systems have been growing (Günthner, et al., 2010). The Cellular Transport System (CTS) is accepted as an example of a decentralized intralogistics system as well in the vision for the 'Internet of Things' in logistics.

According to a comprehensive definition provided by (ten Hompel, et al., 2011), "Cellular Transport Systems are based on material handling entities. These entities could be autonomous transport vehicles or autonomous conveying modules. The control and the communication between these autonomous entities are executed by Software Agents. Cellular Transport Systems are flexible in their topology, for this reason they are able to adapt to environmental changes. Finally, this ensures the overall transport systems' performance due the interaction between the material handling entities."

The main principle behind the CTS concept is that decisions are made by the self- governing units which depend on some gathered information or probabilistic calculation. Generally speaking, centralized control systems lose their importance towards decentralized control systems. Kamagaew, et al., (2011) state this reality that "hierarchical structures are dissolved towards a mesh-like structure with self-containing entities." In intralogistics systems, autonomous units consist of a variety of functions i.e. consistent communication and negotiation ability, high sensor/actuator properties to gather local information to ensure advanced flexibility, collision avoidance and task assignment.

A currently experimental hall containing the CTS was built on an area of 1000 m2 with a 65 meter long test area in Dortmund Fraunhofer IML to analysis its exact performance (Kirks, et al., 2012). The entire system, including fifty Multi Shuttle Move® units, five order picking stations and storage racks with elevators located at two sides of the storage racks, was implemented to examine the performance of the CTS by comparing it to other conventional intralogistics systems. The experimental hall is depicted in Figure 5 below.

Figure 5: The experimental area of Cellular Transport System.

5. CONCLUSION

It is no doubt that using autonomous robots is accepted as a fundamental feature of Industry 4.0. Herein, this paper has shown the most well-known autonomous vehicle applications such as Kiva, Karis and AdamTM. However, Multi Shuttle Move (MSM), which are designed based on a self-organized autonomous vehicle consist of a variety of functions, are explained particularly to clarify the main principle behind the CTS concept.

REFERENCES

Arnold Dieter Intralogistik- Potentiale, Perspektiven, Prognosen [Buch]. - Berlin : Springer, 2006.

CeMat Sustainability in Intralogistics . - Hannover : [s.n.], 2011.

Ekren B.Y. and Heragu S.S. Simulation based regression analysis for rack configuration of autonomous vehicle storage and retrieval system [Journal]. - [s.l.] : International Journal of Production Research 48 6257–627, 2010.

Günthner W. A. und ten Hompel M. Internet der Dinge inder Intra-logistik [Journal] // Springer, Berlin. - Berlin : Heidelberg, 2010.

Kamagaew A [et al.] Concept of Cellular Transport Systems in Facility Logistics [Journal]. - New Zealand : 5th International Conference on Automation, Robots and Applications, 2011. - 40-45.

Karakaya E. Development of an agent based modelling and simulation tool for anticipatory change planning for cellular transport systems [Book]. - Istanbul : Nobel Academic Publishing, 2015.

Kirks T [et al.] Zellulare Transportfahrzeuge für flexible und wandelbare Intralogistiksysteme [Journal]. - [s.l.] : Logistics Journal, 2012.

Rüßmann M [et al.] Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries [Report]. - 2015.

ten Hompel M und Heidenblut V Taschenlexikon Logistik: Abkürzungen, Definitionen und Erläuterungen der wichtingsten Begriffe aus Materialfluss und Logistik [Buch]. - Berlin : Springer, 2011. - Bd. 361.

Wurman Peter R., D'Andrea Raffaello and Mountz Mick Coordinating Hundreds of Cooperative, Autonomous Vehicles in Warehouses [Journal]. - Association for the Advancement of Artificial Intelligence : AL Magazine, 2008. - Vol. 29.

BULUT BİLİŞİM: LOJİSTİK SEKTÖRÜNDE NAKLİYE OPERASYON YÖNETİMİ SÜRECİNDEKİ YANSIMALARI

Necati Karapınar
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Nusret Göksu
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Alaeddin Koska
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

ÖZET

Günümüz iş ortamında işletmeler küresel ekonomi ve sürekli değişen rekabet koşullarında hızlı karar vermenin ve yeniliklere uyum sağlamanın yollarını aramaktadır. Özelliklede teknolojide yaşanan gelişmeler bilgiyi üretim süreçlerinde kullanan işletmelere rekabette hız ve maliyet avantajı sağlamıştır. Teknoloji deki gelişmeler ışığında Bulut bilişim, bileşim hizmetlerinin ortaya çıkardığı bilgi işlem paradigmalarının en ilgi çekenidir. Özellikle dünyanın herhangi bir noktasından herhangi başka bir noktasına ürün taşıyan lojistik sektöründe ürünlerin müşteriye ulaşmasında zaman en önemli ayrıntılardan bir tanesidir. Hızlı ve kaliteli hizmetin temelini oluşturan bilişim teknolojileri lojistik sektörünün can simidine dönüşmüştür. Bu nedenle bilişim teknolojilerinin en çok etkilediği sektörlerden bir tanesi de lojistik sektörü olmuştur. Bilişim teknolojileri sadece hızlı ve kaliteli hizmet değil, daha verimli iş süreçlerine sahip olma konusunda da işletmelere avantajlar sağlamaktadır. Bu çalışmada,bulut bileşim teknolojilerinin lojistik sektöründeki nakliye operasyon yönetim süreçlerinden sipariş alma,malların hazırlanması, sevkiyat ve operasyon raporlarının hazırlanması süreçlerindeki yansımaları incelenmiş ve bazı karakteristiklerinin ortaya konulması hedeflenmiştir.

Anahtar Sözcükler: Bulut Bilişim, Lojistik, Nakliye Operasyon Süreci

CLOUD COMPUTING: LOGISTICS INDUSTRY PROCESS OF REFLECTION IN TRANSPORTATION OPERATIONS MANAGEMENT

ABSTRACT

In today's business environment enterprises are looking to find ways to make quick decisions in a changing global economy under competition and to adapt to innovation.In particular, the developments in information technology to business users in the manufacturing process has enabled the speed and cost advantages in competition. Cloud computing in the light of developments in technology, computing posed by IT service paradigms are attracting the most attention.Especially in the world of products to reach customers in the logistics sector with products from any point to any other point of time it is one of the most important details.Fast and quality of service forming the basis information technologies has become the lifeline of the logistics sector. Therefore, one of the sectors that has been most affected by information technology in the logistics industry .Information technology is not only fast and quality service, also tend to have more efficient business processes to provide benefits to enterprises .In this study, cloud computing technology in the process of taking orders from shipping operations management, logistics ,

preparation of goods , examined the ramifications of the report preparation process of delivery and operations and aimed to reveal some characteristics.
Keywords: Cloud Computing, Logistics, Transport Operations Process

1.GİRİŞ

Küreselleşmeyle beraber artan rekabet ortamında işletmeler değişime uygum sağlamak, rekabet güçlerini arttırabilmek için iş planlamasında yeniden yapılanmak ve kaynaklarını verimli kullanmak zorundadırlar(Çizmeci,2012).Özellikle rekabetin hızla arttığı lojistik sektöründe, işletmeler rekabet avantajı sağlamak için lojistik hizmetleri daha hızlı, daha güvenli, daha kaliteli ve düşük maliyetli olarak sağlamak zorundadırlar. Bu nedenle de lojistik sektöründe firmalar, maliyeti optimize etmenin yollarını ve iş sürecin her aşamasında operasyonel verimliliği sağlamak için teknolojik yenilikleri iş plan sürecinde kullanmaya başlamışlardır. Bulut bilişim, kişi ya da kurumların bilişim teknolojileri ihtiyaçlarını yer ve mekandan bağımsız, esnek ve ucuz olarak temin etmesi için oluşturulmuş bir modeldir(Akyazı ve Canlı,2012).böyle bir durumda sağladığı avantajlarla bulut bilişim, lojistik işletmelerine yüksek teknolojilerle entegre bir şekilde pazarlardaki rekabet düzeylerini arttırma imkanı sunmaktadır(Aktepe, 2015).

2. BULUT BİLİŞİM

Son günlerde bilişim sektörünün en çok konuştuğu konulardan biri bulut bilişimdir. Bulut bilişim halen gelişimini tamamlamaya devam eden bir paradigmadır. Nihai bir tanımı net olarak ortaya konulamasa da, tanımı yararları ve riskleri zamanla gelişecek ve ortaya çıkacaktır(www.mustafakucuk.net.tr/).

Bulut bilişim Gartner araştırmalarına göre 2014 yılı sonu itibariyle 150 milyar dolarlık iş hacmine sahip olduğu ve 2020 yılı sonu kadrada potansiyel olarak 240 milyar dolarlık iş hacmine sahip olacağı tahmin edilmektedir(Chaudhri vd,2015).

Literatürde bulut bilişimle ilgili çok farklı tanımlar bulunmaktadır. Bulut bilişim bir veya daha fazla birbirine dinamik şeklide entegre edilmiş bilgi kaynaklarının sanallaşmış ve birleştirilmiş bilgisayar sisteminin dağıtımı ve paralel bir modeli olarak tanımlanabilir(Buyya,2008). Bir başka tanımda ise, Bulut bilişim sanal hizmetlerin esnek kullanımına, yüksek seviyede ölçülebilirliğe ve servislerin yönetimine olanak sağlayan bilişim sistemlerinin dağıtımın yapıldığı bir modeldir.NIST'e (National Institute of Standards and Technology) göre: "Bulut bilişim, düşük yönetim çabası veya servis sağlayıcı etkileşimiyle hızlı alınıp salıverilebilen ayarlanabilir bilişim kaynaklarının paylaşılır havuzuna, istendiğinde ve uygun bir şekilde ağ erişimi sağlayan bir modeldir."

Bir bulut müşteriler, veri merkezleri ve kullanılabilirlik, erişilebilirlik, ölçeklenebilirlik, yüksek bir kapasiteye sahip dağınık sunucular olarak birçok bileşenden oluşur(Tiwari ve Jain,2013).Bulut bilişimde müşteri; bulutla bağlantı kurmasını sağlayan masaüstü,dizüstü ve tablet bilgisayarlar,mobil telefonlar ve kişisel cep bilgisayarları gibi son kullanıcı cihazlar olarak tanımlanır(Lobo ve Khanna,2012).Veri merkezleri;hizmet olarak alınan güç sağlayıcılar veri iletişim alt yapısı,soğutucular gibi çevresel kontrol ekipmanları ve güvenlik cihazlarının yer aldığı alanlar olarak ifade edilir.Bu yapı servis sağlayıcının kendi bünyesinde olabileceği gibi internet aracılığıyla erişiminin sağlandığı farklı bir yerde de olabilmektedir(Lobo ve Khanna,2012).Dağınık sunucular ise birbirleri arasında internet aracılığıyla iletişim sağlayan ve aynı amaca yönelik etkileşim içinde olan birden fazla bilgisayar sistemlerinden meydana gelmektedir(Lobo ve Khanna,2012).

2.1.Bulut Bilişimin Sağladığı Hizmetler

National Instıtute Of Standarts And Technology (NIST)'e göre bulut bilişim servisleri üç farklı model olarak kullanıcılara sunulmaktadır.Bu modeller;Hizmet Olarak Yazılım(SaaS),Hizmet Olarak Platform(PaaS) ve Hizmet Olarak Altyapı(IaaS)' dır.Bu modeller aşağıda şekilde tanımlanabilir(Mell ve Grance,2011).

- **Yazılım Hizmeti(SaaS);**Kullanıcı,servis sağlayıcının altyapısı üzerinde çalışan uygulamalara bir web tarayıcı veya program ara yüzü yoluyla çeşitli kullanıcı cihazlarından erişebilmesidir.

- **Platform Hizmeti(PaaS);**bulut kullanıcısına servis sağlayıcı tarafından desteklenen ve kontrol edilen uygun programlama dillerini, servislerini ve araçlarını da kullanarak kendilerinin geliştirebileceği uygulama ve yazılımları üzerinde çalıştırabileceği bir platformdur. Bu uygulamaya örnek olarak Google Apps Engine,Microsoft Azure verilebilir.

- **Altyapı Hizmeti(IaaS);**İşletim sistemlerinin ve uygulamalarının yer aldığı, ayrıca kullanıcının geliştirdiği yazılımları kurup çalıştırabilecekleri işlemci,depolama,iletişim ağları ve diğer temel bilişim kaynaklarının kullanıcıya sunulmaktadır.

2.2.Bulut Bilişim Hizmetlerinin Kullanılma Biçimleri

National Instıtute Of Standarts And Technology (NIST)'e göre bulut bilişim hizmetlerinin kullanılma biçimleri dört temel model olarak tanımlanmaktadır.Bunlar;Genel Bulut,Özel Bulut,Topluluk Bulutu ve Karma Bulut(Mell ve Grance,2011).

- Genel bulut uygulamaları, depolama ve diğer kaynaklar bir hizmet sağlayıcı tarafından genel kullanıcılara sunulurlar. Bu hizmetler ücretsiz erişimlidir veya kullanım başına ödeme modeliyle ücretlendirilirler.
- Özel bulut kavramı şirketlerin kendi bünyelerin barındırdıkları ve kendi hizmetlerini sundukları yapılardır(Rimal ve diğ., 2011).
- Karma bulut iki veya daha fazla bulutun(özel, topluluk veya genel) birleşimidir, bu farklı bulutlar müstakil olarak bulunmaktadır fakat birbirlerine bağlıdırlar, böylece çoklu yerleştirme modellerinin imkânlarını sunarlar(Mell ve Grance,2011).
- Topluluk Bulutu, Bir ya da birden fazla kurumun ortak bir alanda hizmetleri paylaşmasıdır. Kendi topluluklarını oluşturan bu kurum ve kuruluşlar internet ortamından farklı olarak kendi veri merkezlerini ortak olarak paylaşıma açarak var olan servislerini birlikte kullanırlar(Okutucu,2012).

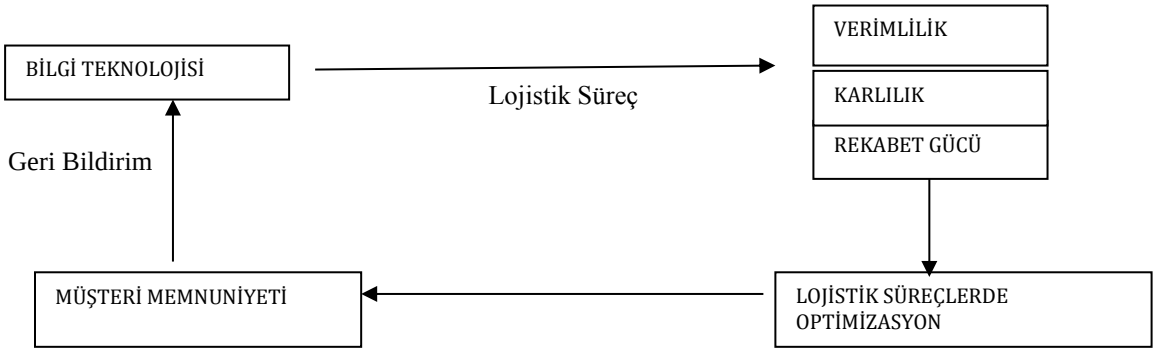
3. LOJİSTİK KAVRAMI VE KAPSAMI

İlk zamanlarda askeri bir terim olarak kullanılan lojistik kavramı CLM'ın (Counsil of Logistics Management) tanımına göre "müşterilerin ihtiyaçlarını karşılamak üzere her türlü ürün, servis hizmeti ve bilgi akışının, ham maddesinin başlangıç noktasından, ürünün tüketildiği son noktaya kadar olan tedarik zinciri içindeki hareketinin, etkili ve verimli bir şekilde planlanması, uygulanması, taşınması, depolanması ve kontrol altında tutulması hizmetidir **(www.lojistikci.com).**
Bir başka tanım ise yedi doğru tanımıdır.Buna göre, Doğru ürünün, doğru yerde, doğru zamanda, doğru maliyetle, doğru miktarda, doğru şartlarda, doğru müşteri için kullanabilirliğini sağlamaktır(Shapiro ve Heskett,1985'ten aktaran Russell,2000).Lojistiğin temel amacı doğru ürünü, doğru müşteriye, doğru yerde, doğru şartlarda ve doğru zamanda, mümkün olan en düşük toplam maliyetle sunmaktır.

3.1. Lojistik Süreçte Bilgi Teknolojileri Kullanımı

Lojistik sektöründe küreselleşmeyle beraber müşteri tercihleri ve istekleri artmıştır. Bununla beraber lojistik rekabette artmıştır.Rekabette avantajlı olmak isteyen işletmeler müşteri ihtiyaçlarını daha hızlı, daha az maliyetle ve daha kaliteli yapmak için lojistik süreçlerini internet teknolojisiyle entegre etmek zorundadır.İnternet teknolojileri veri değişimini büyük ölçüde, hızlı bir şekilde karşılamaya başlamıştır.
Temel lojistik faaliyetlerdeki tüm süreçleri entegre eden yazılımlar geliştirilerek taşıma, yükleme ve boşaltma sürelerinin azalmasına bağlı daha düşük maliyetler, artan yükleme ve envanter doğruluğu, azalan sipariş temin süreleri sağlanmıştır(Çizmeci,2012).

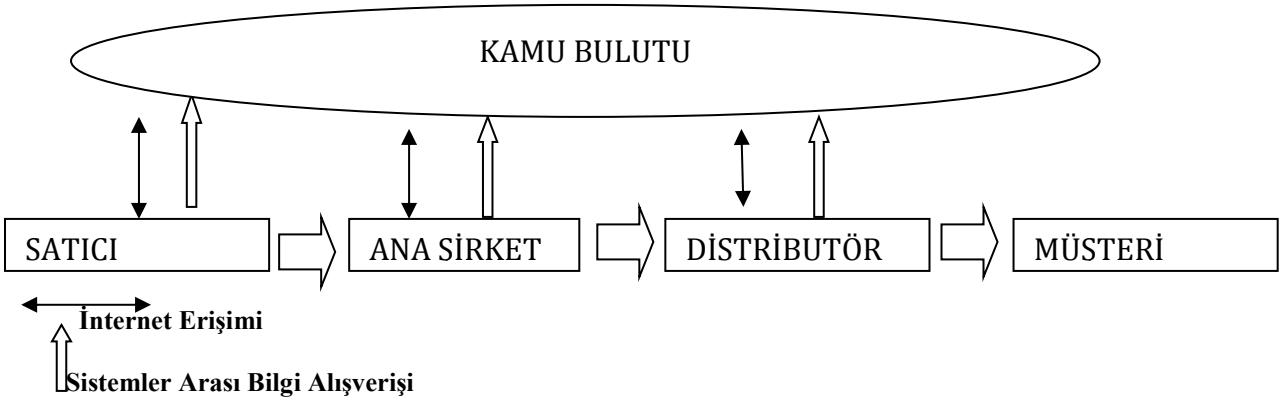
Şekil 1. Lojistik Süreçlerde Bilgi Teknolojileri Kullanımının Etkileri(Çekerol,2013)



Lojistik süreçlerde bilişim teknolojilerin ve internet kullanımı sürecin daha verimli, karlı ve rekabet gücü yüksek olması sağlamıştır. Optimize edilmiş lojistik süreçler müşteri memnuniyetinin artmasını sağlamıştır.
Lojistik sektöründe kullanılan bilgi sistemlerinden biride bulut bilişim hizmetidir. Bulut bilişim hizmetinin tedarik zincirindeki uygulaması Şekil2'de gösterildiği gibi, satıcılar, şirket, distribütörler ve

müşteriler bulut bilişim hizmet aracılığıyla sistemle veri alış verişinde bulunabilmektedir. İnternet bağlantı üzerinden tüm kullanıcıların daha güvenilir ve daha hızlı bir şekilde bu verilere ulaşabilmektedir.

Şekil 2, Tedarik Sürecinin Bulut Bilişimle Entegrasyonu (Pires ve Camargo, 2010)



3.2. Nakliye Operasyon Süreci

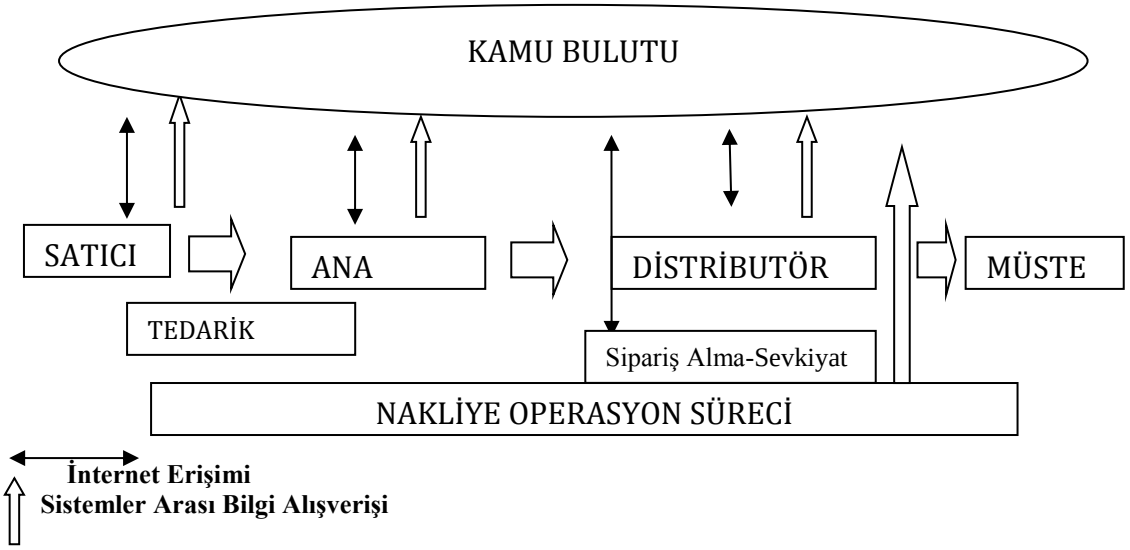
Nakliye operasyon süreci, konteynır nakliyesi, kargo yük nakliyesi, parsiyel yük nakliyesi, oto taşımacılığı, frigofrik yük nakliyesi, sıvı yük nakliyesi gibi farklı tipteki yüklerin sevkiyatı sürecine denir.Nakliye operasyon süreci lojistik faaliyetlerinden biri olan taşıma faaliyetidir. Taşıma,"malların istenilen miktarda, aranılan zamanda ve kabul edilebilir bir maliyetle üretim noktasından belirlenen noktaya doğru hareket ettirilmesidir(Tek ve Karaduman,2012).

Nakliye operasyon süreci zaman ve mekân faydası yaratarak malların istenen zamanda ve uygun fiyatla müşteriye ulaşması acısından müşteri memnuniyetini ve işletmelerin maliyet yapılarını doğrudan etkilemektedir.

3.2.1.Nakliye Operasyon Süreci ve Bulut Bilişim Uygulamaları

Nakliye operasyon süreci, siparişin alınması, depolanması ve istenilen yere taşınması süreçlerini içermektedir. Bu süreçte rekabet avantajı sağlamak isteyen işletmelerin bilişim teknolojileri ve internet kullanımıyla karmaşık olan bu süreci daha verimli daha karlı olarak optimize etmeleri mümkündür. Öyle ki, İnternet teknolojileri siparişleri daha kolay almalarını ve siparişlerle ilgili envanterleri daha etkin şekilde takip edebilmelerini sağlamıştır.

Şekil 3, Nakliye Operasyon Süreci Bulut Bilişimle Entegrasyonu



Lojistik sektörde bulut bilişim uygulamaları, bulut bilişim kavramı internet üzerindeki bir web sunucuya kurulur, tüm kullanıcılar internet üzerinden bu programa ulaşır ve alışverişi gerçekleştirilir. Bulut bilişim hizmeti sunan platformlar araştırıldığında, nakliye operasyon süreci ile ilgili sipariş alma, malla ilgili

bilgiler, sevkiyatla ile ilgili bilgiler, raporlama ile ilgili bilgiler aşağıdaki gibi özetlenebilir(www.lojistikprogramı.net).
Sipariş alma, işletme tarafından müşteriden alınan siparişler listesi sisteme girilir.Malların kime ait olduğu,konşimento bilgileri, müşteriye yapılacak ücretlendirme gibi birçok bilgi sisteme girilir.Operasyon içinde yapılan tüm giderler kalemlerini bu gider işlemlerinin hangi kasalardan ödendiği bulut sisteme girilir.Operasyon kapsamındaki tüm giderler tek seferde otomatik olarak müşteriye yansıtılabilir.
Mal, malın cinsi, GTIP no, Miktarı, Nereden ve Kimden Alınıp nereye teslim edileceği, tonajı, barkod numarası, palet numarası, müşteriye ait artikel numarası,sevkiyat listesi,mala ait hasar kontrolleri yapılmışsa hasar kontrol listeleri sisteme girilir.İşletmedeki diğer ilgili departmanlar ve müşteriler internet erişimi ile bu bilgilere hızlı bir şekilde ulaşabilir(www.lojistikprogramı.net).
Sevkiyat, malların taşıma faaliyeti ile ilgili bilgiler tanımlanır.Hangi araç tarafından taşıma yapılıyor,taşıma işlemini yapan şoför bilgileri, sevkiyatın nerede başlayıp nerede sonuçlanacağı,sevkiyatla ilgi beyanname bilgileri, sevkiyatın maliyeti gibi bilgiler sisteme girilir.Sevkiyatın aşamaları takip edilerek sevkiyat bitiş süresi hesaplamak ve ilgili aracın sonraki sevkiyata hazırlanması mümkündür. Sevkiyatın yapıldığı araca araç takip sistemi entegre edilerek sevkiyatın aşamaları konumuna göre otomatik güncellenecektir. İşletmedeki diğer ilgili departmanlar ve müşteriler internet erişimi ile bu bilgilere hızlı bir şekilde ulaşabilir. Bulut bilişim sistemi üzerinden, sevkiyat detay sayfasında, sevkiyatta taşınan malların listesini,o sevkiyat kapsamında yapılmış olan harcamaların dökümünü,sevkiyata ait yüklenen belgeleri(CMR belgesi, tedarikçi Fatura çıktısı, Tır Karnesi, beyanname fotokopisi vb) ulaşmak mümkündür(www.lojistikprogramı.net).
Raporlama, bulut bileşime gönderilen tüm bilgiler veri olarak raporlanır bu raporlar aracılığıyla işletmenin operasyon sürecini anlık olarak analiz etme imkânına sahip olur. Bulut bilişim programı kapsamında, sevkiyat finansal takip raporu, araç durum raporu, şoför durum raporu, günlük yükleme raporu, araçların sefer adetleri raporu, sevkiyat süreleri raporu alınabilir.

3.2.2.Araç Takip Sistemi ve Bulut Bilişim

Nakliye operasyon sürecinin önemli bir parçası olan sevkiyat işleminde kullanılan araç takip sistemlerinin bulut bilişimle entegre edilmesi gerekmektedir. Çünkü işletmelerin araç filolarını güncel sürekli takip edebilmesi temel faydadır. Bu izleme işleminin sürekliliği için her an her yerden yapılabiliyor olması sistem verimliliğini arttırmak için temel gerekliliktir. Özellikle internet erişiminin yaygınlaşması ile izleme haritaları herkesin sürekli erişebileceği internet sunucularına taşınmış ve herhangi bir bilgisayar, tablet veya akıllı telefon üzerinden kullanımı kolay web ara yüzleri ile gerçek zamanlı araç takibi ve filo yönetimi mümkün kılınmıştır.
Araç takip sisteminin buluta geçişi ile işletmeler sahip oldukları araç filolarının yönetimini internet üzerinden erişim sağlanan ortak bir servisten anlık olarak izleyebilir, konum bilgilerinde değişikliği anlık olarak servisten görebilmektedir. Bu nedenle taşıma işleminde herhangi bir yazılım maliyetine, bakım maliyetine ve ağ ayarları gerçekleştirmelerine gerek kalmamaktadır.Araç takibi için yapılan yatırımlar küçülmekte ve yatırımın işletme katkı hızı artmaktadır(www.karel.com).
Araç Takip Sisteminin bulut teknolojiyle entegre edilmesiyle bulutta depolanan verilere tüm kullanıcıların internet üzerinden erişmeleri mümkündür. Örnek olarak farklı bir servisten alınan belli bir bölgedeki trafik yoğunluğu bilgisi mevcut sistemiyle entegre edilerek araçların rotaları yeniden düzenlenebilmektedir(www.karel.com).Tüm kullanıcılarda yenilenmiş araçların rotalarını anlık olarak sisteme giriş yaparak görebilmektedir.
Nakliye operasyon sürecinde, sistemlerini bulut teknolojisiyle entegre eden işletmeler her an her yerden erişilen bulutta depolanan veriler ile çalışma esnekliği, çalışma sürekliliği sağlamıştır.Ayrıca verilerin güvenli sunucularda saklanmasıyla sistem arızası risklerinden kurtulmuştur.

4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Rekabet ortamında bir adım önde olmak isteyen lojistik sektöründeki firmalar için daha hızlı, daha kaliteli ve az maliyetle müşteriye hizmet sunması için teknolojik gelişmelere kayıtsız kalmamak bir zorunluluk haline gelmiştir.
Bilişim teknolojilerinde yaşanan gelişmeler ışığında sahip olduğu özellikleriyle Pazar yapısını değiştirebilecek ve farklı pazarlar yaratabilecek yenilikçi bir teknoloji olarak bulut bilişim hizmeti ortaya çıkmıştır. Bulut bilişim özellikle kullanıcılarına internet üzerinden erişim sağlanması, kullandığın kadar öde prensibiyle diğer dış kaynak kullanım hizmetlerinden ayrılmaktadır. Bulut bilişim hizmetini alan firmalar çok yüksek maliyet avantajı elde etmekte aynı zamanda süreçlerini daha verimli, karlı ve rekabet gücü yüksek hale getirmektedir.

Lojistik işletmelerde kullanılan lojistik bilgi sistemleri, bulut bilişim hizmetleri üzerinden alınmaya başlamıştır. Bulut bilişim hizmet modelinin sağlamış olduğu faydalar sektördeki firmalar tarafından hissedilmeye başlamıştır.

Lojistik işlemlerin önemli bir parçasını oluşturan nakliye operasyon sürecinde bulut bilişim hizmetinin kullanımı işletmelerin maliyetleri azaltarak rekabet edebilirliliğini arttırmaktadır. Nakliye operasyon yönetiminin sevkiyat sürecinde kullanılan araç takip sistemleri özellikle yüksek araç sayısına sahip işletmeler için yüksek maliyetlere sebep olmaktadır.Araç takip sistemlerinin bulut bilişim hizmetiyle entegre edilmesiyle beraber işletmeler kurulum, yazılım, arşivleme, yedekleme, ön ödeme ücretleri gibi yüksek maliyetlerden kurtularak " kullandıkça öde" prensibiyle bulut bilişim hizmetlerinden faydalanmaktadır.Ayrıca işletmeler iş süreçlerini bulut bilişim hizmetlerine aktararak, süreçlerin bakım, işletim gibi süreçlerinden kurtulmuş ana işlerine odaklanma sansına sahip olmuşlardır. Ana işlerine odaklanan işletmeler müşteri ihtiyaçlarına daha hızlı, daha az maliyetle cevap vererek rekabet güçlerini arttırmışlardır.

KAYNAKÇA

AKTEPE, Ç.,2015, Lojistik İşletmelerinde Bulut Bilişim Uygulamalarının Değerlendirilmesi, Dokuz Eylül Üniversitesi,Sosyal Bilimler Enstitüsü,Denizcilik İşletmeleri Yönetimi Anabilim Dalı Lojistik Yönetimi Programı, Yüksek Lisans Tezi,

AKYAZI, E. ve CANLI, C.,2012, Bulut Bilişim İçin Karşılaşılan Zorluklar Ve Bir Model Olarak Özelleştirilmiş Bulut Çözümü, Marmara Üniversitesi İletişim Fakültesi, İstanbul.

BUYYA,R., YEO, C., and VENUGOPAL, S., 2008, "Market oriented cloud computing: Vision, hype, and reality for delivering IT services as computing utilities," IEEE Computer Society, Washington DC., pp. 5-13.

CHAUDHRİ,A., AJMİRİ, A., and ASARPOTA, J.,2015, Modeling Cloud Computing Integration with E-Supply Chain Management, Lecture Notes on Information Theory Vol. 3, No. 1.

ÇEKEROL,G., 2013, Lojistik Yönetimi,Anadolu Üniversitesi Yayını,Eskişehir.

ÇİZMECİ, İ,H, 2012, Lojistik Yönetimi İçin Çok Amaçlı Mobil Yazılım Geliştirilmesi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi,Konya

LOBO, M. ve KHANNA, P. ,2012, Cloud Computing:" The Silver Lining, International Journal Of Computer Applications. 56(9): 30- 38.

MELL P., and GRANCE T.,2011, "The NIST Definition of Cloud Computing", National Institution of Standards and Technology (NIST), USA, Special Publication 800-145.

OKUTUCU,B.,O.,2012, Bulut Bilişim ve Teknolojileri, Okan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

PİRES S., and CAMARGO J.B., 2010, "Using Cloud Computing to Integrate Processes in the Supply Chain", POMS 21st Annual Conference, Vancouver, Canada.

RİMAL,B.P, JUKAN, A.,KATSAROS, D., GOELEVEN, Y.,2011,Architectural Requirements For Cloud Computing Systems: An Enterprise Cloud Approach, Journal Of Grid Computing, 9 (1), pp.3-26.

RUSSELL, S. H.,2000, Growing World of Logistics, Air Force Journal of Logistics, 24 (4), pp.12-17.

TEK, Ö.B. ve KARADUMAN, İ.,2012, Lojistik Yönetimi: Tedarik Zinciri Bakış Acısıyla Global Yönetimsel Yaklaşım-Türkiye Uygulamaları,Ekonomi Yayınları, İstanbul.

The NIST Definition of Cloud Computing,2011,National Institute of Science and Technology. Retrieved

TİWARİ, A., and JAİN, M.,2013, Analysis of supply chain management in cloud computing, International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering, vol. 3, no. 5, pp. 152-155.

YILDIRIM, M., 2009, RFID Sistemi Kullanılarak Lojistik Süreçlerin İyileştirilmesi Ve Bir Uygulama Önerisi, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Aracını Buluttan Takip Et, http://www.karel.com.tr/sites/default/files/belge/doc/ucap/karel_makele_aracini_buluttan_takip_et_26_06_2012_0.pdf, Erişim tarihi; 28.05.2016

Bulut Bilişim, ,http://www.mustafakucuk.net.tr/bulut-cloud-computing/28-bulut- bilisim, Erişim tarihi; 26.03.2016

http://www.lojistikprogrami.net/tr/project.aspx?tip=o&kod=2, Erişim tarihi, 13.03.2016

http://www.lojistikprogrami.net/tr/project.aspx?tip=o&kod=1 , Erişim tarihi, 13.03.2016

http://www.lojistikprogrami.net/tr/project.aspx?tip=o&kod=11 , Erişim tarihi, 13.03.2016

http://www.lojistikci.com/?p=379, Erişim tarihi; 28.05.2016

KÜÇÜK VE ORTA BÜYÜKLÜKTEKİ İŞLETMELERDE ELEKTRONİK TİCARET, KARŞILAŞILAN SORUNLAR VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ KAHRAMANMARAŞ'TA BİR UYGULAMA

Necati Karapınar
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Nusret Göksu
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Alaeddin Koska
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

ÖZET

Araştırmanın temel amacı KOBİ'lerde elektronik ticaret engelleri ile ilgili literatürde yer alan teorik bilgilerin günlük hayatımıza yansımalarını ele almak, KOBİ'lerin gerçekte hangi sebepler nedeniyle internet üzerinden satış yapamadıklarını belirlemek ve çözüm önerileri sunmaktır. Bu kapsamda Kahramanmaraş'ta faaliyette bulunan KOBİ'ler arasından 62 işletmenin yöneticisi veya e-ticaretle ilgili sorumlusu konumundaki kişilere anket uygulanmıştır. Elde edilen anket formlarındaki verilerin analizi için NCSS 2007 programı kullanılmıştır. Çalışma verileri değerlendirilirken tanımlayıcı istatistiksel metotların yanısıra normal dağılım göstermeyen parametrelerin iki grup karşılaştırmalarında Mann Whitney U testi ve Parametreler arası ilişkilerin değerlendirilmesinde de Pearson Korelasyon Analizi kullanılmıştır. KOBİ'lerin e-ticaret sorunlarından müşteri kaynakları sorunların daha teknolojik alt yapı eksikliğinden kaynaklandığı, teknoloji kaynaklı sorunların ise işletmelerden ve işletmelerde teknoloji kullanım becerisi yetersiz personel gücünden kaynaklandığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak, KOBİ'lerin e-ticareti bir yenilik değil zorunluluk olarak görmesi gerekmektedir. Ayrıca KOBİ'lerin e-ticaret kapsamında mevcut durumlarını ve çevresel fırsatları analiz etmeli, personellerinin e-ticaret yeteneklerini geliştirmeli, işletme işleyiş sürecine e-ticaret anlayışını yerleştirmelidir.

Anahtar Sözcükler: KOBİ, Elektronik Ticaret

E-COMMERCE IN SMALL AND MEDIUM SİZE ENTERPRISES, AN IMPLEMENTATION FOR PROBLEMS AND SOLUTIONS IN KAHRAMANMARAŞ

ABSTRACT

The main obective of this research is to indicate the electronic trade barriers to deal with daily reflections to our lives about SMEs theoretical information contained in literature and to determine if they can not sell on the internet due to which reason and to provide solutions. In this context, a survey administered to the managers or persons who are responsible for e-commerce in 62 SMEs in Kahramanmaraş. For the analysis of data obtained from surveys NCSS 2007 program was used. Data were analyzed using descriptive statistical methods Plus, Mann-Whitney U test was used to compare to the two groups parameters of a non normal distribution. and to evaluation of relations between parameters pearson

correlation analysis. SMEs' e-commerce issues of client resources to be caused by lack of better technological infrastructure problems, technology problems originated the use of technology in businesses and business skills has been determined to be caused by inadequate staff strength. As a result, SMEs need to see the e-commerce as a necessity not an innovation. Also within the scope of e-commerce for SMEs should analyze the current situation and environmental opportunities for staff to develop their e-commerce capabilities should place the understanding of e-commerce business operation process.
Keywords: SMEs, E-Commerce

1. GİRİŞ

Bilgi çağı olarak tabir edilen günümüzde, internet ve bilişim teknolojilerindeki gelişmeye paralel olarak işletmelerin iş ve ticaret yapma yöntemlerinde de büyük oranda değişiklik olmuştur. Özellikle ülke ekonomimizde önemli bir kısmını oluşturan Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmelerde (KOBİ'ler) internet ve internet teknolojilerinin etkisi kendisini göstermektedir. Günümüzde yaşanan rekabet ortamında KOBİ'lerin rekabet avantajı elde edebilmesi için geleneksel ticaret yöntemlerinin yanı sıra teknolojik gelişmeleri de yakından takip etmelerini gerektirmektedir. Bilgi akışı, ürün ve hizmet alım satımı gibi faaliyetlerin elektronik ortamda gerçekleştirilmesi olarak tanımlanabilen Elektronik ticaret KOBİ'lere rakiplerinin önüne geçebilmelerine yardımcı olacak ayrıca yeni pazarlara ulaşma konusunda fırsatlar sunacaktır. Bu nedenle KOBİ'ler için internet ve bilişim teknolojilerinin kullanımı olan elektronik ticaret kullanımı kaçınılmaz hale gelmiştir.

2. ELEKTRONİK TİCARET VE KOBİ'LER

2.1.Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmeler

KOBİ'lerin bütün ekonomilerin temel dinamiğini oluşturmalarına rağmen bütün dünyada kabul görmüş belli, tek bir tanımı, sınıflandırması bulunmamaktadır (Sarıaslan, 1994).

Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmeler (KOBİ'ler), esnek yapıları sebebiyle meydana gelen değişikliklere ve yeniliklere hızla uyum sağlayabilmekte ve hem ekonomik hayatta hem de sosyal hayatta önemli roller üstlenmektedirler. 2015 yılı TÜİK verilerine göre Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmeler (KOBİ) toplam girişim sayısının %99,8'ini, istihdamın %74,2'sini, maaş ve ücretlerin %54,7'sini, cironun %63,8'ini, faktör maliyetiyle katma değerin (FMKD) %52,8'ini ve maddi mallara ilişkin brüt yatırımın %53,3'ünü oluşturmaktadır(TÜİK,2015). KOBİ'ler mal ve hizmet üretme işlemlerinin yanı sıra aynı zamanda büyük işletmeler için girdi oluşturan yan sanayi işletmeleridir.

2.2.Elektronik Ticaret

Elektronik ticaret'in içeriği ve sınırları devamlı bir gelişim ve değişim gösterdiğinden genel bir tanımını yapmak oldukça güçtür. E-ticaretin genel kabul görmüş tanımı 1997 yılında OECD (İktisadi İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı) tarafından yapılan tanımlamadır; sayısallaştırılmış yazılı metin, ses ve görüntünün işlenmesi ve iletilmesine dayanan kişileri ve kurumları ilgilendiren tüm ticari işlemlerdir(Ayden ve Demir, 2011). Dünya Ticaret Örgütü e-ticareti ''mal ve hizmetlerin sunum, reklam, sipariş, satış ve pazarlama faaliyetlerinin telekomünikasyon ağları üzerinden yapılmasıdır" şeklinde ifade etmiştir (Kırçova, 1999).

Bir başka tanımda ise, elektronik ticaret mal ve hizmetlerin üretim, tanıtım, satış, sigorta,dağıtım ve ödeme işlemlerinin bilgisayar ağları üzerinden yapılma süreci olarak tanımlanmıştır.Kısaca e-ticaret mal ve hizmetlerin satışının internet üzerinden gerçekleştirilmesi olarak özetlenebilir(Sekarchi, 2013). E-ticaret, yeni bir satış kanalı oluşturmanın yanı sıra işletmelere hem mevcut pazar potansiyellerini genişletmeleri hem de yeni pazarlar yaratmasına fırsat vermektedir.

Elektronik ticarette karşılıklı taraflar incelendiğinde dört farklı türü karşımıza çıkmaktadır. Bunlar; Şirketler arası (B2B), Şirket-Tüketici arası (B2C), Şirket-Kamu arası (B2P) ve Kamu-Tüketici arası (P2C) dır.

2.3.Kobi'lerde E-Ticaret Uygulamaları

Elektronik iletişim teknolojileri, 1980 yıllardan günümüze kadar ticari hayatta kullanılmaktadır. Ancak özellikle internetin ticari hayatta kullanımı 1990'lı yıllarda başlamıştır.1990'lardan itibaren internet sayesinde daha fazla çeşitlilikte işin daha az maliyetle yapılabileceği görülmüştür. Küçük işletmeler, internetin ekonomik açıdan daha ulaşılabilir hale gelmesiyle elektronik ticareti kullanabilir duruma gelmişlerdir (Ene, 2002).

İnternet kullanımının yaygınlaşması ile elektronik ticaret büyük ölçekli işletmelere karşı KOBİ'lere önemli fırsatlar sağlamaktadır.(Öz, 2001).E-Ticaret ürettikleri ürünün satılabilmesi için hedef kitleye ulaşacak Pazar kanalları olmayan KOBİ'lere etkili ve ucuz bir pazarlama kanalı sunarak tüm dünyada milyonlarca kişi ve kuruluşa ulaşmalarını sağlamaktadır. Böylelikle KOBİ'ler yüksek yatırım harcamaları

yapmadan daha az maliyetle ve daha hızlı pazara girebilme, bu pazarlara ürün sunabilme fırsatına kavuşacaklardır(Kartal, 2002).
KOBİ'ler elektronik ticaretten faydalandıklarında elde edecekleri avantajlar, şu şeklide özetlenebilir; Sipariş işlemlerinde veri giriş yolu ile atıl olan istihdam sayısı azaltılabilir. Müşteriler siparişlerini elektronik ortamda verebilirler ve bu yolla zaman tasarrufları sağlanabilir. Yeni bir ticaret stratejisi veya pazar konumlandırılmasında elektronik ticaretten faydalanılabilir. İnternetin değişik pazarlara ulaşmada sunduğu yararlar nedeniyle, işletmeler çok kısa surede çok fazla tedarikçiye ulaşabilirler. Kontrol edilemeyen faktörlerden dolayı tedarik akışının kesilmesi durumunda diğer tedarikçilerle hızlı iletişime geçilebilir. E-Tedarik sistemleri ile işletmenin çalışanlarının bölümlerinin ve diğer tüm unsurlarının taleplerinin ve işlemlerinin belirli bir merkezden izlenmesi ve analizi mümkün olabilir. İnternette çok fazla sayıda olan işletmelerin meydana getirdiği rekabet unsuru nedeniyle Pazar bilgisi acısından yeterli ve acık ortamlar, alıcıların daha iyi karar vermesine ve urun, fiyat ve benzeri bilgileri daha doğru elde etmesine imkan verebilir. İşletmeler alımlarda kendilerine ortak firma bularak, büyük ölçekli alımlar vasıtası ile çeşitli fiyat indirimleri elde edebilirler(Williams,1999).
Ülkemizde e-ticaret yapan KOBİ sayısının alt yapı eksikliği sebebiyle gelişmiş ülkelere göre düşük sayıdadır öyle ki e-ticaret yapan KOBİ sayısının%10'ların üzerinde olduğu ifade edilmektedir. Günümüzde internet erişimine sahip KOBİ'lerin oranı 2015 yılında %92,2 oranındadır. Girişimlerde bilişim teknolojileri kullanım araştırmasına göre 10 ve daha fazla çalışanı olan girişimlerin %92,5'i internet erişimine sahip olup, bu oran KOBİ'lerde %92,2 oldu. Araştırma kapsamındaki girişimlerin bilgisayar kullanım oranı %95,2, web sayfası sahiplik oranı %65,5, İnternete geniş bant bağlantı ile erişim oranı %92,4 iken, en yaygın kullanılan internet bağlantı türü %88,1 ile DSL bağlantı oldu(TÜİK,2015). Ayrıca, KOBİ'lerin %81'i 2014 yılında kamu ile iletişimde internet kullandı Girişimlerin kamu kurum ve kuruluşları ile iletişimde interneti kullanma oranı 2014 yılında %81,4 oldu. KOBİ'lerde bu oran %81 oldu. 2014 yılında KOBİ'lerde web sayfası veya Elektronik Veri Alışverişi (EDI) yoluyla mal/hizmet siparişi alımı %10,4 oranında gerçekleşmiştir(TÜİK,2015).Bu oranın yükselmesi aslında KOBİ'ler için bir zorunluluktur. Bu noktada; tüm dünyada e-ticaret hacminin gittikçe arttığı ve pek çok işletmenin satın alma işlemlerini elektronik ortamda gerçekleştirdikleri dikkate alındığında, elektronik ortamdan uzak kalan KOBİ'lerin uzun dönemde ayakta kalmalarının fiilen imkansız hale geleceği rahatlıkla söylenebilir(Türkmen ve Songür, 2010).

3. METODOLOJİ

3.1.Araştırmanın Amacı, Yöntemi

Bu araştırmanın amacı, Kahramanmaraş merkez ilçelerinde faaliyet gösteren KOBİ'lerin elektronik ticaret kullanma durumlarını ortaya koymaktır. Bu amaç doğrultusunda; KOBİ'lerin e-ticaret yapma/yapmama durumları, E-ticaret yapmayan KOBİ'lerin; e-ticaret yapmama nedenleri ve e-ticaret yaparken karşılaştıkları sorunlar incelenmiştir.
Kahramanmaraş ili merkezinde faaliyet gösteren Kahramanmaraş Sanayi ve Ticaret Odasına kayıtlı 200 işletmeye elektronik posta ve yüz yüze görüşme yoluyla anket yapılmıştır. Ankete katılan 62 firma çalışma evreni olarak alınmıştır.

3.2.Araştırmanın Önemi

Türkiye'de teknoloji takip edilmekte, elektronik ticaret alanında çalışmalar yapılmaktadır. Fakat elektronik ticaret daha çok, büyük ölçekli markalaşmış kurumsal firmalar tarafından yapılmakta olup küçük ve orta büyüklükteki işletmelere (KOBİ) aktarımı tam olarak sağlanamamıştır. Bu nedenle E-ticaret gibi geniş bir konuda e-ticaret başarısına etki eden kritik faktörlere odaklanma ve sorunların kaldırılmasını sağlayan öneriler oldukça önem kazanmaktadır.

3.3.Veri Toplama Yöntemi ve Uygulanması

Araştırma için gerekli verileri elde edilmesinde anket yöntemi kullanılmıştır. Verilerin toplanması için iki bölümden oluşan anket online olarak düzenlenmiştir. Birinci bölümde, katılımcı ve işletmeyle ilgili bir grup bilgiler elde edilmiştir. İkinci bölümde ise KOBİ'lerin e-ticarette karşılaşılan sorunların altı boyutunu (Müşteri, Teknoloji, İşletme, Personel, Makro ve Yasal, Rekabet kaynaklı Baskılar ve sorunlar) incelemek üzere çeşitli çalışmalardan alınmış ve bu çalışma için geliştirilmiş (Sekarchi, 2013) 5'li likert ölçeği kullanılmıştır.
İstatistiksel analizler için NCSS (Number Cruncher Statistical System) 2007 (Kaysville, Utah, USA) programı kullanıldı. Çalışma verileri değerlendirilirken tanımlayıcı istatistiksel metotların (Ortalama, Standart Sapma, Medyan, Frekans, Oran, Minimum, Maksimum) yansıra normal dağılım göstermeyen parametrelerin iki grup karşılaştırmalarında Mann Whitney U testi kullanıldı. Normal dağılım göstermeyen üç ve üzeri grupların karşılaştırmalarında ise Kruskal Wallis test ve farklılığa neden çıkan

grubun tespitinde Mann Whitney U test kullanıldı. Parametreler arası ilişkilerin değerlendirilmesinde de Pearson Korelasyon Analizi kullanıldı. Anlamlılık $p<0.01$ ve $p<0.05$ düzeylerinde değerlendirildi.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Güvenilirlik Analizleri, Cronbach Alfa Katsayısı (Alfa yöntemi):

Ölçeklerin güvenilirliğinin test edilmesinde Alfa Katsayısından (Coranbach Alfa) yararlanılmıştır. Yapılan analizlerde 10 katılımcıdan elde edilen veriler kullanılmıştır. Müşteri kaynaklı baskılar ve sorunlar ölçeğinin iç tutarlılığının incelenmesi sonrasında $\alpha = 0,915$ güvenilirlik değeri elde edilmiştir. Faktörü oluşturan maddelerin güvenilirlik düzeyine etkileri ise Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1: Müşteri Kaynaklı Baskılar Ve Sorunlar Ölçeğinin Alt Boyutları İç Tutarlılık Değerleri

	Soru sayısı	*Cronbach Alfa*
Müşteri Kaynaklı Baskılar ve Sorunlar	9	0,779
Teknoloji Kaynaklı Baskılar ve Sorunlar	6	0,679
İşletme Kaynaklı Baskılar ve Sorunlar	9	0,789
Personel Kaynaklı Baskılar ve Sorunlar	3	0,807
Makro ve Yasal Sorunlar	10	0,865
Rekabet Kaynaklı Baskılar ve Sorunlar	2	0,631

Demografik Özelliklere İlişkin Bulgular:

Katılımcıların %9,7'si (n=6) kadın iken, %90,3'ü (n=56) erkektir. Yaşları, %11,3'ünün (n=7) 18-25 yaş, %19,4'ünün (n=12) 26-33 yaş, %35,5'inin (n=22) 34-41 yaş, %22,6'sının (n=14) 42-49 yaş, %11,3'ünün (n=7) ise 50 yaş ve üzeridir.

Eğitim durumları %9,7'sinin (n=6) lise iken, %19,4'ünün (n=12) ön lisans, %41,9'unun (n=26) lisans, %41,9'unun (n=26) lisans, %29,0'unun (n=18) ise lisansüstüdür.

Faaliyet alanı, %27,4'ünün (n=17) tekstil iken, %11,3'ünün (n=7) elektronik, %17,7'sinin (n=11) metal sanayi, %43,5'inin (n=26) diğer faaliyet alanlarıdır. Faaliyet yılları, %8,1'inin (n=5) 0-1 yıl iken, %8,1'inin (n=5) 1-3 yıl, %11,3'ünün (n=7) 3-5 yıl, %25,8'inin (n=16) 5-10 yıl, %46,8'inin (n=29) ise 10 yıl üzeridir.

Çalışan sayıları, %35,5'inin (n=22) 1-10 kişi iken, %21,0'inin (n=13) 11-20 kişi, %22,6'sının (n=14) 21-40 kişi, %8,1'inin (n=5) 41-60 kişi, %12,9'unun (n=8) 61 kişi ve üzeridir. İşletmelerin, %98,4'ü (n=61) e-mail, %77,4'ü (n=48) ise web sayfası kullanmaktadır.

İşletmelerin Müşteri Kaynaklı Baskı Ve Sorunlarının İncelenmesi;

Müşteri kaynaklı baskılar ve sorunlar ölçeğinin, müşteri kaynaklı sorunlar, teknoloji kaynaklı sorunlar, işletme kaynaklı sorunlar, personel kaynaklı sorunlar, makro ve yasal sorunlar ve rekabet kaynaklı sorunlardan oluşan alt boyutları ile ilişkisi Pearson Correlation testiyle analiz edilmiş ve tablo 2' de gösterilmiştir.

Tablo 2: Müşteri Kaynaklı Baskılar Ve Sorunlar Ölçeğinin Alt Boyutları Arasındaki İlişkisi

		Müşteri Kaynaklı Sorunlar	*Teknoloji Kaynaklı Sorunlar*	*İşletme Kaynaklı Sorunlar*	*Personel Kaynaklı Sorunlar*	*Makro ve Yasal Sorunlar*	*Rekabet Kaynaklı Sorunlar*
Müşteri Kaynaklı Sorunlar	***R***	1	0,532	0,443	0,404	0,46	0,523
	P		**0,001****	**0,001****	**0,001****	**0,001****	**0,001****
	R		1	0,567	0,541	0,235	0,449
Teknoloji Kaynaklı Sorunlar	***P***			**0,001****	**0,001****	***0,066***	**0,001****
	R			1	0,727	0,438	0,275
İşletme Kaynaklı Sorunlar	***P***				**0,001****	**0,001****	***0,030****
	R				1	0,295	0,41
Personel Kaynaklı Sorunlar	***P***					***0,020****	***0,001*****
	R					1	0,334
Makro ve Yasal Sorunlar	***P***						***0,008*****
	R						1
Rekabet Kaynaklı Sorunlar	***P***						

*r= Pearson Correlation **p<0,01 *p<0,05*

Tablo 2 incelendiğinde;

- Müşteri Kaynaklı Sorunlar puanı ile Teknoloji Kaynaklı Sorunlar puanı arasında (r=0,532) pozitif yönde;
- Müşteri Kaynaklı Sorunlar puanı ile İşletme Kaynaklı Sorunlar puanı arasında (r=0,443) pozitif yönde;
- Müşteri Kaynaklı Sorunlar puanı ile Personel Kaynaklı Sorunlar puanı arasında (r=0,404) pozitif yönde;
- Müşteri Kaynaklı Sorunlar puanı ile Makro ve Yasal Sorunlar puanı arasında (r=0,460) pozitif yönde;
- Müşteri Kaynaklı Sorunlar puanı ile Rekabet Kaynaklı Sorunlar puanı arasında (r=0,523) pozitif yönde anlamlı ilişki görülmektedir (p<0,01).
- Müşteri Kaynaklı Sorunlar puanı ile Teknoloji Kaynaklı Sorunlar puanı ile İşletme Kaynaklı Sorunlar puanı arasında (r=0,567) pozitif yönde;
- Müşteri Kaynaklı Sorunlar puanı ile Personel Kaynaklı Sorunlar puanı arasında (r=0,541) pozitif yönde;
- Müşteri Kaynaklı Sorunlar puanı ile Rekabet Kaynaklı Sorunlar puanı arasında (r=0,449) pozitif yönde anlamlı ilişki görülür (p<0,001);
- Müşteri Kaynaklı Sorunlar puanı ile Makro ve Yasal Sorunlar puanı arasında anlamlı ilişki görülmemektedir (p>0,05).
- İşletme Kaynaklı Sorunlar puanı ile Personel Kaynaklı Sorunlar puanı arasında (r=0,727) pozitif yönde;
- İşletme Kaynaklı Sorunlar puanı ile Makro ve Yasal Sorunlar puanı arasında (r=0,438) pozitif yönde;
- İşletme Kaynaklı Sorunlar puanı ile Rekabet Kaynaklı Sorunlar puanı arasında (r=0,275) pozitif yönde anlamlı ilişki görülmektedir (p<0,01).
- İşletme Kaynaklı Sorunlar puanı ile Personel Kaynaklı Sorunlar puanı ile Makro ve Yasal Sorunlar puanı arasında (r=0,295) pozitif yönde;
- İşletme Kaynaklı Sorunlar puanı ile Rekabet Kaynaklı Sorunlar puanı arasında (r=0,410) pozitif yönde anlamlı ilişki görülmektedir (p<0,01).
- Makro ve Yasal Sorunlar puanı ile Rekabet Kaynaklı Sorunlar puanı arasında (r=0,334) pozitif yönde anlamlı ilişki görülmektedir (p<0,01).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ekonomik hayatının neredeyse tamamını oluşturan KOBİ'lerin elektronik ticaretle ilgili sorunlarının araştırıldığı araştırmada, sorunlar müşteri kaynaklı sorunlar, teknoloji kaynaklı sorunlar, işletme kaynaklı sorunlar, personel kaynaklı sorunlar, makro ve yasal sorunlar ve rekabet kaynaklı sorunlardan oluşan altı başlıkta gruplandırılmıştır.

Türkiye'de fiziki ve idari alt yapı eksikliği, gerekli yasal düzenlemelerin olmaması, kamuoyunun bilgi eksikliği gibi nedenlerden dolayı elektronik ticaret bilinci tam olarak oluşmadığı tespit edilmiştir.

KOBİ'lerin elektronik ticaret konusunda sorunlarının başında işletmelerin halen elektronik ticaret anlayışına sahip olmaması ve halen geleneksel satış yöntemlerini tercih etme anlayışının olduğu ve elektronik ticareti yönlendirecek yetenekli personel gücünün olmadığı tespit edilmiştir. İşletme yetkililerinde, müşterilerin elektronik ticarete güvensiz yaklaştığı, geleneksel satış yöntemleri gibi fiyat ve miktar pazarlığı yapılmaması, ödemenin nakit olmaması ve kredi kartı vs. ile yapılması gibi nedenlerden dolayı elektronik ticareti tercih etmeyeceği anlayışının olduğu bu nedenle elektronik ticaretin satışlarını azaltacağı fikirleri elektronik ticarete karşı olumlusuz bakış acısı oluşturmuştur.

E-ticaretin geliştirilmesi için firmalara ve devlete büyük görevler düşmektedir. Kanun koyucu yasal düzenlemelerle e-ticaretin daha güvenli, sağlıklı ve etkin yapılmasını sağlamalı, elektronik ticaret yapan işletmelerin alt yapı sorunlarını çözücü yasal düzenlemeler yapmalı, elektronik ticareti teşvik edici politikalar geliştirmelidir. İşletmelerde elektronik ticareti bir yenilik olarak değil de zorunluluk olarak görmelidir. Özellikle küçük sermaye yapılarıyla pazarlama sorunları yaşayan KOBİ'lerin rekabet avantajı sağlaması için yeni pazarlara daha hızlı daha az maliyetle ulaşmasına imkan veren elektronik ticaretin önemini anlamalıdır. Elektronik ticaretin imkanlarından faydalanmak için KOBİ'ler mevcut yapılarını ve çevrelerini iyi analiz etmeli, elektronik ticaret konusunda, zayıf kaldıkları insan kaynakları gücünü ve teknolojik alt yapılarını geliştirmelidir. Ayrıca, müşterilerin elektronik ticaret konusundaki olumsuz görüşlerini azaltmak amacıyla devletle işbirliğiyle elektronik ticaret konusunda bilgilendirme faaliyetleri yapmalıdır.

KAYNAKÇA

AYDEN, C, ve DEMİR, Ö,2011, Elektronik Ticaret;Tüketici Davranış ve Tercihleri Üzerine Bir Çalışma, Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt: 21, Sayı: 2, Sayfa: 149-161, Elazığ.

ENE, S. 2002, Elektronik Ticarette Tüketicinin Korunması ve Bir Uygulama, İstanbul: Pusula Yayıncılık ve İletişim Ltd.

KARTAL, C., 2002, İnternet Ortamında Pazarlama: Elektronik Ticarete İlk Adım, Gazi Kitapevi, Ankara.

KIRÇOVA, İ.,1999. "İnternette Pazarlama", Beta Basım Yayım Dağıtım, İstanbul.

ÖZ, O.,2001, İşletmeler Arası E-Ticareti Geliştirmek, Ankara: Arkadaş Yayınları

SARIASLAN, H.,1994, Orta ve Küçük Ölçekli İşletmelerin Finansman Sorunları Çözüm İçin Bir Finansal Paket Önerisi, Ankara: TOBB Yayınları No:281.

SEKARCHİ, R.2013,Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmelerde E-ticaret, Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Önerileri Ankara ilinde bir Uygulama;Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

TURKMEN, B, ve SONGÜR, N., 2010," KOBİ'lerde E-Ticaret Kullanımına Yönelik Bir Araştırma: Ostim Örneği, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi,23, 231-242

TÜRKİYE İSTATİSTİK KURUMU (TÜİK) ,2015, Küçük ve Orta Büyüklükteki Girişim İstatistikleri,file:///C:/Users/user/Downloads/K%C3%BC%C3%A7%C3%BCk_ve_Orta_B%C3%BCy%C3%BCkl%C3%BCkteki_Gir_19.11.2015.pdf

WİLLİAMS, V,1999, " E-Commerce Small Business Venture Online", Office of Advocacy, U.s Small Business Administration.

YERLİ OTOMOBİL ÜRETİMİNDE ZEKİ ALGI ANALİZİ

Buket Karatop
İstanbul Üniversitesi

Cemalettin Kubat
Sakarya Üniversitesi

ÖZET

Otomotiv sektörü, ekonominin baş aktörlerinden ve diğer sektörlerin lokomotifi konumundadır. Otomotiv ana sanayi; traktör, toplu taşıma araçları, eşya taşıma araçları ve binek otomobillerinin üretiminden oluşmakla birlikte bu sektörde ağırlıklı üretim binek otomobilleri üzerine yoğunlaşmakta: rekabet ortamında her yıl yeni modeller müşterinin beğenisine sunulmaktadır. Önümüzdeki birkaç yıl içinde yerli otomobilin ya da daha doğru bir ifadeyle Türk Marka Patentli Otomobilin (TMPO) seri üretime başlaması ve pazara sunulması beklenmektedir.

Algılamanın sözlük anlamı, "Bir olayı veya bir nesnenin varlığını duyu organlarıyla kavramak, idrak etmektir". Algılama dinamik bir süreç olmakla birlikte her zaman doğru bilgi ile şekillenmeyebilir. Algıda beş duyu ve kültürel yapı etkin rol üslenmektedir. Bu sebeple pazara yeni sunulan ürünlerde algı analizlerinin bilimsel yöntemlerle yapılması önem kazanmaktadır.

Toplumda statü göstergesi olarak kabul edilen ürünlerin pazara sunumundan önce çeşitli analizlerin detaylı yapılması gerekir. Otomobil de toplumda statü göstergesi olarak kabul edilen ürünlerdendir. Pazara sunumu öncesinde algı analizinin yapılması pek çok fayda sağlayacaktır. Üretimi gerçekleşmemiş bir ürün için algı analizleri aynı zamanda müşterinin beklentisini de ortaya koymaktadır. Üreticinin, bu analizler sonucunda müşterinin yanlış algılarını doğru bilgiler ile dönüştürme stratejileri belirlemesine ve ürünün pazarda güçlü yer almasına katkı sağlayacağı söylenebilir.

Bu çalışmada TMPO için potansiyel müşterilerin algısı araştırılmış ve analiz edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Algı, algı analizi, bulanık mantık, Türk Marka Patentli Otomobil

1. GİRİŞ

Dünya ekonomisinin bel kemiğini oluşturacak kadar büyük bir üretim hacmine sahip olan otomotiv sektörü, ekonomi ve sanayinin gelişmesine lokomotif görevi görmekle birlikte aynı zamanda teknolojinin ve müşteri vizyonunun gelişmesinde de önemli rol oynamaktadır. Bu ve benzer nedenlerden dolayı tüm gelişmiş ülkelerin odaklandığı bir sektördür (Karatop, 2015: 96). Devletler ekonomilerini güçlü tutmak ve gücün devamlılığını sürdürmek için otomotiv sektörünü desteklemekte, rekabet unsurları da artmaktadır. Rekabet unsuru olarak yeni teknolojik gelişmeler kullanıldığı gibi olumlu algı yönetimi de kullanılmaktadır.

Algılamanın sözlük anlamı, "Bir olayı veya bir nesnenin varlığını duyu organlarıyla kavramak, idrak etmektir". Algılama dinamik bir süreç olmakla birlikte her zaman doğru bilgi ile şekillenmeyebilir. Doğru bilgi ile şekillenmesini sağlamak aslında iş etiği açısından da önemlidir. Ürün yada hizmeti sunan açısından müşteriye güven telkin eder. Algıda beş duyu ve kültürel yapı etkin rol üslenmektedir. Bu sebeple pazara yeni sunulan ürünlerde algı analizlerinin bilimsel yöntemlerle yapılması önem kazanmaktadır.

Özer (2012:154) algının "kişilerin çevreleriyle ilgili uyarıyı duyma, organize etme, anlama ve değerleme süreci olarak değerlendirilmekte" olduğunu ve aslında algının, "duyu organlarından gelen verilerin (bilgi, uyarı) organize edilmesi ve onlara anlam verilmesi ile ilgili süreci ifade ettiğini" bildirmektedir.

2. ALGI YÖNETİMİ ve OLUMLU ALGI YÖNETİMİ

Algı yönetimini toplum mühendisliği perspektifinden değerlendirildiğinde dinlerin yayılmasında kullanılan çok eski ve adının konması birkaç bin yıl sonra CIA ve Pentagon tarafından konulan bir yöntemdir (Saydam A, 2005). Algı ya da algılama yönetimi yüzyıllardır bireyler ve toplumlar arasında uygulanan yöntemler olduğu söylenebilir.

Özer'e göre (2012:149) algı, "dış dünyanın duyumlarla gelen imgesinin bilinçte gerçekleşen tasarımı olarak belirtilmektedir. Nesneler duyu organlarını etkilemekte, bu etki ise bilince aktarılmaktadır." Algı ve gerçeklik arasındaki uçurum algı yönetimidir (21. Yüzyıl Türkiye Enstitüsü, 2011). Olumlu algı yönetimi ise algı ile gerçekliğin arasındaki uçurumun minimuma indirilmesi hata mümkünse aradaki farkın sıfırlanmasıdır (Denklem 1).

X= Kabul edilebilir Yanılma Değeri olmak üzere;

$$|\text{ALGI} - \text{GERÇEKLİK}| \quad \leq \min x \quad ise \quad OLUMLU\ ALGI \qquad (1)$$

Saydam'a göre (2005:81), "Algılama yönetimi, daha geniş kapsamlı, daha çok fayda sağlayan ve daha az belirsiz enformasyon elde edebilmek için dış dünyadan veri akışını kontrol etmek ve geliştirmek anlamına gelmektedir. Bu tanım, aynı zamanda algılama yönetiminde, veri elde etmenin suni bir haber alma sürecinin ayrılmaz bir parçası olduğunu ortaya koymaktadır".

ABD Savunma Bakanlığı tanımı şöyledir "Algılama yönetimi, dış izleyicilerce seçilmiş bilgileri yalanlama ve/veya bildirme faaliyetleridir. Amaç hedef kitlenin duygularını, güdülerini, amaçlarını anlamak etkilemek ve değiştirmektir. Bunun için her düzeyde ve her türlü istihbarat sistemi kurulur. Temel amaç; liderleri resmi tahminler ve öngörüler ile etkileyerek resmi faaliyet ve dışsal davranış olarak çıktıya ulaşmaktadır. Birçok farklı alanda algılama yönetimi doğru projeksiyonları, operasyon güvenliği, aldatmayı, örtbas etmeyi ve psikolojik operasyonları bir araya getirmektir"(Thr freedictionary, 2006 'dan aktaran Özer, 2012:157). Etik olarak doğru olan kitlelerin bir plan doğrultusunda kandırılması değil doğruyu idrak etmelerinin sağlanmasıdır. Hedef kitleyi doğru bilgiyle donatarak algının yönetilmesine bu çalışmada olumlu algı yönetimi adı verilmiştir. Olumlu algı yönetimi; gerçeklikle ilgili olumsuz veya yanlış duygu, düşünce ve bilincin; doğru ve gerçek bilgi ile dönüştürülmesi işlevidir.

Olumlu algı yönetimi, algılama eyleminin gerçek bilgiye en yakın olarak doğrunun algılanmasını sağlamak olarak tanımlanabilir.

3. ALGI TASARIMI

Algılama sürecindeki en önemli etmen olan bireyler, algılanan aynı kavrama farklı algısal tepkiler verebilmektedir. Algılama sürecindeki bireylerin dikkat, algısal değişkenler ve algısal kalıcılıktaki seçiciliği bu sonucu doğurmaktadır (Kotler, 2001'den aktaran Erişti ve ark., 2013; 48). Algılama sürecinde, bireyin çevresinde algının oluşumuna katkı sağlayan birçok etmen bulunmaktadır. Aynı zamanda bireyin içinde bulunduğu doğal alan ile geçmişten gelen sosyo-kültürel ortam adı verilen yapay alan söz konusudur (Erinç, 1998; Kotler, 2001'den aktaran Erişti vd., 2013:48). Bireyin algılaması bu etmenler ve alanların etkisinde gerçekleşmektedir.

Algılama bir süreç olarak değerlendirildiğinde; kişilerin sahip oldukları değer yargıları, amaç ve hedefleri, ihtiyaçları, içinde yetiştikleri kültürel ortam, bilgileri, hisleri, geçmişteki tecrübeleri ve hatta biyolojik ve fiziksel özellikleri gibi birçok etmen tarafından bu süreç etkilenmektedir. Bunun sonucu olarak da aynı olay farklı kişiler tarafından değişik şekillerde algılanmaktadır. (Eren, 2001:397'den aktaran Özsalmanlı ve ark. 2013:51).

Kaynak'a göre (1990:63) algılama "bir farkına varma, farkına varılma, bilgi setimiz içinde yer bularak yakıştırma ve söz konusu olguyu nitel ve nicel olarak yargılayıp değerleme sürecidir."

Pazara girmemiş bir ürün için algı yönetimi, pazarda yer almış üründen daha önemlidir. Çünkü rekabet koşullarında rakiplerin pazara ve ürün algısına müdahaleleri olabilmektedir. Bu durumda yeni ürün için olumlu algı yönetimi ve algı tasarımı hayati öneme haizdir.

Bu nedenle toplumumuzda algı tasarımının güven ve bilgiye dayalı olması gerekir. Üretim öncesi yapılan bu tasarım müşteri ve ürüne (yada üreticiye) çift yönlü gelişme ve fayda sağlayacağı söylenebilir. Olumlu algı yönetiminde algı tasarımı;

- ✓ Müşterinin doğru bilgi ile donatılmasıyla müşteri farkındalığı sağlar,
- ✓ Ürünü rekabette daha öne çıkaracak yenilikçi ve teknolojik üretimler yapar,
- ✓ Müşteri güveninin kazanmak için insan ve çevre dostu yaklaşımlar kullanır,
- ✓ Ürünün pazarda konumlandırma stratejilerini belirlemeye katkı sağlar,

Olumlu algı tasarımın gerçekleştirilmesi için ön hazırlık yapılmalı aşağıdaki sorular için detaylı raporlar hazırlanması gerekir.

- ➢ Hedef kitleyi ne kadar tanıyoruz?
- ➢ Hedef kitle ürün hakkında ne düşünüyor?
- ➢ Hedeflenen algı ne?
- ➢ Karşı algı operasyonlarına karşı stratejilerimiz var mı?
- ➢ Karşı algı operasyonlarına karşı refleksimiz gelişti mi?

Neyin nasıl algılandığı müşterinin ihtiyaç ve beklentileri ile doğru orantılıdır (21. Yüzyıl Türkiye Enstitüsü, 2011). Pazara sunulmamış bir ürün için algı analiz aynı zamanda beklentileri belirlemektedir.

4. YAPAY ZEKA VE ALGI YÖNETİMİ (ZEKİ YAKLAŞIM)

Yapay zekâ sistemlerini anlayabilmek için zekâ kavramını iyi anlamak gerekir (Öztemel, 2009:389). TDK ya göre zekâ "İnsanın düşünme, akıl yürütme, objektif gerçekleri algılama, yargılama ve sonuç çıkarma yeteneklerinin tamamıdır." Yapay zekâ, zekâ gerektiren konularda insan yerine çıkarım yapan bilgisayar programlarıdır. Zeki ise TDK ya göre "kavrama yeteneği olan, çabuk kavrayan" anlamı taşımaktadır. İnsan zekâ ile olayları kavrayabilme, anlayabilme, yorum yapabilme ve karar verebilme gibi yetilere sahip olmaktadır. Kubat'a göre (2015:620) "Yapay zekâ, insan tarafından yapıldığında zekâ olarak nitelendirilen davranışların (*zeki davranışların*) makine tarafından da yapılmasıdır. Yapay zekânın insanın aklının nasıl çalıştığını gösteren bir kavram olduğu da söylenebilir. Yapay zekânın amacı makinaları daha zeki hale getirirken, zekânın ne olduğunu anlamak, makinaları daha faydalı ve kullanışlı hale getirmektir. Bilgisayar yazılımları aracılığı ile düşünme, öğrenme, fikir yürütme, problemleri anlama/algılama ve sonuç çıkarma yeteneğini geliştirmek amacıyla yapılan çalışmaların tümü şeklinde tanımlanabilir. Yapay zekâ çalışmaları temelde işte bu yeteneklere sahip *zeki makinalar ve zeki yazılımlar* geliştirme amaçlı bilim ve mühendislik faaliyetlerini kapsayan bir bilim dalıdır."

Bu yazılımlar insan zekâsından daha hızlı, çok kriterli ve çok fazla verileri karşılaştırma, sınıflandırma, önceliklendirme gibi işlemler yaparak sonuç çıkarmaktadır. Böylece minimum hatalı ve optimuma en yakın sonuçlar elde edildiği söylenebilir. Belirsizlik veya yüksek risk özelliği taşıyan gerçek hayat problemlerinde yapay zekâ tekniklerinin kullanılması, optimuma en yakın sonucun bulunması gibi birçok faydalar sağlayacaktır.

Gerçek hayat problemleri belirsiz şartlarda oluşmakta kesin olarak bilinmeyen olaylar hakkında karar vermek gerekmektedir (Öztemel 2009:395). Bulanık sistemler belirsiz ve özellikle de modeli matematiksel olarak kurulamayan sistemler için uygundur (Kubat, 2015:623). Bundan dolayı bu çalışmada potansiyel müşterilerin yerli otomobil üretimi öncesinde risk algısının ağırlıklarının bulunması Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (BAHP) yöntemi ile hesaplanmıştır.

Ronnie vd., (2006:3) göre algılama yönetimi, "belirsizliği düşük olan, yüksek fayda içeren, içeriği dolu bilgileri dış dünyadan sağlama yöntemlerini geliştirme ve bunların kontrolünü sağlayan ve bu duruma uyan konseptler geliştirme yöntemi olarak bilinmektedir. Burada geçerli olan konseptler, gerekli verileri sağlama sürecinin bir sonucu olarak *yapay zekâ sisteminin içsel bir parçasıdır*. Bu bakış açısıyla hareket ettiğimizde algılama yönetiminin içeriğini belirleyebiliriz."

5. UYGULAMA

Uygulamada yerli otomobil üretimi öncesinde potansiyel müşteriler için algı ölçümü ve analizi yapılmıştır. Üretimim gerçekleşmemiş bir ürün için algı, birçok risk unsuru içerdiğinden bu çalışmada risk algısı üzerinden değerlendirme yapılmıştır.

Risk algısı tüm disiplinlerde varlığından söz edilebilir ve pazarlama alanında ilk 1960 yıllarında Bauer'in çalışmalarında görülmektedir (Snoj vd., 2004'den aktaran Aktan 2013:2). Risk algısı, satın almadan önce anlaşılamayan, sadece tahmin edilebilen ancak kullanım esnasında olumsuz sonuçlara neden olabilecek ürüne ait unsurlardan oluşmaktadır(Aktan, 2013:2). Aktan (2013:3) literatürde risk algısının 6 boyutta ele alınabileceğini bildirmektedir. Bu 6 risk algısı üzerinden uygulama yapılmıştır.

Literatürde görülen risk algısının boyutları şu şekildedir : (Kaplan vd, 1974 ve Stone vd., 1993'den aktaran Aktan, 2013:3, Demir 2011:268)

- ✓ "Finansal Risk: Ürüne verilen paranın boşa gitmesi, ürünle ilgili olası maddi kayıpla ilgili risktir. Tüketicilerin bir ürünü satın aldıkları zaman kabullendikleri mali yükümlülükler finansal riske neden olmaktadır. Ürünün fiyatı arttıkça finansal riskin artması beklenir.
- ✓ Psikolojik Risk: Ürünün tüketicinin egosuna zarar vermesi riskidir. Tüketicinin özgüveniyle ilgili risktir. Sosyal risk, diğer insanların tüketiciyle ilgili olumsuz düşüncelerinden meydana gelen risk iken, psikolojik risk tüketicinin kendisinin ürünün sahibi olmaktan veya ürünü kullanmaktan memnun olmamasıyla ilgili endişeleridir.
- ✓ Fiziksel Risk: Ürünün kullanımı esnasında kullanıcıya ve başkalarına zarar vermesi riskidir. Sağlık veya fiziksel durumla ilgili risktir. Bir ürünün kullanımı sırasında karşılaşılan tüm sağlık ve fiziksel durumla ilgili endişeler bu risk grubuna girer.
- ✓ Fonksiyonel Risk: Ürünün istenilen performansı verememesi riskidir. Ürünün performansıyla ilgili risktir. Tüketicinin satın alım ile karşı karşıya iken üründen elde edeceği faydadan emin olmaması tüketicinin bir risk ile karşı karşıya olmasına neden olmaktadır. Ürün ilk defa satın alınıyorsa, ürün hakkında bilgi yoksa veya ürünün kullanımı uzmanlık gerektiriyorsa fonksiyonel riskin artması beklenir.
- ✓ Sosyal Risk: Ürünün sosyal çevrede kabul görmemesi ve kullanıcının imajını zedelemesi riskidir. Bir ürün veya markanın kullanılması durumunda diğer insanların tüketici hakkındaki olumsuz düşünmeleri riskidir.
- ✓ Zaman Riski: Ürünün kötü olması durumunda, satın alma esnasında harcanan zamanın boşa gittiğinin düşünülmesidir. Yanlış ürünün tercih edilmesi nedeniyle maruz kalınan zaman kaybı riskidir."

Fiziksel risk daha çok ürüne güvenme ile ilgilidir. Fiziksel güvenirlilik riski de denilebilir. Zaman riski ise yanlış ürün seçimi neticesinde oluşan riskdir.

Uygulamada; literatürde tanımlanan 6 risk algısının boyutlarının her birinin tanımları potansiyel tüketicilere verilmiş ve bu tanımlar dikkate alındığında yerli otomobil düşünülerek risk algılarının birbiriyle karşılaştırılması istenmiştir. Bu kıyaslama neticesinde katılımcılar risk algılarına kendi algıları ile puan vermişlerdir. Tablo 1 de görüldüğü gibi anket karşılaştırma matrisi elde edilecek şekilde hazırlanmıştır ve puanlamalardan karşılaştırma matrisleri elde edilmiştir. Bulanık AHP prosedürüne uygun risk ağırlıkları elde edilmiştir.

	çok çok önemli	çok önemli	önemli	az önemli	eşit	az önemli	önemli	çok önemli	çok çok önemli	
	9	7	5	3	1	3	5	7	9	
Finansal										Psikolojik
Finansal										Fiziksel
Finansal										Fonksiyonel
Finansal										Sosyal
Finansal										Zaman
Psikolojik										Fiziksel
Psikolojik										Fonksiyonel
Psikolojik										Sosyal
Psikolojik										Zaman
Fiziksel										Fonksiyonel
Fiziksel										Sosyal
Fiziksel										Zaman
Fonksiyonel										Sosyal
Fonksiyonel										Zaman
Sosyal										Zaman

Tablo 1. Risk Algısı anketi

AHP, objektif ve sübjektif tüm ölçütleri ikili karşılaştırma yaparak ölçen ve bu ölçütlerin birbirlerine göre önceliklerini bularak önem sıralarını belirleyen bir karar verme tekniğidir (Byun, 2001). Her bir faktör temelinde alternatiflerin değerlendirilmesi ve faktörlerin kendi aralarındaki önem derecelerinin belirlenmesi için ikili karşılaştırma karar matrisleri oluşturulur (Keçek ve ark.,2010). Bu matrislerin oluşturulmasında Saaty (1980) tarafından önerilen 1-9 önem skalası kullanılmıştır (Tablo 2).

Değer	***Tanım***	***Açıklama***
1	Eşit önemli	İki seçenek eşit derecede öneme sahip
3	Biraz önemli	Ölçütlerden biri diğerine göre biraz önemli
5	Fazla önemli	Ölçütlerden biri diğerine göre oldukça önemli
7	Çok fazla önemli	Bir ölçüt diğerine göre üstün sayılmıştır.
9	Aşırı derece önemli	Bir ölçüt diğerinden üstün olduğunu gösteren kanıt çok büyük
2.4.6.8	Ara değerler	Uzlaşma gerektiğinde kullanılmak üzere iki ardışık yargı arasındaki değerler

Tablo2. Önem skalası (Kaynak: Saaty, 1980)

Karar vericiler ölçekteki ifadelerden, karşılaştırma yapılan iki faktör hakkında fikirlerini yansıtanını seçer ve hesaplamada bu ifadenin karşılığı olan sayısal değer (Tablo 2) kullanılır (Keçek vd., 2010).

TMPO için risk algısını ölçmek üzere katılımcıların doldurduğu risk algı anketindeki (Tablo 1) bilgileri önem skalasına (Tablo 2) uygun olarak ikili karşılaştırma matrisine (Tablo 3) aktarılmıştır. Risk algı faktörleri ikili karşılaştırma matrisi elde edilmiştir.

	Finansal	Psikolojik	Fiziksel	Fonksiyonel	Sosyal	Zaman
Finansal	1	0,2	1	0,142857143	0,1428571	0,1111111
Psikolojik	5	1	0,3333333	1	3	0,3333333
Fiziksel	1	3	1	3	5	0,3333333
Fonksiyonel	7	1	0,3333333	1	3	0,2
Sosyal	7	0,3333333	0,2	0,333333333	1	0,1428571
Zaman	9	3	3	5	7	1

Tablo 3. Risk Algı Faktörleri İkili Karşılaştırma Matrisi

Önem dağılımlarını belirlemek için, karşılaştırma matrisinden hareketle N matrisi oluşturulur (Tablo 4). N matrisinin satır değerlerinin aritmetik ortalamasının alınması (Denklem 2) ile W ağırlık matrisi (Tablo 4) elde edilir.

$$W_i = \frac{\sum_{j=1}^{n} N_{ij}}{n} \qquad (2)$$

	Finansal	Psikolojik	Fiziksel	Fonksiyonel	Sosyal	Zaman
Finansal	0,0333333	0,0234375	0,1704545	0,013636364	0,0074627	0,0523952
Psikolojik	0,1666667	0,1171875	0,0568182	0,095454545	0,1567164	0,1571856
Fiziksel	0,0333333	0,3515625	0,1704545	0,286363636	0,261194	0,1571856
Fonksiyonel	0,2333333	0,1171875	0,0568182	0,095454545	0,1567164	0,0943114
Sosyal	0,2333333	0,0390625	0,0340909	0,031818182	0,0522388	0,0673653
Zaman	0,3	0,3515625	0,5113636	0,477272727	0,3656716	0,4715569

Wi
0,05012
0,125005
0,210016
0,125637
0,076318
0,412905

Tablo 4. N Matrisi ve Wi Ağırlık Matrisi

AHP yöntemi bu karşılaştırmalardaki tutarlılığın ölçülebilmesi önerir. Özyörük vd. e göre (2014:8) tutarlılık, "ölçütlerin ya da alternatiflerin ikili karşılaştırmasının belirlenmesinde kararın uyumluluk göstermesidir."

Faktörler arasında yapılan birebir karşılaştırmaların tutarlılığın test edilebilmesi tutarlılık oranı (CR) ile sağlanır. Tutarlılık oranı Denklem 3'de görüldüğü gibidir.

$$CR = \frac{CI}{RI} \qquad \textbf{(3)}$$

Tutarlılık oranı hesap edilirken öncelikle risk algı faktörleri karşılaştırma matrisi ile W matrisinin çarpımından N_{max} matrisi ve matris değerleri toplamında N_{max} değeri elde edilir.

Finansal	0,359866	
Psikolojik	0,937836	
Fiziksel	1,531286	
Fonksiyonel	0,983022	
Sosyal	0,611694	
Zaman	3,031457	
	7,455161	Nmax

Tablo 4. N_{max} Matrisi ve N_{max} Değeri

Denklem 4'de görüldüğü gibi tutarlılık göstergesi (CI) değeri bulunur.

$$CI = \frac{N_{max} - n}{n - 1} \qquad \textbf{(4)}$$

Rassal gösterge olan RI, n değerine göre belirlenir.
Örnek anket için tutarlılık oranı 0,09 olarak bulunmuştur. Tutarlılık oranı (CR) nın %10 un altında olması tutarlı olduğunu göstermektedir.
Tüm anketlerdeki bilgilerin tutarlılık analizleri yapılmış, kabul edilebilir düzeyin üstünde çıkanlarda katılımcılarla (karar verici) görüşerek, değerlerde yapılan değişikliklerle matris tutarlılığı sağlanmıştır.
Uygulamada 5 kademeli tanımlanan önem derecesi Tablo 5'te görüldüğü gibi dilsel ifadeler üçgensel bulanık sayılarla ifade edilmiştir. Tutarlılık analizinden geçen matris değerleri üçgensel bulanık sayılarla ifade edilmişlerdir. Özetle dilsel ifadeler üçgensel bulanık sayılarla ifade edilmesi işlemi gerçekleştirilmiştir.

DİLSEL İFADE	ÖNEM DERECESİ	BULANIK ÖNEM DERECESİ	BULANIK ÖNEM DERECESİ EŞLENİĞİ
EŞİT	1	(1,1,1)	(1,1,1)
AZ ÖNEMLİ	3	(1,3,5)	(1/5, 1/3, 1)
ORTA	5	(3,5,7)	(1/7, 1/5, 1/3)
ÖNEMLİ	7	(5,7,9)	(1/9, 1/7, 1/5)
ÇOK ÖNEMLİ	9	(7,9,9)	(1/9, 1/9, 1/7)

Tablo 5. Dilsel ifadelerin üçgensel bulanık sayılarla ifadesi

Tablo 3'de yer alan risk algı faktörleri ikili karşılaştırma matrisi, Tablo 5'deki dilsel ifadelerin önem dereceleri dönüşümüyle Tablo 6 elde edilmiştir.

	Finansal			Psikolojik			Fiziksel			Fonksiyonel			Sosyal			Zaman		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
Finansal	1	1	1	0,1	0,2	0,3	1	1	1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Psikolojik	3	5	7	1	1	1	0,2	0,3	0,3	1	1	1	1	3	3	0,2	0,2	0,2
Fiziksel	1	1	1	1	3	5	1	1	1	1	3	3	3	5	5	0,2	0,2	0,2
Fonksiyonel	5	7	9	1	1	1	0,2	0,3	0,3	1	1	1	1	3	3	0,1	0,1	0,1
Sosyal	5	7	9	0,2	0,3	1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	1	1	1	0,1	0,1	0,1
Zaman	7	9	9	1	3	5	1	3	3	3	5	5	5	7	7	1	1	1

Tablo 6. Bulanık Risk Algı Faktörleri İkili Karşılaştırma Matrisi

Tüm katılımcıların verdiği bilgilerle oluşturulan bulanık risk algı faktörleri ikili karşılaştırma matrisleri geometrik ortalama alınarak tek matrise dönüştürülmüştür (Tablo 7) .

	Finansal			Psikolojik			Fiziksel			Fonksiyonel			Sosyal			Zaman		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
Finansal	1	1	1	1,046	1,467	2,116	0,734	0,94	0,94	0,616	0,914	0,914	0,5	0,859	0,859	0,734	0,734	0,734
Psikolojik	0,473	0,681	0,956	1	1	1	0,553	0,925	0,925	0,647	1	1	0,789	1,119	1,119	0,612	0,612	0,612
Fiziksel	0,831	1,064	1,363	0,602	1,082	1,808	1	1	1	0,637	1,052	1,052	0,674	1,1	1,1	0,821	0,821	0,821
Fonksiyonel	0,746	1,094	1,623	0,647	1	1,545	0,633	0,951	0,951	1	1	1	0,776	1,246	1,246	0,538	0,538	0,538
Sosyal	0,678	1,164	2,001	0,701	0,894	1,267	0,569	0,909	0,909	0,562	0,803	0,803	1	1	1	0,616	0,616	0,616
Zaman	0,659	0,929	1,363	0,776	1,064	1,633	0,609	0,849	0,849	0,647	1,041	1,041	0,644	0,989	0,989	1	1	1

Tablo 7. Bulanık Risk Algı Faktörleri İkili Karşılaştırma Geometrik Ortalama Matrisi

Geometrik ortalaması alınan bulanık matrisin (Tablo 7) toplamları alınarak Toplam l-m-u matrisi oluşur (Tablo 8).

	TOPLAM L	TOPLAM M	TOPLAM U
Finansal	4,629006	5,914103	6,563068
Psikolojik	4,07429	5,33755	5,61221
Fiziksel	4,564008	6,117376	7,143695
Fonksiyonel	4,340271	5,82854	6,90217
Sosyal	4,124981	5,385629	6,596335
Zaman	4,335277	5,87242	6,874678
TOPLAM	26,06783	34,45562	39,69216
TERS TOPLAM	0,025194	0,029023	0,038361

Tablo 8. Bulanık Risk Algı Faktörleri İkili Karşılaştırma Geometrik Ortalama Matrisi

Bulanık sentetik derece değeri (i ölçütüne ait) Denklem 5 de görüldüğü gibi hesap edilir.

$$S_i = \sum_{j=1}^{m} \mathrm{M}_{gi}^{j} \otimes \left| \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j} \right|^{-1} \qquad (\mathbf{5})$$

l_i, m_i, u_i üçgensel bir bulanık sayı olmak üzere;

$$\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j} = \left(\sum_{j=1}^{m} l_j \, , \sum_{j=1}^{m} m_j \, , \sum_{j=1}^{m} u_j \right) \qquad (\mathbf{6})$$

$$\left[\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j} \right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{j=1}^{m} u_j} \, , \frac{1}{\sum_{j=1}^{m} m_j} , \frac{1}{\sum_{j=1}^{m} l_j} \right) \qquad (\mathbf{7})$$

bulunur. Denklem 5,6,7 eşitliği kullanılarak S Matrisi (Tablo 9) hesaplanır.

	L	M	U
Finansal	0,116623	0,171644	0,251769
Psikolojik	0,102647	0,154911	0,215293
Fiziksel	0,114985	0,177544	0,274043
Fonksiyonel	0,109348	0,169161	0,264777
Sosyal	0,103924	0,156306	0,253045
Zaman	0,109223	0,170434	0,263723

Tablo 9. Bulanık Risk Algı Faktörleri S Matrisi

$M_1=(l_1,m_1,u_1)$ ve $M_2=(l_2,m_2,u_2)$ üçgensel bulanık sayıları için, $V(M_1 \geq M_2)$ ve $V(M_2 \geq M_1)$ değerlerinin her ikisi de hesaplanarak M_1ve M_2 sayıları karşılaştırılmaktadır. Bunun için, $V(M_2 \geq M_1)$ ifadesi $M_2 \geq M_1$ olabilirliğini belirtmek üzere,

$$V(M_2 \geq M_1) = \begin{cases} 1 & , m_2 \geq m \\ 0 & , l_1 \geq u_2 \\ \dfrac{(l_1 - u_{1)}}{(m-u)-(m-l)} & , dd \end{cases} \qquad (\mathbf{8})$$

dir. S matrisinde denklem 8 kullanılarak bulanık risk algı faktörleri ikili karşılaştırma ağırlık matrisi elde edilir.

	Finansal	Psikolojik	Fiziksel	Fonksiyonel	Sosyal	Zaman	MİN	Wi
Finansal	X	1	0,958653	1	1	1	0,958653	0,171828
Psikolojik	0,855002	X	0,815904	0,88144258	0,987626	0,872333	0,815904	0,146242
Fiziksel	1	1	X	1	1	1	1	0,179239
Fonksiyonel	0,983515	1	1	X	1	0,991879	0,983515	0,176284
Sosyal	0,898934	1	0,866681	0,91788938	X	0,910554	0,866681	0,155343
Zaman	0,991843	1	0,954383	1	1	X	0,954383	0,171063
							5,579135	1

Tablo 10. Bulanık Risk Algı Faktörleri İkili Karşılaştırma Ağırlık Matrisi

Sonuç olarak; anket verilerinden hareketle risk algı faktörlerinin kendi aralarındaki önem derecelerinin belirlenmesi için ikili karşılaştırma karar matrisleri oluşturulmuştur. Böylece anketlerden alınan sözel ifadeler sayısal verilere dönüştürülmüş, BAHP ile ağırlıkları bulunmuştur (Tablo 4).

RİSK ALGI TANIMI	***BAHP Wi***
Finansal Risk	0,171828
Psikolojik Risk	0,146242
Fiziksel Risk	0,179239
Fonksiyonel Risk	0,176284
Sosyal Risk	0,155343
Zaman Riski	0,171063
	1

Tablo.4. Potansiyel Müşteri açısından Risk Algı Ağırlıkları

Tüketici risk algısının ölçülmesi ve analizi amacıyla hazırlanan anket 25 kişiye uygulanmıştır. Örneklem grubun eğitim ve gelir seviyeleri Tablo 3 de verilmiştir.

Örneklem 11 kadın 14 erkekten oluşmaktadır. Gelir düzeyi 0-2000 TL arası 1, 2000-4000 TL arası 3, 4000-6000 TL arası 8, 6000 TL üstü 13 kişi anket değerlendirmeye katılmıştır. Eğitim seviyesi dikkate alındığında 5 kişi lise, 12 kişi üniversite, 1 kişi yüksek lisans, 7 kişi doktora mezunudur. Araştırma konusu gereği katılımcılar daha çok eğitim düzeyi ve gelir düzeyi yüksek kişilerden seçilmiştir.

	KADIN				**ERKEK**				
	0-2000 TL	2000-4000 TL	4000-6000 TL	6000 TL üstü	0-2000 TL	2000-4000 TL	4000-6000 TL	6000 TL üstü	TOPLAM
Lise				1				4	5
Üniversite			4	1	1	2	1	3	12
Yüksek lisans			1						1
Doktora		1	1	2			1	2	7
TOPLAM	0	1	6	4	1	2	2	9	25

Tablo 3. Örneklem eğitim ve gelir durumu

Üretimi gerçekleşmemiş bir ürünün potansiyel müşterilerinin risk algısını ölçmeye yönelik bir araştırma yapıldığından; katılımcıların bu ürün (yerli otomobil) hakkında bilgi seviyelerini ölçmeye yönelik sorular da sorulmuştur. Bu sorulardan elde edilen sonuç; Örneklemde yer alan kişilerin bilgi seviyelerinin homojen olduğu söylenemez. Aynı zamanda bu üretimi yürekten destekledikleri söylenebilir.
Katılımcılara yerli otomobil üretiminin Türkiye için stratejik önemi sorulmuş; % 88 (22 kişi) çok stratejik olduğunu belirtmiştir. "Yerli otomobil üretildiğinde satın almayı düşünür müsünüz" sorusuna katılımcıların verdiği cevap; % 40 (10 kişi) ile "Mutlaka yerli otomobili alırım" olmuştur.

6. SONUÇ TARTIŞMA

Otomobil gibi toplumda statü göstergesi olarak kabul edilen ürünlerin pazara sunumu öncesinde algı analizinin yapılmasının pek çok fayda sağlayacaktır. Üreticinin, bu analizler sonucunda müşterinin yanlış algılarını doğru bilgiler ile dönüştürme stratejileri belirlemesine katkı sağlayacağı söylenebilir.
Bu çalışmada yerli otomobil için potansiyel müşterilerin algısı araştırılmış ve analiz edilmiştir.
Potansiyel müşteriler yerli otomobil için riskleri sıralarken net bir ayırım yapamamıştır. Buna rağmen en yüksek gördüğü risk; Ürünün kullanımı esnasında kullanıcıya ve başkalarına zarar vermesi riski olan fiziksel risktir. Değerler birbirine çok yakın olmakla birlikte ikinci sırayı "Ürünün istenilen performansı verememesi riski" olan fonksiyonel risk yer almaktadır. "Ürüne verilen paranın boşa gitmesi riski" olan finansal risk ise üçüncü sırada yer almaktadır. Bununla birlikte, sosyal çevrede kabul görmeme ve egoya zarar verme olarak özetlenebilen sosyal ve psikolojik riskler, tam da ihmal edilmemekle birlikte değerlendirmede en düşük ağırlık puanlarını almıştır. Özetle yerli otomobil için potansiyel müşterilerin risk algısı, "kullanım sırasında oluşabilecek zarar, ürünün düşük performansı ve dolayısıyla parasının boşa gitmesi" olmak üzere bu üç unsur üzerine kurulmuştur. Bu algının neticesinde de örneklemin % 40 ı yerli otomobili satın alacağını bildirmektedir.
Sonuç olarak, risk algısı yanında potansiyel müşterilerin algı analizleri yapılmalı, algı ile gerçeklik arasında fark tespit edilirse ya da belirlenen algı ile hedeflenen algı farklı ise etik değerler ışığında olumlu algı yönetimi stratejileri belirlenmelidir. Bu stratejileri belirlerken doğru bilginin, etik değerlerin, güvenin müşteri algısı üzerindeki pozitif etkisi unutulmamalıdır.
Türkiye'deki araba sayısı dikkate alınarak örneklem belirlendiğinde sayının minimum 385 olduğu bulunmaktadır. Bu analizler örneklem sayısı artırılarak tekrar yapılmalıdır.

KAYNAKÇA

Aktan, M., "Kamuoyunun Yerli Otomobil Projesini Algısı", Marmara Üniversitesi e-Dergisi, Cilt 10, Sayı 39, 2013.

Byun D.H., The AHP approach for selecting an automobile purchase model. Information & Management, 38, 289-297, 2001.

Demir, M.Ö. (2011). Risk Algısının Marka Sadakatine Etkisi: Cep Telefonları Kategorisinde Bir Uygulama. Ege Akademik Bakış, 11(2), 267-276.

Erişti, S.D., Uluuysal, B., Dindar, M., "Görsel Algı Kuramlarına Dayalı Etkileşimli Bir Öğretim Ortamı Tasarımı ve Ortama İlişkin Öğrenci Görüşleri", Anadolu Journal of Educational Sciences International, 3(1), January 2013.

Kaplan, L.B., Szybillo, G.J. & Jacoby, Jacob. (1974). Compenents of Perceived Risk in Product Purchase. Journal of Applied Psychology, 59(3), 287-291.

Karatop, B., "Yerli Otomotiv Yatırımında Odak Strateji Karar Modeli: Bulanık AHP Uygulaması", Doğu Kütüphanesi, İstanbul, 2015.

Keçek, G., Yıldırım, E., Kurumsal Kaynak Planlama (ERP) Sistemini Analitik Hiyerarşik Proses (AHP) ile Seçimi: Otomotiv Sektöründe bir Uygulama, Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 15(1), 193-211, 2010.

Kubat, C., MATLAB Yapay Zeka ve Mühendislik Uygulamaları, Abaküs yayınları, İstanbul, 2015.

Kuru, A., Akın, B., Entegre Yönetim Sistemlerinde Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerinin Kullanımına Yönelik Yaklaşımlar Ve Uygulamaları, (2012) http://dspace.marmara.edu.tr/handle/11424/1200 ,[Erişim Tarihi: Mayıs.2016].

Özer, M.A., "Bir Modern Yönetim Tekniği Olarak Algılama Yönetimi ve İç Güvenlik Hizmetleri", Karadeniz Araştırmaları, Sayı 33, 147-180, Bahar 2012

Özsalmanlı, A., Pank, Ç., " Kamu Yönetiminde Etik Açısından Algılama Yönetimi ve Önemi " Hukuk ve İktisat Araştırmaları Dergisi Cilt 5, No 2, 2013 ISSN: 2146-0817

Öztemel, E., Endüstri Mühendisliğine Giriş, Editör: Öztemel, E., Papatya Yayıncılık Eğitim, 2009.

Özyörük B, Şirin Y, Yoksulabakan, T., Şanver, M., Saraç, M.A., Performans Ölçümünde Dengelenmiş Skor Kart Ve Analitik Hiyerarşi Prosesi Entegrasyonu, Tübav, 2014, cilt:2, Sayı:1, ss:7-28.

Ronnie L M. Johansson-Ning Xiong (2006). *Perception Management: An Emerging Concept for Information Fusion*, http://www.csc.kth.se/~ronniej/pubs/perception_management.pdf (Erişim Tarihi: Mayıs.2016).

Saaty, T.L., The Analytic Hierarchy Process. McGraw-Hill, New York, 1980.

Saydam, A., "Algılama Yönetimi", 'Arka Sayfa' makalesi, NPQ Türkiye Dergisi, 2005, Cilt: 7, Sayı: 1, HYPERLINK "http://www.algilamayonetimi.com/" http://www.algilamayonetimi.com/ Erişim tarihi: Mayıs 2016

Snoj, B., Korda, A.P. & Mumel, D. (2004). The Relationships Among Perceived Quality, Perceived Risk and Perceived Product Value. Journal of Product&Brand Management, 13(3), 156-167.

Stone, R.N. & Gronhaug, K. (1993). Perceived Risk: Further Considerations for the Marketing Discipline. European Journal of Marketing, 27(3), 39-50.

21. Yüzyıl Türkiye Enstitüsü. (2011). Psikolojik Operasyon ve Algı Yönetimi http://www.21yyte.org/tr/arastirma/milli-guvenlik-ve-dis-politika-arastirmalari-merkezi/2011/10/24/6344/psikolojik-operasyon-algi-yonetimi-ve-propaganda (Erişim Tarihi: Mayıs.2016)

DİYABET HASTALIĞININ TAHMİNİNDE SAYISAL YAKLAŞIMLAR: YAPAY SİNİR AĞLARI VE LOJİSTİK REGRESYON

Aycan Kaya
İstanbul Teknik Üniversitesi

Simay Özen
İstanbul Teknik Üniversitesi

Merve Tuğran
İstanbul Teknik Üniversitesi

Ferhan Çebi
İstanbul Teknik Üniversitesi

ÖZET

Bu çalışmada, dünya çapında giderek yaygın hale gelen diyabet hastalığının erken teşhisini sağlamak üzere UCI (University of California, Irvine) Makine Öğrenmesi ve Zeki Sistemler Veri Merkezi'nden alınan Pima Indian diyabet veri seti kullanılarak yapay sinir ağları ve lojistik regresyon modelleri kurulmuştur. Sadece kadınlara ilişkin bilgilerin yer aldığı 768 kişilik veri setinde 500 sağlıklı, 268 diyabet hastası kişiye ait hamilelik sayısı, plazma glikoz konsantrasyonu (OGTT Testi sonuçları), diyastolik kan basıncı, deri kıvrım kalınlığı, 2 saatlik insülin serumu etkisi, vücut kütle endeksi, soyağacındaki diyabet riski, yaş ve hasta olup olmadıklarına ilişkin sınıflandırma bilgileri yer almaktadır. SPSS Clementine 12.0 programı kullanılarak kurulan lojistik regresyon modelinin tahmin gücü %77, yapay sinir ağlarının tahmin performansı ise %81 olarak gerçekleşmiştir. Performanslar karşılaştırıldığında yapay sinir ağlarının az bir farkla daha iyi bir performans gösterdiği görülmektedir. Ayrıca çalışma kapsamında diyabet hastalığının teşhisinde hangi kriterlerin önem teşkil ettiği ve hastalık riskini ne kadar artırdıkları da tespit edilmiştir. İki modelde genel olarak; plazma glikoz konsantrasyonu ve vücut kütle endeksi en önemli değişkenler olarak ortaya çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Diyabet teşhisi, Yapay sinir ağları, Lojistik regresyon

USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORK (ANN) AND LOGISTICS REGRESSION MODELS FOR PREDICTION OF DIABETES

ABSTRACT

In this study, in order to make an earlier prediction of diabetes, which is increasingly common in the worldwide, artificial neural network (ANN) and logistics regression models are developed by using Pima Indian diabetes database provided by UCI (University of California, Irvine) Machine Learning Repository. This database includes attributes such as number of times pregnant, plasma glucose concentration a 2 hours in an oral glucose tolerance test, diastolic blood pressure,triceps skin fold thickness, 2-Hour serum insulin,body mass index, diabetes pedigree function,age, class variable (0 or 1) which are all only belonging to women, 500 of them are healhy and 268 of them are diabetics. Logistics regression and artificial neural network models are developed by using SPSS Clementine 12.0 programme. Estimation accuracies of logistics regression and ANN are found as %77 and %81. As a result, ANN is performed slightly better than logistics regression. Besides, in the context of this study,

attributes which are important in prediction of diabetes and risk levels of these important attributes are determined. As a general result of these two seperate models, plasma glucose concentration a 2 hours in an oral glucose tolerance test and body mass index are determined as the most important attributes.
Keywords: Diabetes prediction, Artificial neural network, Logistics regression

1.GİRİŞ

Günümüzde insanların yaşam kalitesini ciddi oranlarda düşüren kronik hastalıklardan birisi olan diyabet, istatistiklere bakıldığında tehlikeli bir hal almıştır. 2009 sonu itibarı ile tüm dünyadaki diyabet hastası sayısı 285 milyon iken bu sayının 2030 yılında 438 milyona ulaşması beklenmektedir. (Sağlık Bakanlığı Eylem Planı, 2011). Diyabet, vücutta pankreasın yeterli miktarda 'insülin' hormonu üretmemesi veya ürettiği insülin hormonunun etkili bir şekilde kullanılamaması durumunda ortaya çıkan ve ömür boyu devam eden 'kronik' bir hastalıktır (Aycan vd., 2014). Sonuç olarak kişi, yediği besinlerden kana geçen şekeri yani glikozu etkin bir şekilde kullanamaz ve kandaki şeker düzeyi yükselir, kandaki bu yüksek glikoz oranı şeker hastalığına yani diyabete tıptaki ismiyle ise diabetes mellitus hastalığına sebep olmaktadır (Aycan vd., 2014). Diyabet hastalığı ilerleyen dönemlerde kalp hastalıklarına, böbrek yetmezliğine, körlüğe, sinir sistemi tahribatına ve vasküler problemlere sebep olan ciddi bir kronik hastalıktır (Temurtas vd., 2009). Diyabet hastalığı etiyolojik ve klinik açıdan dört grupta sınıflandırılabilir:

Tablo 1.1 Diyabet Hastalığının Etiyolojik Sınıflandırması (Durna, 2002)

Tip1 Diyabet	Mutlak insülin noksanlığına sebep olan ß hücreleri yıkımı vardır.
Tip2 Diyabet	Periferik insülin direnci veya insülin sekresyon yetmezliği ön plandadır.
Gestasyonel Diyabet	Gebelik sırasında ortaya çıkan ve genellikle doğumla birlikte düzelen diyabet türüdür.
Diğer Tipler	-İnsülin fonksiyonundaki genetik bozukluk -Beta hücre fonksiyonundaki genetik bozukluk -Pankreas hastalıkları -Endokrin hastalıklar -İlaçlar ve diğer kimyasal maddeler -Enfeksiyonlar

Diyabet gibi ilerleyen zamanlarda kalp hastalıkları, böbrek yetmezliği gibi daha ciddi hastalıklara sebep olan kronik hastalıkların erken teşhisi ve risk gruplarının belirlenmesi insanların yaşam kalitesinin artırılması açısından büyük önem arz etmektedir. Kronik olmayan kanser gibi hastalıkların teşhisinde de veri madencililiği teknikleri kullanılmaktadır (Tyrer vd., 2004, Baker vd., 1995)

Carpenter ve Markuzon (1998), adaptif rezonans teoriye dayalı ARTMAP'in tutarsız durumlarla (aynı girdilerin farklı çıktılara sebep olduğu durumlar) ile ilgili zayıflıklarını gideren ARTMAP-IC algoritmasını sunmuşlar ve Pima Indian diyabet, göğüs kanseri, kalp hastalığı ve safra kesesi ameliyatı ile ilgili dört medikal veritabanını kullanarak ARTMAP-IC'nin diğer lojistik regresyon gibi sınıflandırma tekniklerine göre eşit düzeyde yahut daha iyi sonuçlar verdiğini göstermişlerdir.

Kayaer ve Yıldırım (2003) diyabet hastalığının teşhisi konusunda Pima Indian verisi kullanılarak çok katmanlı perseptron (MLP), radyal fonksiyon temelli (RBF) ve genel regresyon ağlarının (GRNN) tahmin performansları MATLAB Neural Network Toolbox yardımıyla kıyaslanmıştır. RBF sonuçları denenen çeşitli durumların tümünde MLP'den kötü çıkmıştır. GRNN sonuçları ise diğer iki yönteme kıyasla daha iyi sonuçlar vermesine rağmen adaptif rezonans teoriye dayalı ARTMAP-IC metoduna göre daha kötü bir performans sergilemiştir. Ancak GRNN'de medikal teşhis alanında umut vadeden tekniklerden birisidir.

Güler ve Übeyli (2006), diyabet hastalığının teşhisi için çok katmanlı perseptron sinir ağlarının değerlendirmesini yaparak ve en yüksek performansı gösteren çok katmanlı perseptron eğitim algoritmasını belirlemişlerdir. 412 kadın ve 348 erkekten oluşan 760 kişilik veri kullanılmış ve cinsiyet, yaş, plazma glikoz ve insülin, diyastolik kan basıncı, deri hastalıkları, bulanık görme, vücut kütle oranı, kolesterol, fiziksel aktivite, gebelik gibi birçok değişken kullanılarak tahmin modeli oluşturulmuştur. Tahmin modelinin performansı %96.98 olarak gerçekleşmiştir.

Rau vd. (2015)'nin yaptığı çalışmada veri madenciliği teknikleri kullanılarak Tip 2 diyabet hastası olan kişilerde 6 yıl içerisinde karaciğer kanseri gelişimini tahmin edebilecek bir model geliştirilmiştir. Bu çalışma için Tayvan Ulusal Sağlık Sigortası Araştırma Veri tabanından yararlanılmıştır. Çalışma kapsamında yeni diyabet teşhisi konmuş fakat 2000-2003 periyodunda kanser olmayan kişiler seçilmiştir.

Sonra bu kişiler kanser veri tabanında araştırılarak 2060 tane vaka tespit edilmiştir. Bu vakalardan bir kısmı test grubu (diyabet sonrası karaciğer kanseri olan) olarak ve geri kalanı da kontrol grubu (diyabet sonrası kanser olmayan) olarak gruplandırılmıştır. Model geliştirmek için yapay sinir ağları (YSA) ve lojistik regresyon (LR) tahmin modelleri uygulanmıştır. Cinsiyet, yaş, alkolik siroz, alkolsüz siroz, alkolik hepatit, viral hepatit, kronik hepatit, alkolik yağlı karaciğer hastalığının diğer türleri, yağlı karaciğer hastalığının diğer türleri, ve hiperlipidemi adı verilen 10 değişken YSA ve LR modellerini geliştirmek için kullanılmıştır. Geliştirilen modele göre hastaların 75,7% sinin gelecekte karaciğer kanseri olacağı doğru olarak tahmin edilmiştir.

Bu çalışma kapsamında UCI (University of California, Irvine) Makine Öğrenmesi ve Zeki Sistemler Veri Merkezi'nden alınan Pima Indian diyabet verisi kullanılarak yapay sinir ağları ve lojistik regresyon modelleri kullanılarak diyabet hastalığının teşhisi yapılmıştır. Diyabet hastalığı üzerine hamilelik sayısı, plazma glikoz konsantrasyonu (OGTT Testi sonuçları), diyastolik kan basıncı, deri kıvrım kalınlığı, 2 saatlik insülin serumu etkisi, vücut kütle endeksi, soyağacında diyabet riski, yaş kriterlerinin etkileri incelenecektir. İkinci bölümde kullanılan veri hakkında kısa bir bilgi verildikten sonra SPSS Clementine 12.0 programı kullanılarak yapılan lojistik regresyon ve yapay sinir ağları analiz sonuçları hakkında bilgiler verilmiştir. Üçüncü bölümde ise lojistik regresyon ve yapay sinir ağları modellerinin sonuçları ve performansları tartışılmıştır.

2. DİYABET HASTALIĞININ YAPAY SİNİR AĞLARI VE LOJİSTİK REGRESYON YÖNTEMLERİ İLE TAHMİN EDİLMESİ

Kaliforniya Üniversitesi, Irvine Makine Öğrenmesi ve Zeki Sistemler Merkezi sayfasından alınan Pima Indian açık veri setinde toplam 768 kişilik veri bulunmaktadır. Tüm değerler en küçüğü 21 yaşında olan kadınlardan alınmıştır. 500 kişi sağlıklı (%65), 268 kişi (%35) diyabetlidir. Çalışma kapsamında incelenecek olan kriterler; hamilelik sayısı, plazma glikoz konsantrasyonu (OGTT Testi sonuçları), diyastolik kan basıncı, deri kıvrım kalınlığı, 2 saatlik insülin serumu etkisi, vücut kütle endeksi, soyağacındaki diyabet riski, yaş olacaktır. Diyabet hastalığı teşhisi konulan bireyler 1, sağlıklı bireyler ise 0 değeri ile gösterilerek modele dahil edilmiştir. Lojistik regresyon ve yapay sinir ağları modelleri SPSS Clementine 12.0 paket programı kullanılarak çözülmüştür.

2.1. Lojistik Regresyon Çalışması ve Sonuçları

Lojistik regresyon bağımlı değişkenin kategorik olduğu durumlarda kullanılmaktadır. Bu çalışma kapsamında kişilerin diyabetli olup olmaması ikili kategorik değişken olarak tanımlanmıştır. Kurulan lojistik modelin amacı ikili kategorik bağımlı değişken ile bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi temsil eden denklemlerin oluşturulmasıdır. Yapılan analiz sonucunda model %95 anlamlılık düzeyinde anlamlı çıkmıştır ayrıca açıklayıcılık özelliği Cox & Snell'e göre %29, Nagelkerke'ye göre bu oran %40, McFadden'e göre ise %27 olarak bulunmuştur. Model çalıştırıldıktan sonra Tablo 2.1'de gösterilen parametre değerleri elde edilmiştir.

Tablo 2.1 Lojistik regresyon parametre tahminleri

Class(a)		B	Std. Error	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% Confidence Interval for Exp(B)	
								Lower Bound	Upper Bound
1.0	Intercept	-8,523	,733	135,221	1	,000			
	Pregnancy	,121	,032	14,334	1	,000	1,128	1,060	1,201
	glikoz	,357	,037	92,950	1	,000	1,428	1,329	1,536
	Pressure	-,130	,052	6,095	1	,014	,878	,793	,974
	Thickness	,016	,069	,051	1	,821	1,016	,888	1,162
	insulin	-,111	,089	1,563	1	,211	,895	,752	1,065
	bki	,909	,151	36,042	1	,000	2,483	1,845	3,341
	Family	,098	,040	5,987	1	,014	1,103	1,020	1,193
	Age	,158	,093	2,903	1	,088	1,172	,976	1,406

a. The reference category is: 0.0.

Tablo 2.1'de verilen anlamlılık düzeyleri incelendiğinde %95'lik anlamlılık düzeyinde kalınlık, insülin ve yaş değişkenlerinin anlamlı olmadığı ortaya çıkmaktadır, yani bu değişkenler diyabet hastalığının

teşhisinde bir anlam ifade etmemektedir. Ayrıca burada referans değerimiz sağlıklı bireyler (0) alınmıştır. Tablo 2.1'de exponential sütununda gösterilen değerler incelendiğinde şu sonuçlar çıkarılabilmektedir: Vücut kitle indeksinin 1 birim artması diyabet hastalığına yakalanma riskini 2,5 (%250) kat artırmaktadır. Benzer şekilde glikoz değerinin 1 birim yükselmesi diyabet riskini 1,4 (%40) kat, hamilelik 1.13 (%13) kat ve yaşın bir birim artması 1.1 (%10) kat düzeyinde artırmaktadır. Anlamlı diğer bir değişken olan kan basıncının ise bir birim azalması diyabet riskini %12 dolaylarında azaltmaktadır.
Lojistik regresyon modelinin tahmin gücü ile Tablo 2.2'de gösterilen sınıflandırma sonuçları elde edilmiştir. %88 oranında sağlıklı bireyler doğru tahmin edilirken, sağlıklı bireylerin %12'sine hasta olmamalarına rağmen hasta teşhisi konulmuştur. Diyabetli bireylerin %53'ü doğru teşhis edilebilmiş ancak hasta olmasına rağmen %43'üne sağlıklıdır teşhisi konulmuştur. Tahmin modeli sağlıklı bireyleri daha iyi tahmin ederken hasta bireyleri teşhis etmede zayıf kalmaktadır. Analiz sonucuna göre toplamda %77.34 oranında tahminleri doğru gerçekleştirmiştir.

Tablo 2.2 Lojistik regresyon modelinin sınıflandırma tablosu

	Tahmin Değerleri	
Gözlemlenen Değerler	0 (Sağlıklı Bireyler)	1 (Diyabetli Bireyler)
0 (Sağlıklı Bireyler)	441	59
Yüzde %	88.2	11.8
1 (Diyabetli Bireyler)	115	153
Yüzde %	42.910	53.090

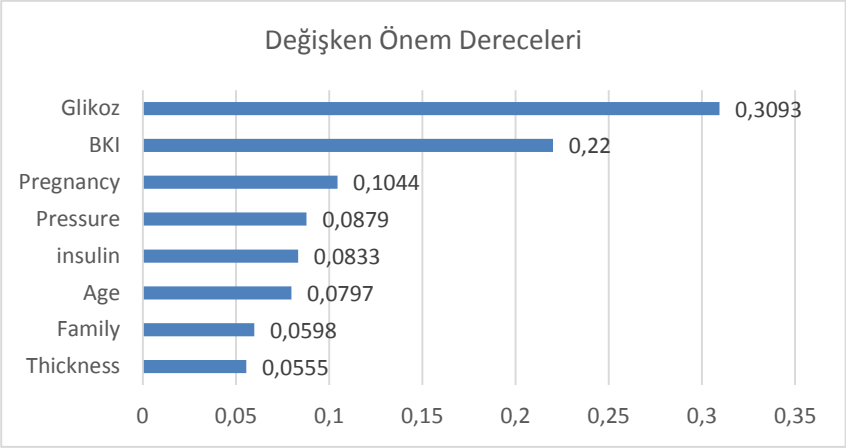
Sınıflandırmanın ayırıcı gücünü istatistiksel olarak test etmek üzere Press' Q testi kullanılmıştır (Hair, 2010)

$$\boldsymbol{Press's\ Q = \frac{[N-(nK)]^2}{N(K-1)}}$$

N=Örnek büyüklüğü (768)
n=doğru sınıflandırılan gözlem sayısı (594)
K= grup sayısı (2)
Lojistik regresyon için Press's Q test sonucu 229.69 olarak çıkmıştır. 0.01 önem düzeyinde kritik değer 6.63 olduğu için, lojistik regresyon sonucumuz herkesin sağlıklı olduğunu ileri süren basit modele göre sınıflandırmayı daha iyi yapmıştır.

2.2.Yapay Sinir Ağları Çalışmaları ve Sonuçları

Verinin %70'i eğitim, %30'u ise test verisi olarak ayrıldıktan sonra Clementine 12.0 Programında otomatik olarak uygun ağ yapısını veren dinamik metot kullanılarak analiz gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçlarına göre tahmin doğruluğu %81.132 olarak gerçekleşmiştir. Değişkenlerin önem derecelerine bakıldığında ise diyabet hastalığının teşhisi için en önemli olan değişkenin glikoz değeri olduğu görülürken en az öneme sahip değişkenin ise kalınlık olduğu ortaya çıkmaktadır. Şekil 2.1'de değişkenlere ilişkin önem dereceleri bilgileri gösterilmektedir.
Yapay sinir ağları ile yapılan analiz sonucuna göre modelin yaptığı tahminlerdeki doğruluk oranları da Tablo 2.3'te görülmektedir. %93 oranında sağlıklı bireyler doğru tahmin edilirken, sağlıklı bireylerin % 7'sine hasta olmamalarına rağmen hasta teşhisi konulmuştur. Diyabetli bireylerin % 54'ü doğru teşhis edilebilmiş ancak hasta olmasına rağmen %46'sına sağlıklıdır teşhisi konulmuştur.



Şekil 2.1 YSA Modeli Değişken Önem Dereceleri

Yapay sinir ağları modelinin tahmin gücünü test etmek amacıyla lojistik regresyonunda olduğu gibi Press' Q testi yapılmıştır. Press's Q testi sonucu 261.33 olarak çıkmıştır, 0.01 önem düzeyi için kritik değer olan 6.63'ten büyük olduğu için yapay sinir ağları ile yapılan sınıflandırmanın, herkesin sağlıklı olduğunu söyleyen basit modele göre daha iyi sınıflandırma yapmış olduğu söylenebilir. Tahmin modeli sağlıklı bireyleri daha iyi tahmin ederken hasta bireyleri teşhis etmede zayıf kalmaktadır. Tahmin modelinin iyileştirilmesi için daha fazla diyabet hastası olan kişinin verisine ihtiyaç duyulmaktadır.

Tablo 2.3 Yapay Sinir Ağları Modelinin sınıflandırma tablosu

	Tahmin Değerleri	
Gözlemlenen Değerler	0 (Sağlıklı Bireyler)	1 (Diyabetli Bireyler)
0 (Sağlıklı Bireyler)	464	36
Yüzde %	92.8	7.2
1 (Diyabetli Bireyler)	124	144
Yüzde %	46.27	53.73

3. SONUÇLAR

Lojistik regresyon modeline göre en önemli kriterler glikoz ve vücut kütle endeksi(BKİ) değeri olarak çıkmıştır. Diyabet hastalığının teşhisinin konması açısından kalınlık, insülin ve yaş %95 güven aralığında anlamlı değişkenler olarak çıkmamıştır. Lojistik regresyon modelinin tahmin doğruluğu %77.34 olarak gerçekleşmiştir. Yapay sinir ağlarında dinamik metot kullanılmış ve tahmin doğruluğu % 81.132 olarak gerçekleşmiştir. Glikoz, vücut kütle endeksi(BKİ) lojistik regresyonda olduğu gibi gene en önemli değişkenler olarak çıkmışlardır, kalınlık ise gene önem düzeyi en düşük değişken olmuştur. İki modelde diyabet teşhisi açısından glikoz ve vücut kütle endeksinin (BKİ) en önemli etkenler olduğunu söylerken, doğru tahmin oranları açısından bakıldığında aralarında çok ciddi farklar oluşmamıştır. Sadece %4 farkla yapay sinir ağları daha iyi sonuç vermiştir. Ancak sınıflandırma tablolarına bakılacak olursa sağlıklı bireylerin tahmini %90'lar düzeyinde doğru tahmin edilirken, hasta bireylerin teşhisinde değerler %50'lere düşmektedir. Muhtemelen bunun sebebi kullanılan örneklemde sağlıklı birey sayısının hasta birey sayısından fazla olmasıdır, hasta olan gözlem sayısının artırılması bu sınıflandırma hatasını azaltacaktır. Yapılan çalışmanın sağladığı veriler 768 kişiyle sınırlıdır. Eğer daha fazla veri ile daha çok değişken teste tabii tutulursa hem makine öğrenmesi daha fazla olacak hem de test sonuçları tam olarak gerçeği yansıtacaktır. Sağlık Bakanlığı'ndan temin edilecek olan veriyle bu çalışmanın tekrar edilerek Türkiye özelinde hangi kriterlerin daha büyük öneme sahip olduğunun tespit edilmesi gerekmektedir. Fakat literatüre bakıldığında 25ten fazla kriter sorgulanabilmektedir. Elde edilen verilerle yapılan bu incelemede toplam 8 kriter sorgulanmıştır.

Bütün bunların yanı sıra günümüzdeki teknolojik gelişmelere, iş hayatının artan stresine, değişen kültürümüze de bağlı olarak daha farklı psikolojik ve sosyolojik etkenin kriter olarak modele

eklenmesinin diyabet hastalığının teşhis ve tedavisi konusunda yol gösterici olması muhtemeldir. Ayrıca Pima Indians verisi sadece kadınlara ait verileri içermektedir. Cinsiyetler arasında tanıda herhangi bir farklılığın olup olmadığı da özellikle incelenmelidir. Gelecekte, Sağlık Bakanlığı'ndan temin edilmesi planlanan verilerle diyabet hastalığının teşhisi konusunda daha geniş kapsamlı bir çalışma yapılması planlanmaktadır.

KAYNAKLAR

Aycan, Z. vd. (2014). Çocukluk Çağı Diyabeti Eğitimci Rehberi. Türkiye Halk Sağlığı, Ankara: Koza.

Baker, J. A., Kornguth, P. J., Lo, J. Y., Williford, M. E., & Floyd Jr, C. E. (1995). Breast cancer: prediction with artificial neural network based on BI-RADS standardized lexicon. *Radiology, 196*(3), 817-822.

Carpenter, G. A., & Markuzon, N. (1998). ARTMAP-IC and medical diagnosis: Instance counting and inconsistent cases. *Neural Networks, 11*(2), 323-336

Durna, Z. (2002). Diyabet Hemşireliği Derneği Kitabı. S. Erdoğan (Ed.). *Diyabetin Sınıflandırılması ve Tanı Kriterleri* (s. 11-19). İstanbul: Yüce Yayım.

Editör: "Pima Indians Diabetes Data Set" (1990). *UCI Machine Learning Repository.* Erişim tarihi: 13 Mayıs 26. https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Pima+Indians+Diabetes

Güler, İ. ve Übeyli, E. D. (2006, Temmuz). Çok Katmanlı Perseptron Sinir Ağları ile Diyabet Hastalığının Teşhisi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi, 2-21, 319-326.*

Hair, J. F. (2010). Multivariate data analysis. Pearson College Division.

International Diabetes Federation (2016, Ocak). IDF Diabetes Atlas 7th Edition. Erişim tarihi: 19 Mart 2016, http://www.diabetesatlas.org/resources/2015-atlas.html

Kayaer, K., & Yıldırım, T. (2003, June). Medical diagnosis on Pima Indian diabetes using general regression neural networks. In *Proceedings of the international conference on artificial neural networks and neural information processing (ICANN/ICONIP)* (pp. 181-184).

Rau, H. vd. (2015, Kasım). Development of a Web-based Liver Cancer Prediction Model for Type II Diabetes Patients by Using an Artificial Neural Network. *Computer Methods and Programs in Biomedicine, 12,* 58-65.

TC Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü (2011). Türkiye Diyabet Önleme ve Kontrol Programı Eylem Planı (2011-2014). Erişim tarihi: 28 Mart 2016. http://www.diabetcemiyeti.org/turkiye-diyabet-onleme-ve-kontrol-programi

Temurtas, H., Yumusak, N., & Temurtas, F. (2009). A comparative study on diabetes disease diagnosis using neural networks. *Expert Systems with applications, 36*(4), 8610-8615.

Tyrer, J., Duffy, S. W., & Cuzick, J. (2004). A breast cancer prediction model incorporating familial and personal risk factors. *Statistics in medicine, 23*(7), 1111-1130.

ATATÜRK ÜNİVERSİTE'Sİ KAMPÜSÜNDE DEVRİYE GEZEN GÜVENLİK ARAÇLARININ K-ÇİNLİ POSTACI PROBLEM YAKLAŞIMI KULLANILARAK ROTALANMASI

Merve Kayacı Çodur
Atatürk Üniversitesi

Mustafa Yılmaz
Atatürk Üniversitesi

ÖZET

Rotalama problemleri ile ilgili yapılan çalışmalar düğüm rotalama ve ayrıt rotalama problemleri olmak üzere ikiye ayrılırlar. Bu problem çeşitlerinden ilki bir şebekedeki düğümleri ikincisi ise ayrıtları ele almaktadır. Ayrıt rotalama problemlerinden literatürde en sık karşılaşılanı ise Çinli Postacı Problemidir (ÇPP). ÇPP yaklaşımı ile bir şebeke üzerinde yer alan tüm ayrıtlardan en az bir kere geçildikten sonra başlangıç noktasına dönecek şekilde en kısa tur/turların oluşturulması amaçlanır. Bu tip problemler ile günlük hayatta mektup dağıtımı, yol bakımı, çöp toplama, elektrik sayaçlarının okunması, polis devriye araçlarının ve kar temizleme araçlarının rotalarının belirlenmesi gibi pek çok uygulamasıyla sık sık karşılaşılabilmektedir. Bu çalışmada ilk olarak ÇPP temel kavramları ve ÇPP'nin çeşitlerinden biri olan k-Çinli postacı problemi (k–ÇPP) ve çözüm yöntemleri ele alınmıştır. Daha sonra çalışmada, Atatürk Üniversite'si kampüsünde güvenliği sağlamak açısından devriye gezen güvenlik araçlarının en iyi rotalarının belirlenmesi amacıyla k-ÇPP yaklaşımı ele alınmıştır. Problemin tam sayılı matematiksel formülasyonu geliştirilerek optimum çözüme erişilmesi amaçlanmıştır.

Anahtar Sözcükler: Ayrıt Rotalama, Çinli Postacı Problemi, k-Çinli Postacı Problemi

K-CHINESE POSTMAN PROBLEM APPROACH FOR ROUTING OF PATROLLING SECURITY VEHICLES IN ATATURK UNİVERSITY CAMPUS

ABSTRACT

Studies about routing problems are separated into two categories such as node routing problems and arc routing problems. The first category focus on network nodes whereas the second one examines the arcs. The most famous example in arc routing problems is Chinese Postman Problems (CPP). The main purpose of this problem is to determine the shortest route and to visit all arcs at least once. In a daily life, these kind of problems mostly used many practices like delivering, road maintenance, waste or garbage collection process, electric meters reading, security patrols and snow plowing to determine these vehicles routes. In this study is focused on basic concepts and solution methods of CPP and k-Chinese Postman Problem (k-CPP) is a multiple vehicle variant of the CPP. Subsequently, the k-CPP approach has been addressed and mathematical formulation is used for determining optimum routes of patrolling vehicles that ensure security in Atatürk University.

Keywords: Arc Routing, Chinese Postman Problem, k-Chinese Postman Problem

1. GİRİŞ

Şebeke, düğümler ve bu düğümleri birbirine bağlayan kenarlardan oluşan bir tür ağ yapısıdır. Matematik ve bilgisayar biliminde kullanılan bu teori, bir toplulukta bulunan nesneler arasındaki ilişkileri modelleyen matematiksel yapıları inceler. Şebeke problemleri; yöneylem araştırmasında belirlenmiş bir sıra problemin dallarla birbirine bağlanan düğümler olarak bir şebeke halinde modellenip çözülebilen problem türleridir (Taha, 2002). Bir şebeke (V,E) notasyonuyla ifade edilir. Burada V, düğümler kümesini, E ise ayrıtlar kümesini temsil etmektedir. Her şebekenin kendine özgü bir akış tipi vardır. Şebekedeki akış, ayrıtların sonlu veya sonsuz kapasiteli olması ve ayrıtların yönsüz (çift yönlü) ya da yönlü şebeke olmasına göre ayrılırlar.

Yol ve çevrim bulmayı içeren birçok rotalama problemleri birleşi (combinatorial) problemlerindendir. Rotalama birçok üretim ve servis sektöründe önemli bir karar verme sürecidir. Devletler ve müteşebbisler tarafından her yıl milyonlarca dolar bu operasyonlar için harcanmaktadır. Ayrıca çok büyük miktarda paralar yanlış planlama neticesinde israf olmaktadır. Genel olarak bu gibi problemler düğüm rotalama (node routing problems) ve ayrıt rotalama problemleri (arc routing problems) olmak üzere ikiye ayrılır. Bu problemlerden ilkinde bir şebekenin düğümleri, ikincisinde ise şebekenin ayrıtları ele alınır. Düğüm rotalama problemlerinden en iyi bilineni ve en çok karşılaşılanı Gezgin Satıcı Problemi (GSP) ve Araç Rotalama Problemidir (ARP).

Rotalama problemlerinden bir diğeri olan ayrıt rotalama problemlerinin asıl amacı, bir çizge üzerinde yer alan tüm ayrıtlardan en az bir kere geçerek başlangıç düğümüne dönen en kısa rota veya rotaları belirlemektir. Ayrıt rotalama problemleri de, kırsal postacı problemi (rural postman problem) ve Çinli postacı problemi (Chinese postman problem) olmak üzere ikiye ayrılır. Kırsal postacı probleminde, bir çizge üzerinde yer alan belirli ayrıtlardan en az bir kez geçilerek, Çinli postacı probleminde ise çizgedeki her ayrıttan en az bir kez geçilerek en kısa turun oluşturulması istenir (Corberan *et al.,* 2002).

ÇPP, 1962 yılında Çinli bir matematikçi olan Kuan Mei-Ko, bir mahalledeki tüm sokaklardaki evlere mümkün olan en kısa mesafe ile posta teslimatı problemi ile ilgilenmiştir. Problem, postacının postaneden mektupları alması, bütün sokaklar boyunca mektupları dağıtması ve postaneye geri dönmesi problemidir (Ahuja *et al.,* 1993). Dolayısıyla bu problem literatürde Çinli postacı problemi olarak anılmaktadır. ÇPP, birleşi (combinatorial) temel problemlerinden biri olan GSP'ye benzerlik göstermesine rağmen önemli farklılıklara sahiptir. GSP, bir düğüm rotalama problemi olup çizgedeki her bir düğüme bir kez uğramak koşuluyla en kısa turun bulunmasıdır. Tanımlarından da anlaşılacağı gibi ÇPP ve GSP arasındaki temel farklılık; Çinli postacı probleminde bir şebekenin düğümleri yerine bu düğümleri birbirine bağlayan ayrıtlardan geçilmesi ve bunun da en az bir kez gerçekleşmesi şartıdır (Eiselt, 1995). Bu tur için minimum mesafe istendiğinden bir defa geçilen yoldan ikinci sefer geçmemek gerekmektedir. Ancak bunun her zaman mümkün olmadığı durumlarda ayrıtlardan birden fazla geçilmesi gerekmektedir.

Bu tip problemler ile günlük hayatta mektup dağıtımı, yol bakımı, atık veya çöp toplama işlemleri, elektrik sayaçlarının okunması, otobüs çizelgeleme, okul servisleri, süt ve gazete dağıtımı, polis devriye araçlarının ve kar temizleme araçlarının rotalarının belirlenmesi gibi pek çok uygulamasıyla sık sık karşılaşılabilmektedir.

Daha önceden bahsedildiği üzere, ÇPP ilk olarak 1962 yılında Çinli bir matematikçi olan Mei-Ko Kwan tarafından incelenmiştir. Daha sonraları ÇPP'ye birtakım yeni kısıtlar eklenerek farklı ÇPP türleri oluşmuştur. Thimbley (2003) çalışmasında yönlü çoklu şebekelerin geniş çalışma alanlarını incelemiş ve yeni bir algoritma geliştirmiştir.

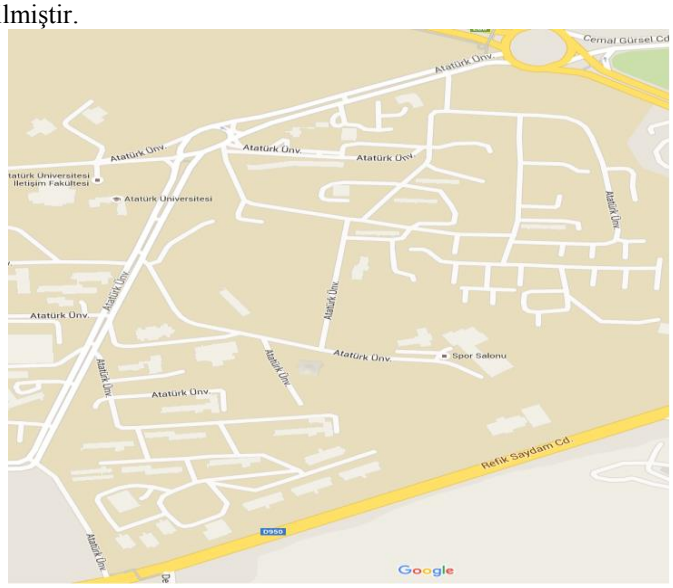
Yönlü ve yönsüz Çinli postacı probleminin birleşmesinden karma Çinli postacı problemi oluşmaktadır (KÇPP). Paradimitriou (1976) yönlü ve yönsüz problemler polinomiyal zamanda çözülebilmesine rağmen karma şebekelerde postacı probleminin NP-tam sınıfında olduğunu göstermiştir. Karma Çinli postacı problemi için ilk olarak tahmini sonuçlar veren algoritmalar ile çözüme gidilmiştir. Christofides et al. (1984) karma Çinli postacı probleminin çözümünde kesin sonuçlar veren dal-sınır algoritmasını kullanmışlardır. Daha sonraki yıllarda Nobert and Picard (1996) karma Çinli postacı problemi için tamsayılı ve doğrusal programlama formülasyonlarını geliştirmişlerdir. Corberan (2002) yaptığı çalışmada problemin çözümü için açgözlü arama algoritmasını kullanarak yeni bir sezgisel algoritma geliştirmiştir. Goel and Gruhn (2008) araç rotalama problemini ele alarak, gerçek hayat problemlerinde karşılaşılan karmaşıklıkların da dikkate alındığı karma Çinli postacı problemine genelleştirmişlerdir.

Bazı uygulama çalışmalarında ise birden fazla aracın kullanılması ihtiyacı doğmuştur. ÇPP'nin bir türü olan k-Çinli Postacı Probleminde (k-ÇPP), k tane (en az 2) araç/postacı için rota belirlenmeye çalışılmaktadır. Yine aynı şekilde her bir araç başlangıç noktasından çıkıp yine başlangıç noktasına dönmek zorundadır. Bu problemde amaç k tane rotanın toplam uzunluğunu en küçüklemektir. Pearn (1994) yaptığı çalışmada, k-ÇPP ele alarak gerçek hayat uygulamalarındaki etkinliğinden bahsetmiş ve problemin bazı kısıtlar altında polinomiyal zamanda çözülebileceğini göstermiştir. Ahr ve Reinelt (2006),

k-ÇPP'de bulunan k adet tur arasından en uzun turu en küçükleyecek Tabu arama sezgisel yöntemini geliştirmişlerdir. Ayrıca çalışmada ÇPP ve k-ÇPP'nin polinomiyal zamanda çözülebilmesine karşın, ele alınan problemin NP-hard sınıfında olduğunu göstermişlerdir. Gutin and Muciaccia (2013) parametreleştirilmiş k-CPP'nin çözüm karmaşıklığını incelemişlerdir.
Bu çalışmada, Atatürk Üniversitesi kampüsünde devriye gezen güvenlik araçlarının optimum rotalarının belirlenmesi problemi ele alınmıştır. Araçların devriye gezerken şebekedeki tüm yollardan geçmesi gerektiği için problem k-ÇPP yaklaşımı kullanılarak iki adet güvenlik aracı için optimum turlar elde edilmiştir.

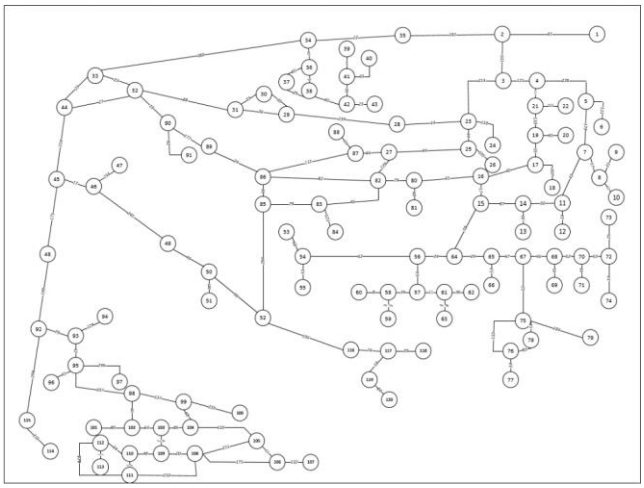
2. YÖNTEM

Üniversitelerde güvenliği ve asayişi sağlamak için güvenlik araçları gece gündüz devriye gezmektedirler. Güvenlik araçlarının birden fazla olması ve her bir yoldan en az bir kez geçme zorunluluğu olması nedeniyle, bu araçların rotalanması probleminde k-ÇPP yaklaşımı ele alınarak çözüme ulaşılabilir. k-ÇPP modeli ile araçların optimum rotalarının belirlenmesi amaçlanır.
Bu çalışmada, Atatürk Üniversitesi kampüsünün bir bölümü ele alınarak iki adet güvenlik aracı için optimum rotaların belirlenmesi amaçlanmıştır. Şekil 1'de Atatürk Üniversitesi kampüsünün bir bölümünün haritası verilmiştir.



Şekil 1. Atatürk Üniversitesi kampüs haritasının bir bölümü

Problem, k-ÇPP'ye uyarlanarak çözülebilmesi için, kampüs haritası Şekil 2'de görüldüğü üzere şebeke haline dönüştürülmüştür. Verilen Atatürk Üniversitesi şebekesi ana yollar, yan yollar ve bağlantı noktalarından (kavşaklardan) oluşmaktadır. Şebekede 120 düğüm vardır ve düğümler arası mesafeler (yollar) metre (m) olarak verilmiştir. Düğümleri birbirine bağlayan bütün yollar çift yönlü olup, gidiş-dönüş eşit mesafedir.



Şekil 2. Atatürk Üniversitesi kampüs haritasının şebeke gösterimi

Bu çalışmada, k-ÇPP tamsayılı matematiksel modeli geliştirilmiştir. Kolaylık sağlamak açısından modelin değişkenleri ve parametreleri Tablo 1'de verilmiştir. Geliştirilen model birtakım varsayımlar içermektedir: Her bir araç için başlangıç noktası 1 nolu düğüm olup, araçlar turlarını tamamladıktan sonra başlangıç noktasına döneceklerdir. Bütün yollar eşit önceliğe ve ağırlığa sahiptir.

Tablo 1. Matematiksel model parametre ve değişkenler

Parametre ve değişkenler	
x_{ijk}	*i*' den *j*' ye giderken (*i*,*j*) ayrıtından *k* aracı ile geçilme sayısı
x_{jik}	*j*' den *i*' ye giderken (*j*,*i*) ayrıtından *k* aracı ile geçilme sayısı
C_{ij}	(*i*,*j*) ayrıtının uzunluğu
y_{ijk}	Alt turların elimine edilmesi için yapay değişkendir. Bu değişken *i* düğümünden *j* düğümüne *k* aracı ile geçişin sağlanmasından sorumludur.
t_{ik}	Binary değişken. *i* düğümüne *k* aracı gelirse 1, değilse 0.
V	Şebekedeki tüm düğümlerin kümesi
E	Şebekedeki tüm ayrıtların kümesi
K	Araçların kümesi
n	Toplam düğüm sayısı
M	Büyük sayı
O_k	*k* aracının başlangıç noktası

$$\text{Min} \sum_i \sum_j \sum_k C_{ij} x_{ijk} \tag{1}$$

Kısıtları altında,

$$\sum_j x_{ijk} - \sum_j x_{jik} = 0 \qquad i = 1,2,3,...,n \quad \forall i \in V, k \tag{2}$$

$$\sum_k x_{ijk} + x_{jik} \geq 1 \qquad \forall (i,j) \in E \tag{3}$$

$$\sum_j x_{ijk} + \sum_j x_{jik} \leq 2Mt_{ik} \qquad \forall i, k \tag{4}$$

$$\sum_j y_{ijk} - \sum_j y_{jik} + t_{ik} = 0 \qquad \forall i \in (V/O_k), k \tag{5}$$

$$y_{ijk} \leq Mx_{ijk} \qquad \forall i, j, k \tag{6}$$

$$x_{ijk}, x_{jik}, y_{ijk} \geq 0 \text{ and integer} \tag{7}$$

$$t_{ik} \in \{0,1\} \tag{8}$$

(1), en kısa uzunluğu hesaplayan amaç fonksiyonunu (2), akışı sağlayan süreklilik kısıtlarını, (3) nolu kısıt ise her bir ayrıttan herhangi bir yönde en az bir kez geçilmesi gerektiğini göstermektedir. (4)-(6) nolu kısıtlar alt-tur oluşumunu ve süreksizliği engellemektedir. (7) nolu kısıt tüm değişkenlerin pozitif tamsayı olması gerektiğini (8) nolu kısıt ise değişkenin 0 ya da 1 değerini alması gerektiğini belirtmektedir.

3. UYGULAMA ÇALIŞMASI

Atatürk Üniversitesi şebekesi ele alınarak iki adet güvenlik aracının optimum rotalarının belirlenmesi probleminin çözümünde Gams arayüzü ile beraber CPlex çözücü, İntel i7 3.40 GHz işlemci 8 GB belleğe sahip bilgisayar kullanılmıştır. Sonuçlar Tablo 2'de verildiği gibidir.

Tablo 2. iki adet güvenlik aracı için elde edilen optimum rotalar

Araç No	Optimum Rota	Toplam Tur Mesafesi (m)
1	1-2-3-23-24-23-25-26-25-27-82-83-84-83-85-52-116-117-118-117-119-120-119-117-116-52-50-51-50-49-46-47-46-45-48-92-93-94-93-95-96-95-97-95-98-99-100-99-104-105-106-107-106-108-111-110-112-113-112-111-110-109-103-104-105-108-109-103-102-101-102-98-95-93-92-115-114-115-92-48-49-46-45-44-33-44-32-90-91-90-89-86-82-80-16-17-18-17-19-20-19-21-22-21-4-3-2-1.	12,409
2	1-2-35-34-36-37-38-42-43-42-41-40-41-39-41-42-38-36-34-33-32-31-30-29-31-29-28-23-25-27-87-88-87-86-85-83-82-80-81-80-16-15-64-56-54-53-54-55-54-56-57-61-62-61-63-61-57-58-59-58-60-58-57-56-64-65-66-65-67-75-79-75-78-76-77-76-75-67-68-69-68-70-71-70-72-73-72-74-72-70-68-67-65-64-15-14-13-14-11-12-11-7-8-9-8-10-8-7-5-6-5-4-3-2-1.	6,851
Toplam Mesafe		19,260

1 nolu düğüm, üniversitenin giriş olup, araçlar için başlangıç noktası olarak alınmıştır. Tablo 2'de görüldüğü üzere, araçlar 1 nolu düğümden başlar ve devriye gezme işlemi tamamlandıktan sonra tekrar başlangıç noktasına geri dönerler.

Tablo 2'de ilk araç 12,409 m. ikinci araç ise 6,851 m. yol katederek turlarını tamamlamaktadırlar. Toplam katedilen tur mesafesi 19,260 metredir.

4. SONUÇ

Rotalama, birçok servis sektörü için önemli problemlerden biridir. Rotalama problemleri düğüm rotalama ve ayrıt rotalama olarak ikiye ayrılmaktadır. Düğüm rotalama problemlerinden en sık karşılaşılanları gezgin satıcı problemi ve araç rotalama problemidir. Ayrıt rotalama problemlerine ise Çinli postacı ve kırsal postacı problemleri örnek verilebilir.

Bu çalışmada, Atatürk Üniversite'si kampüsünün bir bölümünde devriye gezen güvenlik araçlarının yönsüz yollar üzerinde en kısa uzunluktaki rotalarının belirlenmesi ele alınmıştır. Çalışmada Çinli postacı problem çeşitlerinden biri olan k-ÇPP ele alınarak çözümler elde edilmiştir. Gerçek hayatta herhangi bir plan yapılmaksızın yollardan defalarca geçilmekte ve bu işlemin her gün yapılması göz önüne alındığında ciddi boyutta maliyetlere sebep olmaktadır. Elde edilen sonuçlara göre pratikte ki uygulamada araçların şebekeyi tamamlaması için birçok kez tekrar ettiği yollar optimum rotada bir kez geçirilerek turun tamamlanması sağlanmıştır. Dolayısıyla, şebekede gereksiz tekrardan kaynaklanan fazla mesafenin giderilmesi ve fazla kaynak israfı ile oluşan maliyetin azaltılması sağlanmıştır. Bu durum ÇPP'nin uygulamada ki önemini daha da artırmaktadır.

Bu çalışma, gelecekte yapılacak bir takım çalışmalara da yol gösterici niteliğindedir. Devriye araçlarının ikiden fazla olması, araçların belirli kapasiteye sahip olması veya yolların karma olup, yollarda ki geçişin belirli önceliklere göre yapılması gibi varsayımlar altında problemin tekrardan ele alınarak çözüm yolları araştırılabilir. Ayrıca sadece devriye araçları için değil, ÇPP'nin gerçek hayatta kar küreme, posta dağıtımı, okul vb. servis araçlarının rotalarının belirlenmesi gibi pek çok uygulama alanı da dikkate alınabilir. Problem yapısı büyük boyutlu olup kompleks bir yapıya sahip olduğu durumlarda ise binlerce alternatif rota içerisinden optimum rotanın bulunması zorluk teşkil edecektir. Bu sebeple, şebeke yapısı daha büyük daha karmaşık sistemler için matematiksel modelin cevap verememesi durumunda uygun çözümler üreten sezgisel yöntemler geliştirilebilir.

KAYNAKLAR

Ahr, D., Reinelt, G., 2006. A tabu search algorithm for the min-max k chinese postman problem. Computers & Operations Research, 33(12) 3403-3422.

Ahuja, R.K., Magnanti, T.L., Orlin, J.B., 1993. Network Flows: Theory, Algorithms and Applications. Prentice Hall: New Jersey.

Christofides, N., Benavent, E., Campos, V., Corberan, A., Mota, E., 1984. An optimal method for the mixed postman problem. System modelling and optimization notes in control and information sciences Springer.

Corberan, A., Marti, R. , Sanchis, J. M. , 2002. A GRASP Heuristic For The Mixed Chinese Postman Problem. European Journal Of Operational Research, 142(1):70-80.

Eiselt, H. A., Gendreau, M., 1995. Laporte, G., Arc Routing Problems, Part 1: The Chinese Postman Problem. Operations Research, 43(2): 231–242.

Goel, A.,Gruhn, V., 2008. A general vehicle routing problem, European Journal of Operational Research, 191: 650–660.

Gutin, G., Muciaccia, G., Yeo, A., 2013. Parameterized complexity of k-Chinese postman problem. Theoretical Computer Science, 513: 124-128.

Kwan, Mei-Ko, 1962. Chinese Postman Problem, Graphic Programming Using Odd or Even Points, Chinese Math., 1: 273-277.

Nobert, Y., Picard, J. C., 1996. An optimal algorithm for the mixed Chinese postman problem. Networks, 27: 95–108.

Papadimitriou, C., 1976. On the complexity of edge traversing. Journal of the Association of Computing Machinery, 23: 544-554.

Pearn, W. L., 1994. Solvable cases of the k-person Chinese postman problem, Operations Research Letters, 16(4): 241-244.

Taha, H. A., 2002. Operations Research: An Introduction, Prentice Hall.

Thimbleby, H., 2003. Explaining Code For Publication, Software-Practice & Experience.

KAPALI DÖNGÜ TEDARİK ZİNCİRİNDE AKILLI ÜRÜNLERİN KULLANILMASINA İLİŞKİN FİYAT TEŞVİKLİ BİR MATEMATİKSEL MODEL

Sema Kayapınar
Gazi Üniversitesi

Turan Paksoy
Selçuk Üniversitesi

İsmail Karaoğlan
Selçuk Üniversitesi

Hadi Gökçen
Gazi Üniversitesi

ÖZET

Bilgi teknolojisinin hızla gelişmesiyle birlikte "Nesnelerin İnterneti (Internet of Things)" adı verilen yeni bir kavram ortaya çıkmıştır. Nesnelerin İnterneti (IoT), fiziksel nesnelerin birbiriyle ve daha büyük sistemlerle bağlantılı kurabildiği iletişimsel bir ağdır. Bu teknoloji ile ürüne gömülü aygıtlar (sensör, RFID, vb.) ile ürünler akıllı hale gelmiş, üretimden son kullanımına ve geri dönüşüm sürecine kadar ürünün tüm yaşam ömrü takip altına alınmıştır. IoT, tedarik zincirindeki belirsizlikleri gidermede önemli bir rol oynamaktadır. IoT ile kullanım ömrü bitmiş olan ürünlerin kalan ömürleri hakkında bilgiler kolaylıkla tespit edilebilmekte ve ürünün hangi iyileştirme seçeneklerine (yeniden üretim, yenileme, tamir, parça ve malzeme iyileştirme) tabii tutulacağı belirlenebilmektedir. Bu çalışmada ileri ve tersine akışı içeren kapalı döngü tedarik zinciri modeli geliştirilmiştir. İleri akışta yoğun talebi sonraki dönemlere kaydırmak amacıyla aylar bazında bekleyen müşterilere fiyat indirim politikası uygulanmıştır. Bu kapsamda çok dönemli, tek ürünlü, çok parçalı bir karma tamsayılı matematiksel model geliştirilmiş, hipotetik verilerle çözülmüş ve sonuçları değerlendirilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Nesnelerin İnterneti, Fiyat İndirim Politikası, Kapalı Döngü Tedarik Zinciri

CLOSED LOOP SUPPLY CHAIN BY USING INTELLIGENT PRODUCT RELATED TO DISCOUNT PRICING MATHEMATICAL MODEL

ABSTRACT

A new concept called as "Internet of Things" has emerged with the rapid development of information technology. The Internet of Things (IoT) is a communication network in which physical objects can establish connection with each other and with the larger systems. The products have become smart with product embedded devices (sensor, RFID, etc.) thanks to this technology and the products have been put into follow-up from manufacturing to expiry date and recycling process during whole life cycle. IoT plays an important role in removing uncertainties in the supply chain. Information about the remaining life of the products expired can be easily detected thanks to IoT and then which improvement options (remanufacturing, refurbishing, repair, parts and material improvement) should be applied to those products can also be determined. In this study, the closed loop supply chain model with forward and backward flow has been developed. In the forward flow, the price reduction policy has been applied to the customers waiting as per months with the aim of shifting the intensive demand to next periods. In this context, a multi-period, single-item, multi-part, combined integer mathematical model has been developed, and solved with the hypothetical data and the results have been evaluated.

Keywords: Internet of Things, Price Discount Policy, Closed Loop Supply Chain

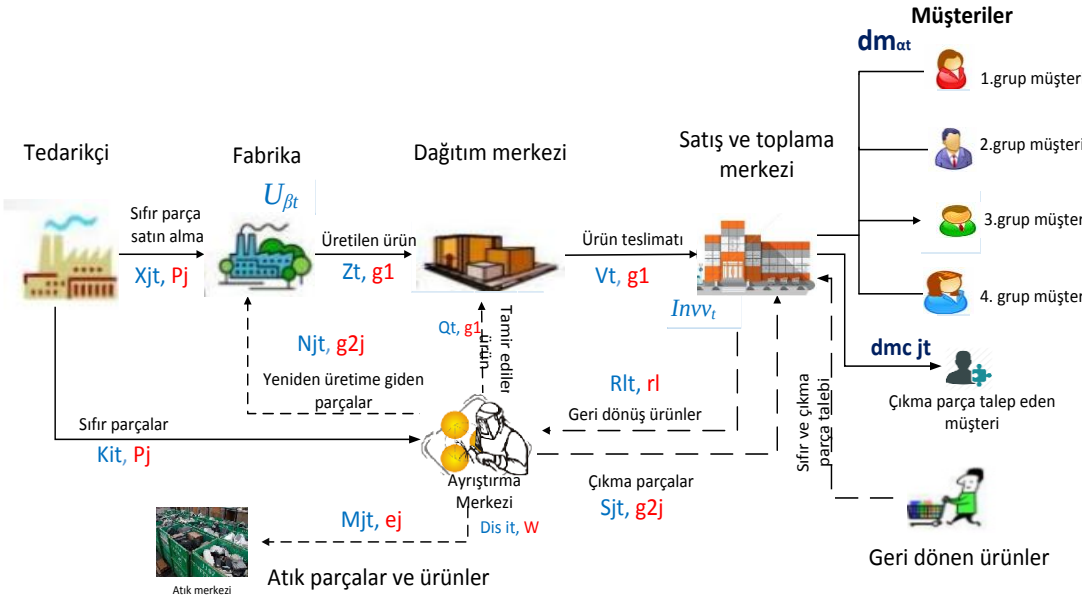
1.PROBLEMİN TANIMI

Modelde tek ürünlü, çok dönemli, kapasite kısıtlı ve indirim teşvikli bir karma tamsayılı matematiksel model geliştirilmiştir. Satış ve toplama merkezince sıfır ürün ve parça satışı yapılmaktadır. Geri dönen ürünlerin değer seviyeleri "Nesnelerin İnterneti" yardımıyla bilinmektedir. Ürünlerin parçalarına gömülü olan Rfid ya da sensör denilen aygıtlar ile parçaların değer seviyeleri tespit edilebilmektedir. Nesnelerin İnterneti kavramı oldukça yeni bir terim olup, son dönemlerde önem kazanmaktadır. İlk olarak Massachusetts Teknoloji Enstitüsü tarafından kurulan Oto-ID kurulmasından , Nesnelerin İnterneti kavramı kullanılmaya başlanmıştır (Miorandi ve ark., 2012). Tedarik zincirinde öncelikle RFID denilen etiketler kullanılmaya başlanmış, böylelikle dağıtımdaki ürün yaşam döngüsü bilgileri takip edilmiştir. 2003 yılında, Wal-Mart, tarafından RFID teknolojisi tersine lojistik ağında kullanmaya başladı. Elektronik ürün atıklarını elektronik kod yardımıyla iyileştirme seçenekleri için yeni bir bilgi platformu geliştirilmiştir (Zhiduan, 2005). Gaukler et al. (2007), tarafından üretici ve toptancı arasındaki tedarik zinciri ağı yapısı için çok seviyeli RFID geliştirilmiş, tedarik zinciri modeli kurularak, RDIF nin başabaş analizi üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Nesnelerin İnterneti ile ürün yaşam döngüsü takip edilmiş, bu amaçla Kiritsis (2011),ürün yaşam döngüsünü Başlangıç Aşaması (BOL), Orta Yaşam Döngüsü (MOL), En son Yaşam Döngüsü (EOL) olmak üzere 3 aşamada değerlendirmiş. BOL, ürünün ilk üretildiği dönem özelliklerini tanımlarken; MOL, ürünün kullanım, servis ve bakım bilgilerini içerir. EOL, ürünün yenilerek tekrar kullanımı, de montaj ve yenilenmiş parçaların yeniden kullanımı, ürünü imha etme ve yok etme süreci bilgilerini içerir. Gu ve Liu (2013), Nesnelerin İnterneti kavramını, tersine lojistikte bilgi yönetimine uyarlamıştır. Bu çalışma sonucunda, Nesnelerin İnterneti aracılıyla belirlenen kesin ve zamanında elde edilen bilgi ile tersine lojistik yönetimi daha etkin hale gelmektedir. Öndemir ve Gupta (2014), ARTODTO sistemini geliştirmiş, ürün içinde gömülü Sensor ve RFID yardımıyla, geri dönen ürünlerin iyileştirme seçenekleri değerlendirilmiştir. Doğrusal fiziksel matematiksel model geliştirilmiş, toplam maliyet toplam atılacak ürün miktarını minimize edecek şekilde iki farklı amaç fonksiyonu kurulmuştur. Ürünlerin tamamen montaj edildiği, yetersiz kapasite durumunda dışarından parça alınabileceği varsayılmıştır . Bu problemde geri dönen ürünler, tamir (repair), komple demontaj (disassembly) ve bertaraf (disposal) olmak üzere üç farklı geri dönüş işlemine tabii tutulur. Tekrar kullanılabilecek, az hasarlı olan ürünler tamir, daha kötü durumda olan ürünler ise komple demontaj ya da atık olarak değerlendirecektir. Ayrıca fabrikada yeniden üretim söz konusudur, komple demontajdan çıkan ve iyi durumdaki parçaların bir kısmı, çıkma parça talebini karşılamak üzere satış ve toplama merkezine bir kısmı da yeniden üretim için fabrikaya gönderilmektedir. Bu ürünler Tamir edilemeyecek durumda olan ürünler ise tamamen de montaj işlemine tabii tutulur. De montajdan çıkan parçalar değer seviyelerine göre talebi karşılamak üzere satış ve toplama merkezine, yeniden üretilmek için fabrikaya ya da bertaraf edilmek üzere atık merkezine gönderilir. Tamir ve de montaj için yeterli değer seviyesine sahip olmayan parçalar ise atık olarak değerlendirilmektedir. Fabrikada yeniden üretilen ürünler, kullanılmış parçaların yanı sıra, parçaları eksik olması durumunda sıfır parçaları da içermektedir. İşletme aynı zamanda sıfır ürün ve parça satışı da yapmaktadır. Müşteri talebinin yüksek olduğu dönemlerde, satış ve toplama merkezi talebi karşılamak için fabrikanın üretim kapasitesini arttırmasını isteyecektir. Fabrika kapasitesini artırması için fazla mesai, fason üretim, işçi kiralama vb. gibi çeşitli yollara başvurmaktadır. Kapasite artırmak için eklenecek her bir seçenek fabrikaya yüksek maliyetlere mal olmaktadır, bu yüzden imalatçı maliyeti minimize edecek şekilde en iyi alternatifin seçilmesini istemektedir. Modelde alternatifler modül olarak ifade edilmiştir ve toplam beş farklı modüler kapasite seçeneği sunulmuştur. Diğer müşteri grubu ise kullanılmış ürünü iade etmek için satış ve toplama merkezine gelen müşterilerdir. Satış ve Toplama merkezine getirilen kullanılmış ürünler sahip oldukları değer seviyelerine göre belirlenmiş bir fiyat aralığından satın alınır. Bu seviye değerleri ürüne gömülü olan sensör ve pasif (RFID) tarafından alınmaktadır. Satış toplama merkezinde yok satma ve stok tutma söz konusudur, birim stok tutma maliyeti çok yüksek olduğundan ve talebin yoğun olduğu dönemlerde, mevcut talebi sonraki dönemlere kaydırmak için aylar bazında müşteriler için fiyat indirim politikası uygulanmıştır. Aşağıda belirtilen varsayımları dikkate alarak hipotetik bir model geliştirilmiştir.

Model varsayımları:

1- Ürün tek tip, modüler ve RFID, sensör gömülü ürünlerdir.
2- Fabrikada üretilen yeni ürün ile geri dönen parçalar ile yeniden üretilen ürün arasında fark yoktur, aynı satış fiyatına sahiptir.
3- Model verileri deterministiktir.
4- Sıfır ürün ve ikinci el parça satışı yapılmaktadır.

5- Ürünü oluşturan parçaların değer seviyeleri toplamı 1 dir ve her bir parça 0-1 arasında önem ağırlıklarına sahiptir.
6- Fabrikada modüler kapasite söz konusudur.
7- Satış toplama merkezinde yok satma ve stok maliyeti söz konusudur.
8- Bekleme sürelerine bağlı olarak fiyat indirimi uygulanmıştır.



Şekil 1. Geliştirilen Kapalı Döngü Tedarik Zinciri Modelin Ağ Yapısı

2. MATEMATİKSEL MODELİN YAPISI

İndisler:

i =Geri dönen ürünler (i=1, 2, ..., I)
j : Parçalar (j=1, 2, ..., J)
t : Periyod (t=1, 2, ..., T)
l : Geri dönen ürün değer aralığı (l=1, 2, ..., L)
α : Müşteri grubu (α = 1,2,…….N)
mod : Modüler Kapasite Seviyesi (m= 0,1,2……..M)

Karar Değişkenleri

X_{jt} *= t periyodunda tedarikçiden fabrikaya temin edilen j. sıfır parça miktarı*
Z_t *=t periyodunda fabrikadan dağıtım merkezine gönderilen ürün miktarı*
V_t *=t periyodunda dağıtım merkezinden satış ve toplama merkezine teslim edilen ürün miktarı*
S_{jt} *= t periyodunda tamir merkezinden satış ve toplama merkezine teslim edilen j. çıkma parça miktarı*
N_{jt} *= t periyodunda yenileme merkezinden fabrikaya gönderilen j. yenilenmiş parça miktarı*
$Invv_t$*: Dönem sonu satış/toplama merkezinde bulunan ürün stok miktarı*
$U_{mod,t}$ *= Fabrikanın t döneminde mod seviyesindeki modül kapasitesiyle çalışması durumu (0 ve ya 1 değerini alır)*
$\bar{b}_{jt}$ *=*S_{jt} *değerini net belirleyebilmek için kullanılan yardımcı karar değişkeni (0 veya 1 değerini alır)*

Parametreler

a_j*= j parçanın montaj maliyeti*
d_j *=j parçanın de montaj maliyeti*
e_j *= j parçanın atık maliyeti*
f_j *= j parçanın yenileme maliyeti*
g1 = Birim ürün taşıma maliyeti
$g2_j$ *= j. parça taşıma maliyeti*
p_j *= Tedarikçiden j parçanın temin etme maliyeti*
rr_l *= Müşterilerden l seviyesinde ürün satın alma maliyeti*
$h3_j$ *= j. çıkma parçanın satış fiyatı*
rc_j *= Bir ürün içinde bulunan j. parça sayısı*
rfc_{jt}*= t periyodunda yenilenen j. parça miktarı*
R_{lt} *= t periyodunda müşteriden satın alınan l. seviye kullanılmış ürün miktarı*

$dm_{\alpha t}$ =α grubu müşterinin t dönemindeki ürün talebi
dmc_{jt} = Müşterinin t periyodundaki j. çıkma parça talebi
xx_{it} = t periyodunda geri dönen ürün demontaj edilecekse 1, aksi halde 0
yy_{it} = t periyodunda geri dönen ürün tamir edilecekse 1, aksi halde 0
Cap= Fabrika kapasitesi
Mcap= mod. modülün kapasite seviyesi
hc_t = t dönem birim stok tutma maliyeti
Dis_{it} = t döneminde atığa gönderilecek ürün miktarı
W=Birim ürün atık maliyeti
Capmax= Satış/Toplama merkezi ürün kapasitesi
pi = Bir birim ürünün t dönem birim yok satma maliyeti
MC_{mod}= mod. modülün kapasite maliyeti
c1= sıfır ürün satış fiyatı
c2= 1 ay bekleyen ürün satış fiyatı
c3= 2 ay bekleyen ürün satış fiyatı
c4= 3 ay bekleyen ürün satış fiyatı
$diot_j$ = geri dönen ürün değer seviyesi
$bro_{i,j,t}$ = Eğer t periyodunda geri dönen i deki j parçanın yetersiz seviyedeyse 1, aksi halde 0
$\bar{a}_{it}$ = i geri dönen ürünü t periyodunda satın alınmışsa 1 aksi halde 0
C_i = i geri dönen ürünün değer seviyesi

$$\mathrm{bro_{ijt}} = \begin{cases} 1 & j\ komponenti\ yetersiz\ değer\ seviyesinde(Atık) \quad 0 \le diot_j < n \\ 0 & j\ komponenti\ yeterli\ değer\ seviyesinde(Yeniden\ kullanılır) \quad diot_j \ge n \end{cases} \quad \forall i \quad \text{ve}$$

$0< n$

Geri dönen tüm ürün parçanın değer seviyesi ($diot_j$) ve önem ağırlıkları bilinmektedir (Ondemir ve Gupta, 2014)

$C_i.\ \bar{a}_{it} = 3$ *ise tamir edilecektir* $\boldsymbol{yy_{it} = 1}$
$C_i.\ \bar{a}_{it} = 2$ *ise de monte edilecektir* $\boldsymbol{xx_{it} = 1}$
$C_i = 1$ *ise atık olarak değerlendirilecektir* $\boldsymbol{\sum_t xx_{it} + yy_{it} = 0}$
$rfc_{jt} = \sum_{\{i \epsilon I | \bar{a}_{it}=1\}} xx_{it}.(1 - bro_{ijt})$

M_{jt} = t periyodunda tamir merkezinden atığa gönderilen j. parça miktarı:
$M_{jt} = \sum_i \mathrm{bro_{ijt}}.(\mathrm{xx_{it}} + \mathrm{yy_{it}})$

K_{jt} = t periyodunda tedarikçiden tamir merkezine temin edilen j. sıfır parça miktarı:
$\mathrm{K_{jt}} = \sum_i \mathrm{bro_{ijt}}.\mathrm{yy_{it}}$
Q_t = t periyodunda tamir merkezinden dağıtım merkezine gönderilen tamir edilmiş ürün miktarı:
$Q_t = \sum_i yy_{it}$

Matematiksel Model

Amaç fonksiyonu kar maksimizasyonudur. Amaç, toplam kardan toplam gelirin çıkartılması ile hesaplanmaktadır.

Amaç Fonksiyonu (Z) = TG - TM

Toplam gelir, satılan sıfır ürün ve parka miktarı, firmaya kazanç olarak geri dönecektir. Ayrıca, de montajda yenilenen diğer parçalar ise satış ve toplama merkezine getirilerek çıkma parça (ikinci el parça) talebi olarak müşterilere satılmaktadır.

$$TG = c1.\sum_{a}\sum_{t=4} dm_{a,t} + c2.\sum_{a=1}\sum_{t=3} dm_{\alpha,t} + c3.\sum_{alfa=3}\sum_{t=2} dm_{a,t} + c3.\sum_{a=4}\sum_{t=1} dm_{a,t} \quad (1)$$

Toplam maliyet kalemi, toplam satın alma maliyeti(TPC), toplam üretim maliyeti(TMC), toplam taşıma maliyeti (TTC), toplam atık maliyeti(TSC), toplam stok maliyet (TIC) ve toplam yok satma maliyetinden (TSC) maliyetlerinden oluşmaktadır.

$$\mathrm{TPC} = \sum_j p_j\left(\sum_t (X_{jt})\right) + \sum_l r_l\left(\sum_t R_{lt}\right) \quad (2)$$

Toplam üretim maliyeti, fabrika içindeki imalat, tamir ve ayrıştırma merkezindeki tamir maliyeti, de montaj maliyeti ve fabrika içerindeki modüler maliyet kalemlerinden oluşmak ve toplam üretim maliyeti (3) deki gibi formüle edilmiştir. Toplam taşıma maliyeti ürün ve çıkma parça için ayrı ayrı ele alınmıştır

(4), Toplam atık maliyeti, parça ve ürün olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır (5), Ürün stok tutma maliyeti (6) ve yok satma maliyeti (7) gösterilmiştir.

$$\text{TMC}= \sum_j a_j.rc_j(\sum_t Z_t) + \sum_i \sum_j \sum_t (d_j + a_j + p_j)\text{bro}_{ijt}.\text{yy}_{it} + \sum_i xx_{it}(\sum_j d_j + \sum_t f_j.(1 - bro_{ijt})) + \sum_{mod}\sum_t U_{mod,t}.\text{MC}_{mod} \quad (3)$$

$$\text{TTC}= \sum_t g1(Z_t + Q_t + V_t) + \sum_j \sum_t g2_j(N_{jt} + S_{jt}) \quad (4)$$

$$\text{TSC}= \sum_i \sum_j \sum_t e_j bro_{ijt} + \sum_i \sum_t Dis_{i,t}W \quad (5)$$

$$\text{TIC}= \sum_t Invv_t.hc \quad (6)$$

$$\text{TSC} = (\sum_{\alpha=2}^{N}\sum_{t=1}^{T} dm_{\alpha t} + \sum_{\alpha=3}^{N}\sum_{t=1}^{T-1} dm_{\alpha t} + \sum_{\alpha=4}^{N}\sum_{t=1}^{T-2} dm_{\alpha t})*\text{pi}_t \quad (7)$$

$$Z_t + Q_t - V_t = 0\ , \qquad \forall t \quad (8)$$

$$\text{rfc}_{jt} - (N_{jt} + S_{jt}) = 0\ , \qquad \forall j, t \quad (9)$$

$$(X_{jt} + N_{jt}) - \text{rc}_j.Z_t = 0\ , \qquad \forall j, t \quad (10)$$

$$INVV_{t-1}^{+} + V_t = INVV_t^{+} + \sum_{\alpha}^{N} dm_{\alpha,t-\alpha+1} \quad \{\alpha \in N | t-\alpha+1 \geq 0\} \quad \forall t \quad (11)$$

$$S_{jt} = \text{rfc}_{jt}.\bar{b}_{jt} + \text{dmc}_{jt}.(1 - \bar{b}_{jt}), \qquad \forall j, t \quad (12)$$

$$Cap + \sum_{\beta=0}^{\beta} U_{\beta t}.Mcap_{\beta} = Z_t, \qquad \forall t \quad (13)$$

$$\sum_{\beta=1}^{B} U_{\beta t} \leq 1\ , \qquad \forall t \quad (14)$$

$$\sum_t V_t + INV_{t-1} \leq Cap\max, \qquad \forall t \quad (15)$$

$$X_{jt},\ Z_{t,}\ V_t,\ S_t,\ N_{jt}\ , Invv_t \geq 0 \quad (16)$$

$$b_{jt} = \{0,1\}$$

$$U_{mod,t} = \{0,1\} \quad (17)$$

Fabrika ve tamir merkezinden dağıtım merkezine gelen ürün miktarı, dağıtım merkezinden satış ve toplama merkezine giden ürün miktarına eşit olmalıdır (8), de montajdan sonra yenilenen parça miktarı, satış toplama merkezindeki çıkma parça talebi ile yeniden üretim için gerekli olacak parça miktarı toplamına eşittir (9), fabrika içindeki toplam parça miktarı tamir merkezinden gelen parça ile tedarikçiden sağlanan parça miktarına eşittir (10), Satış ve toplama merkezinde bir önceki dönemde kalan ürün miktarı ile dağıtım merkezinden gelen ürün miktarları, toplam müşteri talebi ve dönem sonu stok toplamına eşittir (11), çıkma parça miktarı ya de montajdan sonra yenilenen toplam parça miktarı ya da çıkma parça talebi kadar olmalıdır (12), Talebin yoğun olduğu dönemlerde fabrikaya yeni bir üretim modülü eklenir, mevcut üretim kapasitesi artar. Fabrikada üretilen ürün miktarı, fabrikadan dağıtım merkezine giden ürün miktarından büyük ya da eşittir (13), her dönem fabrika kapasite modüllerinden en az bir tanesi seçilmesi gerekmektedir (14),satış ve toplama merkezine gelen ürün miktarı ve önceki dönemden stok miktarı, satış ve toplama merkezi kapasitesini geçmemelidir (15), model karar değişkenleri sıfır eşit ya da büyüktür (16), ikili karar değişkenleri 0 ya da 1 değerini alır (17).

3. MODEL SONUÇ VE ÖNERİLERİ

Geliştirilen karma tamsayılı matematiksel model Intel Core (TM) i7-5500U CPU, 2.4 GHz ve 8 GB RAM sahip dizüstü bilgisayar ile çözümü yapılmıştır.. Mevcut problem GAMS-Cplex 24.3.1 paket programı ile 0.79 saniyede çözmüştür. Çözüm sonucuna baktığımızda toplam gelir 4866365, maliyet 808886.9 olarak çıkmıştır, alma fonksiyonu 4057478.1 olduğu görülmüştür. Toplam maliyet içindeki en büyük maliyet satın alma ve ureter maliyetidir, Tablo 1 de gelir ve maliyet kalemleri gösterilmiştir. Sonuçlarda her dönem için "m4" modül seviyesinin kullanıldığını görmekteyiz. Fabrikadan dağıtım merkezine her ay sırayla 223;1110; 1888; 2771 ürün gelmekte, dağıtım merkezinden satış ve toplama merkezine 225;1110; 1890; 2772 ürün taşınmaktadır. Ayrıca yenileme merkezinden dağıtım merkezine tamir edilen ürün miktarı ise 2; 0; 2; 1 olmaktadır. Satış toplama merkezi stok seviyesi 0 olarak çıkmıştır. Tablo 2 de modelin karar değişkenleri gösterilmektedir. Mevcut model tek aşamalı bir Kapalı Döngü Tedarik Zinciri (KDTZ) modelidir, günümüzde artık sıkça karşılaştığımız akıllı ürünlerin geri dönüşüm süreci dikkate alınmıştır. Modeldeki ürünlere yoğun talep dönemlerde firma yüksek stok maliyetini azaltmak için müşteriye bir sonraki ay talebini karşılama şartıyla fiyat indirimi teklifi sunmaktadır. Böylelikle pik talebi sonraki dönemlere kaydıracak ve müşteri sürdürebilirliğini sağlayacaktır. Mevcut model hipotetik veriler ile test edilmiş ve modelin karar değişkenleri ve amaç fonksiyonu değerleri aşağıda verilmiştir. Oluşturulan model karma tamsayılı doğrusal bir matematiksel modeldir, İleriki aşamalarda mevcut model aşama genişletilerek gerçek hayat problemine uyarlamak için çeşitli senaryo analizleri geliştirilip, test edilecektir.

Tablo 1. Amaç Değerleri

Toplam Kar	4057478.1
Toplam Gelir	4866365
Toplam Maliyet	808886.9
Satın alma Mly	361795
Üretim Mly	360931.5
Montaj Mly	359520
Tamir Mly	312
Demontaj Mly	863.5
Modüler Mly	236
Taşıma Mly	3604.8
Atık Mly	343.6
Stok Mly	0
Yoksatma Mly	82212

Tablo 2. Karar Değişkenleri

J	t	X(j,t)	M(j,t)	K(j,t)	N(j,t)	S(j,t)
1	1	223	2	2	0	1
2	1	223	2	2	0	1
3	1	892	3	2	0	0
4	1	446	2	2	0	1
5	1	223	3	2	0	0
1	2	1109	2	0	1	2
2	2	1109	1	0	1	3
3	2	4435	0	0	5	0
4	2	2220	3	0	0	2
5	2	1109	1	0	1	0
1	3	1888	1	0	0	1
2	3	1888	1	0	0	1
3	3	7552	2	1	0	1
4	3	3776	1	0	0	1
5	3	1888	0	0	0	2
1	4	2771	1	0	0	2
2	4	2771	1	0	0	2
3	4	11084	3	0	0	1
4	4	5540	0	0	2	2
5	4	2770	1	0	1	2
2	4	5550	1	0	1	5

KAYNAKLAR

Gaukler, G. M., Seifert , R., & Hausman, W. (2007). Item-Level RFID in the Retail Supply Chain. Propuction and Operations Management, 16(1), 65-76.

Gu, Y., Liu, Q. (2013). Research on the application of the internet of things in Reverse Logistics Information Management. Journal of Industrial Engineering Management, 6(4), 963-973.

Ondemir, O., & Gupta, S. M. (2014). Quality management in product recovery using the Internet of Things: An optimization approach. *Computers in Industry*, 65(3), 491-504.

Kiritsis, D. (2011). Closed- loop PLM for intelligent products in the era of the Internet of things . Computer Aided Design , 479-501.

Miorandi, D., Sicari, S., De Pellegrini, F., & Chlamtac, I. (2012). Internet of things: Vision, applications and research challenges. Ad Hoc Networks, 10, 1497-1516.

Zhiduan, X. (2005). Research on the Flexibility in Logistic Systems. Chinese Journal of Management, 4, 441-4.

A STUDY ON CHANGES IN JOB PROFILES AND PRIORITIES OF PERSONNEL SELECTION CRITERIA CAUSED BY THE TRANSFORMATION OF INDUSTRY 4.0: AN IMPLEMENTATION OF FUZZY DEMATEL IN A HIGH-TECHNOLOGY FIRM

Yiğit Kazançoğlu
Izmir Katip Çelebi University

Yeşim Deniz Özkan Özen
Ege University

ABSTRACT

Fourth Industrial Revolution is started to change manufacturing environment completely in developed countries and expected to spread all around the world during the next decades. At the core of Industry 4.0, internet technologies are located. Machines can communicate each other and smart products are produced in smart factories. With the significant transformations due to Industry 4.0 in manufacturing environment, traditional job profiles are differing. This research is focused on these changes in job profiles and investigate the personnel selection criteria in Industry 4.0 environment. The research has been conducted in a well-known Turkish technology firm, which has started to modify its manufacturing environment according to fourth industrial revolution. Fuzzy DEMATEL method was used to prioritize 11 different personnel selection criteria, which were specified for Industry 4.0, and show the cause and effect relationship between these criteria. As a result of the study awareness of IT security and data protection, ability to interact with modern interfaces and thinking in overlapping process were found as the most important factors. Selected criteria are also categorized under cause and effect groups.

Key Words: Industry 4.0, Job Profiles and Personnel Selection, Fuzzy DEMATEL

ENDÜSTRİ 4.0'A GEÇİŞ SÜRECİNDE DEĞİŞEN İŞ PROFİLLERİ VE PERSONEL SEÇİMİNDE KARAR ÖNCELİKLERİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA: TEKNOLOJİ SEKTÖRÜNDE ÖNCÜ BİR FİRMADA BULANIK DEMATEL YÖNTEMİ İLE UYGULAMA ÖRNEĞİ

ÖZET

Endüstri 4.0 olarak da adlandırılan Dördüncü Sanayi Devrimi, gelişmiş ülkelerde üretim sistemlerinde büyük değişikliklere neden olmaya başlamıştır ve gelişmekte olan ülkelerin de önümüzdeki yıllar içerisinde bu değişime ayak uydurması beklenmektedir. Endüstri 4.0'ın merkezinde internet teknolojileri yer almaktadır. Üretim sistemlerindeki bu büyük değişim görev alacak çalışanlardan beklentileri farklılaştırmakta ve geleneksel iş profilleri üzerinde değişiklikler yaratmaktadır. Bu çalışmanın amacı dördüncü endüstri devrimiyle birlikte üretim tesislerinde yaşanmakta olan ve gelecekte yaşanacak olan yapısal değişikliklerin iş profilleri ve personel seçim kriterleri üzerindeki etkisini değerlendirmek ve karar verme sürecinde personel seçimi kriterlerini analiz etmek ve önceliklerine göre sıralamaktır. Çalışmanın uygulama kısmı bulanık DEMATEL yöntemi kullanılarak sektöründe öncü bir teknoloji firmasında gerçekleştirilmiştir. Uygulama detayı, Endüstri 4.0 değişim süreci doğrultusunda yeni oluşturulmakta olan

departmanlarda görevli yetkili kişilerin katılımını içermektedir. Çalışma sonucunda değerlendirilmesi istenen 11 kriterden bilişim teknolojilerinde güvenlik ve korumanın önemi, modern teknolojilerle etkileşim içinde olabilme ve bütünleşik süreçlere adapte olma çalışanlardan beklenen en önemli özellikler olarak ortaya konmuştur. Ayrıca kriterler nedenler ve etkiler olmak üzere gruplandırılmıştır.

1. INTRODUCTION

Industry 4.0, in other words Fourth Industrial Revolution, is started to transform manufacturing environment completely in developed countries and expected to spread all around the world during the next decades. Our country is at the very beginning of this transformation process and only few of global firms have started to make changes. These transformation process affects the expectations from employees as well. Especially in the departments related to operations management, personnel selection criteria are expected to alter due to changing job profiles. Therefore, it is important to state new criteria for firms and evaluate them. Aim of this study is to remark these new criteria and presenting an importance order and a causal relationship between personnel selection criteria by using one of Multi Criteria Decision Technique; Fuzzy DEMATEL in a Turkish high-technology firm which has started to modify its processes according to Industry 4.0 and introducing new departments. By doing this, researchers main goal is contributing the operations management literature by focusing on recruitment process in Industry 4.0 environment and supporting Human Resources Activities with Industry 4.0 related criteria.

2. LITERATURE REVIEW

Researches related to Fourth Industrial Revolution are rapidly increasing in the literature and most of the studies are directly related to the manufacturing environment. Since Industry 4.0 is at the beginning of its existence most of the studies are based on creating conceptual models (Shuh et al., 2014; Toro et al., 2015; Kolberg and Zühle; 2015). Fundamental concepts of Industry 4.0 were summarized as; smart factory, Cyber-physical Systems (CPS), self-organization, new systems in distribution and procurement adaptation to human needs and corporate social responsibility (Lasi et al., 2014).

Main trends of Industry 4.0 are Internet of Things (IoT), Machine to Machine (M2M) technologies and Cyber-Physical Systems (Mosterman and Zander, 2015). Especially research models and implementations of CPS in manufacturing environment are highly popular in the literature (Lee, 2008; Lee et al., 2015). CPS refers to transformative technologies for managing interconnected systems between its physical and computational assets. Lee et al. (2015) suggested a five level architecture for CPS. These levels are; smart connection level, data to information conversation level, cyber level, cognition level and configuration level. This study is significant since it can be used as a guideline while implementing CPS into manufacturing environment. IoT is another important feature in Industry 4.0, and refers to the interconnection of physical objects, by equipping them with sensors, actuators and a means to connect to the internet (Dijkman et al., 2015). Even it is an older concept than Industry 4.0, IoT becomes more well known by the new industrial revolution. Moreover, the research fields related to Industry 4.0 were summarized as individualized production, horizontal integration in collaborative networks and end-to-end digital integration (Brettel et al., 2014).

All these changes in industrial environment directly affect the position of the workers on the field. Need for man power in a traditional way decreases due to high-tech machines which can communicate between each other and control themselves. This situation leads a significant transformation in job profiles. According to BCG September 2015 Report (Lorenz et al., 2015); Big data driven quality control, robot assisted production, self-driving logistics vehicles, production line simulation, smart supply network, predictive maintenance, machines as a service, self-organizing production, additive manufacturing of complex parts and augmented work, maintenance and service are some of example cases that are already used in manufacturing environment thanks to Industry 4.0. All these changes transform the expectations towards workers. Therefore, personnel selection criteria in manufacturing environment is also expected to be altered.

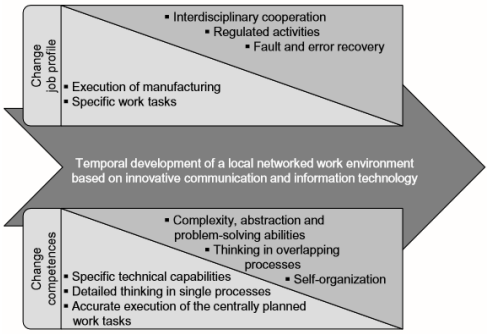


Figure 1 Changes of Job Profile and Competences (Dombrowski and Wagner, 2014)

In figure 1, model of changes of job profile and competences (Dombrowski and Wagner, 2014) is given. According to this model decreasing executive production tasks and less specific work tasks are some of changes in job profiles. In Industry 4.0 environment, interdisciplinary cooperation and focusing on error recovery are some of important aspects that workers need to have. Self-organization, complexity, and thinking in overlapping processes are other features. It is also expected that instead of detailed thinking on single processes or having specific technical capabilities, it is important to be a problem solver and a multitask worker in complex situations.

These changes affect the personnel selection criteria as well. Personnel selection by using MCDM methods are popular topics in the related literature (e.g. Kelemenis and Askonouis, 2010; Kabak et al., 2012; Dursun and Karsak, 2010; Belazantis et al., 2012). Some of traditional personnel selection criteria, which are used commonly, are strategic decision making, adaptability to change, interpersonal skills, leadership, emotional steadiness, self-confidence, past experience etc. However with respect to changes of Industry 4.0 criteria such as combining know-how related to a specific job or process, flexibility to adapt new roles and work environments, continual interdisciplinary learning, it knowledge and abilities, organizational and processual understanding, ability to interact with modern interfaces, trust in new technologies, awareness of its security and data protection, interdisciplinary cooperation, ability of dealing with complexity, abstraction (Dombrowski and Wagner, 2014; Gehrke *et al.*, 2015; Lorenz *et al*., 2015). These relatively new criteria have also been used in this study for the implementation of proposed method, which is explained in the following section.

3. METHODOLOGY

DEMATEL is used for building and analyzing a structural model involving cause and effect relationships between complex factors. To lay the foundation for extending the DEMATEL method for making decisions in fuzzy environments, the essentials of the DEMATEL method and fuzzy logic are discussed below.

3.1. The DEMATEL Method

Decision Making Trial and Evaluation Laboratory (DEMATEL) is a suitable MCDM method to analyze complicated relationships with certain scores by using matrix operation. The relationship that DEMATEL gives opportunity to analyze, is cause-effect relationship. This is also the main feature of the DEMATEL method. The DEMATEL method, developed by the Science and Human Affairs Program of the Battelle Memorial Institute of Geneva between 1972 and 1976, can convert the relationship between the causes and effects of criteria into an intelligible structural model of the system. In recent years it becomes more popular for researchers and has been used widely (Wu and Lee, 2007; Tsai and Chou, 2008; Yang and Tzeng, 2011; Ada et al. 2011). Details of the DEMATEL method are shown below.

Definition 1. The pair-wise comparison scale may be designated five levels, where the scores of 0, 1, 2, 3 and 4 represent ‘‘No influence’’, ‘‘Very Low Influence’’, “Low Influence”, ‘‘High influence’’, and ‘‘Very High Influence’’ respectively.

Definition 2. The initial direct-relation matrix Z is a n x n matrix obtained by pair-wise comparisons in terms of influences and directions between criteria, in which z_{ij} is denoted as the degree to which the criterion i affects the criterion j, i.e., $Z = [z_{ij}]_{nxn}$.

Definition 3. The normalized direct-relation matrix X, i.e., $X = [x_{ij}]_{nxn}$ and $0 \leq x_{ij} \leq 1$ can be obtained through the formulas (1) and (2), in which all principal diagonal elements are equal to zero.

$$X = s \cdot Z \quad (1)$$

$$s = \frac{1}{\max_{1 \le i \le n} \sum_{j=1}^{n} z_{ij}}, \quad (2)$$

$$i, j = 1, 2, \cdots, n.$$

Definition 4. The total-relation matrix T can be acquired by using the formula (3), in which the I is denoted as the identity matrix.

$$T = X(I - X)^{-1}. \quad (3)$$

Definition 5. The sum of rows and the sum of columns are separately denoted as D and R within the total-relation matrix T through the formulas (4)–(6):

$$T = t_{ij}, \quad i,j = 1,2,\ldots,n, \quad (4)$$

$$D = \sum_{j=1}^{n} t_{ij}, \quad (5) \qquad R = \sum_{i=1}^{n} t_{ij}, \quad (6)$$

where D and R denote the sum of rows and the sum of columns respectively.

The Fuzzy DEMATEL Method

In reality, most of decisions include imprecision because aims, constraints, and possible actions are not known exactly (Bellman and Zadeh, 1970). While making decisions in this fuzzy environment the result of decision-making is highly affected by subjective judgments that are vague and inexact. The sources of imprecision include: unquantifiable information, incomplete information, non-obtainable information, and partial ignorance (Chen, Hwang, & Hwang, 1992). Fuzzy set theory was introduced by Zadeh in 1965 to solve this kind of to solve this kind of fuzziness problem. It is a mathematical way to represent and handle vagueness in decision-making. In fuzzy logic, each number between 0 and 1 indicates a partial truth, whereas crisp sets correspond to binary logic: 0 or 1. Therefore, fuzzy logic can express and handle vague or imprecise judgments mathematically.

According to this is information in order to use the DEMATEL method for group decision making in a fuzzy environment, the analytical procedure of the proposed fuzzy DEMATEL method is summarized from Wu and Lee (2007) below.

Step 1: Identifying the decision goal and forming a committee.

Step 2: Developing evaluation factors and designing the fuzzy linguistic scale.

Step 3: Acquiring and aggregating the assessments of decision makers.

Step 4: Establishing and analyzing the structural model.

Linguistic terms	Triangular fuzzy numbers
Very high influence (VH)	(0.75,1.0,1.0)
High influence (H)	(0.5,0.75,1.0)
Low influence (L)	(0.25,0.5,0.75)
Very low influence (VL)	(0,0.25,0.5)
No influence (No)	(0,0,0.25)

Table 1. The fuzzy linguistic scale

At the end of step 4, the causal diagram is constructed with the horizontal axis (D + R) named ‘‘Prominence’’ and the vertical axis (D - R) named ‘‘Relation’’. The horizontal axis shows how much importance the factor has, while the vertical axis may divide factors into cause group and effect group. Usually, when the (D - R) axis is plus, the factor belongs to the cause group. Otherwise, the factor belongs to the effect group if the (D - R) axis is minus. Therefore, causal diagrams can visualize the complicated causal relationships of factors into a visible structural model, providing valuable insight for problem-solving. Moreover, with the help of a causal diagram, proper decisions by recognizing the difference between cause and effect factors can be done.

4. IMPLEMENTATION OF THE PROPOSED METHOD

As it was mentioned in the literature review part, personnel selection is a popular topic for researchers. Therefore, different kinds of criteria have been suggested in the literature so far. It is inevitable that the Industry 4.0 also affect the recruiting processes especially for the departments which are related to operations management. In that sense, the need for including Industry 4.0 based personnel selection criteria arises. For this study criteria have been selected according to the changes in job profiles due to Industry 4.0 from operations management perspective. The implementation of the proposed method had been conducted for a technology firm, which is planning to transform its processes according to new industrial revolution. In total 11 criteria which were frequently used in the literature (Dombrowski and Wagner, 2014; Gehrke *et al.*, 2015; Lorenz *et al.*, 2015) are hired in the proposed method. Selected criteria are; Combining know-how related to a specific job or process (C1), Flexibility to adapt new roles

and work environments (C2), Continual interdisciplinary learning and cooperation (C3), Knowledge on IT and production technologies (C4), Organizational and processual understanding (C5), Ability to interact with modern interfaces (C6), Trust in new technologies (C7), Awareness of IT security and data protection (C8), Ability of fault and error recovery (C9), Ability of dealing with complexity and problem solving (C10), Thinking in overlapping process (C11).

Implementation of the proposed method is conducted in a high-technology firm which has started making changes according to Industry 4.0. One of this transformation was introducing a new department. Application of the fuzzy DEMATEL method was made by the participation of 1 executive manager and 2 experts who are currently playing an important role in this Industry 4.0 related department in the firm. Participants have been asked to assess 11 criteria by using linguistic scale. For example, the assessment data of the executive manager is given in Table 2. After that, using the CFCS method to aggregate these assessment data, the initial direct relation matrix was produced. At the next step of the method, according to initial direct relation matrix, the normalized direct relation matrix was obtained by related formulas. Finally, the causal diagram (Figure 2) was acquired by mapping dataset of (D+R, D-R). According to the results, cause group includes; C2, C4, C5, C7, C8, C9, C11; while the effect group was composed of C1, C3, C6, C10.

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
C1	N	H	VH	N	L	L	VH	L	VH	VH	L
C2	L	N	VH	N	VH	H	H	L	L	H	L
C3	VH	VH	N	VL	VH	H	L	L	L	H	VH
C4	L	VL	L	N	H	H	L	VH	H	H	H
C5	L	VH	H	L	N	H	L	VL	L	VH	H
C6	VL	VH	VH	VL	H	N	L	N	VL	H	H
C7	H	VH	H	VL	VL	H	N	H	L	H	H
C8	VL	L	L	H	H	VL	H	N	H	H	H
C9	H	L	L	L	VH	VL	L	H	N	VH	VH
C10	H	H	VH	N	H	H	H	H	VH	N	VH
C11	L	L	VL	VL	H	H	H	H	VH	VH	N

Table 2. The Assessment Data of the Executive Manager

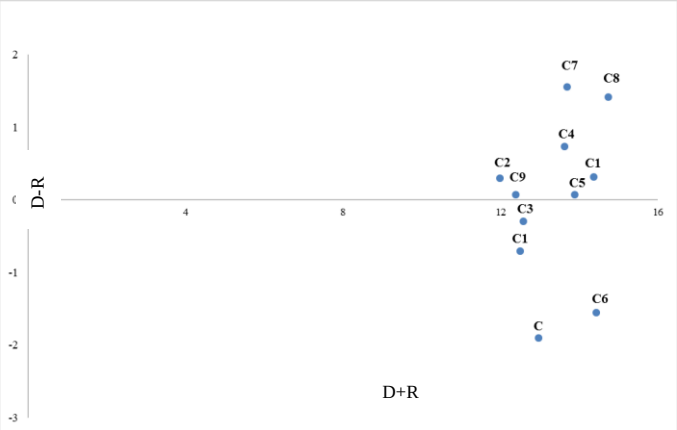


Figure 2. The Causal Diagram

Proposed method is seen as useful to deal with vague and imprecise judgements since it allows to apply both linguistic variables and a fuzzy aggregation method. Cause group factors point the meaning of influencing factors, while effect group factors represent the meaning of influenced factors. Which means cause group is difficult to change on the other hand effect group can be easily moved. Therefore, importance level of selected criteria was founded in descended order as C8, C6, C11, C5, C7, C4, C1, C3, C10, C9, C2. According to these results, awareness of IT security and data protection, ability to interact with modern interfaces and thinking in overlapping process are the most important personnel selection criteria in Industry 4.0 environment. Results show that significant technological transformation due to new industrial revolution gives priority to data security. In order to adapt this transformation, it is also expected from employees to have the ability of interaction with new technologies and also, due to more complex working environments, it is important to deal with overlapping processes for potential employees. Results of this study was found consistent with the previous literature.

5. CONCLUSION

With the significant transformations due to Industry 4.0 in manufacturing environment, traditional job profiles are differing. This research is focused on these changes in job profiles and investigate the personnel selection criteria in Industry 4.0 environment. The research has been conducted in a well-known Turkish technology firm, which has started to modify its manufacturing environment according to fourth industrial revolution. Fuzzy DEMATEL method was used to prioritize 11 different personnel selection criteria and show the cause and effect relationship between these criteria. At the end of the study awareness of IT security and data protection, ability to interact with modern interfaces and thinking in overlapping process were found as most important factors. While the cause group includes Flexibility to adapt new roles and work environments (C2), knowledge on IT and production technologies (C4), Organizational and processual understanding (C5), Trust in new technologies (C7), Awareness of IT security and data protection (C8) and Thinking in overlapping process (C11); effect group includes Combining know-how related to a specific job or process (C1), Continual interdisciplinary learning and cooperation (C3), Ability to interact with modern interfaces (C6), Ability of dealing with complexity and problem solving (C10). With respect to these results it can be said that Industry 4.0 environment is expected to cause transformations in job profiles and expectations form employees. This study was designed as one of pioneer for the related research area. For further studies focusing on different industries, using different methods and extending the criteria can be suggested.

REFERENCES

Ada, E., Kazançoğlu, Y., & Aksoy, M. (2011). Esnek Üretim Sistemlerine Etki Eden Faktörlerin Bulanık DEMATEL Yöntemi Kullanılarak Değerlendirilmesi.

Baležentis, A., Baležentis, T., & Brauers, W. K. (2012). Personnel selection based on computing with words and fuzzy MULTIMOORA. *Expert Systems with applications*, *39*(9), 7961-7967.Yöntemi Kullanılarak Değerlendirilmesi.

Bellman, R. E., & Zadeh, L. A. (1970). Decision-making in a fuzzy environment. Management science, 17(4), B-141.

Brettel, M., Friederichen, N., Keller, M., & Rosenberg, M. (2014). How Vitualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective. International Hournal of Mechanical, Aerospace and Manufacturing Engineering , 37-44.

Chen, S. J., & Hwang, C. L. (1992). Fuzzy multiple attribute decision making methods. In Fuzzy Multiple Attribute Decision Making (pp. 289-486). Springer Berlin Heidelberg.

Chien, C. F., & Chen, L. F. (2008). Data mining to improve personnel selection and enhance human capital: A case study in high-technology industry. *Expert Systems with applications*, *34*(1), 280-290.

Dijkmana, R., Sprenkelsa, B., Peetersa, T., & Janssenb, A. (2015). Business models for the Internet of Things. International Journal of Information Management, 672-678.

Dombrowski, U., & Wagner, T. (2014). Mental strain as a field of action in the 4th industrial revolution. Variety Management in Manufacturing, 100-105.

Dursun, M., & Karsak, E. E. (2010). A fuzzy MCDM approach for personnel selection. *Expert Systems with Applications*, *37*(6), 4324-4330.

Gerke, L., Kühn, A., Rule, D., Moore, P., Bellman, C., Siemse, S., . . . Standles, M. (2015). A Discussion of Qualifications and Skills in the Factory of the Future: A German and American Perspective. Düsseldorf: ASME.

Kabak, M., Burmaoğlu, S., & Kazançoğlu, Y. (2012). A fuzzy hybrid MCDM approach for professional selection. *Expert Systems with Applications*, *39*(3), 3516-3525.

Kelemenis, A., & Askounis, D. (2010). A new TOPSIS-based multi-criteria approach to personnel selection. *Expert Systems with Applications*, *37*(7), 4999-5008.

Kolberg, D., & Zühlke, D. (2015). Lean Automation enabled by Industry 4.0 Technologies. IFAC, 1870-1875.

Lasi, H., Fettke, P., Feld, T., & Hoffman, M. (2014). Indusrty 4.0. Business and Information Sytems Engineering, 239-242.

Lee, E. A. (2008). Cyber Physical Sytems: Design Challenges. ISORC, (s. 363-369). Berkley.

Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H.-A. (2015). A Cyber Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems. Manufacrueing Letters, 18-23.

Lorenz, M., Michael Rüssmann, R. S., Lasse, K., & Bolle, M. (2015, September). Man and Machine in Industry 4.0: How Will Technology Transform the Industrial Workforce Through 2025? Boston Consulting Group.

Schuh, G., Potente, T., Wesch-Potente, C., Weber, A. R., & Prote, J.-P. (2014). Collaboration Mechanisms to increase Productivity in the Context of Industire 4.0. Procedia CIRP, 51-56.

Toroa, C., Barandiarana, I., & Posadaa, J. (2015). A perspective on Knowledge Based and Intelligent systems implementation in Industrie 4.0. 362-370.

Tsai, W. H., & Chou, W. C. (2009). Selecting management systems for sustainable development in SMEs: A novel hybrid model based on DEMATEL, ANP, and ZOGP. Expert Systems with Applications, 36(2), 1444-1458.

Wu, W. W., & Lee, Y. T. (2007). Developing global managers' competencies using the fuzzy DEMATEL method. Expert systems with applications, 32(2), 499-507.

Yang, J. L., & Tzeng, G. H. (2011). An integrated MCDM technique combined with DEMATEL for a novel cluster-weighted with ANP method. Expert Systems with Applications, 38(3), 1417-1424.

Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. Information and control, 8(3), 338-353.

ESNEK ÜRETİM SİSTEMLERİ, BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIM/İMALAT VE BİR ŞİRKET İNCELEMESİ

Ayşe Begüm Kılıç
Hacettepe Üniversitesi
Yüksek Lisans Öğrencisi

Ceren Dirik
Kırıkkale Üniversitesi
Araştırma Görevlisi

ÖZET

1900'lü yılların sonlarına doğru bilgisayarların, robotların, yazılımların gelişmesi ve dünyada artan rekabetinde etkisiyle üretim sistemleri değişime uğramıştır. Hızlı değişen müşteri taleplerine aynı hızda tepki verebilecek sistemlere ihtiyaç duyulmuştur. Bu gelişmeler doğrultusunda, 1950'lerde temelleri atılan Esnek Üretim Sistemleri(EÜS), Bilgisayar Destekli Tasarım(BDT) ve Bilgisayar Destekli İmalat(BDİ) gibi kavramlar önem kazanmaya ve firmalar tarafından kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır. EÜS, BDT ve BDİ sistemlerini, işletmelerine entegre etmeyi başarmış akıllı fabrikalar, üretim süresi, maliyetler ve üretim için ihtiyaç duyulan enerji miktarını azaltarak, üretim miktarı ve kalitesini artıracak ve böylece dördüncü sanayi devrimi stratejisine ayak uydurarak çağın gerisinde kalıp yok olma tehlikesinden kurtulacaktır. Literatür EÜS, BDT ve BDİ açısından incelendiğinde, Türk firmalar üzerine yapılan çalışmaların oldukça az olduğu sonucuna varılmıştır. Bu sebeple bu çalışma, literatürdeki bu boşluğu doldurmak adına yapılmış bir çalışmadır. Bu çalışmada EÜS, BDT ve BDİ'nin işletmedeki uygulamasını ve işletme üzerindeki etkilerini incelemek ve bu teknolojilerin gelişim süreci ile birlikte günümüzde geldiği noktayı belirlemek amaçlanmıştır. Çalışmada 1000'den fazla çalışanı bulunan büyük ölçekli bir firma incelenmiştir. Çalışma sonucunda, firmanın EÜS'yi kendi üretim politikasına uygun olacak şekilde bazı düzenlemeler yaparak kullandıkları tespit edilmiştir. Sistem bir bütün olarak kullanılmaya başlanmamış, EÜS'ye ait olan özellikler uygulandığında pozitif yönde değişim gösterebileceği alanlar tespit edilerek o noktalara uygulanmıştır. Ayrıca, bilgisayar destekli sistemlerin firmada oldukça yaygın olarak kullanıldığı ve daha da yaygınlaştırılması için bu sistemler üzerinde hala ciddi çalışmalar yapıldığı gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bilgisayar Destekli İmalat, Bilgisayar Destekli Tasarım, Esnek üretim Sistemleri

ABSTRACT

Developments of computer, robot, and software industries and increasing competition in the world have lead changes in production systems. The need of systems that can respond the fast changing customer demands occurred. In line with these needs, systems such as Flexible Manufacturing Systems (FMS), Computer Aided Manufacturing (CAM) and Computer Aided Design (CAD) are getting popular and commonly used. Firms that integrate these systems will decrease the production time, costs, and energy needs and keep pace with forth industrial revolution. This will protect them from extinction. Literature review shows that there are few studies on Turkish firms. One of the intentions to do this study is to fill this gap. In this study, we aim to how these systems are applied in the firms and their effects on the firms, also see the current developments of these systems in the firms. In this study, a large firm with more than

1000 employees is studied and one to one interview is used. The results show that the firm has adapted the FMS by making changes according to their manufacturing policy. They did not adopt the system as a whole, only the technologies that they think they can benefit. CAM and CAD usage decreased the design time, production become more productive and quality of products is increased. The study concluded that computer aided systems are widely used in the firm and they are still working on these systems to use them more widely and efficiently.
Key words: Computer Aided Manufacturing, Computer Aided Design, Flexible Manufacturing Systems

1. GİRİŞ

1900'lerin sonlarına doğru küresel rekabet giderek artmıştır. 1970'teki petrol krizini atlatabilmiş sanayileşmiş ülkeler küresel pazarda paylarını korumak ve daha da büyütmek için yeni yollar aramaya başlamışlardır. Özellikle Japonya'nın Dünya pazarlarında kalite, fiyat, hız gibi özellikleri ön plana çıkan ürünleriyle boy göstermesi rekabeti çok şiddetli hale getirmiştir. 1970'lerden sonra müşteri isteklerinin hızla değişmeye başlaması, seri üretimin bırakılıp şirketleri daha yeni sistemlere geçişe zorlamıştır. Artan rekabet ve bu hızlı değişim şirketlerin daha fazla ürün çeşidi, daha küçük partilerle üretim ve daha kısa teslim sürelerine ihtiyaç duymalarına yol açmıştır. Bunun sonucunda, üretim yapan şirketler esneklik ve etkinlik sağlayan sistemler kullanmaya zorlanmıştır (Dangayach, Deshmukh, 2000; akt Josep, Sridharan, 2011). Bu noktada 1950'lerde NC tezgâhların icadıyla temelleri atılan EÜS, 1960'larda robot, malzeme taşıma sistemleri ve bilgi teknolojilerinin geliştirilmesi, 1980'lerde robot ve bilgisayarların birlikte çalışarak üretim sistemlerinde kullanımının yaygınlaşmasının ardından üreticilere istenilen küresel hedeflere ulaşmada yeni bir yol sunmuştur. Bilgi teknolojileri ve robotların zamanla daha da geliştirilmesi EÜS, BDT ve BDİ'nin gelişmesine katkıda bulunmuş ve bu sistemlerin kullanımı giderek artmıştır. Bu çalışmada EÜS, BDT ve BDİ kullanımının döküm sektörünün önde gelen firmalarından biri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu çalışma dört ana bölümden oluşmaktadır. Giriş kısmında EÜS, BDT ve BDİ hakkında bilgi verilmiştir. Ardından EÜS, BDT ve BDİ için literatür taraması yapılmıştır. Üçüncü kısımda ise firma incelemesine yer verilmiştir. Son olarak sonuç ve değerlendirme kısmı bulunmaktadır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

2.1. Esnek Üretim Sistemleri Kavramı

Esnek üretim sistemi (EÜS), bir üründen diğerine geçişte zaman kaybetmeden çeşitli ürünleri üretebilme yeteneğine sahip bir sistem olarak tanımlanabilir. Bu sistemde; talepteki ani değişikliklere yanıt vermek için, sistemin programlanması, makineler üzerinde değişiklik yapma ve yükleme-boşaltma işlemlerinde zaman kaybı söz konusu değildir (Groover, 1987). EÜS, pazardaki esnek olan talebe esnek bir arzla yanıt verebilmek amacı ile geliştirilmiş; müşterilere belirli ürünleri çok çeşitte düşük maliyetle üretebilme yeteneğine sahip, takım çalışması, çalışanların yetkilendirilmesi ve işletmenin rekabet gücünü artırarak faaliyetlerinin devamlılığını sağlayacak bir sistemdir. Bu sistem, tasarım ve üretim özellikleri birbirine benzeyen ürün gruplarını, küçük veya orta büyüklükteki partiler halinde üretilerek, pazardaki gelişmeler karşısında ürün karmasında hızlı değişiklikler yapabilme olanağı sağlar (Riggs, 1987). Browne, J. vd.(1984) çalışmalarında hangi üretim sistemlerinin esnek olup olmadığının kararlaştırılmasında bir karmaşa olduğunu belirtmiştir ve bu durumu çözmek için sekiz adet esneklik çeşidini tanımlamış ve açıklamıştır. Bu esnekliklerden bir kısmı Atmaca ve Erol(2001) tarafından şu şekilde tanımlanmıştır:

- Makine esnekliği: Çeşitli tipte parça işlenebilmesi için makinada yapılması gereken ayarların ve değişiklerin ne kadar kolay ve çabuk yapılabildiğini gösteren bir ölçüdür.
- Süreç esnekliği: Üretim sisteminin çeşitli ürünleri, sık aralıklarla çeşit değiştirmeye olanak verecek biçimde ve çeşitli oranlarda üretebilmesiyle ilgili bir ölçüdür.
- İş akışı (rotalama) esnekliği: Sistemde meydana gelebilecek beklenmedik bir aksaklığın üretim miktarını ne ölçüde etkileyeceğinin bir göstergesidir.
- Hacim esnekliği: Esnek üretim sisteminin değişik hacimlerde verimli bir şekilde üretim yapabilmesiyle ilgilidir.
- Genişleyebilme esnekliği: Üretim tesisinin kolay ve modüler bir biçimde büyütülebilmesiyle (kapasitesinin artırılabilmesiyle) ilgili bir ölçüdür.
- İşlemsel esneklik: Her bir parça tipi ile ilgili işlem sıralamasının değiştirilebilirliğinin bir göstergesidir.

Bunlara ek olarak ürün ve üretim esneklikleri Üreten(2006) tarafından şöyle tanımlanmıştır:

- Ürün esnekliği: Yeni ürünlerin üretimine düşük maliyetle ve hızlı bir şekilde geçebilme yeteneği.

- Üretim esnekliği: EÜS'nin üretebileceği parça ailesini değiştirebilme yeteneği.

2.2. Bilgisayar Destekli Tasarım ve Bilgisayar Destekli İmalat Kavramları

Literatürde BDT bir diğer adıyla CAD (Computer Aided Design) kavramına bakıldığında pek çok tanım yapıldığı görülmektedir. Groover ve Zimmers(1984) BDT'yi bir tasarımın oluşturulması, değiştirilmesi, incelenmesi ya da optimize edilmesinde bilgisayar sistemlerinden yararlanılması şeklinde tanımlamışlardır. Literatürde yer alan bir diğer tanımda; Paluri ve Gershenson(2001) BDT sistemlerini, ürün geliştirmenin ilk aşaması olarak açıklamış, BDT sistemleri sayesinde yaratıcı fikirlerin, uygulamaya kolaylıkla geçirilebildiğini ifade etmişlerdir. BDT birçok bileşenden oluşan bir sistemdir. Koç (1994) BDT'nin söz konusu temel bileşenlerini bilgisayarlar, yazılımlar, mikro işlemciler, monitör, çizici ya da yazıcı, fare ve sayısallaştırıcı gibi yardımcı araçlar olarak sıralamıştır. BDT sisteminin beraberinde getirmiş olduğu avantajlar hakkında literatürde çeşitli görüşler bulunmaktadır. Örneğin; Tekin (1993) BDT sisteminin sağladığı yararlarını şu şekilde özetlemiştir: Bilgisayar destekli tasarım için donanım ve yazılım yetenekleri son yıllarda hızlı bir şekilde gelişmiştir. Bu sistemin donanım ve yazılımı, parça çizimlerin oluşturulmasını; çizimlerde parça boyutlarının kolaylıkla değerlendirilmesini; çeşitli açılardan geometrik görüntülerin alınarak denetlenmesini; yüksek maliyetli prototip üretimine gerek duymaksızın parçaların birbirine uyumunun ve diğer özelliklerinin test edilmesini sağlar. Ayrıca alternatif tasarımların değerlendirilmesine, potansiyel sorunların ve ürünün kullanıcı için oluşturacağı tehlikelerin incelenmesine olanak tanır. Böylelikle tasarım süreci hızlandırılır ve tasarım kalitesi iyileştirilir. Pazarlama ile ilintili bir BDT sistemi, müşteri taleplerini çok daha iyi ve hızlı analiz ederek, buna uygun üretimi gerçekleştirebilir.

Bilgisayar destekli tasarım sisteminde ürün, istenilen özellikleri ile birlikte ortaya konulur ve analiz edilir. Bundan sonraki aşama ise, ürüne ait bu detaylı bilgileri uygun bir programlama diliyle tezgâha aktarmak ve tezgâhın en uygun makina işlem yolunu izleyerek üretimi gerçekleştirmesini sağlamaktır (Bradley, 1990). Bu noktada karşımıza BDİ diğer bir ifade ile CAM (Computer Aided Manufacturing) kavramı çıkmaktadır. Tezgâh kontrolü, işlem (süreç) planlama, malzeme akışı, montaj, kalite kontrol gibi üretim işlemlerinde kullanılan bilgisayar desteği BDİ olarak adlandırılır (Varol, Yalçın ve Yılmaz, 2005). Bilgisayar destekli üretime bir sistem yaklaşımı çerçevesinde bakıldığında, tasarım, planlama ve üretim gibi alt sistemlerden oluştuğu görülmektedir. Bu sistemlerde ürünler. bilgisayar desteği ile tasarlanmakta, gerekli konstrüksiyon hesaplamaları ve analizlerden sonra, üretim için gerekli planlar ve çalışma programları oluşturulmakta ve sonuçta yine bilgisayar desteği ile CNC tezgâhlarda üretilmektedir. (Handke, 1986).

Literatür EÜS, BDT ve BDİ açısından incelendiğinde bilinebildiği kadarıyla Türk firmalar üzerine yapılan çalışmaların oldukça az olduğu sonucuna varılmıştır. Çalışmalara örnek olarak Delikan(2010) çalışmasında Antgıda A.Ş. ve Nuh'un Ankara Makarnası A.Ş.'de EÜS kullanımını incelemiştir. Altuğ ve Nalbant(2008) Ostim ve İvedik Organize Sanayii bölgelerinde bulunan küçük ve orta ölçekli 75 işletmeyi kapsayan BDT ve BDİ üzerine bir uygulama yapmışlardır. Görüldüğü üzere çalışmalarda farklı sektörler incelenmiştir. Bu çalışma literatürdeki boşluğu doldurmak amacıyla yapılmış olan bir çalışmadır.

3. İNCELEME ÇALIŞMASI

Bu bölümde öncelikle firma ile ilgili bilgi verilecek ardından firmada üretim sistemlerinin zaman içerisindeki gelişimi ve mevcut durumları anlatılacaktır.

3.1. Firma İle İlgili Genel Bilgiler

Firma otomotiv, traktör ve iş makinelerine yönelik gri ve sfero pik parçalarda ham, işlenmiş ve komponent üretimi yapmaktadır. Yıllık 60000 ton üretim kapasitesine sahiptir. Firma 1953 yılında Ankara'da model atölyesi olarak kurulmuştur. Günümüzde, firma binden fazla çalışanı bulunan büyük ölçekli bir firmadır. Firma'nın ürettiği başlıca ürünler: motor blokları, silindir kafaları, güç aktarma organları grubu, yağ kartelleri, volan&volan muhafazaları, aks kovanları ve adaptörlerdir. Firmanın iki adet döküm fabrikası, iki adet işleme fabrikası ve bir adet model atölyesi bulunmaktadır. Firma, rekabet stratejisini kaliteli ve üretimi zor parçaların üretimi olarak belirlemiştir.

3.2. Üretim Sistemlerinin Zaman İçerisindeki Gelişimi

Çalışmanın bu kısmında firmanın üretim sistemlerinin kuruluşlarından günümüze kadar geçirmiş olduğu değişim ele alınacaktır.

3.2.1. Bilgisayar Sayısal Denetimli Tezgâhlar (CNC)

Firma 1989 yılında işleme kapasitesini arttırmak için ileri teknoloji ürünü CNC tezgâh kullanımına başlamıştır. Bu sistemde bir tezgâhta işlenen parça bir sonraki işlem için başka bir tezgâha taşınmaktadır. Bu da zaman kaybına yol açmakta ve iş gücü gereksinimini artırmaktadır. Bu sorunu çözmek için uygulanabilen yerlerde daha esnek olan işleme merkezleri kurulmuştur.

3.2.2. İşleme Merkezi (Single Machine)

CNC'lerde farklı tezgâhlar gerektiren işlemler işleme merkezlerinde tek bir tezgâhta toplanabilmektedir. İşleme merkezleri bir makinanın otomatik denetimini sağlamakta buna ek olarak takım değişikliklerini ve yükleme boşaltma fonksiyonlarını da otomatik olarak yapma imkânı vermektedir. Firma da iki paletli işleme merkezleri kullanılmaktadır. Bir paletteki malzeme işlenirken diğer paletteki malzeme işlem için hazırlanmaktadır. Bu da kurulum süresini ortadan kaldırmaktadır. Firmada bulunan 120 farklı başlığa sahip işleme merkezleri tek bir makine içerisinde tüm işlemleri yapabilmektedir.

3.2.3. Endüstriyel Robotlar

Firmada robotik sistem iki ayrı şekilde kullanılmaktadır. Bunlardan biri işlenecek parçayı robotun bağladığı robotik sistem iken diğeri işlenecek parçayı operatörün bağladığı manuel sistemdir. İşin gerekliliğine göre bu iki sistemden biri kullanılır. Robotik sistemin en büyük avantajı hızlı olması, standart olması ve işgücüne ihtiyaç duyulmamasıdır.

3.2.4. Esnek Üretim Sistemi

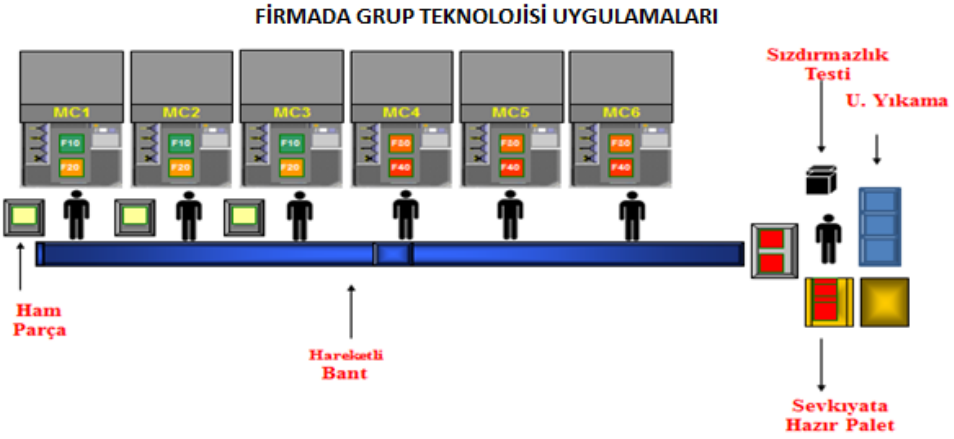
Firmada hem 4 makinalı hem de 6 makinalı EÜS oluşturulmuştur. Sistemde yükleme istasyonu, bir adet taşıyıcı, makinalar ve bilgisayar bulunmaktadır. Herhangi bir işleme merkezindeki iş bittiği zaman bilgisayar ekranında işin bittiği makinaya ait sarı ışık kırmızıya dönmektedir. Kırmızı ışık işin bittiği anlamına gelir ve biten paletle daha önceden işleme hazırlanmış olan palet yer değiştirir. Taşıyıcı biten parçayı alır ve gelip yükleme istasyonuna bırakır. Üretim sırasında bazen bazı tezgâhlar çok doluyken bazıları az yoğun olabilmektedir. Bu durumda hattı dengelemek gerekmektedir. EÜS sayesinde uygun aparatların bulunması hâlinde işlerin bir kısmı dolu olan tezgâhtan bir diğerine aktarılabilmektedir.

3.2.5. " I " Tipi Sistem

Firmada EÜS'de kullanılmakta olan bazı U tipi sistemler gerekli değişiklikler yapılarak I tipine dönüştürülmüştür. Firma genellikle küçük partiler hâlinde çok çeşitli parçalar üretmekte ve bu parçalara sürekli olarak yenileri eklenmektedir. Ancak üretilen ürünlere bir bütün olarak bakıldığında benzer özelliklere sahip gruplara ayrılabildikleri görülmektedir. Bu özellik firmanın grup teknolojisinden faydalanmasına olanak sağlamaktadır. Grup teknolojisinde amaç benzer özelliklere sahip parçaları ayırt ederek parça aileleri oluşturmak ve tasarımda ve üretimde bu benzerliklerden yararlanmaktır (Üreten, 2006). I tipi üretim sistemi grup teknolojisine uygun olduğu için kullanılmaktadır. Ancak bütün fabrikada uygulanan bir sistem değildir. Bunun yanında bazı yerlerde U tipi sistem kullanımına devam edilmektedir. I tipi sistemde makinalar, taşımayı sağlayan bant ve bilgisayar bulunmaktadır. U tipinde ise arada taşımayı sağlayan bir operatör ve makinalar bulunmaktadır. I ve U tipinin birlikte kullanıldığı sistemler bulunmaktadır. Şekil 1'de görüldüğü gibi ürünün I tipi sistemde işlendikten sonra yıkama, paketleme ve etiketlemenin yapıldığı U tipi sisteme girdiği bir sistem kullanılmaktadır. I tipinde her makinanın başında bir operatör bulunmaktadır. Bu operatörler işleyecekleri parçayı banttan alıp, işleri bittiğinde banta geri bırakarak parçanın bir sonraki işleneceği makinaya ulaşmasını sağlamaktadır.

3.2.7. Bilgisayar Destekli Tasarım

Firmada tasarım genellikle müşteriler tarafından yapılmaktadır. Müşterinin yapmadığı durumlarda ise tasarımlar BDT programları yardımı ile Modelhane Müdürlüğü'nde bulunan makine mühendisleri tarafından gerçekleştirilmektedir. Firma BDT için Unigraphics NX9 ve CATIA V5R21 yazılım programlarını kullanmaktadır. Özellikle bu iki programın kullanılmasındaki temel sebepler söz konusu programların dünyada kabul görmüş programlar olmaları ve firma yapısına uygunluğu olarak sıralanabilir.



3.2.8. Bilgisayar Destekli İmalat

Firma BDİ için TEBIS yazılımını kullanmaktadır. Bilgisayar sayısal denetimli tezgâhlara bilgi girişi yine bilgisayar yardımıyla operatör tarafından yapılmaktadır. Bu noktada kullanılabilecek barkod teknolojisi büyük bir fayda sağlayacaktır. Ancak çok yüksek sıcaklıklarda işlem yapılmasından dolayı döküm sektörü barkod kullanımına uygun bir sektör değildir.

3.2.9. BDT ve BDİ'de Veri Tabanı Uygulaması

Veri tabanındaki veriler, ürünün geometrik boyutları, ürünün geometrisini oluşturan tanımlanmış temel elemanların neler olduğu, detayların nasıl birleştirileceği, detaylara ait malzeme bilgileri, mamulün işleneceği hammaddenin ölçüleri (kaba malzeme ölçüleri) vb. bilgilerdir. Bu bilgiler değişik formatlarda sistemden alınarak birbirinden farklı birçok amaç için kullanılabilir (Koçer, 2013). Tek bilgisayar veri tabanı kullanımı, bütün departmanlar arasındaki iletişim sınırlarının kaldırılması, kurum kaynaklarının bütünleştirilmesi kavramlarını kapsamaktadır (Demirel ve Karaağaç, 2014). Firma Oracle 11g veri tabanını kullanmaktadır. Firmada yapılan bütün işlemler eş zamanlı olarak sisteme girilmektedir. Bu sayede ürünlerin tasarımı, bir ürünü üretmek için hangi parçaların gerektiği, üründen ne kadar üretildiği ve stokta ne kadar kaldığı gibi bilgilere istenildiği zaman erişilebilmektedir.

4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Firma Planlama Müdürü ile yapılan görüşmeler doğrultusunda hazırlanan bu çalışmada firmanın EÜS, BDT ve BDİ kullanımı incelenmiştir. Bu sistemlerin firma içerisindeki kullanımı genel olarak literatürde görülen değişimlere paralel olarak ilerlemiştir. Bu sistemler maliyetli sistemler olmasına rağmen, firmanın üretim hacmi ve sürekli olarak çalışıyor olmasından dolayı maliyetler sorun yaratmamaktadır. Firmanın EÜS'yi kendi üretim politikalarına uygun olacak şekilde bazı düzenlemeler yaparak kullandıkları tespit edilmiştir. BDT ve BDİ'nin kullanılması ile mamullerin tasarım süreleri kısalmış, verimli ve yüksek kaliteli olarak üretilir hale gelmişlerdir. Sonuç olarak EÜS, BDT ve BDİ kullanımının işletme üzerinde olumlu etkileri olduğunu söyleyebiliriz. Literatüre göre EÜS genellikle sektöründe lider veya önde gelen kurumlar tarafından kullanılmaktadır. Bu firmalar ihracat yaparak uluslararası piyasalarda rekabet halindedir. Firma farklı yabancı firmalara ihracat yapan döküm sektöründe lider firmalardan biridir. Bu durum literatürü destekler niteliktedir. (bkz. Delikan, 2010). Ancak bu çalışmada herhangi bir sayısal ölçüm yapılmamıştır. Gelecekte anket yöntemi kullanılarak bu alanda çalışmalar yapılabilir. Bu sayede bu sistemlerin kullanımının firmaya olan etkisi sayısal olarak ölçülebilecektir. Ayrıca daha çok firma ile çalışılması da karşılaştırma yapılabilmesi açısından fayda sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

Altuğ, M., Nalbant, M.(2008). Makine İmalat Sektöründe Faaliyet Gösteren Küçük ve Orta Ölçekli İşletmelerin Rekabet Gücünün Arttırılmasında İleri İmalat Teknolojileri ve Bir Alan Araştırması. Politeknik Dergisi,11(1), 19-29.

Atmaca, E., Erol, S.(2001). Esnek Üretim Sistemleri İle İlgili Literatür Araştırması: Çok Amaçlı Karar Verme Yaklaşımı. Süleyman Demirel Üniversitesi İİBF, 6(1),73-86.

Bradley, C., Vickers, G. (1990). Integrated Design And Manufacturing Utilising A PC: A Woodworking Industry Aplication. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 5, 214-223.

Browne, J., Dubois, D., Rathmill, K., Sethi, S.P., Stecke, K.E.(1984). Classification of flexible manufacturing systems. The FMS Maqazine, April 1984, 114-117.

Dangayach, G.S., Deshmukh, S.G.(2000). Trends and Perspectives Manufacturing Strategy: Experiences from Select Indian Organizations. JOurnal of Manufacturing Systems 19 (2), 134-148.

Delikan, H.(2010). Esnek Üretim Sistemleri ve Üretim İşletmelerinde Uygulanması İle İlgili Alan Araştırması (Yüksek Lisans Tezi).

Demirel, M. Y., & Karaağaç, İ. (2014). Bilgisayar Destekli Üretim Süreçlerine Genel Bir Bakış. Mühendis ve Makine Dergisi, 55(652), 51-61.

Groover, M.P. (1987). Automation Production Systems and Computer Integrated Manufacturing. New Jersey: Prentice Hall,Inc.

Groover, M.P., Zimmers, E.W. (1984). CAD/CAM. Defined. Computer Aided Design and Manufacturing (1-4). New Jersey: Prentice Hall.

Handke, G. (1986). Computer İntegrated And Automated Manufacturing Systems İn Aircraft Manufacturing. The International Journal of Production Research, 24(4), 811-823.

Josep, O.A.,Sridharan, R.(2011). Analysis of dynamic due-date assignment models in a flexible manufacturing system. Journal of Manufacturing Systems, 30 (1), 28–4.

Koç,H.,K., (1994). Bilgisayar Destekli Üretimin Orman Ürünleri Endüstrisinde Uygulanması. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 44(1), 73-99.

Koçer, Ü. (2013). Beş serbestlik dereceli bomba yükleme aracının tasarımı, analizi, simulink / simmechanics modeli ve animasyonu. Yayınlanmamış doktora tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Makas, Y., Ömürbek, N. (2014). Bilgisayar Destekli Tasarım, Bilgisayar Destekli Mühendislik, Bilgisayar Destekli Süreç Planlama. 22 Mayıs 2015, http://yunusmakas.com/docs/cad_cam_capp.pdf

Üreten, S.(2006). Üretim ve İşlemler Yönetimi: Stratejik Kararlar ve Karar Modelleri. Baran Ofset, Gazi Kitabevi, Ankara.

Paluri, S., Gershenson, J. K. (2001). Attribute-based design description system in design for manufacturability and assembly. Journal of Integrated Design and Process Science, 5(2), 83-94.

Riggs, J.L. (1987). Production Systems: Planning - Analysis and Control. 4. Baskı. New York: John Willey and Sons,Inc.

Tekin, M.(1993). Üretim Yönetimi (2. Baskı), Konya: Günay Ofset.

Varol, R., Yalçın, B., & Yılmaz, N. (2005). Bilgisayar Destekli İmalatta (Cam), Cam Programı Kullanılarak Parça İmalatının Gerçekleştirilmesi. Makine Teknol*ojileri Elektronik Dergisi, 3, 47-57.*

MAKİNE-EKİPMAN SEÇİM SÜRECİNİN BULANIK VIKOR YÖNTEMİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Burcu Kılıçkap
Kocaeli Üniversitesi

Atakan Alkan
Kocaeli Üniversitesi

ÖZET

Günümüz şartlarında makine-ekipman seçimi, şirketler için hayati öneme sahip bir karar verme problemidir. İşletme için uygun olmayan bir makine-ekipman seçimi, bir üretim sisteminin verimliliğini ve performansını olumsuz yönde etkilerken maliyetlerin artmasına ve firmanın imajının zedelenmesine sebep olmaktadır. Makine-ekipman seçimi; içinde birçok çelişen ölçütün olduğu, olası alternatifleri ve kavramları barındıran, yönetilmesi zor ve karmaşık bir süreçtir. Bu kararı etkileyen pek çok sayısal veya sözel değerlendirmeler bulunmaktadır. Bu çalışmada, bir otomotiv firmasının ekipman seçimi problemi ele alınmıştır. Ekipman seçiminde, karar verme sürecinde yer alacakların yargı ve değerlendirmelerini de içeren çok kriterli bir karar problemi incelenmiştir. Bu süreçte problemin değerlendirilmesi Bulanık Vikor yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Amaç, firmanın montaj hattında manuel yapılan lastik takma prosesini otomatize etmek için ihtiyaç duyulan ekipmanın belirlenmesidir. Bu süreçte dört aday ekipman dört karar verici tarafından beş farklı ölçüte göre değerlendirilmiş ve bir sıralama yapılmıştır. Maksimum grup fayda stratejisinin önemini belirleyen değerin değiştirilmesi ile duyarlılık analizi yapılarak sonuçtaki değişimler incelenmiştir.

Anahtar Sözcükler: Makine-Ekipman Seçimi, Bulanık Vikor, Duyarlılık Analizi

EVALUATION OF MACHINERY-EQUIPMENT SELECTION PROCESS BY USING FUZZY VİKOR METHOD

ABSTRACT

In today's conditions machinery-equipment selection is a vital decision making problem for companies. Improper machinery and equipment selection affects productivity and performance of a manufacturing system, it also causes cost increase and tarnish the company's image. Machinery-equipment selection is a difficult and complex process to manage that there are many conflictive criterias, possible alternatives and terms contain in itself. There has been many numerical or verbal evaluations. In this study, equipment selection problem for an automotive company is considered. In equipment selection, multi-criteria decision making problem process is examined. Evaluation of the problem is performed by using Fuzzy Vikor method. The goal is to determine the needed equipment to automate the process of manually installing the tire in the assembly line of the company. Four candidate equipments are evaluated according to five different criteria by four decision makers. Changing of the value that determines the importance of maximum group utility strategy is examined via sensitivity analysis.

Key Words: Machinery-Equipment Selection, Fuzzy Vikor, Sensitivity Analysis

1.GİRİŞ

İşletmeler açısından makine ve ekipman seçimi bir karar problemi olarak büyük önem taşımaktadır. Artan rekabet koşulları ile birlikte, herhangi bir konuda "doğru karar verme" işletmeler açısından çok daha büyük önem arz etmeye başlamıştır. Karar verilecek konunun birden fazla parametre tarafından belirlendiği ve değerlendirmeye alınan alternatiflerin her birinin kendine has avantajlarının olduğu bir durumda karma vermek oldukça güçleşmektedir. Karar vermeye etki eden tüm etkenlerin birarada değerlendirilmesi ve analiz edilmesi amacıyla çok kriterli karar verme yöntemleri geliştirilmiştir. Özellikle makine-ekipman satın alma kararı işletmeler açısından yatırım ve maliyet gerektiren oldukça önemli ve kritik bir karardır. Bu kararları işletmeler sezgisel veya deneyimsel yolla karar sürecine etki eden tüm kriterleri göz önünde bulundurarak vermeye çalışırlar. Bu noktada bilimsel bir yöntemin kullanılması sezgisel sürece kıyasla daha faydalı olacaktır.

Literatürde ekipman seçimi problemini ele alan pek çok çalışma vardır. Hodgett 2015 yılında yaptığı çalışmada kimyasal üretim prosesinde kullanılacak bir ekipmanın seçimi için AHP, ELECTREE III, MARE yöntemlerinden hangisinin kullanılması gerektiğini karşılaştırma yaparak sunmuştur. Abdolreza Yazdani-Chamzinia 2014 yılında yayınlanan çalışmasında malzeme taşıma ekipmanı seçimi için bulanık AHP ve bulanık TOPSIS kullanarak bütünleşik bir yaklaşım geliştirmiştir. Perçin tarafından 2012 yılında yapılan "Bulanık Ahs ve Topsıs Yaklaşımının Makine-Teçhizat Seçimine Uygulanması" çalışmasında bulanık AHS ve bulanık TOPSIS yöntemi yardımıyla en uygun CNC teknolojisi seçimini yapmıştır.

Son yıllarda literatürde Bulanık Vikor yöntemi ile ilgili yapılmış çalışmalara bakıldığında; tedarikçi seçimi (Akyüz, 2012), tedarik zinciri stratejisi seçimi (Görener, 2013), müteahhit firma seçimi (Ramezaniyan vd., 2012), personel seçim süreci (Deveci ve Yıldız, 2013), proje seçimi (Yıldız, 2014), alışveriş merkezi kuruluş yeri seçimi (Yavuz ve Deveci, 2014), lojistik firması seçimi (Görener, 2011), banka şube performanslarının değerlendirilmesi (Ertuğrul ve Karakaşoğlu, 2009), depo operatörü lojistik firmasının seçimi (Görener, 2013), yazılım geliştirme projelerinin değerlendirilmesi (Büyüközkan ve Ruan, 2008), şehirlerarası yolcu taşımacılığı (Türkmen ve Bildik, 2015) ve mobil işletim sistemlerinin değerlendirilmesi (Kuzu vd., 2013) gibi konular araştırılmıştır.

Bu çalışma kapsamında makine alım kararını etkileyen sayısal ve pek çok sözel kriterin bulunması ve insan yargılarının da değerlendirilebilmesi amacıyla çok kriterli karar verme yöntemi olarak Bulanık Vikor yaklaşımı uygulanmıştır. Çalışma üç ana bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde Bulanık Vikor yöntemi analiz edilecek, ikinci bölümde problemin uygulaması yapılacak, son bölümde ise duyarlılık analizi ile sonuçlardaki değişim yorumlanacaktır.

2.BULANIK VIKOR YÖNTEMİ

Slav kökenli, Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje ifadesinin kısaltılmış yazımı olan VIKOR'un anlamı; çok kriterli optimizasyon ve uzlaşık çözümdür. İlk olarak, Opricovic tarafından 1998 yılında ortaya konulmuştur. Yöntemin temelinde, alternatifler çerçevesinde ve değerlendirme kriterleri kapsamında bir uzlaşık çözümün oluşturulması vardır. Bu uzlaşık çözüm, ideal çözüme en yakın çözümdür (Chu vd., 2007:1016). Yöntemin analizi aşağıdaki şekilde sekiz aşamadan oluşmaktadır:

1. Aşama: Öncelikle problemin çözümü için karar verici grubu, alternatif ve kriterler belirlenir.

2. Aşama: Dilsel değişkenler ve bu değişkenlerin karşılıkları bulanık sayılar olarak tanımlanır. Dilsel değişkenler kriter ağırlıklarını belirlemek ve alternatifleri derecelendirmek için kullanılmaktadır.

3. Aşama: Bulanık karar matrisinde $\tilde{f}_{ij}$, i alternatifinin j. kritere göre derecesini ve $\tilde{w}_j$ ise j. kriterin önem ağırlığını göstersin. Eğer j kriteri <u>fayda açısından değerlendiriliyorsa</u> tüm kriter fonksiyonlarının en iyi ($\tilde{f}_j^*$) ve en kötü ($\tilde{f}_j^-$) değerleri aşağıdaki eşitlik kullanılarak belirlenir.

$$\tilde{f}_j^* = max_j \tilde{f}_{ij} \; ; \quad \tilde{f}_j^- = min_j \tilde{f}_{ij} \tag{1}$$

Maliyet açısından değerlendiriliyorsa tam tersi şekilde elde edilir.

4. Aşama: S_i ve R_i değerleri hesaplanır. S_i tüm kriterlere göre i. alternatifin en iyi bulanık değere uzaklığının toplamıdır. R_i ise j. kritere göre i. alternatifin en kötü bulanık değerlere olan maksimum uzaklığıdır.

$$\tilde{S}_i = \sum_{j=1}^{n} [\tilde{w}_j (\tilde{f}_j^* - \tilde{f}_{ij}) / (\tilde{f}_j^* - \tilde{f}_j^-)] \tag{2}$$

$$\tilde{R}_i = \max_j [\tilde{w}_j (\tilde{f}_j^* - \tilde{f}_{ij}) / (\tilde{f}_j^* - \tilde{f}_j^-)] \tag{3}$$

5. Aşama: $\tilde{S}_i^*$, $\tilde{S}_i^-$ *ve* $\tilde{R}_i^*$, $\tilde{R}_i^-$ değerleri hesaplanır. $\tilde{S}_i$, maksimum grup faydasını ve $\tilde{R}_i$ ise karşıt görüştekilerin minimum bireysel pişmanlığını ifade eder.

$\tilde{S}_i^* = \min_i \tilde{S}_i$, $\tilde{S}_i^- = \max \tilde{S}_i$
(4)
$\tilde{R}_i^* = \min_i \tilde{R}_i$, $\tilde{R}_i^- = \max \tilde{R}_i$
(5)

6. Aşama: (2), (3), (4) ve (5) nolu denklemler yardımıyla $\tilde{Q}_i$ indeksi hesaplanır. $\tilde{Q}_i$ indeksi grup faydası ile bireysel pişmanlığın birlikte değerlendirilmesi ile hesaplanır. *v* değeri maksimum grup faydasını sağlayan stratejinin önemini ifade ederken, 1-*v* bireysel pişmanlık değerini ifade eder. Uzlaşmacı çoğunluk için v≈ 0.5 alınabilir (Opricovic, 2011).

$$\tilde{Q}_i = v(\tilde{S}_i - \tilde{S}^*)/(\tilde{S}^- - \tilde{S}^*) + (1-v)(\tilde{R}_i - \tilde{R}^*)/(\tilde{R}^- - \tilde{R}^*) \quad (6)$$

7. Aşama: Bu aşamada bulanık sayıların ortalamaları alınarak durulaştırılmış ve S_i, R_i ve Q_i indeks değerleri bulunur. Daha sonra elde edilen indeks değerlerine göre alternatifler küçükten büyüğe doğru sıralanır. İndeks değeri en küçük olan en iyi alternatifi göstermektedir.

8. Aşama: Elde edilen sonucun geçerli kabul edilebilmesi için kabul edilebilir avantaj ve kabul edilebilir istikrar koşullarının sağlanması gerekmektedir. Eğer koşuların her ikisi de sağlanırsa en iyi (minimum) Q değerine sahip alternatif belirlenmiş olacaktır.

1.Koşul: Kabul Edilebilir Avantaj: Bu koşul en iyi ve en iyiye en yakın seçenek arasında belirgin bir fark olduğunun kanıtlanmasını içerir.

$Q(A'') - Q(A') \geq DQ$ (7)

$DQ = [1/(m-1)]$ (8)

m alternatif sayısını ifade eder. (m≤4 ise DQ=0.25) (Yang ve Wang, 2006:81).

2.Koşul: Kabul Edilebilir İstikrar: Elde edilen uzlaşık çözümün istikrarlı olduğunun kanıtlanması için şu koşulun sağlanması gerekir; en iyi Q değerine sahip A′ alternatifi, S ve R değerlerinin az bir tanesinde de en iyi değere sahip olmuş olmalıdır.

Belirtilen iki koşuldan bir tanesi sağlanamazsa uzlaşık çözüm kümesi şu şekilde önerilir:

- Eğer Koşul 2 sağlanmıyorsa A′ ve A″ alternatifleri,
- Eğer Koşul 1 sağlanmıyorsa A′,A″,…, A_m alternatifleri Q(A″)-Q(A′) ≥ D(Q) eşitsizliği dikkate alınarak ifade edilir.

Uzlaşık çözüm kümesi dahilinde Q değerlerine göre sıralama yapılır. En iyi alternatif, minimum Q değerine sahip alternatiflerden biridir.

3.UYGULAMA

Bu çalışma, bir firma için alınması planlanan lastik manipülatörünün belirlenmesini içerir. Mevcut durumda operatörün her bir lastiği taşıması sırasında üzerine yaklaşık 15 kg'lık yük bindiği tespit edilmiş, yönetim tarafından operatörün ergonomik koşullarda çalışabilmesi için iyileştirme yapılarak manipülatör satın alma kararı alınmıştır. Lastik manipülatörü için mevcut dört alternatif ekipman arasından seçim yapılacak, alternatifler dört karar verici tarafından beş farklı kritere göre değerlendirilecektir. Kriterler değerlendirilirken "dilsel değişkenler" kullanılmıştır. Kullanılan dilsel değişkenlere karşılık gelen bulanık sayılar Tablo 1'de görülmektedir (Chen, 2000). Karar verme sürecini etkileyen kriterler şu şekilde belirlenmiştir:

Cl. Satın Alma Maliyeti: Bir makinenin alımı esnasında makine ve ekipmanlarına bir kere ödenen ücrettir. Bu ücret, makinenin üretim tesisine getirilmesini ve kurularak çalışır biçimde yetkililere teslimini içermektedir. Sayısal değerler ile ölçülmektedir. Bir zarar kriteridir ve "maliyeti düşük olan iyidir".

C2. Ekipmanın ergonomik oluşu: Satın alınacak ekipman operatör üzerine binen 15 kg'lık yükü azaltmayı hedeflemektedir. Bu nedenle operatörün iskelet-kas sisteminde kalıcı hasar bırakmayacak, maksimum 3 kg yük binecek şekilde tasarlanmıştır olmalıdır. Bir fayda kriteridir, dolayısıyla yüksek olan iyidir.

C3. Esneklik: Satın alınacak ekipman farklı tipte lastiklerin taşıyabilecek şekilde tasarlanmış olmalıdır. Ekipman, özel lastik isteyen müşteri araçları için farklı boyutta veya tipte lastik taşımaya elverişli olmalıdır. Sözel değerler ile ölçülmektedir, bir fayda kriteridir. Esnekliği yüksek olan iyidir.

C4. Kullanım kolaylığı: Ekipmanın teknik özellikleri operatörün kullanımına elverişli olmalıdır. Zor ve karmaşık bir makinenin kullanımı operatör için hem eğitim sırasında fazla zaman harcamasına hem de herhangi bir arıza durumunda kolayca müdahale edememesine neden olur. Sözel ifadelerle ölçülebilen bir kriterdir. Kullanım kolaylığı yüksek olan iyidir.

C5. Performans: Kaliteli bir iş çıktısı için makinede meydana gelen arızaların az olması, makinenin yükleme-boşaltma sırasındaki hızı önemli performans ölçütleridir. Satın alınacak makinenin tam kapasiteyle yüksek performansla çalışması beklenir. Sözel ifadelerle ölçülmektedir. Bir fayda kriteridir, "performansı yüksek olan iyidir".

Dört farklı ekipman, dört kişilik bir karar verici grubuyla değerlendirilmiş, kriterler ve alternatifler için karar vericilerin değerlendirmeleri Tablo 2 ve 3'te görülmektedir.

Tablo 1. Dilsel Değişkenler ve Bulanık Sayılar

Kriter ağırlıkları için kullanılan değişkenler		Alternatiflerin derecelendirilmesi için kullanılan değişkenler	
Dilsel Değişkenler	Bulanık Sayılar	Dilsel Değişkenler	Bulanık Sayılar
Çok Düşük (ÇD)	(0, 0, 0.1)	Çok Kötü (ÇK)	(0, 0, 1)
Düşük (D)	(0.0, 0.1, 0.3)	Kötü (K)	(0, 1, 3)
Orta Düşük (OD)	(0.1, 0.3, 0.5)	Orta Kötü (OK)	(1, 3, 5)
Orta (O)	(0.3, 0.5, 0.7)	Orta (O)	(3, 5, 7)
Orta Yüksek (OY)	(0.5, 0.7, 0.9)	Orta İyi (Oİ)	(5, 7, 9)
Yüksek (Y)	(0.7, 0.9, 1.0)	İyi (İ)	(7, 9, 1.0)
Çok Yüksek (ÇY)	(0.9, 1.0, 1.0)	Çok İyi (Çİ)	(9, 1.0, 1.0)

Tablo 2. Karar Vericilerin Kriterlere Verdikleri Önem Ağırlıkları

	KV1	KV2	KV3	KV4
C1	Y	Y	Y	ÇY
C2	O	OD	O	OY
C3	Y	ÇY	OY	Y
C4	Y	OY	OY	Y
C5	ÇY	Y	ÇY	Y

Tablo 3. Karar Vericiler Tarafından Alternatiflerin Değerlendirilmesi

	A1				A2				A3				A4			
	KV1	KV2	KV3	KV4	KV1	KV2	KV3	KV4	KV1	KV2	KV3	KV4	KV1	KV2	KV3	KV4
C1	İ	Çİ	Çİ	İ	İ	Çİ	O	Oİ	O	K	ÇK	K	İ	İ	Oİ	Oİ
C2	İ	İ	Oİ	İ	İ	Oİ	İ	İ	K	İ	Oİ	İ	K	ÇK	K	K
C3	O	K	Oİ	Oİ	O	Oİ	K	K	Çİ	İ	Çİ	Oİ	İ	O	Oİ	Çİ
C4	Oİ	K	O	O	İ	Çİ	Oİ	İ	ÇK	ÇK	K	K	Oİ	İ	Oİ	Oİ
C5	Oİ	İ	Oİ	K	İ	Oİ	İ	Oİ	Oİ	Çİ	İ	İ	İ	Oİ	Çİ	Çİ

Tüm kriter fonksiyonlarının en iyi ve en kötü değerleri (1) nolu eşitlik yardımıyla bulunmuş ve sonuçlar Tablo 4'te gösterilmiştir. Bulanık karar matrisinde C1 maliyet kriteri olduğu için; $\tilde{f}_j^* = min_j \tilde{f}_{ij}$; $\tilde{f}_j^- = max_j \tilde{f}_{ij}$ eşitlikleri kullanılmıştır.

Tablo 4. Bulanık Kriter Ağırlıkları, Kriter Fonksiyonlarının En İyi ve En Kötü Değerleri

	Bulanık Ağırlıklar ($\tilde{w}$)			($\tilde{f}_j^*$)			($\tilde{f}_j^-$)		
C1	0.75	0.93	1.00	0.75	1.75	3.50	8.00	9.50	10.00
C2	0.30	0.50	0.70	6.50	8.50	9.75	0.00	0.75	2.50
C3	0.70	0.88	0.98	7.50	9.00	9.75	2.00	3.50	5.50
C4	0.60	0.80	0.95	7.00	8.75	9.75	0.00	0.50	2.00
C5	0.80	0.95	1.00	7.50	9.00	9.75	4.25	6.00	7.75

Her bir kriter bazında alternatiflere ait $\tilde{S}_i$, $\tilde{R}_i$ ve $\tilde{Q}_i$ değerleri hesaplanmış ve Tablo 5'teki sonuçlar elde edilmiştir.

Tablo 5. $\tilde{S}_i$, $\tilde{R}_i$ ve $\tilde{Q}_i$ Değerleri

Alternatif	$\tilde{S}_i$			*Si ort*	$\tilde{R}_i$			*Ri ort*	$\tilde{Q}_i$			*Qi ort*
A1	2.46	2.92	3.03	2.80	0.80	0.95	1.00	0.92	1.00	1.00	1.00	1.00
A2	1.61	1.91	1.95	1.82	0.70	0.88	0.98	0.85	0.55	0.55	0.55	0.55
A3	0.80	1.01	1.12	0.98	0.60	0.80	0.95	0.78	0.11	0.13	0.17	0.14
A4	1.16	1.57	1.86	1.53	0.54	0.75	0.92	0.74	0.11	0.15	0.19	0.15

Bu aşamada maksimum grup faydası ile minimum bireysel pişmanlığı bir arada değerlendiren ve uzlaşık bir çözüm veren *Qi* değeri hesaplanır ve alternatifler bir sıraya konur.

Bu çalışmada durulaştırma yöntemi olarak En İyi Gerçek Sayı Değeri (Best Nonfuzzy Performance Value, BNP) yöntemi (Hseih vd., 2004) kullanılmıştır. BNP yöntemi ile durulaştırma işlemi (*l,m,u*) parametreleri sırasıyla üçgen bulanık sayının alt, orta ve üst değerlerini göstermek üzere;

$$BNP_i=\frac{(ui-li)+(mi-li)}{3}+li,\ \forall i$$

(9)

eşitliği ile yapılır. Durulaştırma işlemi sonrası oluşturulan S_i, R_i ve Q_i indeksleri ve alternatif sıralamaları Tablo 6'da gösterilmiştir. Bulunan indeks değerlerine göre alternatifler küçükten büyüğe doğru sıralanmıştır. İndeks değeri en küçük olan en iyi alternatifi göstermektedir.

Tablo 6. S_i, R_i ve Q_i indeks değerleri ve sıralaması

	Qi		***Si***		***Ri***	
	İndeks	**Sıra**	**İndeks**	**Sıra**	**İndeks**	**Sıra**
A1	1.00	4	2.80	4	0.92	4
A2	0.55	3	1.82	3	0.85	3
A3	0.14	1	0.98	1	0.78	2
A4	0.15	2	1.53	2	0.74	1

Bulunan en küçük Q_i indeks değerine sahip A3 alternatifi en iyi çözümdür. Ancak en iyi uzlaştırıcı çözümü sağlayıp sağlamadığını belirlemek için aşağıdaki iki koşulun da uygunluğunu test etmek gerekir.

1.Koşul: Kabul edilebillir avantaj : (7) nolu denkleme göre (m≤4 ise DQ=0.25); 0.15-0.14 ≤ 0.25 'dir.

2.Koşul: Kabul edilebilir istikrar: *Si , Ri ve Qi* indekslerine göre yapılan sıralama Tablo 7'de gösterilmiştir.

Tablo 7. S_i, R_i ve Q_i Değerlerine Göre Alternatiflerin Sıralaması

Q_i	A3>A4>A2>A1
S_i	A3>A4>A2>A1
R_i	A4>A3>A2>A1

Bu iki koşul değerlendirildiğinde kabul edilebilir avantaj koşulu sağlanamamıştır. Yani birinci en iyi alternatif ile ikinci en iyi alternatif arasında bir fark yoktur. En iyi Q değerine sahip A3 alternatifi , S değerinde de en iyi skoru elde etmiş olduğu için 2. koşul sağlanmıştır. Dolayısıyla işletme için en optimum karar; A3 ekipmanını seçmektir.

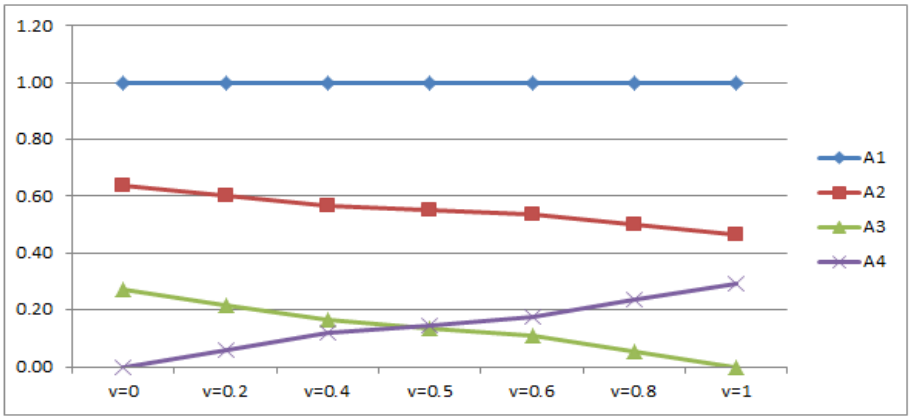
4.SONUÇ

Elde edilen sonuç maksimum grup faydasını sağlayan stratejinin ağırlığını (*v*) 0.5 kabul ederek bulunmuştur, dolayısıyla bulunan çözüm uzlaşık çözümdür. Duyarlılık analizi yapılarak (*v*) değerinin çözüm üzerindeki etkisinin ölçülebilmesi için farklı *v* değerleri için çözüm hesaplanmış, sonuçlardaki değişim Tablo 8 ve Şekil 1'deki grafikte ortaya konulmuştur.

Tablo 8. Maksimum Grup Faydasını Sağlayan Stratejinin Ağırlığı Değiştirilerek Elde Edilmiş Sonuçlar

	A1	**A2**	**A3**	**A4**
Si	2.80	1.82	0.98	1.53
Ri	0.92	0.85	0.78	0.74
Qi (v=0)	1.00	0.64	0.28	0.00
Qi (v=0.2)	1.00	0.60	0.22	0.06
Qi (v=0.4)	1.00	0.57	0.16	0.12
Qi (v=0.5)	**1.00**	**0.55**	**0.14**	**0.15**
Qi (v=0.6)	1.00	0.53	0.11	0.18
Qi (v=0.8)	1.00	0.50	0.05	0.24
Qi (v=1)	1.00	0.47	0.00	0.29

Duyarlılık analizi sonuçlarına göre en iyi alternatif *v*=[0-0.4] aralığında A4 iken, *v*=[0.5-1] aralığında birinciliği A3 alternatifi almıştır. A2'nin artan *v* değerlerinde üst sıralara çıkması sıralamada maksimum grup faydasının bu alternatif için olumlu bir etkisinin olduğunu gösterir. A1 alternatifi ise değişen *v* değerlerinden etkilenmemiş, son sırada yer almıştır.



Şekil 1. Duyarlılık Analizi Sonuçları

Duyarlılık analizi yapılmadan önce en iyi alternatif olarak A3 ekipmanının satın alınması kararı alınmışken, analiz sonucunda karar vericinin minimum bireysel pişmanlık kriterini dikkate alması durumunda A4 ekipmanının da satın alınmasının uygun olduğu bulunmuştur. Çalışma sonuçları firma ile paylaşıldığında sonuçlarının tutarlı olduğu gözlenmiş ve uygun bulunmuştur. Bu çalışmanın uzantısı olarak diğer çok kriterli karar verme teknikleri kullanılabilir, sonuçlar bulanık vikor yöntemi ile karşılaştırılarak sonuçlar arasındaki farklılıklar ortaya konabilir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmamda bana yol gösteren Sayın Hocam Yrd. Doç. Dr. Atakan Alkan'a ve yüksek lisans çalışmalarım boyunca desteğini benden esirgemeyen aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

KAYNAKÇA

Agrawal, V.P., Gupta, S. And Kohli, V., 1991, "Computer aided robot selection: The multiple attribute decision making approach", International Journal of Production Research, 29(8): 1629-1644

Chamzini A., 2014, "An integrated fuzzy multi criteria group decision making model for handling equipment selection", Journal of Civil Engineering and Management, C:20, 660-673

Chu, T.C. And Lin, Y.C., 2003, "A fuzzy TOPSIS method for robot selection", International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 21: 284–290

Dağdeviren M., 2008 "Decision making in equipment selection: an integrated approach with AHP and PROMETHEE", J Intell Manuf, 19:397–406

Dağdeviren M., Yılmaz B., 2010, "Ekipman Seçimi Probleminde Promethee Ve Bulanık Promethee Yöntemlerinin Karşılaştırmalı Analizi", Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der., C:25, No:4, 811-826

Demiray A., 2007, "Makine Seçimi Probleminin Çok Kriterli Karar Verme Yöntemiyle Çözümü", Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi

Görener A., 2013, "Tedarik Zinciri Stratejisi Seçimi: Bulanık VIKOR Yöntemiyle İmalat Sektöründe Bir Uygulama", International Journal of Alanya Faculty of Business, C:5, S:3, s. 47-62

Kaya İ., Kılınç M.S., Çevikcan E., 2007, "Makine-Techizat Seçim Probleminde Bulanık Karar Verme Süreci", Mühendis ve Makina Dergisi, C:49, S:576

Kulak, Osman, 2005, "A decision support system for fuzzy multi-attribute selection of material handling equipments", Expert Systems with Applications, 29: 310–319

Perçin S., "Bulanık Ahs Ve Topsis Yaklaşımının Makine-Teçhizat Seçimine Uygulanması", Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, C:21, S:1, 2012, s.169-184

Tansel Y., Yurdakul M., 2008, "Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerini Kullanan Makine-Ekipman Seçim Çalışmalarında Bulanıklığın Sonuçlara Etkisinin İncelenmesi", İşletme Fakültesi Dergisi, C:9, S:1, s.125-140

Tuzkaya G., Özgen D., Gülsün B., 2011, "Malzeme Taşıma Sistemi Alternatiflerinin Değerlendirilmesinde Bulanık-Promethee Yaklaşımı", Doğuş Üniversitesi Dergisi, C:12 (1), s. 144-155

Yıldırım B., Kuzu S., Özdemir M., 2014, "Mobil İşletim Sistemlerinin Bulanık Vikor Yaklaşımı Ile Değerlendirilmesi", 15th International Symposium on Econometrics, Operations Research and Statistics C:5, S:22, s.22-25

Yılmaz E., 2012, "Bulanık AHP-VIKOR Bütünleşik Yöntemi ile Tedarikçi Seçimi", Marmara Üniversitesi İ.İ.B. Dergisi, C:33, S:2, s.331-354

BİR FİRMADA TOPLAM VERİMLİ BAKIM FAALİYETLERİNİ OLUMSUZ YÖNDE ETKİLEYEN FAKTÖRLERİN DEMATEL, AAS VE KALİTE EVİ İLE ANALİZİ

Olcay Kılınççı
Celal Bayar Üniversitesi

Mehmet Ali Ilgın
Celal Bayar Üniversitesi

ÖZET

Toplam Verimli Bakım (TVB) birçok firma tarafından özellikle makine kullanılabilirlik oranlarını iyileştirmek amacıyla uygulanmaktadır. Yüksek verimlilik oranları ve düşük hurda miktarı bu tekniğin diğer faydaları arasındadır. Buna karşın, bu faydaların ortaya çıkması için TVB faaliyetlerinin başarısını olumsuz etkileyebilecek bir takım faktörler dikkatli bir şekilde analiz edilmelidir. Bu çalışmada bir fabrikada TVB faaliyetlerinin uygulanmasını zorlaştıran faktörler üç aşamalı bir yöntem kullanılarak analiz edilmiştir. İlk aşamada DEMATEL kullanılarak faktörler arası ilişkiler belirlenmiştir. İkinci aşamada, ilk aşamada belirlenen ilişkiler dikkate alınarak Analitik Ağ Süreci (AAS) ile risk faktörlerinin önem ağırlıkları belirlenmiştir. Üçüncü aşamada, düzeltici faaliyetlerin belirlenmesi ve önceliklendirilmesi için kalite evi analizi yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Toplam Verimli Bakım, DEMATEL, Analitik Ağ Süreci, Kalite Evi

USE OF DEMATEL, ANP AND HOUSE OF QUALITY FOR THE ANALYSIS OF THE FACTORS WHICH HAVE NEGATIVE IMPACT ON THE TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE ACTIVITIES OF A COMPANY

ABSTRACT

Total productive maintenance (TPM) is used by many companies mainly for improved machine availability rates. Higher productivity levels and reduced scrap are the two other benefits of this technique. However, in order to experience those benefits, the factors that may have negative impact on the successful implementation of TPM must be carefully analyzed. In this study, the factors obstructing the successful implementation of TPM in a factory are analyzed by following a three-phase methodology. DEMATEL is employed in the first phase in order to determine the relationships among the factors. Analytical Network Process (ANP) is used in the second phase for the determination of criteria weights by considering factor interactions identified in the first phase. A house of quality analysis is carried out in phase 3 in order to determine and prioritize the corrective actions.

Key Words: Total Productive Maintenance, DEMATEL, Analytical Network Process, House of Quality

1. GİRİŞ

Üretimde görevli işçilerin sorumlu oldukları makinelerin durumlarını sürekli olarak gözlemleyerek bakım faaliyetlerine destek olmasını esas alan bir yöntem olan toplam verimli bakım (TVB) yüksek düzeyde verimlilik gerektiren günümüz üretim ortamında yaygın olarak kullanılan bir tekniktir. TVB, Toplam Kalite Yönetimi (TKY) ilkeleri esas alınarak geliştirilmiştir. Bu nedenle TKY ile ortak pek çok noktası bulunmaktadır. TKY'nde olduğu gibi TVB'da da bütün çalışanların katılımı ve işletmenin farklı bölümlerinde görev yapan çalışanların bulunduğu takımların oluşturulması önem arz etmektedir. Her iki teknikte de herhangi bir bölümün performansın arttırılmasından ziyade işletmenin bütününün performansının arttırılması, sıfır hata, sıfır duruş prensibiyle performansın sürekli iyileştirilmesi esastır (Cooke, 2000). Daha yüksek verimlilik, daha kaliteli üretim, plansız makine duruşlarında azalma, maliyetlerde azalma, zamanında yapılan teslimatlarda artış, iş memnuniyeti yüksek çalışanlar, daha yüksek iş güvenliği TVB'ın literatürde sıralanan faydalarından bazılarıdır (Ahuja ve Kamba, 2008).

TVB faaliyetlerinden yukarıda sayılan faydaları elde etmek isteyen bir işletme, TVB faaliyetlerini olumsuz etkileyebilecek bir takım faktörleri dikkatli bir şekilde analiz etmelidir. Bu doğrultuda, literatürde TVB faaliyetlerini olumsuz yönde etkileyen faktörlerin analizine ilişkin çeşitli çalışmalar bulunmaktadır (Attri, 2013; Cooke, 2000). Bu çalışmaların birçoğunda faktörlerin önem düzeyleri faktörler arasındaki ilişkiler göz ardı edilerek analiz edilmektedir. Ayrıca tespit edilen ve önem düzeyi belirlenen faktörlerin ortadan kaldırılması için yapılması gereken faaliyetlerin önceliklerinin belirlenmesi konusu göz ardı edilmektedir.

Bu çalışmada TVB faaliyetlerini olumsuz yönde etkileyen faktörlerin analizini ve bu faktörlerin ortadan kaldırılması için yapılacak iyileştirmelerin belirlenmesini ve önceliklendirilmesini sağlayan bir yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntemin ilk adımında DEMATEL yönetimi ile faktörler arasındaki ilişkiler belirlenmektedir. İkinci adımda ilk adımda belirlenen ilişkiler göz önüne alınarak Analitik Ağ Süreci yöntemi ile faktör ağırlıkları bulunmaktadır. Son adımda, Kalite Evi analizi ile faktörlerin etkilerini ortadan kaldırmak için yapılması gereken iyileştirme önerileri belirlenmekte ve bu önerilerin önceliklendirilmesi sağlanmaktadır.

Çalışmanın 2. bölümünde geliştirilen yöntemin bir fabrikada TVB'ı olumsuz yönde etkileyen faktörlerin analizinde ve iyileştirme önerilerinin önceliklendirilmesinde kullanımına yönelik yapılan uygulamanın adımları açıklanmaktadır. 3. bölümde sonuçlar tartışılmaktadır.

2.BİR FİRMADA TOPLAM VERİMLİ BAKIM FAALİYETLERİNİ OLUMSUZ YÖNDE ETKİLEYEN FAKTÖRLERİN DEMATEL, AAS VE KALİTE EVİ İLE ANALİZİ

Bu çalışma TVB faaliyetlerine yeni başlayan bir jant fabrikasında yapılmıştır. Fabrikadaki mühendisler ile yapılan görüşmeler dikkate alınarak ve literatürdeki çalışmalar incelenerek TVB faaliyetlerini olumsuz yönde etkileyen faktörler aşağıdaki şekilde belirlenmiştir:

1. Yönetimin desteğinin eksikliği (B1).
2. İşçilerin direnci (B2).
3. Üretim ve bakım bölümleri arasındaki zayıf koordinasyon (B3).
4. İşçilerin eğitim eksikliği (B4).
5. TVB ile ilgili kavram ve prensiplerin yeterince anlaşılmaması (B5).
6. Motivasyon eksikliği (B6).
7. Finansal kısıtlar (B7).
8. Uygun bir ödüllendirme mekanizmasının eksikliği (B8).
9. Karar alma sürecinde işçilere yeterince yetki verilmemesi (B9).
10. Bilgisayar destekli bakım yönetim sisteminin bulunmaması (B10).
11. TVB çalışmalarında kullanılması gerekli ölçüm cihazlarının eksikliği (B11).
12. Bakım operasyonlarına ilişkin standart prosedürlerin eksikliği (B12).
13. TVB takımlarının uygun olmayan şekilde oluşturulması (B13).
14. Kurum kültürünün TVB için uygun olmaması (B14).

2.1 DEMATEL ile Faktörler Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi

Bu bölümde, TVB faaliyetlerini olumsuz şekilde etkileyen faktörler arasındaki ilişkiler DEMATEL yöntemi (Aksakal ve Dağdeviren, 2010) kullanılarak belirlenmektedir. Bu yöntemde, ilk olarak, fabrikada görevli üç mühendisin görüşleri doğrultusunda ortalama direkt ilişki matrisi oluşturulmuştur. Daha sonra, bu matrisin normalize edilmesi ile normalize direkt ilişki matrisi elde edilmiştir. Son aşamada, normalize direkt ilişki matrisi ve birim matris kullanılarak Tablo 1'de verilen toplam etki matrisi oluşturulmuştur.

Tablo1: Toplam Etki Matrisi

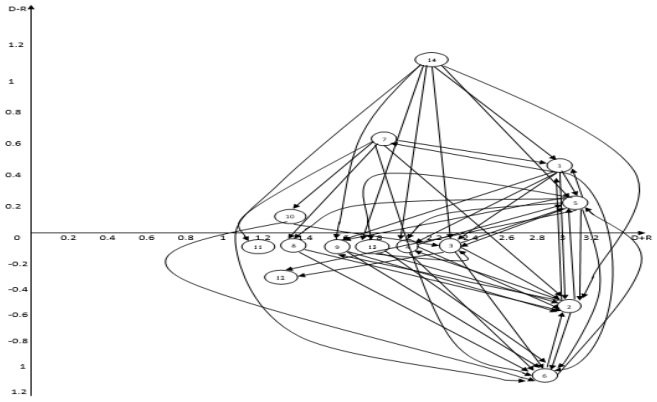
	B1	**B2**	**B3**	**B4**	**B5**	**B6**	**B7**	**B8**	**B9**	**B10**	**B11**	**B12**	**B13**	**B14**
B1	0.083	0.205	0.155	0.152	0.181	0.223	0.124	0.098	0.104	0.074	0.093	0.097	0.121	0.071
B2	0.128	0.084	0.083	0.105	0.155	0.169	0.036	0.059	0.107	0.052	0.046	0.066	0.063	0.074
B3	0.076	0.128	0.051	0.050	0.116	0.172	0.031	0.052	0.066	0.046	0.065	0.116	0.077	0.071
B4	0.070	0.135	0.069	0.037	0.124	0.142	0.027	0.050	0.081	0.044	0.030	0.065	0.065	0.030
B5	0.159	0.204	0.139	0.131	0.093	0.211	0.046	0.105	0.130	0.073	0.093	0.110	0.141	0.061
B6	0.087	0.127	0.077	0.082	0.103	0.062	0.033	0.041	0.039	0.020	0.022	0.061	0.054	0.021
B7	0.145	0.161	0.070	0.086	0.085	0.149	0.037	0.121	0.054	0.115	0.118	0.035	0.045	0.051
B8	0.057	0.121	0.044	0.029	0.062	0.140	0.021	0.018	0.023	0.014	0.014	0.021	0.022	0.039
B9	0.045	0.114	0.084	0.037	0.069	0.135	0.015	0.035	0.024	0.031	0.025	0.067	0.066	0.042
B10	0.086	0.083	0.104	0.039	0.073	0.111	0.084	0.025	0.025	0.021	0.041	0.026	0.026	0.018
B11	0.053	0.077	0.022	0.024	0.060	0.093	0.078	0.019	0.018	0.016	0.017	0.032	0.017	0.012
B12	0.047	0.072	0.069	0.028	0.068	0.068	0.011	0.014	0.018	0.011	0.029	0.019	0.018	0.012
B13	0.065	0.119	0.110	0.050	0.097	0.141	0.025	0.023	0.030	0.027	0.029	0.056	0.030	0.044
B14	0.163	0.190	0.157	0.127	0.179	0.195	0.061	0.077	0.119	0.085	0.057	0.081	0.138	0.038

Toplam etki matrisinde sütün elemanlarının toplamı *D* ve satır elemanlarının toplamı *R* olarak adlandırılır. *D* ve *R* değerleri toplanarak *D*+*R* değerleri, *D* ve *R* değerleri çıkarılarak *D*-*R* değerleri bulunur. Bu değerlerden *D*+*R* değeri her bir bariyerin diğer bariyerlerle olan ilişkisini göstermektedir. *D*+*R* değeri yüksek olan bariyerler diğer bariyerle daha çok etkileşim halindedir. *D*-*R* değerinin pozitif olması bariyerin "Net Etkileyen-gönderici" olduğunu ifade ederken negatif olması "Net Etkilenen-alıcı" olduğunu göstermektedir.Bu sebeple *D*-*R* değeri yüksek olan bariyerler ilk olarak üzerinde durulması gereken bariyerlerdir. Tablo 2'de *D*, *R*, *D*+*R* ve *D*-*R* değerleri gösterilmektedir.

Tablo 2: *D*, *R*, *D*+*R* ve *D*-*R* Değerleri

	B1	**B2**	**B3**	**B4**	**B5**	**B6**	**B7**	**B8**	**B9**	**B10**	**B11**	**B12**	**B13**	**B14**
D	1.780	1.226	1.116	0.967	1.696	0.826	1.274	0.626	0.788	0.762	0.535	0.484	0.847	1.668
R	1.264	1.821	1.235	0.975	1.464	2.011	0.627	0.737	0.838	0.629	0.679	0.852	0.881	0.583
D+*R*	3.044	3.046	2.351	1.942	3.160	2.837	1.901	1.363	1.626	1.391	1.214	1.336	1.728	2.251
D-*R*	0.516	-0.595	-0.118	-0.008	0.232	-1.185	0.647	-0.111	-0.049	0.133	-0.143	-0.369	-0.034	1.084

Toplam etki matrisinde belli bir eşik değerinden büyük değerler dikkate alınarak etki diyagramı çizilmiştir. Bunun için toplam etki matrisindeki değerlerin ortalamasının biraz üstünde bir değer olan 0.1 değeri eşik değeri olarak alınmış ve Şekil 1'de verilen etki diyagramında bu değer üzerinde yer alan ilişkiler gösterilmiştir.

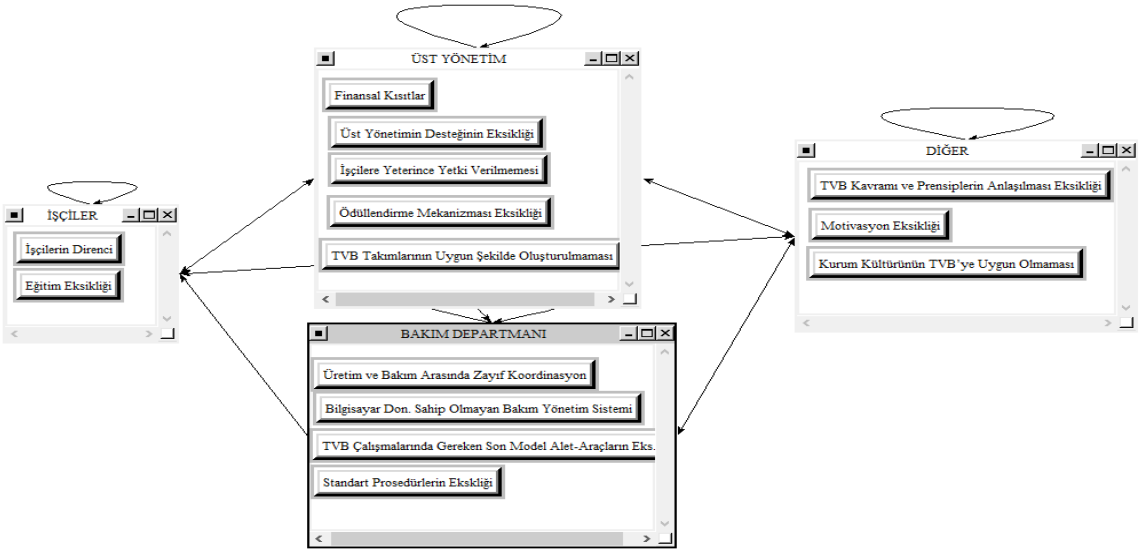


Şekil 1: Etki Diyagramı

Tablo 2'de verilen değerlere ve Şekil 1'e göre pozitif *D-R* değerine sahip olan B1, B5, B7, B10 ve B14 faktörleri net etkileyen-gönderici faktörlerdir. Diğer tüm faktörler net etkilenen-alıcı konumundadır. *D+R* değeri en yüksek olan B5 faktörü diğer faktörlerle en yüksek düzeyde etkileşim halinde olan faktördür.

2.2 Analitik Ağ Süreci ile Faktörlerin Öncelik Değerlerinin Belirlenmesi

Bu bölümde DEMATEL sonucunda elde edilen ilişkiler kullanılarak Analitik Ağ Süreci (Saaty, 2001) ile faktörlerin önem düzeyleri belirlenmektedir. Şekil 2'de sunulan ağ yapısında 4 küme bulunmaktadır: Üst Yönetim, İşçiler, Bakım Departmanı ve Diğer.



Şekil 1: Ağ Yapısı

Super Decisions yazılımı kullanılarak limit süper matris elde edilmiş ve bu matristen yararlanarak Şekil 3'te verilen faktör öncelik değerleri bulunmuştur.

Icon	Name	Normalized by Cluster	Limiting
No Icon	Bilgisayar Don. Sahip Olmayan Bakım Yönetim Si~	0.01617	0.001546
No Icon	Standart Prosedürlerin Ekskliği	0.32464	0.031037
No Icon	TVB Çalışmalarında Gereken Son Model Alet-A~	0.03234	0.003092
No Icon	Üretim ve Bakım Arasında Zayıf Koordinasyon	0.62685	0.059930
No Icon	Kurum Kültürünün TVB'ye Uygun Olmaması	0.00000	0.000000
No Icon	Motivasyon Eksikliği	0.56901	0.211271
No Icon	TVB Kavramı ve Prensiplerin Anlaşılması~	0.43099	0.160022
No Icon	Eğitim Eksikliği	0.27529	0.101992
No Icon	İşçilerin Direnci	0.72471	0.268501
No Icon	Finansal Kısıtlar	0.11019	0.017917
No Icon	İşçilere Yeterince Yetki Verilmemesi	0.20524	0.033374
No Icon	TVB Takımlarının Uygun Şekilde Oluşturulmaması	0.07443	0.012103
No Icon	Ödüllendirme Mekanizması Eksikliği	0.04256	0.006920
No Icon	Üst Yönetimin Desteğinin Eksikliği	0.56759	0.092294

Şekil 2: Faktörlerin Öncelik Değerleri

2.3 Kalite Evi Analizi ile İyileştirme Önerilerinin Belirlenmesi ve Önceliklendirilmesi

Bu bölümde; AAS ile elde edilen öncelik değerleri Kalite Evi analizinde (Besterfield, 2003) kullanılmıştır. Risk faktörlerini ortadan kaldırmak için önerilen düzeltici faaliyetler aşağıda verilmiştir:

- Yöneticilere TVB'ın önemi hakkında bilgi verilmesi.
- Çalışanlara TVB'ın çalışma koşulları ve çalışanlar için zararlı bir yöntem olmadığı konusunda

bilgi verilmesi.

- Koordinasyonu artırıcı faaliyetlerde bulunulması.
- Çalışanlara eğitim verilmesi.
- TVB kavramıyla ilgili eğitimlerin verilmesi.
- Çalışanların iş yaşamında ve iş yaşamı dışında sosyalliğini sağlama.
- Finansal kaynağı etkin kullanmak adına finans uzmanlarıyla çalışmak.
- Uygun ödüllendirme mekanizması için çalışmalar düzenlenmesi.
- Çalışanların yetki düzeyini artırarak baskı ortamından kaçınılması.
- Bilgisayar destekli bakım sistemi için gerekli yazılım ve donanımların alınması.
- Modern ölçüm cihazlarının alınması.
- Gerekli prosedürlerin yetkililer tarafından oluşturarak eksikliklerin giderilmesi.
- TVB takımlarıyla ilgilenen yetkililerin görevlerinin denetlenmesi ve uygun takım oluşturulmasına destek verilmesi.
- Kurum kültürünü TVB'a adapte edecek eğitimlerin ve toplantıların yapılması ve kurum kültürünü TVB ile uyumlu hale getirecek yöneticilerin atanması.

Düzeltici faaliyetlerin belirlenmesinden sonra risk faktörleri ile düzeltici faaliyetler arasındaki ilişkiler Şekil 4'te verilen ilişki matrisindeki gibi tanımlanmıştır. Bu matriste ilişki dereceleri sembollerle gösterilmiştir. ○ sembolü 1 değerini, ◉ sembolü 3 değerini ve ● sembolü 9 değerini göstermektedir. Her bir düzeltici faaliyet için teknik önem değeri ilişkide olduğu faktörlerin ağırlıkları ve bu faktörlerle olan ilişkisinin düzeyi dikkate alınarak bulunmuştur. Buna göre teknik önem değeri en yüksek olan "Çalışanlara TVB'ın çalışma koşulları ve çalışanlar için zararlı bir yöntem olmadığı konusunda bilgi verilmesi" faaliyeti öncelikli olarak ugulanmalıdır. "Uygun ödüllendirme mekanizması için çalışmalar düzenlenmesi" ve "Çalışanların iş yaşamında ve iş yaşamı dışında sosyalliğini sağlama" faaliyetleri de ikinci ve üçüncü sırada dikkate alınması gereken faaliyetlerdir.

			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14					
	Risk faktörleri Düzeltici Faktörler	Ağırlık	Yöneticilere TVB'nin Önemi Hakkında Bilgi Verilmesi	Çalışanlara TVB'nin Çalışma Koşulları ve Çalışanlar İçin Zararlı Bir	Koordinasyonu Artırıcı Faaliyetler	Çalışanlara Eğitim Verilmesi	TVB Kavramıyla İlgili Eğitimlerin Verilmesi	Çalışanların İş Yaşamında ve İş yaşamı Dışında Sosyalliği Sağlama	Finansal Kaynağı Etkin Kullanmak Adına Finans	Uygun Ödüllendirme Mekanizması İçin Çalışmalar	Çalışanların Yetki Düzeyini Artırarak Baskı Ortamından	Bilgisayar Destekli Bakım faaliyetleri için gerekli yazılım ve	Son Model Ariç-Gerçeğlem	Gerekli prosedürlerin yetkililer tarafından oluşturarak eksikliklerin	TVB takımlarıyla ilgilinen yetkililerin görevlerinin denetlenmesi ve uygun takım	Kurum Kültürünü TVB 'ye uygun hale getirecek	Firma Bugün	Hedef	Reforme Oranı	Önem Puanı	% Önem
İşçiler	İşçilerin Direnci	0,2695		●		○	○	◉		◉	◉				○	○	4	5	1,25	0,336	22,2157
	İşçilerin Eğitim Eksikliği	0,102		○		●	◉									○	3	5	1,67	0,170	11,2517
Üst yönetim	Üst Yönetimin Desteğinin	0,0923	●													○	2	4	2,00	0,185	12,2182
	Finansal Kısıtlar	0,0179	◉						●								3	5	1,67	0,030	1,9766
	Uygun Ödüllendirme Mekanizmasının	0,0069					○			●							4	5	1,25	0,009	0,57256
	Karar Alma Sürecinde İşçilere Yönetme	0,0334					◉				●					◉	4	5	1,25	0,042	2,76136
	TVB Takımlarının Uygun Ölçümü	0,0121					◉								●	◉	3	5	1,67	0,020	1,3352
Bakım Departmanı	Üretim ve Bakım Departmanı Arasındaki Zayıf	0,0599		○	●		◉					◉		◉			3	5	1,67	0,100	6,61146
	Bilgisayar Destekli Bakım Yönetim	0,0015										●					4	5	1,25	0,002	0,12792
	TVB Çalışmalarında Kullanılması Gerekli Son	0,0031											●				3	4	1,33	0,004	0,27289
	Bakım Operasyonlarına İlişkin Standart Prosedürlerinin	0,031					○					◉		●			2	4	2,00	0,062	4,10879
Diğer	TVB Kavramı ve Prensiplerinin Anlaşılması	0,16					●									◉	4	5	1,25	0,200	13,2402
	Motivasyon Eksikliği	0,2113	◉	◉		○	○	●		●	◉		○		◉	○	3	5	1,67	0,352	23,3074
	Kurum Kültürünün TVB'e Uygun	0	◉			◉										●	4	5	1,25	0,000	0
	Teknik Önem Puanı	1507,5	185,8128	287,7285	59,5035	146,791	235,2447	276,411	17,7894	281,5644	161,4216	33,312	25,7631	56,8137	104,1538	121,0028					
	Normalize Önem	100	10,280	15,919	3,292	8,121	13,015	15,292	0,984	15,578	8,931	1,843	1,425	3,143	5,762	6,694					

Şekil 4: İlişki Matrisi ve Teknik Önem Değerleri

3. SONUÇLAR

Günümüzde Toplam Verimli Bakım kurumsal yapıya sahip olan firmalar tarafından oldukça yaygın bir şekilde uygulanmaktadır ve kurumsal yapıya sahip olma yolunda ilerleyen firmalar da bu anlayışı kendi fabrikalarına entegre etmek istemektedirler. Bu entegrasyonun başarılı bir şekilde gerçekleştirilebilmesi TVB faaliyetlerine olumsuz yönde etki eden faktörlerin analizi ile mümkündür. Bu çalışmada, bir jant fabrikasında TVB faaliyetlerine olumsuz yönde etki eden faktörler incelenmiştir. Öncelikle faktörler

belirlenmiş ve daha sonra DEMATEL yöntemi ile her faktörün diğer faktörleri ne kadar etkilediği analiz edilmiştir. Faktörlerin birbirleri ile olan ilişkileri dikkate alınarak AAS yöntemi ile faktörlerin öncelik değerleri bulunmuştur. AAS ile bulunan ağırlıklar Kalite Evi analizinde kullanılmıştır. Bu analiz yardımıyla TVB faaliyetlerini olumsuz yönde etkileyen faktörler için düzeltici faaliyetler ve bu faaliyetlerin öncelik düzeyleri belirlenmiştir.

KAYNAKÇA

Ahuja, I.P.S., Khamba, J.S. (2008), "Total Productive Maintenance: Literature Review and Directions". International Journal of Quality & Reliability Management, 25(7):709–756.

Aksakal, E., Dağdeviren, M. (2010), "ANP ve DEMATEL Yöntemleri ile Personel Seçimi Problemine Bütünleşik Bir Yaklaşım". Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 25(4):905-913.

Attri, R., Grover, S., Dev, N., Kumar, D. (2013). "Analysis of Barriers of Total Productive Maintenance (TPM)", International Journal of System Assurance Engineering and Management, 4(4), 365- 377.

Besterfield, D.H., Besterfield-Michna, C., Besterfield, G.H., Besterfield-Sacre, M. (2003), "Total Quality Management", 3rd edition ed., Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, USA.

Cooke, F.L. (2000), "Implementing TPM in Plant Maintenance: Some Organisational Barriers", International Journal of Quality & Reliability Management, 17(9): 1003 – 1016.

Saaty, T.L. (2001), "Decision Making in Complex Environments—The Analytic Network Process for Decision Making with Dependence and Feedback". RWS Publications, USA.

ULUSLARARASI ZEKİ İMALAT VE SERVİS SİSTEMLERİ SEMPOZYUMU KAPSAMINDA ZEKİ SİSTEMLERDEKİ SON EĞİLİMLERE BİR BAKIŞ

Alper Kiraz
Sakarya Üniversitesi

Cemalettin Kubat
Sakarya Üniversitesi

ÖZET

Dünyada özellikle Almanya, ABD, Uzakdoğu ve bazı batılı ülkeler teknolojiyi üretmede öncüdür. İşletmelerin geleneksel imalat sistemlerinden zeki imalat sistemlerine yönelmesinde küresel pazarın değişiminin, batılı ülkelerin kültürlerindeki önemli değişimlerin, bilişim teknolojileri ile yapay zekanın gelişmesinin etkili olduğu gözlemlenmektedir. Günümüzde zeki imalat sistemleri "Endüstri 4.0", diğer adıyla "4. Sanayi Devrimi" ve "Geleceğin Fabrikaları" gibi kavramlarla tanımlanmaktadır. Gelecekte ürünün tasarım aşamasından müşteriye ulaştırılmasına kadar olan tüm karar verme süreçlerinin zeki sistemler aracılığı ile gerçekleştirileceği öngörülmektedir. Bu kapsamda Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü tarafından 1996 yılından itibaren organize edilen ve 2014 yılında dokuzuncusu gerçekleştirilen "Uluslararası Zeki İmalat ve Servis Sistemleri Sempozyumu'nda sunulmuş yaklaşık 1000 adet bildiri incelenerek, zeki imalat sistemlerindeki son eğilimler analiz edilmeye çalışılmıştır. Söz konusu eğilimler analiz edilirken, bildirilerde yer alan çalışmalarda, ne tür yapay zeka tekniklerin (yapay sinir ağları, bulanık mantık, genetik algoritmalar, melez yaklaşımlar vb.) kullanıldığı, uygulamaların imalat sektöründeki yeri vb. durumlar göz önüne alınmaktadır. Ayrıca zeki sistemlerin eğilimini yansıtacağı düşünülerek, sempozyum komitesinin belirlemiş olduğu sempozyum konularının ve özel oturumların konu başlıklarının, değişen günümüz şartlarına göre yıllar itibariyle nasıl bir yol izlediği ele alınmaktadır. Sektördeki firmaların değişime uyum sağlayabilmesi için neler yapması gerektiği de tartışılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: ***Endüstri 4.0, Sanayi Devrimi. Zeki İmalat ve Servis Sistemleri***

AN OVERVIEW OF RECENT TRENDS OF INTELLIGENT SYSTEMS IN THE SCOPE OF INTERNATIONAL INTELLIGENT MANUFACTURING AND SERVICE SYSTEMS SYMPOSIUM

ABSTRACT

Around the World especially Germany, USA, Far East and some Western countries are pioneer in the technology producing. The effects of changing global markets, major cultural variations on western countries, improvement of artificial intelligence with informatics Technologies are observed on tendency of business diverting from conventional manufacturing systems to intelligent manufacturing systems. These days, intelligence manufacturing systems are called with the terms of "industry 4.0", "4. İndustrial revolution", "factories of future". It is predicted that in the future all the decision making processes from product designing to delivering customer will be done by the intelligent manufacturing systems. In this study, about 1000 papers were presented in the "International intelligent manufacturing and service systems symposium" which has been organized since 1996 and done ninth time in 2014 by Sakarya

University, Engineering Faculty, Industrial Engineering Department are viewed and last trends of intelligent manufacturing systems are analyzed. In these analysis, the studies on the papers viewed in manner of either variations of artificial intelligence techniques (artificial neural networks, fuzzy logic, genetic algorithms, hybrid approaches etc.) and place in manufacturing sector. To project the trend of intelligent systems, according to actual conditions the changing tendency of symposium topics determined by symposium committee is studied. The action strategies for business in the sector to adapt the variable conditions are also discussed.
Keywords: ***Industry 4.0, Industry Revolution, Intelligent Manufacturing and Service Systems***

1. GİRİŞ VE YÖNTEM

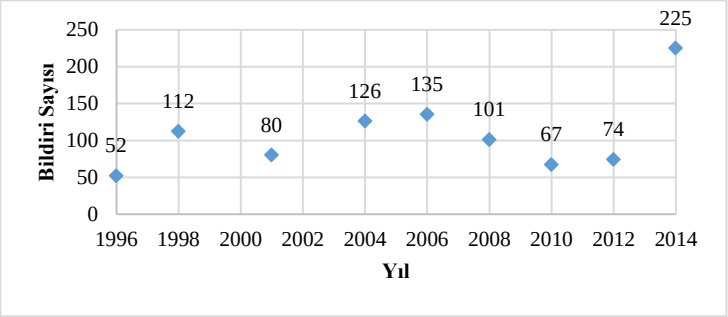
Sürekli gelişen ve değişen dünyamızda imalat ve hizmet sektörlerinin ihtiyaçları da günden güne değişim göstermektedir. Bu değişime ayak uyduracak ve değişime cevap verecek teknolojilerin geliştirilmesi ve karmaşık problemlerin çözümü için yapay zeka tekniklerinin kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Çalışmada seçilen sempozyumun, zeki imalat ve servis sistemleri konusunda Türkiye'de seçkin bir sempozyum olması ve geniş bir uluslararası ağa sahip olması, yapay zeka tekniklerinin kullanımı konusunda genel eğilimi ortaya çıkarması aynı zamanda yayınlanan çalışmaların kapsamlı ve bütüncül bir şekilde değerlendirilmesine olanak sağlaması açısından önemlidir.

"Zeki İmalat ve Servis Sistemleri" sempozyumu Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü önderliğinde 1996 yılından bu yana düzenlenen ve 2014 yılında 9.su gerçekleştirilen, katılımcıların son yılda oldukça ilgi gösterdiği bir sempozyumdur. İlk olarak 1996'da ulusal düzeyde düzenlenen sempozyum 1998'de uluslararası düzeyde gerçekleştirilmiştir. Sempozyuma ilgi giderek artmış ve 2001 yılında Amerika, Kanada, Nijerya, İran, Bosna-Hersek, Pakistan, İtalya, Almanya, Kazakistan, Kuveyt, Bulgaristan, Suudi Arabistan, İsrail ve Sırbistan-Karadağ'dan bilim adamları sempozyuma katılmıştır [1]. Günümüzde ise bu sempozyum "Computers & Industrial Engineering" (etki faktörü, 2.086) ve "Journal of Intelligent Manufacturing" (etki faktörü, 1.995) fen bilimleri alanındaki dergileri ile işbirliği yapmaktadır.

Bu çalışmanın amacı Türkiye'de düzenlenen ve geniş bir uluslararası katılımcı sayısına sahip "Zeki İmalat ve Servis Sistemleri" sempozyumunda yayınlanan bildirilerde, yapay zeka tekniklerinin kullanımı konusundaki eğilimlerini belirlemek ve bu yolla içerik analizi yapmaktır. Bu sayede kullanılan yapay zeka tekniklerinin eğiliminin ne doğrultuda değiştiği gözlemlenerek Türkiye'de uygulanmış çalışmalar göz önünde bulundurularak, Türkiye'deki işletmelerin "4. Sanayi Devrimi"ne hazırlıklı olup olmadığı tartışılacaktır.

Bu araştırmada Türkiye'de düzenlenen ve geniş bir uluslararası katılıcıya sahip "Zeki İmalat ve Servis Sistemleri" sempozyumunda yayınlanan bildirilerde, yapay zeka tekniklerinin kullanımı konusundaki eğilimlerini belirlemek ve bu yolla içerik analizi yapmaktır. Sosyal bilimlerde sıklıkla kullanılan bu yöntem, belirli kurallara dayalı kodlamalarla bir metinin bazı sözcüklerinin daha küçük içerik kategorileri ile özetlendiği yinelenebilir, sistematik bir teknik olarak tanımlanmaktadır. Cohen, Manion ve Morrison (2007)'a göre içerik analizi, eldeki yazılı bilgilerin temel içeriklerinin ve içerdikleri mesajların özetlenmesi ve belirtilmesi işlemi olarak tanımlanmaktadır [2]. Bu çalışmada da, belirli ölçütlere göre kodlamalar yapılmış ve bu bağlamda çeşitli temalara ulaşılmıştır. Bu aşamadan sonra veriler düzenlenmiş, temalara göre gruplanmış ve uygun olduğu durumlarda veriler sayısal hale getirilerek sunulmuştur. Son olarak, elde edilen bulgular yorumlanmıştır.

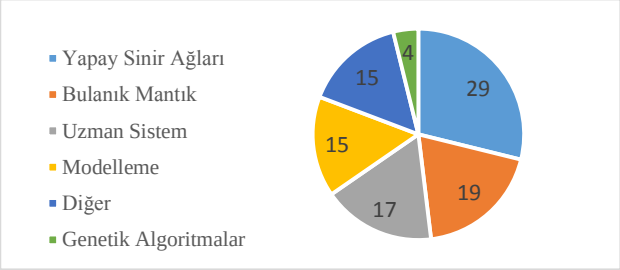
2. BULGULAR



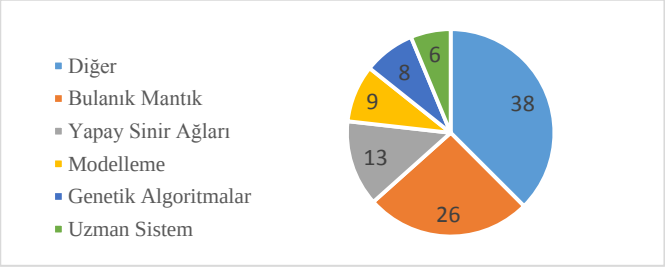
Şekil 1. Yıllar itibariyle sunulan bildiri sayıları

Tablo 1. Sempozyumun konu başlıkları ve sayısal veriler

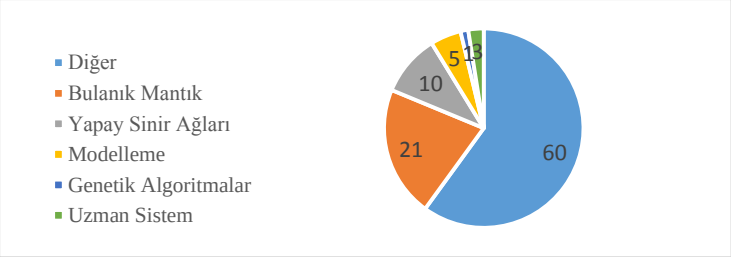
Yıl	Sempozyum Konusu	Bildiri Sayısı	%
1996	1. Uluslararası Zeki İmalat Sistemleri Sempozyumu	52	5.34
1998	2. Uluslararası Zeki İmalat Sistemleri Sempozyumu	112	11.52
2001	Gelecek için Önseziler	80	8.23
2004	Karar Destek Sistemleri: Kelimelerle ve Algılarla Hesaplama	126	12.96
2006	Etmenler ve Sanal Dünyalar	135	13.88
2008	Özellikler, Stratejiler ve İnovasyon	101	10.39
2010	Toplum için Zeki Teknolojilerdeki Gelişmeler	67	6.89
2012	Otonom Servis ve İmalat Sistemleri	74	7.61
2014	Bilişim, İmalat ve Servis Sistemlerindeki Gelişmelerin Sosyal Etkileri	225	23.14
	Toplam		%100



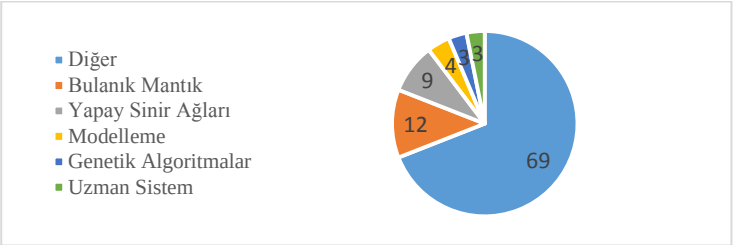
Şekil 2. 1996 yılında sunulan bildirilerde kullanılan yapay zeka tekniklerinin yüzde dağılımı



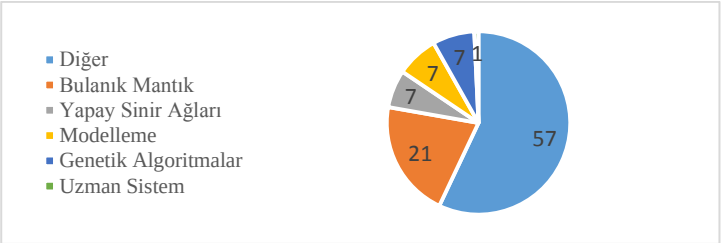
Şekil 3. 1998 yılında sunulan bildirilerde kullanılan yapay zeka tekniklerinin yüzde dağılımı



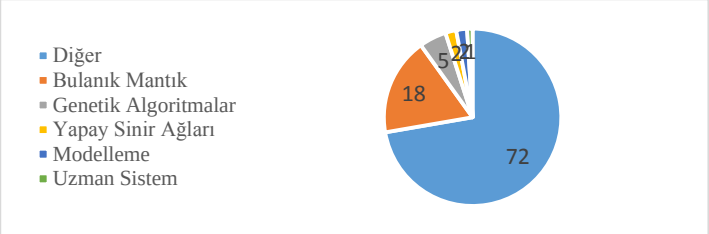
Şekil 4. 2001 yılında sunulan bildirilerde kullanılan yapay zeka tekniklerinin yüzde dağılımı



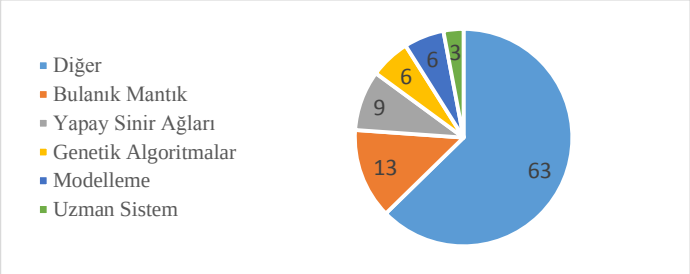
Şekil 5. 2004 yılında sunulan bildirilerde kullanılan yapay zeka tekniklerinin yüzde dağılımı



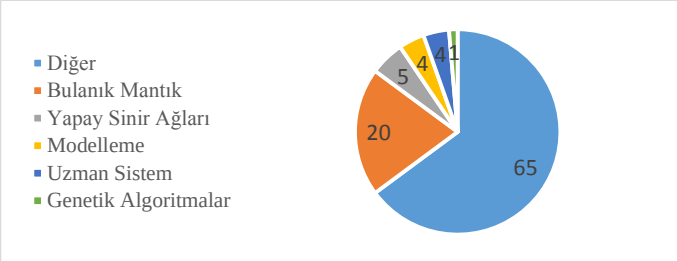
Şekil 6. 2006 yılında sunulan bildirilerde kullanılan yapay zeka tekniklerinin yüzde dağılımı



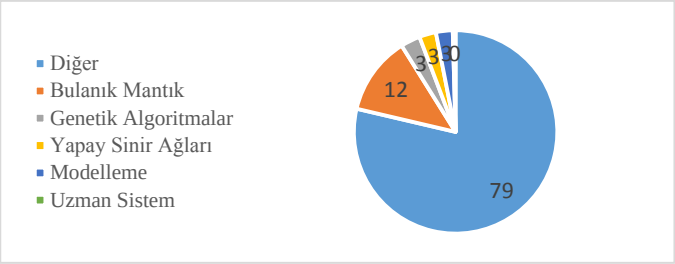
Şekil 7. 2008 yılında sunulan bildirilerde kullanılan yapay zeka tekniklerinin yüzde dağılımı



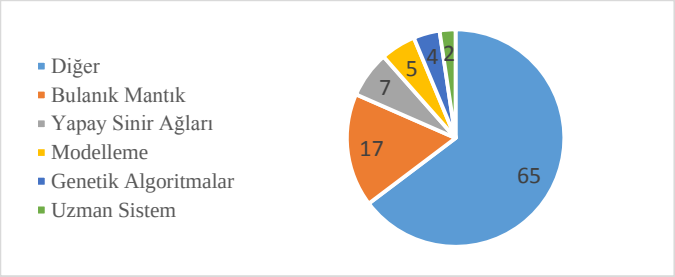
Şekil 8. 2010 yılında sunulan bildirilerde kullanılan yapay zeka tekniklerinin yüzde dağılımı



Şekil 9. 2012 yılında sunulan bildirilerde kullanılan yapay zeka tekniklerinin yüzde dağılımı

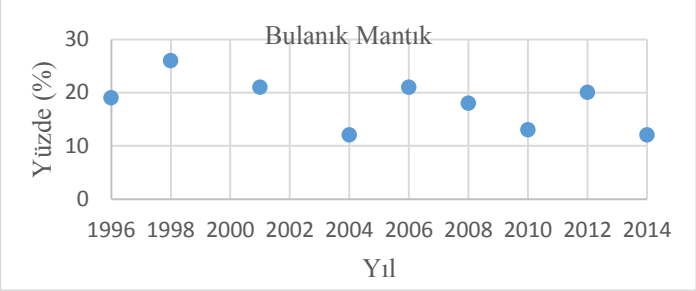


Şekil 10. 2014 yılında sunulan bildirilerde kullanılan yapay zeka tekniklerinin yüzde dağılımı

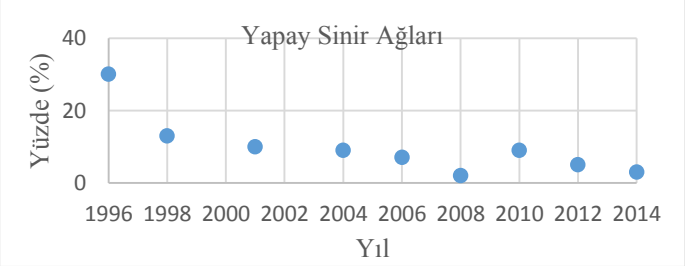


Şekil 11. 1996-2014 yılları arasında sunulan bildirilerdeki yapay zeka tekniklerinin yüzde dağılımı

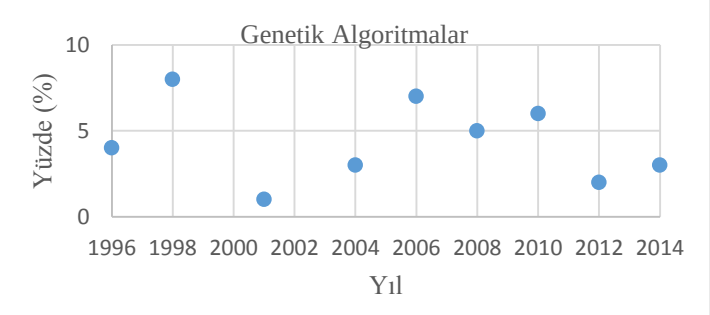
3. BULGULARIN DEĞERLENDİRİLMESİ



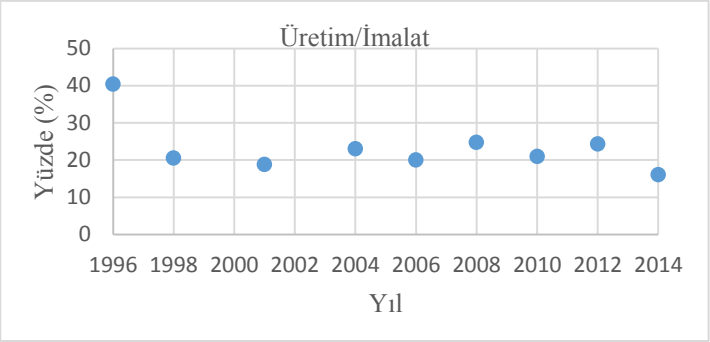
Şekil 12. Bulanık Mantığın yıllar itibariyle kullanımının yüzde dağılımı



Şekil 13. Yapay Sinir Ağlarının yıllar itibariyle kullanımının yüzde dağılımı



Şekil 14. Genetik Algoritmaların yıllar itibariyle kullanımının yüzde dağılımı



Şekil 15. Üretim/İmalat ile doğrudan ilişkili çalışmaların yıllar itibariyle yüzde dağılımı

Yapay Zeka teknikleri, Uzman Sistemler, Üretim/İmalat ve benzer konular ile ilgili çalışmaların yıllar itibariyle artış gösterdiği görülmekte olup, bu artışın Endüstri 4.0'e geçiş yaptığımız bu dönemde giderek hızlanacağı kaçınılmaz bir gerçektir.

4. ENDÜSTRİ 4.0 GERÇEĞİ

Sanayi ve iş dünyasını giderek hızlı bir şekilde önemli ölçüde değişikliğe uğratacak olan Endüstri 4.0'ın faydaları ve önemli dört ana başlık şu şekilde sıralanabilir;

1. Üretkenlik: Önümüzdeki 5-10 yıl içerisinde maliyetlerin % 15-25 arasında düşeceği, üretim verimliliğinin % 5-8 artacağı,
2. Ciro Artışı: Endüstri 4.0 uygulamaları sonucunda üreticilerin yeni ekipman ve veriler kullanma isteği, müşterilerin kişiselleştirilmiş ürünlere artan talebi Gayri Safi Milli Hasıla da % 1 in üzerinde artış sağlayacağı,
3. İstihdamda Değişim: Sıradan yetkinlikteki elemanların istihdamında azalma yaşanırken, farklı ve üstün yetenekli elemanların istihdamında % 6-10 civarında artış yaşanacağı,
4. Yatırım: Üreticilerin Sanayi 4.0'a adapte olabilmeleri için cirolarının % 1-1.5 kadarını yatırıma ayırmaları gerekeceği öngörülmektedir [3].

5. ENDÜSTRİ 4.0 YOLUNDA TÜRKİYE

Türkiye dünyanın en büyük 20 ekonomisi arasındaki 17. olarak korusa bile küresel rekabetten yenilikçiliğe, iş kolaylığından eğitiminin niteliğine kadar uluslararası sıralamada kendisine yakışmayan bir yerde bulunmaktadır. Yüksek-orta gelirli ekonomiler arasında yer alan Türkiye düşük-orta seviyeli teknolojiler grubunda yer almaktadır. Oysa yüksek gelirli ekonomiler arasında yer alabilmesi için yüksek teknolojili üretimlere hızla geçiş yapması gerekmektedir. Sanayi 4.0'daki gelişmeler de bu geçişin ne kadar hızlı olması gerektiğini ortaya koymaktadır. Yüksek-orta gelirli ekonomiler (4126-12745 Dolar/Kişi) sıralamasında Türkiye; Arjantin, Brezilya, Çin, Malezya, Romanya, Güney Afrika, Türkiye şeklinde 7. Sırada yer almaktadır [4]. Türkiye'nin yüksek katma değerli yüksek teknolojili ürünler üretmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır. 2023 hedeflerimiz olan 2 trilyon $ milli gelir, 500 milyar $ kişi başı gelire ulaşabilmemiz için yüksek ve orta-yüksek teknolojili ürünlerde 2003-2014 yılları arasında verilen 438 milyar $'lık toplam açık bunu daha açıkça göstermektedir. Teknoloji seviyesi arttıkça gelir artmakta, ücretler ve refah artmaktadır. Aşağıdaki grafikler incelendiğinde 2014 yılında ihracatın teknoloji düzeyine göre % 35.8 düşük teknolojili ürünler ilk sırada gelmektedir. Oysa ki ithalat incelendiğinde, yüksek teknolojili ürünlerin payı % 14'e çıkarken , orta-yüksek teknolojili ürünlerin payı % 42 ile ilk sırada yer almaktadır.

6. SONUÇ VE TARTIŞMA

Genel olarak değerlendirilmek gerekirse, Türkiye'nin 2023 hedefleri ve sanayi strateji belgeleri küresel ihtiyaca cevap verebilme yönünde önemli adımlar olarak kabul edilmelidir. Buna rağmen yine de istenilen ivme yakalanabilmiş değildir. Bununla birlikte bir firmanın Sanayi 4.0 a yatırım yapabilmesi için ekosisteme uygun düzenlemeleri gerçekleştirecek kaynaklara ve imkanlara sahip olması gerekir. Bu görüşü destekleyen The Boston Consulting Group (BCG)'ın araştırma raporuna göre Türkiye'nin üretim üssü statüsünü sağlaması, firmaların Sanayi 4.0'ın getirdiği teknolojik avantajları ne kadar kapsamlı ve hızlı uygulayacaklarına bağlı olacaktır [5]. Üretim üssü haline gelmeyi önemli bir strateji olarak benimseyen Türkiye bu devrimin öncüsü olmalıdır.

Bu çerçevede sürdürülebilir rekabet gücüne sahip olmanın şartı teknolojiye yatırım yapmaktır. Eğer Sanayi 4.0'ın gerçekleştirilmesinde yatırım yapılmasında geç kalınırsa küresel ekonominin gerisinde kalmanın yanı sıra rekabet gücünü de kaybetmekle karşı karşıya kalacaktır. Bunu karşılamanın yolu çalışandan makinelere, firmalardan ülkenin ekonomik yapısına kadar top yekûn bir seferlik yapılması gerekmektedir. Gerek jeopolitik konumu ve potansiyeli, dinamik özel sektöre sahip olması itibariyle

Türkiye küresel piyasaların her zaman gözdesi olmuş ve olacak ülkedir. Ancak oyun kurucu güçlü bir ülke olmak istiyorsak Yapay Zeka ve Endüstri 4.0'a vakit kaybetmeden geçişin gerekliliklerini yerine getirmek durumunda olduğumuz gerçeğine öncelik verilmelidir.

KAYNAKLAR

[1] http://www.ims.sakarya.edu.tr, Erişim Tarihi: 29.07.2016.
[2] Cohen, L., Manion, L. ve Morrison, K., Research methods in education. Routledge Falmer, London, 2007.
[3] Ege Bölgesi Sanayi Odası, Sanayi 4.0, Araştırma Müdürlüğü, Ekim 2015.
[4] Introduction and Industry 4.0 Deep Dive, The Boston Consulting Group-TÜSİAD, 2014.
[5] Girişimci Bilgi Sistemi, http://gbs.sanayi.gov.tr/AnaSayfa.aspx, Erişim Tarihi: 29.07.2016.

ASSESSING THE INDUSTRY 4.0-READINESS OF SUPPLY CHAIN NETWORKS

Timo Klünder
Ruhr-University of Bochum

Laura Reder
Ruhr-University of Bochum

Marion Steven
Ruhr-University of Bochum

ABSTRACT

The development of Industry 4.0 promises numerous advantages for customers and companies. However, this progress requires an upgrade of Supply Chain Networks. The individualization of products, shortened product life cycles and technological innovations leads to an unfitness of existing supply chains. Current Supply Chain Networks are strategy-oriented and static whereas Industry 4.0 requires flexibility. This unfitness of Supply Chain Networks can be explained by eight elementary characteristics of Industry 4.0-ready Supply Chain Networks, which are derived after a detailed examination of Industry 4.0 requirements. Overall connecting elements of these Industry 4.0- Supply Chain Networks characteristics are the flexibility dimensions ‘response time’ and ‘production flexibility’. While the effects of one of these characteristics can be determined accurately, the combination of many and contradictory characteristics is an unmanageable planning task. As a characteristic attribute always effects flexibility in response time and/or production flexibility, a compass for graphical and computational evaluation of Industry 4.0-Readiness is developed. A case study from the automotive industry illustrates the application of the developed Industry 4.0-Supply-Chain-Network-Readiness Compass.

Keywords: Flexibility, Industry 4.0, Supply Chain Networks

1. INTRODUCTION: Flexibility in Industry 4.0-Supply Chain Networks

The proliferation of individualization, shortened product life cycles and technological innovations like Industry 4.0 (I4.0) connote with an enhanced cooperation and network formation to cope with these challenges. Hence, competition will no longer exist only between single companies but between entire Supply Chain Networks (SCN). SCN require the ability to react promptly and suitably to a complex and changing environment. This ability is a key competence to a SCN success and is called flexibility. In order to achieve flexibility, technological innovations, especially I4.0, are an important aspect. A lack of flexibility is the biggest obstacle and driver for the implementation of I4.0-technologies at the same time. Therefore, it is crucial to evaluate the level of SCN flexibility.

After mechanization, electrification and automation, the 4th industrial revolution bases on communication technologies. I4.0 aims at accelerating the development and use of interconnected machines and devices to enable a flexible production of individualized products under economic conditions (ten Hompel and Henke, 2014). However, the idea of I4.0 goes beyond the production unit. It also challenges the management and controlling of a whole SCN. Production systems and entire SCN need to be integrated for the implementation of I4.0 technologies. In the context of this paper, these upcoming real-time capable and dynamic networks are called Industry 4.0-Supply Chain Networks (I4.0-SCN).

Due to the importance of flexibility for SCN, this paper aims at developing a flexibility assessment tool for SCN in the context of I4.0. Therefore, in section one, the paper identifies eight elementary characteristics of I4.0 SCN. Section two illustrates the framework of flexibility measurement. Section 3 describes the development of the I4.0 SCN-Readiness Compass as a three-stage process whereas the eight elementary characteristics are deducted as performance indicators. Thus, a compass for graphical and computational evaluation is derived. Finally, the network architecture of an automotive SCN is described for an exemplarily application of the developed I4.0-SCN-Readiness Compass.

2. THEORETICAL BACKGROUND

2.1 Definition and typology of Supply Chain Networks

A Supply Chain (SC), also known as value chain or logistics chain, is a network of organizations, which comprises all value creation stages of the SC, including the flow of material and the related flow of information. The SC partners, the nodes of the network, are linked through processes and activities, the edges of the network, that provide value to the ultimate customer (Christopher, 2005). The extension of intra-company-processes by upstream suppliers and downstream customers characterizes the SC design (Steven, 2015). Therefore, a SC is not restricted to supplier relationships but comprises all activities from the point of consumption to the source of supply. In practice, there are multiple sources of supply and suppliers of suppliers and an equal structure on the customer side. This complex situation indicates more a network structure than a linear relationship between the SC partners (Sydow and Möllering, 2009). Therefore, the term “Supply Chain Network” is used hereafter. SCN especially have evolved in particular industries, most notably the automotive industry (Lamming et al, 2000).

Supply Chain Networks consist of a predominant partner, who leads the network. Based on the strategic leadership a hierarchical structure can be assumed. Hence, SCN are typologized as a specific type of inter-organizational strategic networks whereby the value creation is based on a cooperation and coordination of activities along the value creation stages via information and communication technologies. A well-known example for strategic SCN are automotive networks. Here, the Original Equipment Manufacturer (OEM), as core company, coordinates several business units along the SCN and can even determine the plans and schedules down to the shop floor of the suppliers (Hieber, 2002).

Especially in the context of I4.0 and the associated technologies, flexibility is a driver of a successful implementation. Due to the usage of I4.0 technologies, new forms of cooperation will emerge. Thus, SCN are used as a framework for the development of a flexibility assessment tool in the context of I4.0.

2.2 Flexibility assessment in Supply Chain Networks

Generally, flexibility is a system’s ability to react promptly and suitably to changing conditions (Schneeweiß, 1996). Initial research on flexibility focuses on the field of manufacturing flexibility (Seebacher and Winkler, 2013). Manufacturing flexibility is typically based on the reconfiguration of manufacturing resources defined in terms of range, mobility and uniformity (Sethi and Sethi 1990; Stevenson and Spring, 2007). Later on, as research on the performance of the entire SC progresses, also the flexibility research was extended from manufacturing flexibility on company level to a SC flexibility on cross-company level (Seebacher and Winkler, 2013). Firms recognized the importance to extend their intra-company perspective to an inter-company view which includes their suppliers, suppliers’ suppliers and customers, to improve the overall customer value (Duclos et al, 2003). To establish flexibility on a SC level, an integration of the SC-partners and a collaborative relationship across the entire SC is vital.

Hence, the focus has broadened to an entire SCN perspective. SCN flexibility is defined as the networks´ ability to effectively deal with uncertainty and changing conditions by promptly shifting capacities and capabilities within the network (Stevenson and Spring, 2007). The flexibility of an entire SCN is the result of the flexibility at each node of the SC and their interrelations (Duclos et al, 2003).
While there are various competing definitions of flexibility, a conceptual integration of flexibility assessment in a performance measurement framework is essential. The ***SMART*** (**S**trategic **M**easurement **A**nd **R**eporting **T**echnique) ***pyramid*** depicted in Fig. 2 developed by Lynch and Cross is a comprehensive performance measurement framework that is modified to monitor the achievement of a SCN vision (Lynch and Cross, 1991). The pyramidal structure establishes a connection between the SCN's vision and its operations (Hudson et al., 2001). By positioning flexibility as central element of the SMART pyramid its crucial role in both, contribution to the vision and the fulfillment of the operations, is visible.
The following SCN flexibility dimensions are of relevance: ***SCN response time*** and ***SCN production flexibility***. The SCN response time is the ability of a SCN to react to marketplace changes e.g. by promptly sourcing and delivering products or by aligning information systems within the SCN (Duclos et al, 2003; Stevenson and Spring, 2007). The SCN production flexibility includes the volume flexibility as quantitative dimension and product flexibility as qualitative dimension. Hence, it refers to both, the ability to efficiently adjust output quantity to match demand e.g. by re-distributing skills and resources along the SCN, and the ability to introduce new or modified products e.g. by building new relationships for (new) product development (Duclos et al, 2003; Stevenson and Spring, 2007).
The SMART pyramid supports the necessity to integrate relation-oriented as well as network-oriented measures to map the performance of a SCN. The organization's vision at the top of the pyramid is monitored and ensured by market-related and financial measures. Flexibility has multiple functions: Firstly, flexibility is a key factor to achieve financial and market-related goals upstream. Secondly, flexibility ensures a high production flexibility and response time of the organization downstream. Thirdly, flexibility comprises relation-oriented and network-oriented characteristics.

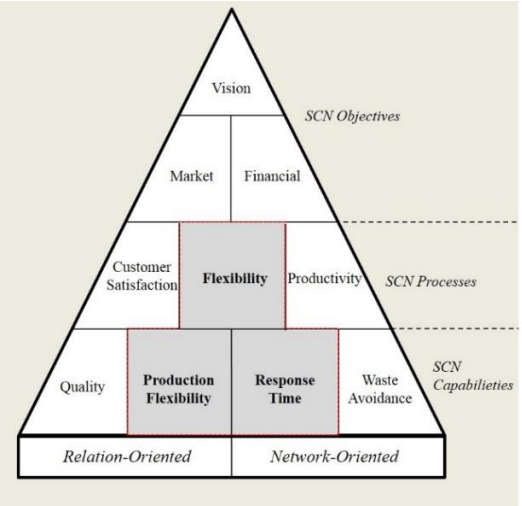


Figure 2: Performance Pyramid as conceptual framework of flexibility assessment

The SMART pyramid illustrates the key position of flexibility (Hudson et al., 2001). A central problem of the SMART pyramid is that it omits an operationalization of flexibility. Therefore, the network- and relation-oriented attributes are utilized for the operationalization of flexibility in the context of I4.0-SCN.

3. FLEXIBILITY ASSESSMENT IN INDUSTRY 4.0-SUPPLY CHAIN NETWORKS

3.1 Industry 4.0-Supply Chain Network characteristics

The characteristics of I4.0-SCN are deducted based on the initially described scenario of I4.0 and the SCN typology. The following categorization of the characteristics refers to the nodes and edges of the networks.
The ***relational characteristics*** of I4.0-SCN are an inter-organizational information exchange, a temporary-order-related duration and a high degree of dynamic and a cooperative relationship of the network partners.
The ***inter-organizational information exchange*** is a central aspect of a successful I4.0 implementation. Particularly in the light of increasing developments in the area of information and communication systems, new possibilities for inter-corporate integration arise (Sydow, 2010). The future scenario of I4.0

is based on an inter-organizational information exchange between humans, machines and objects via the internet on a ***real-time*** basis. Based on the real-time information exchange, I4.0-SCN are able to build ***temporary and order-related*** networks from a pool of potential network partners, which enables an individualized order-processing (Scheer and Angeli, 2004). The ***degree of dynamics*** determines the changeability of the network relations and can be defined by extent and depth of the relation. In dynamic networks the configuration of and interaction between partners and objects, e.g. equipment, resources or products, depends on market requirements. Cooperation is a voluntary agreement between two or more legally and economically independent entities which beneficially work together (Corsten and Gössinger, 2008). In the scenario of I4.0, besides cooperative interactions, trust is the basis for interface compatibility and thus real-time communication within the network (Picot et al., 2003).

The ***network-oriented characteristics*** of I4.0-SCN are a high degree of self-organization, a comprehensive interface compatibility, a heterarchical and polycentric network structure as well as a decentral form of coordination.

A network is ***self-organized*** if the participants are able to act and react independently within their given scope of action to fulfill their tasks. ***Standardization and compatibility of interfaces*** and an extensive broadband expansion are major prerequisites for the capability of real-time information exchange and thus for the realization of I4.0 (Köhler et al, 2015). The autonomous, self-organized and dynamic I4.0-SCN do not necessarily contain a predominant, strategically leading network partner but rather implicate a ***heterarchical-polyzentric structure***. Heterarchically structured networks represent an extreme network arrangement that is not disseminated in practice. Hence, a core company is conceivable. This core company has an intermediary role as a broker and thus coordinates and distributes the capacities and competences within the network (Scheer and Angeli, 2004).

The heterarchical-polycentric structure is directly linked to a ***decentral coordination*** within the network. In the context of I4.0, the decentralized structure leads to a digital interconnectivity of objects and network partners. In summary, I4.0-SCN are dynamic, inter-company networks characterized by a hierarchical-polycentric structure and a decentralized coordination. The fundament is the integration of the network participants via a network-wide and real-time capable information and communication system which enables an ad-hoc and customer-oriented network formation (Scheer, 2015).

The respective I4.0-SCN characteristics cannot be viewed separately from each other. Overall connecting elements of the I4.0-SCN characteristics are the flexibility dimensions. The specific elaboration of the characteristics influences the level of flexibility. E.g. a decentralized coordination contributes to both the response time as time-related flexibility dimension and the production flexibility as quality and quantity related flexibility dimension. Hence, the identified I4.0-SCN characteristics are the basis for the operationalization of flexibility. Based on the relation between the characteristics and the flexibility dimensions, the I4.0-SCN-Readiness Compass will be developed.

3.2 Development of a flexibility assessment tool for I4.0-SCN

The I4.0-SCN-Readiness Compass provides guidance to analyze and subsequently improve a SCN. The detected level of flexibility offers a straight direction for improvement (Wadhwa and Rao, 2002). SCN flexibility is not univocally defined. Since different definitions are common, the operationalization has to match very strict requirements. As assessment criteria the identified I4.0-SCN characteristics are deducted (see section 3.1). The empirical manifestations are based on subjective perceptions of the characteristics (Franceschini et al., 2006). Subjective criteria are particularly suitable, because a SCN consists of a high number of edges and nodes so that an objective measurement by a decision maker is too expensive in terms of time and costs.

Furthermore, the measurement method has to fulfill two mechanisms: monotony and compensation mechanism. Monotony is created if the characteristics are directly linked to the SCN flexibility. Hence, an increase of a characteristic leads to an increased flexibility of the SCN. A compensatory mechanism needs to be included because of the different flexibility degrees of the SC-partners. Therefore, a flexible supply chain partner may compensate another (Franceschini et al., 2006).

While the effects of one attribute can be determined accurately, the combination of many and contradictory attributes leads to an unmanageable planning task. The use of decision trees, which list the various options hierarchically, leads to confusingly wide ramifications. A morphological box enables a decomposition of the complex flexibility assessment into manageable small sub problems. Thus, a morphological box is qualified to represent all theoretically conceivable combinations of attributes. Each I4.0-SCN characteristic attribute effects the SCN flexibility in at least one dimension. By using the flexibility dimensions SCN response time and SCN production flexibility, a two dimensional Cartesian coordinate system can be generated. The SCN production flexibility is plotted on the horizontal axis and the SCN response time on the vertical axis (see Fig. 3). As a characteristic attribute always leads to a

flexibility increase or decrease in at least one dimension, a compass is suitable for graphical and computational evaluation.

The oscillation across the poles SCN response time and SCN production flexibility is converted into vectors. Thus, an increase in flexibility in both dimensions results in the addition of the vector $\binom{1}{1}$ to the aggregated compass orientation. The vector $\binom{-1}{-1}$ e.g. expresses a decrease of flexibility in both dimensions (see Fig. 3). The aggregated compass orientation is generated by the addition of the eight single compass orientations, mathematically expressed by the summation of the eight vectors. Due to the same level of importance of the nodes' and edges' characteristics in a network architecture, an equal weighting is assumed. The resulting compass orientation points in one of the four compass quadrants.

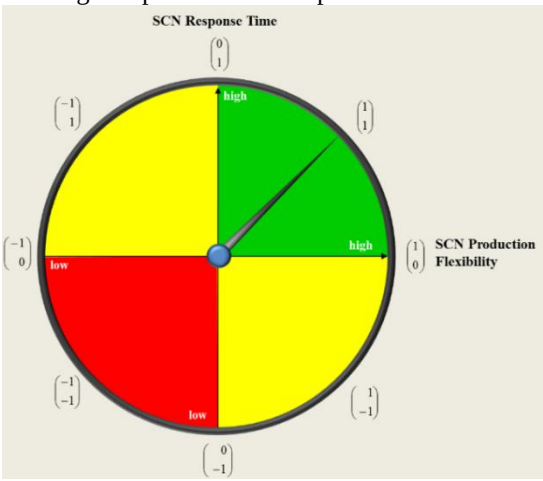


Figure 3: I4.0-SCN-Readiness Compass

The compass axes function as a separation line between four distinct flexibility quadrants: The first quadrant clearly marks flexible SCN in both flexibility dimensions and thus indicates a high I4.0 readiness of the network. The second quadrant of the I4.0-SCN-Readiness Compass displays high response times on the one hand, but an insufficient production flexibility on the other hand. A compass orientation resulting in the third quadrant exhibits shortcomings in both flexibility dimensions. Whereas, a location in the fourth quadrant indicates incapabilities in terms of response times but also an I4.0 readiness in terms of SCN's production flexibility.

3.3 Application of I4.0-SCN characteristics as I4.0-Readiness indicators

An overview of the eight elementary characteristics, deducted in section 3.1, of I4.0-SCN is depicted in the morphological box (see Fig. 4). The highlighted attributes mark the relevant characteristics of I4.0-SCN. For reasons of simplification only discrete forms of the attributes will be considered. Each characteristic has a related compass orientation, which is presented next to the characteristic attribute.

The capability of real-time information exchange within the network positively affects the flexibility dimensions and leads to an increase in both the response time and the production flexibility. An ad-hoc and customer-oriented network formation leads to an increased production flexibility but reduces the response time of the SCN due to a time-consuming network formation process. This results in a flexible and order-related network configuration, which contains a high degree of dynamics and implicates a fast response time and a high production flexibility. A cooperative and trustful relationship leads to an increased response time as well as a high production flexibility because the necessary information for the realization of the production process can and will be shared between the network partners. The implementation of I4.0 technologies is only possible if the autonomous network participants and physical objects are self-organizing their tasks (Kagermann et al., 2013). This organization form implicates a high response time and a decrease of the production flexibility. The standardization and compatibility of the interfaces is the basis for an integration of objects and participants within the network and leads to an increased response rate but does not affect the production flexibility. This structure enables a flawless and discrete information exchange between the network partners and implicates a high degree of response time. Based on this autonomous, independent and decentralized communication and exchange of information, physical objects and network partners are able to initiate and execute activities without awaiting feedback from a superior hierarchy level or from a central steering element (Scheer, 2015). Thereby, both flexibility dimensions increase. A case study drawn from the automotive industry illustrates the application of the tool.

4. APPLICATION OF THE I4.0-SCN-READINESS COMPASS IN THE AUTOMOTIVE INDUSTRY

Today's automotive SCN are characterized by high complexity as more than 80 companies are involved in a car models production process that comprises over 20.000 different components. Therefore, the integration of various production facilities and suppliers is essential (Brettel et al, 2014). The OEM as core company and leading actor of the automotive SCN defines the network setup, the strategy and the allocation of resources. On the upstream side there are several types of suppliers. The first-tier suppliers, as system suppliers, are closely connected to the OEM and deliver the ready to assemble-modules directly to the production line. The second and third tier suppliers, as component manufacturers and parts suppliers, are not directly linked to the OEM and focus on a high volume production. (Koschnike, 2001).

	Characteristic	Characteristic Attributes			Case Study Compass Orientation	
Relational-oriented	Inter-organizational information exchange	delayed	real-time capable		$\binom{-1}{-1}$	
	Duration	long-term	temporary-order-related		$\binom{-1}{1}$	
	Degree of dynamics	low	high		$\binom{-1}{-1}$	
	Type of relationship	cooperative	delegative	competitive	$\binom{-1}{1}$	
Network-oriented	Form of organization	self-organization	formal-organization		$\binom{-1}{1}$	
	Interface compatibility	limited	comprehensive		$\binom{0}{-1}$	
	Network structure	hierarchical-monocentric	heterarchical-polycentric		$\binom{0}{-1}$	
	Form of coordination	central	decentral		$\binom{-1}{-1}$	
Industry 4.0-SCN-Readyness					$\binom{-6}{-2}$	

Figure 4: Morphological box and related compass orientations for the automotive industry

The downstream SCN consists of the car distributor and the final customer. The up- and downstream actors represent the nodes of the automotive SCN. The edges of the SCN are represented by the logistic service providers, that manage the material flow between the OEM, its suppliers and distributors. The current application of information and communication systems within the automotive SCN is determined by an asymmetrical distribution of information between the OEM and its suppliers. Hence, the OEM gains additional information to expand its controlling position (Sydow, 2010) and the suppliers lack information which impedes their production planning (Koschnike, 2001). Current automotive SCN still lack the necessary overall integration of participants as well as information transparency and visibility. Due to the expansion of competition from single companies to entire automotive SCN, the supplier integration and the cross-company information exchange are key requirements to flexibly manage the SCN and to gain increased productivity (Koschnike, 2001).

The morphological box introduced in figure 4 is applied in the described automotive industry scenario. The highlighted characteristic attributes reflect the described set-up of an automotive SCN and are used for the evaluation of the I4.0 readiness of an automotive SCN. The increasing dynamic and highly competitive environment, accompanied by growing customer demand for individualized products and short lead times, requires an adaption of the SCN flexibility level (Stevenson and Spring, 2007) It is questionable whether the current hierarchical and centrally organized SCN is able to meet those requirements or if a more dynamic and decentralized structure is required. The results in figure 4 unveil the described lack of flexibility in automotive SCN vividly. The overall compass orientation points into the third quadrant so that automotive SCN do not command sufficient I4.0-Readiness. The resulting vector $\binom{-6}{-2}$ in figure 4 enables a more detailed analysis: The SCN insufficiency is significantly caused by a low production flexibility. Likewise, the SCN response time falls below the I4.0-ready threshold. This assessment of flexibility serves as a starting point to derive actions and as a foundation for an efficient allocation of improvement activities.

5. CONCLUSION AND OUTLOOK

I4.0 holds huge potential. Flexibility is required to act fast and versatilely in this digitized and complex world. I4.0 connotes with an enhanced cooperation and concentration on core competences so that the value creation surpasses single companies. To cope with challenges like an increasing individualization, e.g. expressed by the demand for batch size one, SCN need to be flexible. Flexibility as key enabler and driver of the implementation of I4.0 technologies is used as performance indicator for the assessment of I4.0-Readiness of SCN. Flexibility defined by SCN response time and SCN production flexibility is operationalized by eight observable characteristics. The transfer of these characteristics into the SCN-Readiness Compass facilitates a flexibility improvement of SCN. The automotive industry as a typical networked industry shows a considerable lack of flexibility. The development of the I4.0-SCN-Readiness Compass also calls for additional research. The latest dispute between the OEM Volkswagen and its suppliers reveals the sensibility of a SCN and the importance of every SCN's node. Therefore, an assessment of flexibility with an equal weighting of every relation seems to be justified. Nevertheless, core companies should analyze their SCN to identify barriers of flexibility and should specify the morphological box by the inclusion of the networks distinctive characteristics. Especially, increasing attention should be payed to the inter-company perspective because of an increased competition between entire SCN. The current focus on intra-company processes or single machines does not lead to utilize I4.0´s full potential.

REFERENCES

Brettel, M.; Friedrichsen, N.; Keller, M.; Rosenberg, M. (2014): How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An I4.0 Perspective, International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering, Vol. 8 No.1, pp. 37-44.

Christopher, M. (2005): Logistics and Supply Chain Management: Creating Value-added Networks, Pearson.

Corsten, H.; Gössinger, R. (2008): Einführung in das Supply Chain Management, Oldenbourg, 2. Edt..

Duclos, L.K.; Vokurka, R.J., Lummus, R.R., (2003): A conceptual model of supply chain flexibility, Industrial Management & Data Systems, Vol. 103, No. 6, pp. 446-456.

Franceschini, F.; Galetto, M.; Maisano, D.; Mastrogiacomo, L. (2008): Properties of performance indicators in operations management, IJPPM, Vol. 57 No. 2, pp. 137-155.

Hieber, R. (2002): Supply Chain Management - A collaborative performance Measurement Approach, vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich, Zürich.

Hudson, M.; Smart, A., Bourne, M. (2001): Theory and practice in SME performance measurement systems, International Journal of Operations & Production Management, Vol. 21 No. 8, pp.1096-1115.

Kagermann, H.; Wahlster, W., Helbig, J. (2013): Umsetzungsempfehlung für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0 – Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0, acatech, Frankfurt am Main.

Köhler, P.; Six, B.; Michels, J.S. (2015): Industrie 4.0: Ein Überblick, in: Köhler-Schute, C.: Industrie 4.0: Ein praxisorientierter Ansatz, KS-Energy-Verlag, pp. 17-39.

Koschnike, M. (2001): Supply Chain-Management in der Automobilindustrie. in: Lawrenz, O., Hildebrandt, K., Nenninger, M., Hillek, T. (Ed.): Supply Chain Management: Konzepte, Erfahrungsberichte und Strategien auf dem Weg zu digitalen Wertschöpfungsnetzen, Vieweg, Wiesbaden, pp. 281-308.

Lamming, R.; Johnsen, T.; Zheng, J.; Harland, C. (2000): An initial classification of supply networks, International Journal of Operations & Production Management, Vol. 20 No. 6 pp. 675-691.

Lynch, R.-L.; Cross, K.-F. (1991): Measure Up, Mandarin, London.

Picot, A.; Reichwald, R.; Wigand, R.T. (2003): Die Grenzenlose Unternehmung. Information, Organisation und Management, Gabler, Wiesbaden.

Scheer, A.-.W.; Angeli, R. (2004): Management dynamischer Unternehmensnetzwerke, in: Busch, A., Dangelmaier, W. (Ed.): Integriertes Supply Chain Management - Theorie und Praxis effektiver unternehmensübergreifender Geschäftsprozesse, Gabler Verlag, Wiesbaden, pp. 375-397.

Scheer, A.-W. (2015): Industrie 4.0: Von der Vision zur Implementierung. Whitepaper No. 5.

Schneeweiß, C (1996): Flexibilität, Elastizität und Reagibilität, in: Kern, W./Schröder, H.H./Weber, J. (Hrsg.): Handwörterbuch der Produktionswirtschaft, 2. Edition, Stuttgart, pp. 489-505.

Seebacher, G.; Winkler, H. (2013): A Citation Analysis of the Research on Manufacturing and Supply Chain Flexibility, International Journal of Production Research, Vol. 51 No. 11, pp. 3415-3427.

Sethi, A.K.; Sethi, S.P. (1990): Flexibility in Manufacturing: A Survey, in: International Journal of Flexible Manufacturing Systems, Vol 2, pp. 289-328.

Steven, M. (2015): Produktionslogistik, Kohlhammer Verlag, Stuttgart.

Stevenson, M.; Spring, M. (2007): Flexibility from a supply chain perspective: definition and review, International Journal of Operations & Production Management, Vol. 27 No. 7, pp. 685-713.

Sydow, J. (2010): Management von Netzwerkorganisationen - Zum Stand der Forschung, in: Sydow, J.: Management von Netzwerkorganisationen, Gabler, Wiesbaden, pp. 373-426.

Sydow, J.; Möllering, G. (2009): Produktion in Netzwerken. Make, Buy & Cooperate, Vahlen Verlag, München, 2. Edition.

ten Hompel, M.; Henke, M, (2014): Logistik 4.0, in: Bauernhansl, T., ten Hompel, M., Vogel-Heuser, B. (Ed.): Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik - Anwendung, Technologien, Migration, Springer-Verlag, Wiesbaden, pp. 615-624.

Wadhwa, S.; Rao, K.S. (2002): Towards a Proactive Flexibility Management View, Global Journal of Flexible Systems Management, Vol. 3, No.2 & 3.

HASTANELERDE BİLİŞİM TEKNOLOJİLERİ KULLANIMI İLE HASTA GÜVENLİĞİ KÜLTÜRÜ ARASINDAKİ İLİŞKİ

Alaeddin Koska
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Türkoğlu Meslek Yüksekokulu, Lojistik Bölümü

Nusret Göksu
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, İİBF. İşletme Bölümü

Mehri Banu Sünbül
Doktora Öğrencisi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, İİBF. İşletme Bölümü

Mehmet Narcıoğlu
Yüksek Lisans Öğrencisi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, İİBF. İşletme Bölümü

ÖZET

Hasta güvenliği hastaneler için önemli bir hizmet kalitesi unsurudur. Bilişim teknolojileri kullanımı ise günümüzde işletme verimliliğini önemli etkenlerden bir tanesidir. Çalışmamız Kahramanmaraş ilindeki hastanelerde bilişim teknolojileri kullanımının hasta güvenliği kültürüne olan etkisini ölçmeyi amaçlamaktadır. Veri toplama aracı olarak anket yöntemi benimsenmiş ve verilerin istatistiksel analizleri için NCSS (Number Cruncher Statistical System) 2007 (Kaysville, Utah, USA) programı kullanılmıştır. Aralarındaki ilişkiyi görebilmek için bağımlı ve bağımsız değişken arasındaki korelasyona bakılmıştır. Netice olarak bilişim teknolojileri kullanımın hasta güvenliğini kısmi olarak etki ettiği neticesine varılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Bilişim Teknolojileri, Hasta Güvenliği Kültürü, Sağlık Hizmetleri

THE EFFECTS OF THE USE OF INFORMATION TECHNOLOGY IN HOSPITALS ON PATIENT SAFETY CULTURE

ABSTRACT

Patient safety is an important element of the quality of service for hospitals. Today The use of information technology is one of the major factors that contributes to business efficiency. Our study aims to measure the impact of patient safety culture in the use of information technology in Kahramanmaraş hospitals. Data were collected by questionnaire method adopted and for statistical analysis of the data (Number Cruncher Statistical System) 2007 (Kaysville, Utah, USA) NCSS program was used. To see the relationship between the dependent and the correlation between the independent variables. As a result, it was concluded in patient safety as a result of the use of information technology to have a partial effect .

Key words: Information technology, Patient Safety Culture, Health Care Services

1.GİRİŞ

Teknolojinin insan hayatında ilk çağlardan beri önemli etkileri olmuştur. O çağlardan bu beri bilimsel çalışmalar sonucu teknoloji hızla gelişmeye ve değişmeye devam etmektedir. Bu gelişimin beraberinde teknolojinin kullanım alanını da genişlemektedir. Hatta günümüzde teknolojinin girmediği alan yoktur demek doğru olacaktır. Yani teknoloji hayatımızın her alanında kendine bir yer bulmaktadır. Bu da hayatımızı kolaylaştırmaktadır. Bilimle teknoloji ilerlemekte teknoloji ile de bilim ilerlemektedir. Bu döngüsel olarak devam etmekte hatta zaman geçtikçe hızlanmaktadır. Bilgisayarlar artık daha güçlü ve hızlıdır ve aynı güç ve hızla da hayatımızın her alanına girmektedir.

Günümüzde teknoloji her sektörde olduğu gibi insan için önemi tartışılmaz olan sağlık sektörünün de en önemli bileşenlerinden biri haline gelmiştir. Yani sağlık hizmetleri sunumunda teknoloji hayati bir unsurdur. İnsana yönelik sağlık ve bakım uygulamaları insan ile teknolojinin bir arada kullanılmasından meydana gelmektedir (Fett, 2005; Özata vd., 2008). Teknolojiye olan talep giderek artmakta ve bu alana ayrılan kaynak her geçen yıl artmaktadır (Haux, 2003). Teknolonin kullanımında meydana gelen artış, teşhis ve tedavide vazgeçilmez bir unsur olarak görülmesinden kaynaklanmaktadır (Rotherbeng ve Korn, 2005). Günümüzde sağlık kurumlarında verilerin kullanımı ve bilgiye dönüştürülmesinde yoğun olarak bilgisayar teknolojisinden yararlanılmaktadır (Esatoğlu ve Köksal, 2002). Teknolojinin sağlık sektöründe sayısız faydası vardır. Bunlardan biri de tıbbi hataları azaltması yani hasta güvenliğinin artmasını sağlamasıdır. Ulusal Hasta Güvenliği Vakfı nın (National Patient Safety Foundation) tanımına göre, hasta güvenliği "sağlık hizmetlerine bağlı hataların önlenmesi ve sağlık hizmetine bağlı hataların sebep olduğu hasta hasarlarının ortadan kaldırılması veya azaltılmasıdır". Hasta güvenliğini sağlama da teknolojinin rolü büyüktür.

Bu çalışma hastanelerde hasta güvenliği kültürü ile bilişim teknolojileri arasındaki ilişkiyi incelemektedir. Hasta güvenliği kültürünü ölçebilmek amacıyla Queenan vd., 2016 tarafından yapılan çalışmadan uyarlanan bir ölçek ve bilişim teknolojileri kullanım düzeyi içinse, Kılınç, 2009 tarafından hazırlanan doktora tezindeki ölçekten uyarlanarak bir anket oluşturulmuştur. Aralarındaki ilişkiyi görebilmek için her iki değişkenin alt boyutlarının ayrı ayrı korelasyonuna bakılmıştır.

2. HASTANELERDE BILIŞIM TEKNOLOJILERI

Teknoloji, sağlık hizmetleri ile ilgili her türlü alanda uygulama imkanı bulmaktadır. Yeni teknolojilerin en yaygın uygulama alanı bulunduğu kuruluşların başında ise hastaneler gelmektedir (Özata vd., 2007). Bilgi teknolojisi hastanelerde ilk olarak fatura ve finansal hizmetlerini desteklemek için kullanılmıştır. Daha sonra bilişim teknolojilerin kullanım alanı eczane, laboratuar ve radyoloji servislerini yönetme vb. olarak genişlemiştir (Collen, 1995). İlk önce fatura ve sermaye geri dönüşüne ilişkin olsa da ilerleyen zamanlarda klinik faaliyetlerini yönetmede ve desteklemede kullanmak için başvurulmuştur. Bu sistemler sıklıkla ilaç etkileşimi kontrolleri, laboratuvar kalite kontrolleri ve hastanın radyoloji geçmişlerinin belgelenmesini sağlamıştır (McCullough, 2008).

Sağlık bilgi teknnolojisi sağlık sektöründe bilgi sistemlerinin tasarlanmasını, geliştirilmesini, kullanılmasını ve sürdürülmesini içeren bir bilişim teknolojisi alanıdır. Ayaktan ve yataklı sağlık bakımı sağlayıcıları için getiriyi optimize ederken otomatik ve bütünleşik çalışabilen sağlık sistemleri sağlık hizmetlerini geliştimeye, maliyetleri düşürme, verimliliği arttırma, hataları azaltma ve hasta memnuniyetini sağlama beklentilerini karşılamaya yönelik olarak kullanılmaktadır.

Elektronik tıbbi kayıt (EMR) sistemlerinin geliştirilmesi klinik hizmetlerin otomasyonunu büyük ölçüde genişletmiştir. Bu sistemlerde, eczane, radyoloji ve laboratuvar gibi yan hizmetleri ile hastane tıbbi kayıt ve klinik bilgileri entegre edilmiştir. Bu sistemler sayesinde hekimler hastaların bilgilerine elektronik tıbbi kayıtlar sayesinde doğrudan erişebilmektedirler (Lee vd., 2012).

Klinik uygulamalarında kullanılan bu teknolojiler sağlık alanında yaşanan bir çok problemin çözümüne büyük katkı sağlamaktadır. Bu sistemin, teşhis ve tedavinin kalitesini arttırma, hasta bakım kalitesini iyileştirme, hataları önleme, yanlış uygulamaları ortadan kaldırma kurumsal etkinliği arttırma ve maliyetleri azaltma gibi bir çok olumlu yönde etkisi bulunmaktadır (Haux, 2003). Bilgi teknolojileri çeşitli mekanizmalar yoluyla hastane verimliliğini etkileyebilmektedir. Verimliliği arttırma mekanizmalarının çoğu katma değer yaratan önlemler ile ele alınmaktadır.

3. HASTANELERDE HASTA GÜVENLIĞI KÜLTÜRÜ

Türkiye genelinde toplumun bilinç düzeyinin, beklentilerinin ve sağlık hizmetleri talebinin artması, teknolojik gelişmeler ve yarattığı riskler, artan hizmet sunum maliyetleri ve bunun sosyal güvenlik sistemine getirdiği yükler, hizmet kalite standartlarının yükselmesi, artan rekabet, getirilen hukuki sorumluluklar ve sürekli iyileştirmeyi öngören sağlık politikaları hasta güvenliğini vazgeçilemez bir unsur haline getirmiştir (Özmen ve Başol, 2010).

Hasta güvenliği kavramı, ilk kez Hipokrat tarafından ifade edilen ve tıbbın genel ilkesi haline gelmiş "önce zarar vermemek" anlayışı içerisinde vardır. Ancak, sağlık hizmetlerinde her tıbbi uygulama ve girişim, kendiliğinden bazı riskleri de beraberinde getirmektedir. Günümüzde bu risklerin azaltılması ya da kontrol altına alınabilmesi için daha hassas ve ayrıntılı bir yaklaşım olan "hasta güvenliği" kavramı ön plana çıkmaktadır (Taş vd., 2013). Sağlık hizmetlerinde bakım kalitesini oluşturan en önemli ve öncelikli unsurlardan bir tanesi olan hasta güvenliği "Sağlık bakım hizmetlerinin kişilere vereceği zararı önlemek amacıyla sağlık kuruluşları ve bu kuruluşlardaki çalışanlar tarafından alınan önlemlerin tamamıdır" şeklinde tanımlanmaktadır (Atan vd., 2013).

Güvenlik kültürü ile ilgili mevcut literatüre bakıldığında, birçok güvenlik kültürü tanımına rastlanmasına rağmen, güvenlik kültürü tanımlarının ortak özellikleri şu başlıklar altında toplanabilir (Zhang vd., 2004):

- Güvenlik kültürü, grup veya daha üst seviyelerde, örgütün bütün üyeleri ve örgüt gruplarının hepsi tarafından paylaşılan değerleri ifade eden bir kavramdır.
- Güvenlik kültürü, bir örgütteki formel güvenlik sorunlarıyla da ilgilidir.
- Güvenlik kültürü, bir organizasyondaki her seviyedeki çalışanların katılımı üzerinde durmaktadır.
- Güvenlik kültürü, örgüt üyelerinin işteki davranışını etkilemektedir.
- Güvenlik kültürü, ödül sistemleri ve güvenlik performansı arasındaki ilişkiyi de yansıtmaktadır.
- Güvenlik kültürü, bir organizasyonda kazalardan ve hatalardan öğrenme ve gelişmeyle ilgili gönüllülüğü yansıtmaktadır.
- Güvenlik kültürü, değişime karşı oldukça dayanıklı, sabit ve dirençlidir.

Hasta güvenliği kültürü bilgi ve iletişim teknolojilerini bir araya getiren multidisipliner bir yapıdır (Hellings vd., 2007). Ayrıca, kurumda nelerin önemli olduğunu ve hasta güvenliği ile ilgili nasıl hareket edileceğini, değer yargılarını, inançları ve kuralları içermektedir (Tütüncü ve Küçükusta 2006, Çırpı vd., 2009).

Hasta güvenliği kültürü öncelikle yönetim desteği ile birlikte, takım çalışması, kurallara uygun davranma, sistematik raporlama, eğitim, çalışanların katılımı, hassasiyeti, özeni ve güvenli bir sağlık sisteminin kurulması ile oluşmaktadır (Hughes and Clancy 2009). Sağlık kurumlarında hasta güvenliği kültürüne yönelik sistemlerin oluşturulması, yerleştirilmesi ve yaygınlaştırılması tıbbi hataları önleyecek sistemlerin kurulmasını sağlayacak, böylece hastalar ve sağlık çalışanlarının zarar görmesi engellenecektir (Tak 2009, Gündoğdu ve Bahçecik, 2012).

4. UYGULAMA

Çalışmanın bu bölümde; araştırmanın amacı, kapsamı, yöntemi, verilerin toplanması, analizi ve araştırmanın güvenirliliği açıklanmaktadır.

4.1. Araştırmanın Amacı ve Kapsamı

Araştırmanın amacı, hastanelerde bilişim teknolojileri kullanımının hasta güvenliği kültürüne etkisi hakkındaki hastane yöneticilerinin görüşlerinin incelenmesidir. Araştırmanın önemi ise; sağlık sektöründe faaliyet gösteren hastanelerin araştırmanın amacına yönelik görüşlerin incelendikten sonra çıkarımlarla önerilerde bulunulmasıdır. Araştırma, Kahramanmaraş ilinde bulunan toplam 9 hastaneyi kapsamaktadır.

4.2. Araştırmanın Yöntemi

Gerekli verileri elde edebilmek için, veri toplama yöntemi olarak anket tekniği uygulanmıştır. Kahramanmaraş ilinde sağlık sektöründeki hastane temsilcilerinin bilişim teknolojileri kullanımının hasta güvenliği kültürüne etkisi hakkındaki görüşlerinin incelenmesi için oluşturulan anket formu, ilgili literatür taraması ve uzman görüşü alınarak oluşturulmuştur. Bu araştırma betimsel (tanımlayıcı) olarak tasarlanmıştır. Anket formu 4 grup sorudan oluşturulmuştur. Birinci grup, hastane bilgilerine yönelik sorular, ikinci grup cevaplayıcının özelliklerine yönelik sorular, üçüncü grup hasta güvenliği kültürü ve dördüncü grup ise bilişim teknolojileri kullanım düeyi ile ilgili hastane temsilcilerinin görüşlerinin belirlenmesi için 66 sorudan oluşmaktadır. Üçüncü ve dördüncü gruptaki sorular önem derece seviyelerinin belirlemesi için, ölçme aracı olarak likert beş seçenekli uygulanmıştır. Her bir ifade 1'den 5'e kadar kodlanmış ve ölçme aracı olan beşli likert ölçeğinde cevapları belirten cümlelere katılma dereceleri kesinlikle katılmıyorum", "katılmıyorum", "ne katılıyorum ne katılmıyorum", "katılıyorum" ve "kesinlikle katılıyorum" şeklinde belirlenmiştir.

4.3. Verilerin Elde Edilmesi ve Analizi

Uygulamada Kahramanmaraş ilinde faaliyet gösteren hastanelere yönelik anket hazırlanmış, dağıtılmış ve toplanmıştır. İstatistiksel analizler için NCSS (Number Cruncher Statistical System) 2007 (Kaysville, Utah, USA) programı kullanılmış ve çalışma verileri değerlendirilirken tanımlayıcı istatistiksel metotların (Ortalama, Standart Sapma, Medyan, Frekans, Oran, Minimum, Maksimum) yansıra

parametreler arası ilişkilerin Spearman's Korelasyon Analizi kullanılmıştır. Anlamlılık $p<0.01$ ve $p<0.05$ düzeylerinde değerlendirilmiştir.

4.4. Araştırmanın Güvenirliliği

Alfa katsayısı ölçekte yer alan k sorunun varyansları toplamının genel varyansa oranlanması ile bulunan bir ağırlıklı standart değişim ortalamasıdır. Cronbach alfa katsayısı, bireysel puanların k soru içeren bir ölçekte sorulara verilen cevapların toplanması ile bulunduğu durumlarda soruların birbirleri ile benzerliğini, yakınlığını ortaya koyan bir katsayıdır. Alfa katsayısı, ölçekte yer alan k sorunun türdeş bir yapıyı açıklamak ya da sorgulamak üzere bir bütün oluşturup oluşturmadıklarını sorgulamaya yarar.
Alfa katsayısının değerlendirilmesi aşağıdaki ölçüte göre yapılır:

$0.0 \leq \alpha < 0.40$ ise ölçek güvenilir değildir.

$0.40 \leq \alpha < 0.60$ ise ölçek düşük güvenirliktedir

$0.60 \leq \alpha < 0.80$ ise oldukça güvenilirdir.

$0.80 \leq \alpha < 1.00$ ise ölçek yüksek derecede güvenilir bir ölçektir.

Yapılan analizlerde 10 katılımcıdan elde edilen veriler kullanılmıştır. Hasta güvenliği kültürü ölçeğinin iç tutarlılığının incelenmesi sonrasında $\alpha = 0,648$ güvenilirlik değeri elde edilmiştir. Bilişim teknolojileri kullanımı ölçeğinin iç tutarlılığının incelenmesi sonrasında $\alpha = 0,877$ güvenilirlik değeri elde edilmiştir. Yani hasta güvenliği kültürü ölçeğinin güvenilir ve bilişim teknolojileri kullanımının ölçeğinin ise oldukça güvenilir olduğu kanısına varılmaktadır.

4.5. Bulgular

Araştırmamızda veri toplama aracı olarak anket kullanılmış ve soruları derecelendirmek için 5'li likert ölçeği kullanılmıştır. 1= Kesinlikle katılmıyorum, 2= Katılmıyorum, 3=Kararsızım, 4=katılıyorum, 5= Kesinlikle katılıyorum olarak kodlanmıştır. Derecelendirilmekte ve ölçekten alınabilecek toplam puanların yüksekliği, hasta güvenliği kültürü ve bilişim teknolojileri kullanım düzeylerinin çok iyi olduğunu gösterir.
Anketimizde hasta güvenliği kültürünü ölçebilmek için 30 soru vardır ve bu sorular kendi içerisinde 9 alt faktörden oluşmaktadır. Bu alt faktörler; birimlerde takım çalışması, birimler arası takım çalışması iyimserlik, el değiştirmeler ve geçişler, iletişime açıklık, hatalara karşı cezasız tepki, hata hakkında geri bildirim ve yorum, kurumsal öğrenme, hastanın güvenliği için yönetim desteği, yönetici/müdür beklentileri ve güvenliği teşvik eden eylemlerdir. Tablo 1'de hasta güvenliği kültürü ölçeğinin alt boyutlarının ortalama, minimum, maximum ve ortalama standart dağılımları görülmektedir.

Tablo 1: Hasta Güvenliği Kültürü Ölçeğinin Alt Boyutların Dağılımı

	Min-Max (Medyan)	***Ort±SD***
Birimlerde takım çalışması	3,5-5 (4,4)	4,33±0,44
Birimler arası takım çalışması	1,75-4,75 (4,3)	3,85±0,99
El değiştirmeler ve geçişler	1-3,25 (1,8)	1,98±0,75
İletişime açıklık	1-5 (3,3)	3,47±1,15
Hatalara karşı cezasız tepki	3-5 (3,3)	3,50±0,55
Hata hakkında geri bildirim ve yorum	3-5 (4,2)	4,13±0,50
Kurumsal öğrenme	3,33-5 (4,3)	4,27±0,52
Hastanın güvenliği için yönetim desteği	3-5 (4)	4,10±0,55
Yönetici/Müdür beklentileri ve güvenliği teşvik eden	3-4,67 (3,8)	3,97±0,53

Birimlerde takım çalışması puanı ortalaması 4,3, Kurumsal öğrenme 4,3 ve hata hakkınd geri bildirim ve yorum faktörünün 4,2 ortalaması ile en yüksek ortalamalar olarak dikkat çekmktedir.El değiştirmeler ve geçişler ise 1,8 ile en düşük ortalamaya sahip olduğu görülmektedir.
Anketimizde Bilişim Teknolojileri Kullanımı Ölçeği ile ilgili 30 soru vardır ve bu sorular kendi içerisinde 4 alt faktörden oluşmaktadır.Bunlar; Yeterlilik düzeyi, Kullanım düzeyi, Önem Düzeyi, Etki Eden Unsurlardır. Tablo 2'de bilişimi teknolojileri kullanımı ölçeğinin alt boyutlarının ortalama, minimum, maximum ve ortalama standart dağılımları görülmektedir.

Tablo 2: Bilişim Teknolojileri Kullanımı Ölçeğinin Alt Boyutların Dağılımı

	Min-Max (Medyan)	***Ort±SD***
Yeterlilik düzeyi	3,67-5 (4,3)	4,36±0,53
Kullanım düzeyi	3,25-5 (4,6)	4,52±0,58
Önem Düzeyi	1,67-5 (4)	3,83±0,87

Etki Eden Unsur	3,88-5 (4,6)	4,58±0,37

Kullanım düzeyi ve etki eden unsur puanı ortalamsı 4,6 ve yeterlilik düzeyi 4,3 olduğu görülmektedir.En düşük ortalamaya sahip olan önem düzeyi ise 4 ortalamaya sahiptir. Dolayısıyla kullanım düzeylerinin tüm alt faktörleriyle birlikte kulanım düzeylerinin yüksek olduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 3: Hasta Güvenliği Kültürü Ölçeği ile Bilişim Teknolojileri Kullanımı Ölçeği Alt Boyutları Arasındaki İlişki

		Bilişim Teknolojileri Kullanımı							
		Yeterlilik düzeyi		***Kullanım***		***Önem Düzeyi***		***Etki Eden***	
		r	**p**	***r***	***p***	***r***	***p***	***r***	***p***
Hasta Güvenliği Kültürü Ölçeği	**Birimlerde takım**	-0,197	**0,586**	0,027	**0,940**	-0,174	**0,631**	0,075	**0,836**
	Birimler arası takım	0,710	**0,021***	-0,362	**0,304**	0,387	**0,270**	0,458	**0,183**
	El değiştirmeler ve	-0,760	**0,011***	0,381	**0,277**	-0,497	**0,144**	-0,478	**0,162**
	İletişime açıklık	0,513	**0,130**	-0,277	**0,438**	0,386	**0,270**	0,301	**0,398**
	Hatalara karşı cezasız	-0,640	**0,046***	0,206	**0,568**	-0,563	**0,090**	-0,203	**0,573**
	Hata hakkında geri	0,406	**0,244**	-0,218	**0,545**	0,177	**0,624**	0,192	**0,594**
	Kurumsal öğrenme	0,524	**0,120**	-0,669	**0,034***	0,383	**0,274**	0,383	**0,274**
	Hastanın güvenliği	0,776	**0,008****	-0,184	**0,611**	0,435	**0,209**	0,522	**0,121**
	Yönetici/Müdür	0,630	**0,050***	-0,174	**0,631**	0,303	**0,395**	0,343	**0,332**

r= Spearman's Correlation ***p<0,01* **p<0,05*

Bilişim Teknolojileri Kullanımı Yeterlilik Düzeyinde;

Yeterlilik düzeyi puanı ile birimlerde takım çalışması, iletişime açıklık, hata hakkında geri bildirim ve kurumsal öğrenme puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki görülmemektedir (p>0,05). Yeterlilik düzeyi puanı ile birimler arası takım çalışması puanı arasında pozitif yönlü (yeterlilik düzeyi puanı artarken, birimler arası takım çalışma puanı da artmakta) %71,0 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı ilişki görülmüştür (r=0,710; p=0,021; p<0,05).

Yeterlilik düzeyi ile el değiştirmeler ve geçişler puanı arasında negatif yönlü (yeterlilik düzeyi puanı artarken, el değiştirme puanı azalmakta) %76,0 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı ilişki görülmüştür (r=0,760; p=0,011; p<0,05). Yeterlilik düzeyi puanı ile hatalara karşı cezasız tepki puanı arasında negatif yönlü (yeterlilik düzeyi puanı artarken, cezasız tepki puanı azalmakta) %64,0 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı ilişki görülmüştür (r=-0,640; p=0,046; p<0,05).

Yeterlilik düzeyi puanı ile hastanın güvenliği için yönetim desteği puanı arasında pozitif yönlü (yeterlilik düzeyi puanı artarken, yönetim desteği puanı da artmakta) %77,6 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı ilişki görülmüştür (r=0,776; p=0,008; p<0,01). Yeterlilik düzeyi puanı ile yönetici/müdür beklentileri ve güvenliği teşvik eden eylemler puanı arasında pozitif yönlü (yeterlilik düzeyi puanı artarken, teşvik eden eylemler puanı da artmakta) %63,0 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı ilişki görülmüştür (r=0,630; p=0,050; p<0,01).

Bilişim Teknolojileri Kullanımı Kullanım Düzeyinde;

Kullanım düzeyi puanı ile birimlerde takım çalışması, birimler arası takım çalışması, el değiştirmeler ve geçişler, iletişime açıklık, hatalara karşı cezasız tepki, hata hakkında geri bildirim, hastanın güvenliği için yönetim desteği ve yönetici/müdür beklentileri ve güvenliği teşvik eden eylemler puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki görülmemektedir (p>0,05). Kullanım düzeyi puanı ile kurumsal öğrenme puanı arasında negatif yönlü (kullanım düzeyi puanı artarken, kurumsal öğrenme puanı azalmakta) %66,9 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmıştır (r=-0,669; p=0,034; p<0,05).

Bilişim Teknolojileri Kullanımı Önem Düzeyinde;

Önem düzeyi puanı ile birimlerde takım çalışması, birimler arası takım çalışması, el değiştirmeler ve geçişler, iletişime açıklık, hatalara karşı cezasız tepki, hata hakkında geri bildirim, kurumsal öğrenme, hastanın güvenliği için yönetim desteği ve yönetici/müdür beklentileri ve güvenliği teşvik eden eylemler puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki görülmemektedir (p>0,05).

Bilişim Teknolojileri Kullanımı Etki Eden Unsurlar;

Etki eden unsurlar puanı ile birimlerde takım çalışması, birimler arası takım çalışması, el değiştirmeler ve geçişler, iletişime açıklık, hatalara karşı cezasız tepki, hata hakkında geri bildirim, kurumsal öğrenme, hastanın güvenliği için yönetim desteği ve yönetici/müdür beklentileri ve güvenliği teşvik eden eylemler puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki görülmemektedir (p>0,05).

5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Hasta güvenliği sağlık hizmetine bağlı hataların önlenmesi ve sağlık hizmetine bağlı hataların neden olduğu hasta hasarlarının eliminasyonu veya azaltılması olarak tanımlanmaktadır. Sağlık hizmetlerinin sunumunda hedef uluslararası standartlara uygun tanı, tedavi ve bakım hizmetlerinin yanı sıra tüm hizmet süreçlerinde hastaların beklenti ve ihtiyaçların tam olarak karşılanmasıdır. Bu hedefe ulaşabilmek için hizmet verme sistemlerini doğru şekilde uygulamak, iyi uygulama örneklerini belirlemek, hizmetten yararlananların memnuniyetini arttırmak ve kaliteli hizmetin yapılabilmesi için uygun alt yapının hazırlanması gerekmektedir.

Çalışmamızda bilişim teknolojileri kullanımının hasta güvenliği kültürüne olan etkisi ortaya konulmaya çalışılmıştır. Genel olarak bilişim teknolojileri kullanımının alt boyutlarının tamamının olmasa bile çoğunluğunun hasta güvenliği kültürüne pozitif yönde katkısı olduğu görülmektedir. Araştırmamızın neticesinde hastane yöneticilerine genel olarak tavsiyemiz bilişim teknolojileri kullanımının spesifik alt alt boyutlarına odaklanmaları ve oralarda iyileştirmeler yapmaları hasta güvenliği kültürüne katkı sağlyacağı kanaatine varılmaktadır.

Genel olarak literatürde bilişim teknolojileri kullanımının hasta güvenliğine etkisi ortaya konulmaktadır. Ancak çalışmamızda bazı parametreler arasında herhangi bir ilişki çıkmaması araştırmanın sadece Kahramanmaraş ilinde ve 10 tane hastane yöneticisi ile yapılmasına bağlanailir. Bu da araştırmamızın en önemli kısıtı olarak görülmaktedir.

KAYNAKÇA

Collen, M. 1995. A history of medical informatics in the united states.

Çırpı F, Doğan Merih Y, Yaşar Kocabey M., 2009. "Hasta Güvenliğine Yönelik Hemşirelik Uygulamalarının ve Hemşirelerin bu Konudaki Görüşlerinin Belirlenmesi", I. Uluslararası Sağlıkta Performans ve Kalite Kongresi Kitabı, 2. 85-94.

Esatoğlu, A.E. ve Köksal, A., 2002. "Hastanelerde Bilgisayar Teknolojisi Kullanımı", Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası, 55(1). 29-40.

Fett, M., 2005. "ocaasional papers: helath financing series, (5). 9-18

Gündoğdu, S. ve Bahçecik, F., 2012. "Hemşirelerde Hasta Güvenliği Kültürü Algılamasının Belirlenmesi", Anadolu Hemşirelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi, 15(2). 119-128

Haux, A.E., 2003. "Computer Based Documentation Systems And Tehir Integration Into Hospitals Information Systems", www.med-uniheelberg.de/pflege

Hellings J, Schrooten W, Klazinga N, Vleugels A., 2007. "Challenging Patient Safety Culture: Survey Results", International Journal of Health Care Quality Assurance, 20(7). 620-632.

Hughes RG,Clancy CM.,2009."Nurse's Role in Patient Safety" Journal of Nursing Care Quality,24(1).1-4

Kılınç C.Ç, 2009."Küreselleşme Sürecinde Teknoloji Yönetiminin ve Bilişim Teknolojilerinin Hizmet Kalitesini Artırmaya Etkisi ve Sağlık Sektöründe Bulunan Hastanelere Uygulanması" Yayımlanmamış doktora tezi). Selçuk Üniversitesi/Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.

Lee, J., McCullough, J.S. ve Town, R.J., 2012. "The Impact Of Health Information Technology On Hospital Productivity", NBER Working Paper Series, National Bureau Of Economic Research,

McCullough, J., 2008. "The adoption of health information systems", Health Economics, 649–664.

Özata, M., Aslan, Ş. ve Mete M., 2007. "Teşhis ve tedavi Teknolojilerinin Hastane Çıktılarını Arttırmada Önemi", Uluslararası Sağlık ve Hastane Yönetimi Kongresi, Yakın Doğu Üniversitesi, 619-632.

Özmen, Sümeyye ve Başol Oğuz, O., 2010. "Hasta Güvenliği Kültürü: Bursa'da Özel Bir Hastane Uygulama Örneği", II. Uluslararası Sağlıkta Performans ve Kalite Kongresi Bildiriler Kitabı, (2). Ankara, 81-97.

Rothenberg, B.M. ve Korn, A., 2005. "The Opportunities And Challenges Posed By The Rapid Growth Of Diagnostic İmaging. Journal Of American College Of Radiology", 2(5). 407-410

Tak B., 2009. "Hastanelerde Hasta Güvenliği Kültürünün Benimsenme Düzeyinin Ölçümü: Çok Kültürlü Bir Alan Araştırması", 3. Hasta Güvenliği Kongresi Bildiri Özet Kitapçığı

Taş, Y., Akpınar, A.T. ve İşçi, E., 2013. "Kalite Yönetim Sistemi İle Hasta Güvenliği Kültürü İlişkisinin Belirlenmesine Yönelik Bir Araştırma: Üniversite Hastanesi Örneği", http://akademikpersonel.kocaeli.edu.tr,

Tütüncü Ö, 2006. "Küçükusta D. Hasta Güvenliği Kültürü ve Hemşireliğe Yönelik Bir Uygulama", Hastane Yönetimi Dergisi, 10(2). 61-68.

Zhang D.A, Wıegmann, H., Von Thaden, Tl., Sharma, G.,Gıbbons, A.M., 2004. "Safety Culture: An Integrative Review", International Journal of Aviation Psychology, 14(2). 117-134.

Queenan, C., C.,Kull,T. J., & Devaraj, S. (2016). Complements or Substitutes? Culture-Technology Interactions in Healthcare. *Decision Sciences*.

BİR BANKANIN ANKARA'DAKİ BELİRLİ ŞUBELERİ İÇİN ETKİNLİK ANALİZİ VE ŞUBELERİN HİZMET KALİTELERİNİN ARTIRILMASI İÇİN KALİTE FONKSİYON YAYILIMI UYGULAMASI

Yıldız Köse
Karadeniz Teknik Üniversitesi

Emrullah Demirci
Karadeniz Teknik Üniversitesi

ÖZET

Banka yöneticiler için kapasite seviyelerinin denetlenmesi, bunlara göre bankaların stratejilerinin belirlenmesi ve finansal durumlarının izlenmesi oldukça önemlidir. Müşteri beklentilerini (MB) tespit edip bu beklentileri teknik karakteristiklerine (TK) yansıtmak hizmet kalitesinin artırılması, banka şubelerinin rekabet üstünlüğü sağlamaları ve etkinliklerinin artırılması açısından gereklidir. Çalışmada, müşteri beklentilerinin teknik karakteristiklere dönüştürülmesi aşamasında, müşterilerin ihtiyaçlarının yanında şubenin mevcut durumunun, kaynaklarının ve kısıtlarının da dikkate alınması amaçlanmıştır. Bu doğrultuda çalışmada, bir bankanın Ankara'daki şubelerinde Kalite Fonksiyon Yayılımı (KFY) uygulanmıştır. Tekniğin daha verimli uygulanabilmesi, doğru ve tutarlı sonuçlar verebilmesi için öncelikle Veri Zarflama Analizi (VZA) ile belirlenen etkin olmayan şubeler, çalışma kapsamında değerlendirilmiştir. KFY takımı, bu şubede görev alan uzman ve personellerden oluşturulmuştur. Bu şubelerde hesapları bulunan müşterilerle anket çalışması yapılarak müşteri istek ve ihtiyaçları belirlenmiştir. KFY Tekniği'nin uygulamasında, maliyet ve uygulama kolaylığı ek faktörlerinin dikkate alınması, VZA kullanılmasını gerekli kılmıştır. Hem klasik KFY hem KFY-VZA bütünleşik yöntemi uygulanarak, şubeler için belirlenen teknik karakteristiklerin etkinlik puanları hesaplanmıştır.

Anahtar Sözcükler: Bankacılık, Kalite Fonksiyon Yayılımı, Veri Zarflama Analizi

EFFICIENCY ANALYSIS FOR CERTAIN BRANCHES IN A BANK IN ANKARA AND QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT FOR ENHANCING SERVICE QUALITY

ABSTRACT

Inspecting the capacity level accordingly determining the strategy of banks branches, monitoring of the financial situation are very important for branch managers. Branches should provide competitive advantage, service quality. Therefore customer expectations (CE) must be identified, these expectations should be reflected to technical characteristics (TC). In this paper, in the process of converting CE to TC, current status of the branch, resources are taken into account. Quality Function Deployment-Data Envelopment Analysis (QFD-DEA) is applied in a bank branch in Ankara. Non effective branches that located by DEA have been assessed under this study, in order to provide accurate and consistent results. QFD team is created from this branch managers. A survey is made with customers that have accounts in this branches. In the application of QFD, DEA is used because of cost and ease of application additional factors. Efficiency score of TC is calculated both by classic QFD and QFD-DEA.

Keywords: Banking, Data Envelopment Analysis, Quality Function Deployment

1. GİRİŞ

Finans sistemi içerisinde bankaların önemli bir rolü vardır. Bankacılık sektörü hızla gelişmekte, rekabet hızı gün geçtikçe artmaktadır. Bankalar, bu şartlar altında, sektörde geri kalmamak, mevcut müşterilerinin bağlılıklarını artırmak, yeni müşteri kazanmak adına, var olan şubelerinin etkinliklerini artırma çabası içerisindedirler. Şubelerin etkinlik analizinin yapılmasında birden çok girdi ve çıktı kullanılmasına izin veren Veri Zarflama Analizi kullanılmaktadır. Ayrıca, şube etkinliğinin artırılması adına, şube hizmet kalitelerinin artırılması ve müşteri memnuniyetinin sağlanması, şube yöneticilerinin amaçları arasında yer almaktadır. Bu amaç doğrultusunda müşteri beklentilerini belirleyip bunları teknik karakteristiklere dönüştüren Kalite Fonksiyon Yayılımı Tekniği kullanılmaktadır. Teknik karakteristiklerin maliyet, çevreye etkileri, uygulama kolaylığı gibi birçok faktörü ele alındığında, teknik karakteristiklerin önem derecelerinin belirlenmesi kısmında Kalite Fonksiyon Yayılımı Tekniği yetersiz kalmaktadır. Bu yüzden bazı çalışmalarda Veri Zarflama Analizi, Kalite Fonksiyon Yayılımı ile bütünleşik kullanılmıştır. Bu çalışmalardan bazıları aşağıdaki tabloda özetlenmiştir. Tabloda çalışmaların yazarları, kullanılan yöntem, VZA modelinde girdi, çıktı ve karar verme birimi olarak neleri kullandıkları ve yöntemin uygulama alanı belirtilmiştir.

Tablo 1. KFY ve VZA Tekniklerini Bir Arada Kullanan Çalışmalar

Yazar, yıl	Yöntem	Girdi-Çıktı-KVB*	Uygulama Alanı
Azadi, M., Saen, R. F., 2013.	KFY, VZA, Bulanık mantık	Müşteri beklentilerinden 1'i girdi, 25 tanesi çıktı; teknik karakteristikler de çıktı olarak kullanılmıştır.	Hastane servis kalitesini iyileştirmek
Ersöz, S. Akepe, A., 2011.	KFY, AAS (Analitik Ağ Süreci), VZA	Teknik karakteristikler hem karar verme birimi hem de çıktı olarak kullanılmıştır.	Beyaz eşya üreticisi firmada ürün kalitesini iyileştirmek
Weifeng, F., Xu Mingbiao, X., 2008.	KFY, VZA, Bulanık Mantık	Müşteri beklentisi=>Çıktı, Teknik karakteristikler=>KVM, Çevresel etki ve maliyet=>Girdi	3. parti lojistik servis kalitesini artırmak
Karsak, E., Dursun, M., 2014.	KFY, VZA, Bulanık mantık	Tedarikçiler=>KVB, Tedarikçi özellikleri=>Çıktı, Kukla değişken=>Girdi	Hastane için tedarikçi seçimi
Ramanathana, R., Yunfengb, J., 2007.	KFY, VZA	Teknik karakteristikler=>KVB, Müşteri beklentisi=>Çıktı, Maliyet, kötü çevresel faktörler=>Girdi	Güvenlik aletleri tasarım kalitesini artırmak
Kamvysi vd.,2010.	KFY, AAS, AHS, VZA	Banka seçim kriterleri=>KVB-Çıktı, Kukla değişken=>Girdi	Bankacılıkta hizmet kalitesini artırmak

*KVB: Karar verme birimi

Bu çalışmada, bir bankanın şubelerinde hizmet kalitesinin iyileştirilmesi ve müşteri sayısının artırılması için KFY tekniği kullanılmıştır. Öncelikle bu tekniğin amacına ulaşabilmesi ve bu tekniği uygulamaya ihtiyacı olan şubelerin belirlenmesi için VZA ile bankanın Ankara'daki belirli şubelerinin etkinlik ölçümü yapılmıştır. Etkin olmayan şubeler çalışma kapsamında değerlendirilmiştir. KFY takımı bu şubelerde çalışan uzmanlardan oluşturulmuştur. Yine bu şubelerde hesapları bulunan müşterilerle anket çalışması yoluyla müşteri sesi toplanmıştır. Daha sonra KFY tekniğinde şubelerin teknik karakteristiklerin önem dereceleri, uygulama kolaylığı ve maliyet faktörleri hesaba katılarak belirlenmiştir. KFY tekniğinde bu gibi faktörlerin yer alması Veri Zarflama Analizi'nin kullanılmasını gerektirir. KFY ve VZA bütünleşik yaklaşımında amaç, şubelerin teknik karakteristiklerinin önem derecelerinin belirlenmesidir. Bu yaklaşımda, teknik karakteristiklerin önem dereceleri, etkinlik puanlarına karşılık gelmektedir.

2. YÖNTEM

2.1.Veri Zarflama Analizi

VZA'nın temelleri Farrell (1958) tarafından atılmış, Charnes, Cooper ve Rhodes (1978) tarafından matematiksel çerçevesi genişletilerek literatüre sunulmuştur. Her durumda birimleri karşılaştırılabilir kılan en önemli özelliği ise kullandıkları kaynak türleri ve ürettiği çıktı tipleri açısından aynı fonksiyonu kullanmasıdır. Çalışma kapsamında, VZA'da kullanılan yöntemlerden biri olan ölçeğe göre sabit getiri varsayımına dayanan CCR (Charnes, Cooper ve Rhodes) model kullanılmıştır. Ölçeğe göre değişken getiri varsayımına dayanan BCC (Banker-Chaenes-Cooper) modelinin sınırı her zaman CCR modelinin sınırının altında kalmaktadır. Bu yüzden CCR modelinin etkinlik puanı, BCC etkinlik puanından düşük veya ona eşit çıkmaktadır. Çalışmada, VZA iki farklı amaç için kullanılmıştır. Birincisi etkin olmayan şubeleri belirlemek, ikincisi ise KFY içerisinde TK'ların önem derecelerini hesaplamaktır. Literatürde VZA ile ilgili birçok kaynak bulunmaktadır. Ayrıntılı bilgi için Boussofiane vd. (1991) ve

Thanassoulis'in (2001) yapmış oldukları çalışmalar incelenebilir. Ayrıca yöntemi bankacılık sektöründe uygulayan Wanke vd.'nin (2016) yapmış oldukları çalışmadan yararlanılabilir.

2.2.Kalite Fonksiyon Yayılımı ve Veri Zarflama Analizi Bütünleşik Yaklaşımı

Çalışmanın bu kısmında KFY-VZA bütünleşik yaklaşımının uygulama adımları açıklanmıştır. Bu teknikte, şubelerin teknik karakteristiklerinin önem dereceleri, maliyet ve uygulama kolaylığı faktörleri de hesaba katılarak VZA ile hesaplanmıştır. Kullanılan KFY-VZA bütünleşik yaklaşımının adımları aşağıda açıklanmıştır.

Adım 1. KFY takımının oluşturulması ve anket çalışması yapılacak müşteri gruplarının belirlenmesi

Adım 2. Müşteri ihtiyaçlarının önem derecelerinin, teknik karakteristiklerin, müşteri ihtiyaçları ile teknik karakteristikler arasındaki ilişkinin ve teknik karakteristiklerin kendi aralarındaki ilişkinin belirlenmesi

Adım 3. Klasik KFY ile TK önem derecelerinin belirlenmesi, kalite evinin oluşturulması

Adım 4. Veri Zarflama Analizi için kullanılacak girdi, çıktı ve karar verme birimlerinin belirlenip modelin kurulması

Adım 5. VZA sonucunda bulunan teknik karakteristiklerin önem derecelerinin belirlenmesi

3. UYGULAMA

Bu çalışmada, bir bankanın Ankara'nın farklı yerlerinde bulunan, farklı müşteri profiline sahip belirli şubeleri için göreli etkinlik ölçümü yapılmıştır. Uygulamanın ikinci kısmı olan etkin olmayan şubelerin etkinliğini artırmak için çıktı miktarının artırılması gerekliliği şube yöneticileri ve çalışanlarıyla yapılan görüşmeler sonucunda varılan en önemli noktadır. Bu kapsamda, çalışmada kullanılan çıktı değeri olan müşteri sayısının artırılması hedeflenmiş ve bunun için de Kalite Fonksiyon Yayılımı Tekniği kullanılmıştır. Teknik karakteristiklerin önem derecelerinin hesaplanmasında maliyet, uygulama kolaylığı gibi ek faktörlerin dikkate alınması için KFY, VZA ile bütünleşik kullanılmıştır.

3.1.Şubelerin Etkinlik Ölçümü: Veri Zarflama Analizi

Çalışmada bankanın Ankara'daki şubeleri için kümeleme analizi yapılarak farklı özelliklere sahip 3 küme belirlenmiş ve her kümeden iki şube seçilerek 6 şube, karar verme birimi olarak belirlenmiştir. 2014 yılı verileri baz alınarak her şube için hem girdiye hem çıktıya yönelik ölçeğe göre sabit getiri modeli olan CCR (Charnes-Cooper-Rhodes) modelleri kurulmuş ve LINDO paket programı ile çözülmüştür. Girdilerin, çıktının değeri ve şubelerin isimleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Şubelerin Girdi ve Çıktı Değerleri

*KVB		Çıktı	Girdiler		
	Banka Şubeleri	**Müşteri Sayısı**	**Çalışan Sayısı**	**Demirbaş (TL)**	**Yüzölçümü (m^2)**
1	**İncirli Şubesi**	56748	18	10256785	330
2	**Toptancı Hali Şubesi**	14495	10	85000	300
3	**Akdere Şubesi**	28851	12	100000	452
4	**Hamamönü Şubesi**	32559	13	19000	1462
5	**Emirler Şubesi**	13397	12	115000	402
6	**Balgat Girişimci Şubesi**	2234	13	26000	405

LINDO ile yapılan çözümler sonrasında Tablo 3'te özetlenen sonuçlar bulunmuştur. Şube 1, Şube 3 ve Şube 4'ün etkin; Şube 2, Şube 5 ve Şube 6'nın ise etkin olmadığı tespit edilmiştir. Yani; Toptancı Hali, Emirler ve Balgat Girişimci şubeleri etkin değildir. Bu şubeler baz alınarak uygulamanın ikinci kısmında KFY çalışması yapılmıştır.

Tablo 3. Şubelerin Etkinlik Değerleri

Şube	KVB	Etkinlik Değeri	Etkin Mi?
İncirli	1	1	Etkin
Toptanci Hali	2	0.754	Etkin Değil
Akdere	3	1	Etkin
Hamamönü	4	1	Etkin
Emirler	5	0.521	Etkin Değil
Balgat Girişimci	6	0.169	Etkin Değil

3.2.Şubelerin Hizmet Kalitesinin Artırılması: KFY-VZA Bütünleşik Yaklaşımı

Bu kısımda, etkin olmayan şubelerin etkinliklerinin artırılmasının yollarından biri olan çıktı miktarının yani müşteri sayısının artırılması amaçlanmıştır. Bunun için şubelerin, müşterilerin sesine kulak verip, birçok faktörü bir arada düşünüp, bu doğrultuda hizmet kalitelerini artırmaları gerekmektedir. Bu amacı gerçekleştirmek için KFY Tekniği, VZA ile bütünleşik kullanılmıştır. Bu kısımda VZA'nın kullanılmasının sebebi teknik karakteristiklerin önem derecelerinin hesaplanmasında şubeyi ilgilendiren

maliyet ve uygulama kolaylığı faktörlerinin göz önünde bulundurulmasıdır. Yöntem kısmında açıklanan KFY-VZA tekniği adımları, ilgili bankanın Ankara'daki etkin olmayan şubeleri için uygulanmıştır.

Adım 1. Uygulamanın birinci kısmında belirlenen etkin olmayan Toptancı Hali, Emirler ve Balgat Girişimci şubelerindeki yöneticiler, uzmanlar ve şube personelinden bir KFY takımı oluşturulmuştur.

Adım 2. Mevcut müşterilerle yapılan anket sonucunda 5 tane müşteri beklentisi (MB) belirlenmiş olup KFY takımı tarafından bu beklentileri karşılaması muhtemel 5 tane teknik karakteristik (TK) tespit edilmiştir. TK ile MB arasındaki ilişkiler ve TK'ların kendi aralarındaki ilişkiler, takımdaki her bir üyenin verdiği değerlerin ortalaması alınarak belirlenmiştir. Tablo 4'te MB ile TK arasındaki ilişki matrisi, Tablo 5'te ise TK'ların kendi aralarındaki ilişki matrisi gösterilmiş ve kullanılan ölçeklendirmeler de ilgili tablolarda gösterilmiştir.

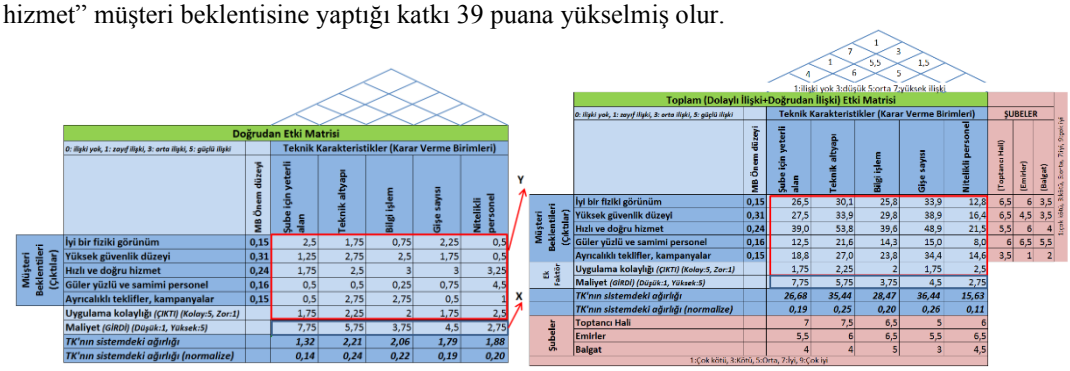
Tablo 4. Teknik Karakteristikler ile Müşteri Beklentileri Arasındaki İlişki

0: ilişki yok, 1: zayıf ilişki, 3: orta ilişki, 5: güçlü ilişki					
	Teknik Karakteristikler				
Müşteri Beklentileri	Şube için yeterli alan	Teknik altyapı	Bilgi işlem	Gişe sayısı	Nitelikli personel
İyi bir fiziki görünüm	4	2,5	0,75	3	0,5
Yüksek güvenlik düzeyi	1,75	4,5	4	2,5	0,5
Hızlı ve doğru hizmet	2,5	4	5	5	2,5
Güler yüzlü ve samimi personel	0,5	0,5	0,25	0,75	5
Ayrıcalıklı teklifler, kampanyalar	0,5	4,5	4,5	0,5	1

Tablo 5. Teknik Karakteristiklerin Kendi Aralarındaki İlişki

1: İlişki yok, 3: düşük ilişki, 5: orta ilişki, 7: yüksek ilişki					
Teknik Karakteristikler	Yeterli alan	Teknik altyapı	Bilgi işlem	Gişe sayısı	Nitelikli personel
Yeterli alan	1	4	1	7	1
Teknik altyapı	4	1	6	5,5	3
Bilgi işlem	1	6	1	5	1,5
Gişe sayısı	7	5,5	5	1	1,5
Nitelikli personel	1	3	1,5	1,5	1

Adım 3. Şekil 1'de klasik KFY tekniğinde doğrudan ve toplam etki matrisleriyle oluşturulan kalite evleri gösterilmiştir. Doğrudan etkiler kalite evinde hesaplanan TK önem dereceleri, aralarındaki ilişki dikkate alınmadan hesaplanmıştır. Toplam etki kalite evinde ise TK önem dereceleri aralarındaki ilişki dikkate alınarak hesaplanmıştır. TK'lar arasındaki kolerasyon matrisi ve MB ile TK arasındaki ilişki matrisi çarpılarak toplam etki matrisi hesaplanmıştır. Doğrudan etki matrisinde "Şube için yeterli alan" ile "hızlı ve doğru hizmet" arasındaki ilişki 1,75 puan alırken, "yeterli alan" ile "gişe sayısı" teknik karakteristikleri arasındaki yüksek ilişki derecesi düşünüldüğünde "yeterli alan" teknik karakteristiğinin "hızlı ve doğru hizmet" müşteri beklentisine yaptığı katkı 39 puana yükselmiş olur.



Şekil 1. Doğrudan ve Toplam Etki Matrisleriyle Oluşturulan Kalite Evleri

Adım 4. Teknik karakteristiklerin önem derecelerinin belirlenmesi için VZA çıktıya yönelik model kurulmuştur. Karar verme birimi, teknik karakteristikler; çıktılar ise müşteri beklentileridir. Bir faktör tarafından yüksek değerli karar verme biriminin önemli olduğu düşünülüyorsa o faktör karar verme biriminin etkinliğini artırdığı için çıktı olarak hesaba katılır. Bunun tersi durumunda ise faktör girdi olarak düşünülür. (Golany ve Roll, 1989) Bu sebeple modelde kullanılan ek faktörlerden maliyet girdi,

uygulama kolaylığı ise çıktı olarak değerlendirilmiştir. Aşağıdaki çıktı miktarını en büyükleyen lineer formülasyon (Model 1) kullanılarak VZA modeli oluşturulmuştur.

$$\begin{aligned} \underset{U,V}{\text{mak}} \quad & z = V_m^T Y_m \\ \text{s.t.} \quad & U_m^T X_m = 1 \\ & V_m^T Y - U_m^T X \leq 0 \\ & V_m^T, U_m^T \leq 0 \end{aligned} \qquad \text{(Model 1)}$$

m: Karar verme birimlerinin sayısı (Teknik karakteristikler, m=1,…,5); $X_{m:}$ m. karar verme birimi için girdi matrisi; Y_m: m. karar verme birimi için çıktı matrisi; $U_{m:}$ m. karar verme birimi için girdi vektörü; $V_{m:}$ m. karar verme birimi için çıktı vektörü; X, Y sırasıyla girdi ve çıktıların oluşturduğu matrislerdir. Örnek olarak birinci karar verme birimi olan "Yeterli alan" teknik karakteristiğinin toplam katkı matrisi değerleri dikkate alındığında önem derecesini yani etkinlik değerini belirleyen model aşağıdaki gibi oluşturulmuştur;

$$\begin{aligned} \text{maks} \quad & 26.5y_{11}+27.5y_{21}+39y_{31}+12.5y_{41}+18.8y_{51}+1.75y_{61} \\ \text{s.t.} \quad & 7.75x_{11}=1 \\ & 26,5y_{11}+27,5y_{21}+39y_{31}+12,5y_{41}+18,8y_{51}+1,75y_{61}-7,75x_{11}<=0 \\ & 30.1y_{11}+33.9y_{21}+53.8y_{31}+21.6y_{41}+27y_{51}+2.25y_{61}-5.75x_{11}<=0 \\ & 25.8y_{11}+29.8y_{21}+39.6y_{31}+14.3y_{41}+23.8y_{51}+2y_{61}-3.75x_{11}<=0 \\ & 33.9y_{11}+38.9y_{21}+48.9y_{31}+15y_{41}+34.4y_{51}+1.75y_{61}-4.5x_{11}<=0 \\ & 12.8y_{11}+16.4y_{21}+21.5y_{31}+8y_{41}+14.6y_{51}+2.5y_{61}-2.75x_{11}<=0 \\ & 2.07y_{11}-y_{21}=0 \\ & 1.6y_{11}-y_{31}=0 \\ & 1.07y_{11}-y_{41}=0 \\ & y_{ij} >=0 \quad i=1,..,5 \quad j=1,\ldots,5 \\ & x_{kj} >=0 \quad k=1 \quad K=\text{MB sayısı} \end{aligned}$$

Yukarıdaki modelde y_{ij}, j. TK ile i. MB arasındaki ilişki derecesi, x_{kj} ise j. TK ile k. girdi arasındaki ilişki değerini göstermektedir. Model de amaç fonksiyonu karar verme birimlerinin etkinlik değerini en büyükleyecek şekilde oluşturulmuştur. Modele müşteri beklentilerinin önem derecelerinin eklenmesi için güven bölgesi metodu kullanılarak, " $y_{r0}=d_r\ y_{10}$" (r=1, 2,…,K ve d_1=1) kısıtı eklenmiştir. Modelde, müşteri beklentisi 2 ve müşteri beklentisi 3 için d_2=2,07 (0,31/0,15), d_3=1,6 (0,21/0,15) değerini almaktadır. Bu modelin LINDO ile çözümünde amaç fonksiyonu değeri 0,45 çıkmıştır. Bu durum "Yeterli alan" teknik karakteristiğinin düşük etkinlik puanına sahip olduğunu gösterir.

3.3.Bulgular ve Tartışma

Tablo 6'da verilen sonuçlara göre, klasik KFY yönteminden ve KFY-VZA bütünleşik yönteminden elde edilen teknik karakteristiklerin etkinlik değerleri farklıdır. Doğrudan ve toplam etki matrisleri dikkate alınarak yapılan hesaplamalar sonucunda da TK'ların etkinlik değerleri farklı çıkmıştır. Klasik KFY yönteminde doğrudan etki matrisi kullanılarak hesaplanan TK puanları içerisinden 0,24 puanla "Teknik altyapı" en yüksek puana sahip teknik karakteristik çıkmıştır. Bunu sırasıyla, bilgi işlem, nitelikli personel, gişe sayısı ve şube için yeterli alan teknik karakteristikleri takip etmektedir. Teknik karakteristiklerin birbirleriyle ilişkisi hesaba katıldığında etkinlik puanlarının arttığı görülmektedir. Eğer TK'lar birbirlerini olumsuz bir şekilde etkiliyor olsaydı puanları daha düşük çıkacaktı. Örneğin, "Gişe sayısı" teknik karakteristiği; "Şube için yeterli alan", "Bilgi işlem", "Teknik altyapı" ile yüksek olumlu ilişkiye sahip olduğundan etkinlik puanı 0,26'ya yükselmiştir. KFY'de VZA tekniğinin kullanılmasındaki amaç, teknik karakteristikleri etkileyen müşteri dışında şubeyle ilgili ek faktörlerin dikkate alınmasıydı. "Maliyet" ve "Uygulama kolaylığı" faktörlerini dikkate alan, doğrudan etki matrisini kullanan model sonucunda "Nitelikli personel" etkin çıkarken "Bilgi işlem" %80 ile en yüksek puana sahip teknik karakteristik çıkmıştır. Klasik KFY yönteminde olduğu gibi VZA modelinde de toplam etki matrisinin kullanılması TK puanlarını artırmıştır.

Tablo 6. Klasik KFY ve KFY-VZA yöntemleriyle bulunan TK'ların etkinlik puanları

Klasik KFY				KFY-VZA	
Teknik Karakteristikler		**Doğrudan Etki Puanı**	**Toplam Etki Puanı**	**Doğrudan Etki Puanı**	**Toplam Etki Puanı**
Yeterli alan	**TK 1**	0,14	0,19	0,25	0,45
Teknik altyapı	**TK 2**	0,24	0,25	0,56	0,80
Bilgi işlem	**TK 3**	0,22	0,20	0,80	1
Gişe sayısı	**TK 4**	0,19	0,26	0,53	1
Nitelikli personel	**TK 5**	0,20	0,11	1	1

4. SONUÇ

Müşteri tatmini, kalite gelişim projelerinin en önemli noktasıdır. Bu projelerde öncelikli kullanılan tekniklerin başında Kalite Fonksiyon Yayılımı gelir. KFY tekniğinde ilgili ürün için ilgili müşteri gruplarının belirlenmesi ve bu müşterilerin ihtiyaçlarının ve beklentilerinin ne olduğunun bilinmesi gerekir. Sonrasında bu isteklerin firma bünyesine yayılması sağlanarak, firmanın rekabet üstünlüğü yakalaması ve etkinliğini artırması amaçlanır. Bu çalışmada Veri Zarflama Analizi iki farklı amaç için kullanılmıştır. İlki KFY çalışmasının yapılacağı etkin olmayan şubelerin belirlenmesi, ikincisi ise KFY çalışmasında teknik karakteristiklerin önem derecelerinin belirlenmesidir. KFY tekniğinde TK'ların önem düzeylerinin belirlenmesinde maliyet ve uygulama kolaylığı faktörleri kullanılmıştır. Bu faktörlerin kullanılması KFY'de VZA tekniğinin kullanılmasını gerekli kılmıştır. Her bir TK, karar verme birimi; maliyet, girdi; uygulama kolaylığı ve tüm müşteri beklentileri ise çıktı olarak modelde kullanılmıştır. Aynı zamanda VZA'nın kullanılmasıyla hem kalitatif hem de kantitatif değişkenler bir arada değerlendirilmiştir. Bu çalışmadan elde edilen bilgiler, banka yöneticilerinin çabalarını ne tarafa yoğunlaştırmaları gerektiğini belirtir. Ayrıca yöneticilerin statejik kararlar almalarında yol gösterici olur. Çalışma, bankacılık sektöründe hizmet kalitesinin artırılmasını sağladığı gibi birçok farklı sektörde de uygulanabilir.

KAYNAKÇA

Azadi, M., Saen, R. (2013). A combination of QFD and imprecise DEA with enhanced Russell graph measure: A case study in healthcare. Socio-Economic Planning Sciences. 47, 281-291.

Bergendahl, G. (1998). DEA and benchmarks an application to Nordic banks. Annals of Operations Research, 82, 233-249.

Boussofiane, A., Dyson, R. G., Thanassoulis, E. (1991). Applied data envelopment analysis. European Journal of Operational Research, 52, 1-15.

Despotis, D. K., Smirlis, Y. G. (2002). Data envelopment analysis with imprecise data. European Journal of Operational Research, 140, 24-36.

Ersöz, S., Aktepe, A. (2011). Kalite Fonksiyon Yayılımında (KFY) Bir Veri Zarflama Analitik Ağ Süreci (VZAAS) Uygulaması. Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. 26, 401-413.

Golany B, Roll Y. (1989). An application procedure for DEA. Omega, 17(3):237-50.

Gonzalez, M. E., Quesada, G., Picado, F., Eckelman, C. A. (2004). Customer satisfaction using QFD: an e-banking case. Managing Service Quality,14, 317-330.

Halkos, G. E., Salamouris, D. S. (2004). Efficiency measurement of the Greek commercial banks with the use of financial ratios: a data envelopment analysis approach. Management Accounting Research 15, 201-224.

Kamvysi, K., Gotzamani, K., Geargiou, A. C., Andronikidis, A. (2010) Integrating DEAHP and DEANP into the quality function deployment. The TQM Journal, 22, 293-316.

Karsak, E. E., Dursun, M. (2014). An integrated supplier selection methodology incorporating QFD and DEA with imprecise data. Expert Systems with Applications. 41, 6995-7004.

Ramanathan, R., Yunfeng, J. (2009). Incorporating cost and environmental factors in quality function deployment using data envelopment analysis. Omega. 37, 711-723.

Singh, R. I., Kaur, S. (2016). Efficiency and Profitability of Public and Private Sector banks in India: Data Envelopment Analysis Approach. The IUP Journal of Bank Management,15, 50-69.

Wanke, P., Barros, C. P., Emrouznejad, A. (2016).Assessing productive efficiency of banks using integrated FuzzyDEA and bootstrapping: A case of Mozambican banks. EuropeanJournalofOperationalResearch, 249, 378-389.

Wasserman, G. S. (1993). On how to prioritize design requirements during the QFD planning process. IIE Transactions, 25(3), 59-65.

GELENEKSEL EL SANATLARINDA ÜRETİM VE PAZARLAMA SORUNLARI: ERZURUM OLTU TAŞI ÜRETİM/SATIŞINDA DURUM ANALİZİ

Murat Kurnuç
Atatürk Üniversitesi

Ahmet İlker Akbaba
Erzurum Teknik Üniversitesi

Selin Aykol
Iğdır Üniversitesi

ÖZET

Teknoloji ve iletişim araçlarında yaşanan hızlı gelişmeler çağdaş yaşam biçiminin gelişmesine olumlu yönde katkı sağladığı gibi el sanatlarına da olumsuz yönde etki etmektedir. Günümüze kadar gelebilen el sanatlarımızdan biri olan Erzurum Oltu taşı işlemeciliği de yok olmamak için direnmektedir. Bu sektörde faaliyet gösteren zanaatkârlar mesleğin kaybolup gitmemesi, bir değerin daha yok olmaması için adeta makinelerle yarışmaktadır. Ülkemiz için ciddi bir değer oluşturan Oltu taşı, teknolojinin sağladığı seri üretim ve daha düşük maliyet ile mücadele etmenin yanı sıra reklam, pazarlama, hammadde tedariği gibi birçok sorunla da baş etmek durumunda kalmıştır. Yapılan bu araştırmada da Erzurum ilinde Taşhan Çarşısında, Oltu taşı üretim ve/veya satışında bulunan işletmecilerin sektöre ilişkin görüşleri ve karşı karşıya kaldıkları sorunlar değerlendirilmiş ve bir durum analizi yapılmıştır. Bu sektörde faaliyet gösteren işletmelerle yüz yüze görüşülerek anket uygulaması gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler SPSS 20 programında analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre Oltu taşı ürünlerini en çok tercih edenlerin yerli turistler olduğu ve tercih edilen ürünlerin ise en çok Oltu taşından yapılan tespih ve kolye olduğu görülmüştür. İmalatçıların en çok problem yaşadığı durumların ise hammadde olarak Oltu taşının uzun dönemde talebi karşılayacak düzeyde bulunmaması ve ürünlerin markalaşma sorunu olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Oltu taşı, Pazarlama, Erzurum.

PRODUCTION AND MARKETING ISSUES IN TRADITIONAL HANDICRAFTS: STATUS ANALYSIS IN PRODUCTION/SELLING OF ERZURUM JET

ABSTRACT

While rapid developments in the technology and communication devices make a positive contribution to the modern lifestyle, they have a negative effect on the handicrafts. Many occupations within the handicrafts couldn't make it to the present day, or faded away. The Erzurum jet embroidery, which is one of the handicrafts surviving to our day, resists so as not to die out. The craftsmen that operate in this sector simply compete with machines so that the occupation will not disappear and a value will not vanish. The jet that forms a serious value for our country has to cope with many problems such as advertising, marketing, procurement of raw materials as well as competing with mass production provided by technology and lower cost. In this research, the views by the operators, who produces and/or sells the jet in the Taşhan Market in the province of Erzurum, related to the sector and the problems they face were evaluated, and a status analysis was performed. A questionnaire was conducted through interviewing face to face with businesses that operate in this sector. The obtained data were analyzed in SPSS 20 program. According to the results of the analysis, it was seen that those who prefer jet products

are mostly domestic tourists and that the products preferred are mostly beads and necklaces made from the jet. It was determined that the situations manufacturers chiefly have problems are that the jet is not at a level to meet the demand in the long term as a raw material and that products have the issue of branding.
Keywords: Jet, Marketing, Erzurum.

1. GİRİŞ

El sanatları her ülkenin kültür yapısı ve kültür seviyesinin bir aynası, kültürel kişiliğin en canlı örneğidir. Birçok medeniyet ve kültürün beşiği olan ülkemizde de el sanatlarının zengin bir geçmişi vardır. Ülkemizde bölgesel özellikler gösteren; geleneksel el sanatları, taş işlemeciliği ve kuyumculuk tekniklerinin uygulandığı yöreler arasında, Erzurum ili ve Oltu ilçesi de yer almaktadır. Erzurum; M.Ö. 4000'lere uzanan tarihi geçmişi ile birçok uygarlığa ev sahipliği yapmıştır. Gelenekselel sanatları bakımından oldukça zengin olan yörenin en önemli el sanatı OltuTaşı işlemeciliğidir (Anonim;2004, aktaran: Alparslan, 2010). Yerleşim yeri olarak geçmişi 3000 yıl öncesine dayanan Erzurum'un Oltu ilçesinde yatakları bulunan Oltu taşı da geleneksel el sanatlarına hammadde olan bir taştır. Ortaya çıkış tarihi net olarak bilinmemekle birlikte 19. yüzyılda popüler olduğu bilgisi kaynaklarda yer almaktadır. İlk olarak XIX. yüzyılda önem kazanmaya başlayan Oltu taşı işlemeciliği, bugün adeta Erzurum'un simgelerinden birisidir. Bu taştan başta tespih olmak üzere, çeşitli süs eşyaları üretilip pazarlanmaktadır (Doğanay, 1997). Oltu taşı, bazı kaynaklarda kara kehribar, siyah kehribar, Erzurum taşı veya Erzurum kehribarı adıyla da geçmektedir. Süs taşları sınıflamasında, mal görünümlü değerli taşlar grubuna dahildir (Doğanay, 1992).

Kültür varlıkları içerisinde el sanatlarının önemli bir yeri bulunmaktadır. Çeşitlilik gösteren el sanatları ve bunlara bağlı olarak üretilenler, bir bütün olarak kültür ürünüdür ve doğrudan doğruya insan ile ilgili olduğundan, insanın yaşama biçimini belirten göstergelerden birisidir (Akpınarlı vd., 2010). El sanatları, kültürün özünü, temelini oluşturan halk kültürünün, hem ilgili topluma hem de e*vren*sel düzeyde diğer kültür çevrelerine önemli katkılar sağlayan dallarından birisidir. Geçmişi geleceğe taşıyan el sanatları, toplumun sosyal, kültürel ve ekonomik hayat tarzını yansıtan en kalıcı ve anlamlı belgeler arasında yer alır. El sanatları gelenek ve göreneklerimizin, yaşam biçimimizin gelecek kuşaklara aktarılmasında büyük önem taşımaktadır. Bu açıdan bakıldığında el sanatlarımız nesiller arasında bir köprü vazifesi görmekle birlikte geçmişten geleceğe uzanan bir kültür hazinesi konumundadır. Farklı kültürlerin tüm özelliklerini yansıtan zengin bir hazinedir (Hünerel ve Er, 2012). El sanatları ürünleri; üretildikleri bölgenin iklim şartları, bitki örtüsü, kolay ve ekonomik olarak elde edilebilen hammaddeler gibi etkenlerle bölgeden bölgeye farklılık ve çeşitlilik göstermektedir. Bu nedenle de zengin el sanatları ürünleriyle geniş bir yelpazeye sahip olan Anadolu'nun her bölgesinde farklı özellikleri görmek mümkündür. Anadolu kültürünün çeşitliliği halk kültürü ürünlerine büyük bir zenginlik sağlamıştır. El sanatı ustadan çırağa, babadan oğula, anneden kızına aktarılan yaşayan bir gelenektir.El sanatları içerisinde yer alan birçok meslek ya günümüze gelememiş ya da kaybolmaya yüz tutmuştur.

Oltu Taşı işlemeciliğinin Erzurum'da yapılmasında ve pazarlanmasında, Rüstem Paşa Hanı (Taşhan) ve Arapgirler çarşısının önemi büyüktür. 1561 yılında Kanuni Sultan Süleyman'ın veziri Rüstem Paşa tarafından yaptırılan Rüstem Paşa Hanı; Osmanlı İmparatorluğu döneminde altın ve gümüş ziynet eşyasının yapıldığı ve pazarlandığı, İpek yolu ticaret kervanlarıyla Asya'dan getirilen altın ve gümüş ziynet eşyasının Anadolu'ya ve yurt dışına pazarlandığı önemli bir bölge olmuştur.

19.yüzyılda "takımcılar" adı verilen Türk ve azınlıklardan oluşan kırk sanatkâr, bu sanatı uygulamıştır. Oltu Taşı işlemeciliği asıl dönemini Cumhuriyet'ten sonra kazanmıştır. Günümüzde de Rüstem Paşa Hanı, Oltu Taşının işlendiği ve pazarlandığı en önemli merkez durumundadır. Ayrıca; Vakıf İşhanı, Taş Mağazalar ve Cumhuriyet caddesindeki kuyumcu ve imalat atölyelerinde bu sanat sürdürülmekte ve bu işle uğraşan bireylere gelir getirmektedir.

Ayrıca Oltu İlçesinde; Oltu Taşı işlemeciliği ile ilgili faaliyetler, Oltu Taşı İş Merkezi'nde bulunan atölye ve işyerlerinde, bu çevredeki diğer atölyelerde ve evlerde sürdürülmektedir. Oltu Taşı İşlemeciliği yörede binlerce kişiye gelir sağlayan bir iş kolu olma özelliği ile büyük önem taşımaktadır (Alparslan, 2009).

2. OLTU TAŞI ÜRETİM METODU

Galeri denilen küçük ocaklardan insan emeği ile güçlükle çıkarılan Oltu Taşı, ustalar tarafından teneke ölçeği veya kilo ile satın alınır. Oltu taşının en dikkat çekici yanı yerkabuğundan çıkarıldığında çok yumuşak, hava ile temas ettirilmediğinde bu yumuşaklığını muhafaza etmesi ve hava ile temas ettiği takdirde sertleşmesidir (Parlak, 1995).Satın alınan taşlar, hava ile temas edip sertleşmemesi için kullanılacağı zamana kadar tekrar toprağa gömülerek sertleşmesi engellenir. Oltu Taşı yapılacak tespih, takı veya benzer ürün çeşitlerinin büyüklük ve şekillerine göre usta tarafından taşın içindeki yabancı

maddeler ve çatlaklar da göz önünde tutularak büyük bir ustalıkla seçilir. Seçilen Oltu Taşı keserle ağaç kütük üzerinde, yaklaşık olarak küçük kare prizma ve dikdörtgen prizma şeklinde kırılır. Kırma işlemi ustalık gerektiren önemli bir adım olup kırmalarda fazla fire verilmemesine dikkat edilir. İşlem için kırılan Oltu Taşı daha sonra özel olarak yapılan çelik bıçakla, taşın keskin köşeleri yontularak işlenebilecek duruma getirilir. Kırılan taşlar yapım sırası gelene kadar yine çatlamaması ve hava ile temas etmemesi için bir torba içerisinde nemli olarak toprağa gömülür. Gerektikçe buradan alınan taşlar suda saklanarak teker teker yumuşak haliyle işlenir. Oltu Taşı'nın kullanıma sunulmadan önceki son aşaması, cilalama (parlatma) aşamasıdır. Oltu Taşını cilalama işleminde aşağıdaki araç ve gereçler kullanılmaktadır. Polisaj makinesi: Taşı parlatmak için kullanılan keçeli, elektrik motoru olan makinedir. Odun kömürü: Çırtı ağacının yakılmasından elde edilir. Tebeşir: Tebeşir toz haline getirilerek cila (parlatma) işleminde kullanılır. Yağ: Bazı bitkisel ve hayvansal yağlar, Oltu Taşı'nı cilalama (parlatma) işleminde kullanılır. Bez (kumaş): Çuha bezi üzerine yağ, kömür ve tebeşir tozu sürülerek cilalama (parlatma) işleminde kullanılır. Oltu Taşı'na elde cilalama yapılırken; taş tornadan çıkarılmadan önce bez parçasına yağ, tebeşir tozu ve çırtı odununun kömürü sürülür. Bu bez parçası işlenmiş tanelere sürülerek çark döndürülür ve sürtünmenin etkisiyle Oltu Taşı'na cila (parlatma) işlemi yapılmış olur. Polisaj makinesi ile yapılan cila (parlatma) işleminde ise; elektrik motorlarına takılan bez parçası ile cilalama işlemi de geliştirilmiştir. Parlatma işlemi biten Oltu Taşı, hazırlanan tasarıma göre altın, gümüş vb. madenlerle birlikte kullanılarak mamul hale getirilir. Oltu Taşının elde işlenmesi nedeniyle tespih ve takıdaki görünüşü simetrik yapıya sahiptir. Oltu Taşı tespih tanelerinin ip geçmesi için açılan delikleri simetrik ve keskin kenarlı olur. Oltu Taşı her türlü tespih, takı ve süs eşyası yapımında kullanılabilmektedir (www.tpe.gov.tr).

3. COĞRAFİ İŞARET

Coğrafi işaret, belirgin bir niteliği, ünü veya diğer özellikleri itibariyle kökenin bulunduğu bir yöre, alan, bölge veya ülke ile özdeşleşmiş bir ürünü gösteren işaretlerdir. Coğrafi işaret tescil başvurusu, coğrafi işarete konu olan ürünün üreticisi olan gerçek veya tüzel kişiler, tüketici dernekleri, konu ve coğrafi yöre ile ilgili kamu kuruluşları tarafından aşağıda belirtildiği şekilde yapılabilir. Coğrafi işaret tescili tek bir üreticinin haklarını değil, tescil belgesindeki şartlara uygun üretim yapan ve pazarlayanların tümünün haklarını korur. Coğrafi işaretlerin bu özelliği, coğrafi işaretlerin diğer sınai mülkiyet haklarından en temel farkını oluşturur. Çünkü coğrafi işaret yöresel, bölgesel ve ülkesel genelliğe sahip olup, sağladığı hak belli bir kişiye veya bazı kişilere bağlanamaz. Diğer yandan coğrafi işaretlerin denetim mekanizmasının varlığı diğer sınai mülkiyet haklarından farkını oluşturur (Türk Patent Enstitüsü, 2016).

Oltu taşı, Oltu Ticaret ve Sanayi Odası'nın başvurusu üzerine19.03.2012 tarihinde 192 tescil numarasıyla Coğrafi İşaretlerin Korunması Hakkındaki Kanun Hükmünde Kararname'nin 12. Maddesi gereğince tescil edilmiştir.

Coğrafi işaretin amacı, coğrafi işarete konu olan ürünün üretimi, kaynağı gibi bir takım genel niteliklerine bağlı olarak yerel özelliklerden ötürü belli bir üne kavuşmuş ürünlerin korunmasını sağlamaktır.Coğrafi İşaretler, yöresel ürünleri ve özelliklerini ortaya çıkarmakta, yerelin özel ürünlerini markalaştırmakta, katma değerini yükseltmekte ve hem üreticinin gelirine hem kırsal turizme ve hem de kırsal nüfusun farklı iş alanlarının oluşmasına katkıda bulunmaktadır (Kan ve Gülçubuk,2008).Coğrafi işaret ibaresi ile tescillenmiş ürünler üretildiği bölgeyi bir çekim merkezi haline getirebilmektedir. Ürünlere ait standartların ve kalite seviyesinin teminatı anlamına gelen coğrafi işaretler ürün tanımlarına uygun olarak üretilmesiyle ortaya çıkarlar (Yalçın, 2013).

4. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Orhan (2010), yöresel değerlerin turizm değerine dönüştürülmesi için yapılması gereken çalışmalar hakkında bilgiler paylaşarak , "İzmit Pişmaniyesi'nin" kente ekonomik alanda katkısına ilişkin bilgiler paylaşıp, yöreye has değerin korunmasına ve tanıtılmasına ilişkin önerilerde bulunmuştur. Yöresel ürün ve değerlerin coğrafi işaret kavramı ile hem yurt içi hem de yurt dışı piyasalara ihraç edilmesi ülke ekonomisine makro ve mikro düzeylerde önemli katkılar sağlayacağı sonucuna ulaşılarak; coğrafi işaret taşıyan ürün ve hizmetler farklılaştırılmalı ve pazarlanması için her türlü aracın kullanılmasının sağlanması, üreticilerin ve dağıtım kanallarının örgütlenmesini sağlayacak kapasite güçlendirilmesine öncülük edilmesi ve yöresel ürün ve değerler hakkında doğru ve güvenilir bilgi resmi kanallar tarafından tüketicilere iletilmesi gerektiği yönünde önerilerde bulunmuştur.

Şahin ve Meral (2012), "Türkiye'de Coğrafi İşaretleme ve Yöresel Ürünler" konulu çalışmalarında önceden tüketicilerle konuşmanın gerekli olmadığı düşünülürken artık bu durumundeğiştiği ve tüketici bilinçlendirilmesinin önem arz ettiği ve dolayısıyla kaliteli ürün tüketmek isteyen tüketicinin kalite simgesi olan coğrafi işaretli ürünlere olan talebin bu sayede artacağı,böylece hem üreticinin hem de tüketicinin korunabileceği sonucuna ulaşmışlardır.

Gökovalı (2007), yapmış olduğu çalışmada coğrafi işaret korumasının yörenin ve ülkenin ekonomisine sağladığı katkıyla birlikte geleneksel bilgi ve üretim biçimlerinin (traditionalknowledge) korunarak, kültürel mirasın korunmasına da olanak sağlamada da önemli bir etken olduğunu ifade etmiştir.
Durlu-Özkaya ve arkadaşları (2013), sürdürülebilir gastronomi turizmi hareketliliğinde coğrafi işaretlerin rolünün ortaya konulması amacıyla oluşturdukları kurumsal modelde, coğrafi işaret tescilinin fonksiyonlarını; koruma, yerel tarımsal faaliyetleri destekleme, ekonomik değer katma ve tanıtma olarak belirlemişlerdir.

5. UYGULAMA

Çalışmanın amacı Erzurum Taşhan'da faaliyet gösteren, Oltu Taşı üreten ve/veya satan işletmelerin mevcut durum analizini yapmaktır. Bu amaçla Erzurum Taşhan'da faaliyet gösteren işletmelerden kabul eden 41 işyerine yüz yüze anket uygulaması yapılmıştır. Anketin ilk bölümünde demografik sorular ile sektörle ilgili çoktan seçmeli sorular bulunmaktadır. İkinci kısımda ise derecelendirme soruları yer almaktadır. İkinci bölümde yer alan sorular için '1 Kesinlikle Katılıyorum', '5 Kesinlikle Katılmıyorum' olacak şekilde 5'li Likert Ölçeği uygulanmıştır. Alınan cevaplar, SPSS Paket Programı ile değerlendirilmiş olup, elde edilen bulgular aşağıda paylaşılmıştır.

Tablo 1. Demografik ve Sektörel Bilgiler

Değişkenler	Frekans	Yüzde (%)	Değişkenler	Yüzde (%)
Yaş			**Satılan ürünlerin yüzdelik dağılımı**	
18-30 yaş arası	15	36,6	Tespih	24
31-43 yaş arası	15	36,6	Yüzük	22
44 yaş ve üzeri	11	26,8	Küpe	21
Eğitim durumu			Kolye	20
İlkokul	4	9,8	Bilezik	8
Ortaokul	5	12,2	Kol Düğmesi	5
Lise	23	56,1	Yaka İğnesi	2
Üniversite	8	19,5	Kravat İğnesi	1
Lisansüstü	1	2,4	Ağızlık	1
İşletmenin faaliyet süresi			**Ürünlerin satışının yapıldığı kitlelerin dağılımı**	
1-10 yıl	10	24,4	Yöre halkı	21
11-20 yıl	15	36,6	Çevre illerden gelenler	27
21-30 yıl	14	34,1	Yurt dışı	6
31-40 yıl	2	4,9	Diğer bölgelerden gelen yerli turistler	36
41-50 yıl	-	-	Yöreye gelen yabancı turistler	10
51 yıl ve üstü	-	-		
Sektörün eskiye göre bugünkü durumu			**Mesleği öğrendiğiniz kaynak**	
Daha iyi	11	26,8	Aile	44
Aynı	6	14,6	Usta	42
Daha kötü	24	58,5	Kurs	14

Tablo 1de görüldüğü üzere ankete katılanların %26,8'lik kısmını 44 yaş ve üzeri insanlar oluştururken, geri kalan kısmını ise 18-43 yaş aralığındaki kişiler oluşturmaktadır. Ayrıca katılımcıların %56,1'lik kısmı lise mezunu iken, %2,4'lük kısmı lisansüstü eğitim görmüştür. Oltu taşı ile yapılan ürünlerden en çok tespih ve yüzük satılırken, ağızlık ve kravat iğnesi en az satılanları oluşturmaktadır. Faaliyet süresi açısından bakıldığında ise %36,6'lı 11-20 yıl en büyük paya sahipken, %4,9 ile 31-40 yıl en az paya sahiptir. Satış yapılan en büyük kitleyi ise %36 ile diğer bölgelerden gelen yerli turistlerin oluşturduğu görülmektedir.
İlk sekiz soru üretimde bulunan kişilere cevaplandırılmıştır. Tabloda da görüldüğü üzere üreticilerin yaşadığı en büyük sıkıntı hammadde fiyatlarının yüksek oluşudur. Oltu taşı üreticileri/satıcıları ürünlerde imaj sorunu olmadığını ancak markalaşma sorunu olduğu düşünmektedirler. Bu bağlamda tanıtımın yeterince yapılmadığı 1,41 ortalamayla sonuçlara da yansımaktadır. Sektörle alakalı mesleki eğitimlerin yetersiz oluşu ve üretimde ileri teknolojinin kullanılmaması da üreticilerin/satıcıların görüşleri arasında önemli bir yere sahiptir.

T

ablo 2. Derecelendirme Sorularına Verilen Yanıtlar

	Ort.	Standart Sapma		Ort.	Standart Sapma
1.Ham Oltu taşı talebi karşılayabilecek düzeyde değildir.	2,31	1,38634	12.Oltu taşı imalatçıları doğrudan pazarlama yapabildiklerinden kaliteli Oltu taşı temininde güçlük çekilmektedir.	2,09	1,22076
2.Hammdde fiyatları yüksektir.	1,70	1,03063	13.Oltu taşı dışındaki diğer değerli taşlara da talep çoktur.	2,70	1,18836
3.Hammadde temininde zorluk yaşanmaktadır.	1,90	1,01992	14.Oltu taşı dışındaki diğer değerli taşlar yeterince bilinmemektedir.	2,56	1,36104
4.İmalatta internetten farklı tasarımları takip ederim.	2,0	,95891	15.Ürünlerde çeşitlilik sıkıntısı vardır.	2,29	1,22971
5.İmalatta müşterilerin istek ve görüşlerine göre tasarımları geliştiriyorum.	2,12	1,00487	16.Ürünlerde standardizasyon yoktur.	2,68	1,40426
6.İmalatta bilgime ve geçmiş tecrübelerime dayalı tasarım geliştiriyorum.	2,36	1,26008	17.Ürünlerde imaj sorunu vardır.	3,24	1,52939
7.İmalatta diğer yörelere ait tasarımları da kullanıyorum.	2,46	1,24695	18.Ürünlerde kalite sorunu vardır.	1,95	1,24401
8.İmalatta Osmanlı ve Selçuklu süsleme sanatı ile ilgili kaynakları kullanıyorum.	2,12	1,24890	19.Sektörde yoğun rekabet vardır.	2,58	1,49959
9.Sektörde markalaşma sorunu vardır.	1,5	,89579	20.Yurtdışı piyasasının aradığı kalite ve miktarda üretim yapılamamaktadır.	2,02	1,27452
10.Sektörle ilgili mesleki eğitimler yetersizdir.	1,56	,80774	21.Sektörde ileri teknoloji kullanılmamaktadır.	1,85	1,17390
11.Oltu taşının tanıtımı yeterince yapılamamaktadır.	1,41	,77381			

6.SONUÇ VE ÖNERİLER

Oltu taşı coğrafi işaretlemeye kaydı alınan değerli taşlar arasında yer almaktadır. Ancak sektörde yaşanan bazı sorunlar neticesinde halen piyasada istenilen noktaya gelememiş ve gün geçtikçe azalan imalatçı/satıcı sayısıyla yok olmaya yüz tutmuştur. Çalışmada Erzurum ilende Taşhan çarşısında 41 Oltu taşı üreticisi/satıcı ile görüşme yapılarak sektörde yaşanan sorunlar ortaya koyulmaya çalışılmıştır. Yapılan anket çalışması sonuçlarına göre üreticilerin yaşadığı en büyük problem hammadde fiyatlarının yüksek oluşudur. Hammadde fiyatlarının yüksek oluşu elbette maliyete dolayısıyla ürün satış fiyatlarına olumsuz yönde etmektedir. Hammaddenin ileri teknoloji makiler kullanılarak daha yoğun bir şekilde çıkarıldığı taktirde fiyatlarında düşüş olması kaçınılmazdır. Böylece daha çok ürün üretilerek daha uygun fiyatlardan hem iç pazara hem dış pazara sunulma fırsatı yakalanacaktır. Ayrıca Oltu taşının tanıtımının fazla yapılmıyor olması da üreticiler/satıcılar için büyük bir problem teşkil etmektedir. Tanınmayan bir ürünün piyasada istenilen pazar payına sahip olması beklenemez. Üreticiler orta ölçekte olup, büyüme yoluna gidemediği için markalaşma açısından da ciddi problemler yaşamaktadır. En belirgin olarak yaşanan bu problem irdelendiğinde birbirleri ile zincir ilişki içerisinde oldukları görülmektedir. Bu sorunların aşılabilmesi adına kamu-özel sektör (Oltu taşı üreticileri/satıcıları) bir araya gelerek gerek reklam tanıtım, gerekse hammadde sıkıntısı konularında daha detaylı analizlerde bulunarak çözüm önerileri üretmesi gerekmektedir.

KAYNAKÇA

Alparslan, E. (2009).“Oltu Taşı İşlemeciliği ve Yörede Üretilen Ürünlerin Bazı Özelikleri” , (Yayınlanmamış Doktora Tezi), Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Alparslan, E. (2010). "Oltu Taşı, Altın Ve Gümüş Kullanılarak Üretilen Kol Düğmesi Ve Kravat İğnesi Örneklerinin İncelenmesi", ZFWT Journal of World of Turks: 2.2., s.179-189.

Doğanay, H. (1992). Doğal Kaynaklar, Atatürk Üniversitesi, Yay.No: 740, Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Yay.No: 29, Erzurum, s.297-300.

Doğanay, H. (1997). "Fitolojik Kökenli Bir Fosil: Oltu Taşı. ", Doğu Coğrafya Dergisi 3(2), s.1.

Durlu-Özkaya, F.D., Sünnetçioğlu, S. ve Can, A. (2013). Sürdürülebilir Gastronomi Turizmi Hareketliliğinde Coğrafi İşaretlemenin Rolü. Journal of TourismandGastronomyStudies, 1(1), ss. 13-20.

Gökovalı, U. (2007). Coğrafi işaretler ve Ekonomik Etkileri: Türkiye Örneği. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 21(2), ss.141-160.

Güler M., Akpınarlı H. F., Ortaç H.S., Büyükyazıcı M., Erkaplan E., Kurt G. (2010). Hemşin Çamlıhemşin El Örgüsü Çoraplar, Hazar Reklam Matbaacılık. Ankara.

http://www.tpe.gov.tr/TurkPatentEnstitusu/resources/temp/562D1BE8-09E9-4233-A150-4BE124228DD0.pdf

Hünerel Sarıkaya Z., Er B., 2012, "Halk Kültürünün Tanıtılmasında El Sanatlarının Yeri ve Önemi", Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi, 1(1), s. 180.

Kan M. ve Gülçubuk B. (2008). Kırsal Ekonominin Canlanmasında ve Yerel Sahiplenmede Coğrafi İşaretler, U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt 22, Sayı 2, s.57-66.

Orhan, A. (2010). Yerel Değerlerin Turizm Ürününe Dönüştürülmesinde "Coğrafi İşaretlerin" Kullanımı: İzmit Pişmaniyesi Örneği, Turizm Araştırmaları Dergisi, Cilt 21, Sayı 2, Güz: 243-254.

Parlak, T. (1995). Oltu Taşının Dünü, Bugünü, Yarını Ve Türk Üniversitesi Türk Halk Takıları Bölümü.Güzel Sanatlar Enstitüsü Dergisi, (1), s.111.

Şahin, A. ve Meral Y. (2012). Türkiye'de Coğrafi İşaretleme ve Yöresel Ürünler, Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi 5 (2): s.88-92.

Türk Patent Enstitüsü (2016). Coğrafi İşaretler Başvuru Klavuzu, ISSN 1301-2185, s.1.

Yalçın, B. (2013). Yöresel Ürünlerin Pazarlanması Üzerine Değerlendirmeler, Akdeniz Sanat Dergisi, 2013, Cilt 6, Sayı.11, s.205-213.

GİRİŞİMCİ SAĞLIĞI İLE GİRİŞİMCİLİK DÜZEYİ VE GİRİŞİMCİLİK EĞİLİMİ İLİŞKİSİ: TR90'DA BİR KÜÇÜK SANAYİ SİTESİ UYGULAMASI

Orhan Küçük
Kastamonu Üniversitesi

ÖZET

Girişimcilik; bir işletmenin kurulması, yönetsel süreçlerin işletilmesi, üretim ve pazarlamaya yönelik tüm risklerin üstlenilmesi gibi, bir işin kurulması ve yürütülmesine ilişkin faaliyetler bütünü olarak tanımlanmaktadır. Kaynaklarını riske ederek iş üretme, faktörleri bir araya getirerek ürün ortaya koyma ve pazarlama anlamında girişimcilik, fiili işgücü ve beyin gücü sahibi olan bir üretim faktörü olarak insanın, aynı zamanda tüm faktörleri bir araya getirebilen üstün yanının ortaya çıkarılmasıdır. Girişimciliğin önemi temelde iki bakış açısıyla incelenebilir. Bunlardan birincisi bireyin özyetkinliğine katkısı, diğeri de bireysel ve toplumsal yararlarıdır. Bireyin özyetkinlik ve gelişimi bakımından girişimciliğin önemi; insanın uçsuz bucaksız yeteneklerinin ortaya çıkarılması, insanın kendini hatırlaması ve kendisine bir fırsat vermesi olarak ifade edilebilir. Girişimciliğin bireysel ve toplumsal yarar bakımından önemi ise; bireylere iş sağlaması, kendi işlerinin patronu olma ayrıcalığını kazandırması ve farklı heyecanların çözüm sürecine katılmasını sağlaması ile açıklanabilir. Girişimciliğin yanında bireylerin gelecek dönemlerde yatırım yapma düşüncelerini ortaya koyma anlamında girişimcilik eğiliminin, girişimcinin sağlık durumu ile ilişkili olduğu değerlendirilmektedir. Bu çalışmanın amacı; girişimcilerin sağlık durumu, girişimcilik özellikleri ve girişimcilik eğilimleri arasındaki ilişkinin ortaya konmasıdır. Bunun için literatür doğrultusunda oluşturulan bir ölçek yardımıyla, TR90 bölgesinde bir ilin küçük sanayi sitesindeki girişimcilerle yüz yüze anket yöntemiyle veriler derlenecektir. Elde edilen bulgular SPSS 20.0 programında analiz edilecektir. Çalışma sonucunda elde edilecek bulguların ilgililere, sektöre ve araştırmacılara katkı sağlaması beklenmektedir.

Anahtar sözcükler: Girişimcilik, girişimcilik eğilimi, girişimci sağlığı

RELATIONSHIP AMONG ENTREPRENEUR HEALTHCARE WITH ENTREPRENEURSHIP AND ENTREPRENEURIAL PROPENSITY: A SMALL INDUSTRIAL SITE APPLICATION IN TR90

ABSTRACT

Entrepreneurship is defined as the totality of activities related to the establishment and execution such as the establishment of a business, the operation of administrative processes, assumption of all risks with respect to production and marketing of a business. Entrepreneurship means, generating business resources by risk, to product launch and marketing by bringing together the factors of production. At the same time is revealed of the superior aspect that all the factors can bring together that owns the actual labor as a production factor and human brain power. The importance of entrepreneurship can be examined from the perspective of the two basically. The first of these is the individual's self-competence contribute to what the other individual and social benefits. the importance of entrepreneurship in terms of development and

the individual's self-competence; the uncovering of the vast capabilities of people, and she give him a chance to remember the man himself can be expressed as. The importance of entrepreneurship in terms of individual and social benefit can be explained by the different emotions; providing business individuals, the privilege of being the boss of your own business to win in the solution process and to ensure participation. It is considered to be associated with health status the entrepreneur and trend of entrepreneurship that invest in the future of individuals with entrepreneurship in the sense of presenting their thoughts. The aim of this study the health status of entrepreneurs, entrepreneurial characteristics and to reveal the relationship between trends of entrepreneurship. For this, will be compiled the data on a site in the region of tr90. of a province face-to-face survey method of small industrial entrepreneurs, with the help a scale is generated according to the literature. The findings will be analyzed in the program SPSS 20.0. The findings of the study that may be obtained as a result is expected to contribute interested parties, to industry and researchers.
Key words: Entrepreneurship, trends of entrepreneurship, health status of entrepreneurs

1. ARAŞTIRMANIN AMACI, KAPSAMI VE YÖNTEMİ

Girişimcilik düzeyi bir girişimcinin işinin sorumluluklarını ne kadar kendisinin taşıdığı, kararlarının ne ölçüde kendisinin aldığı, girişimcilik eğilimi ise işini büyütme, yeni pazarlara açılma ve yeni yatırımlar yapma konusundaki niyetini karşılamak için kullanılan kavramlardır. Girişimci sağlık durumu ise bu çalışmada, girişimcinin fizyolojik, psikolojik ve sosyolojik olarak kendisini ne kadar iyi hissettiğini açıklamaktadır.

Bu çalışmanın amacı; girişimcinin sağlık durumu ile girişimcilik ve girişimcilik eğilimi ilişkisini belirlemektir.

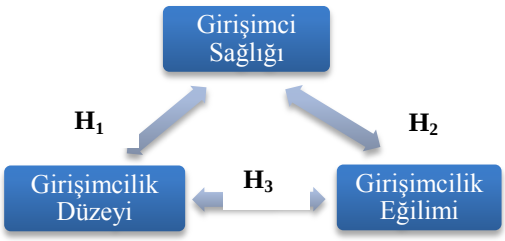
Bu amaçla TR 90 Bölgesi'nde bir Küçük Sanayi Sitesinde bir alan araştırması yapılmıştır. Anket yöntemiyle verileri toplamak üzere bir veri toplama aracı oluşturulmuş, burada girişimcilik özellikleri ve girişimcinin sahip olması gereken nitelikler dikkate alınarak girişimcilik ve girişimcilik eğilimi ölçeği oluşturulmuştur. Yine sağlık düzeyi konusunda girişimcilik özellikleri genel yaşam kalitesi ölçeği ile "insanın fiziksel, ruhsal ve sosyolojik iyilik halidir." Biçimindeki sağlık tanımı doğrultusunda bir sağlık düzeyi ölçeği geliştirilmiştir.

Geliştirilen ölçek yardımıyla yüzyüze anket yöntemiyle, toplam kayıtlı 42 girişimcinin 34'üne ulaşılarak veriler toplanmış; güvenirlik ve geçerliği test edilerek değişkenler arasında korelasyon analizi yapılmıştır.

2. ARAŞTIRMANIN MODELİ VE HİPOTEZLERİ

Araştırma modeli Şekil 1.'de gösterilmiştir. Şekil 1.'den görüleceği üzere modelde üç değişken yer almaktadır. Bunlar girişimcinin sağlık durumu ile girişimcilik düzeyi ve girişimcilik eğilimidir. Araştırma kapsamında bu üç değişkenin birbiriyle olan ilişkileri incelenecektir.

Şekil 1. Araştırmanın Modeli



Bir işletmeyi kurmak ve her türlü riskini üstlenerek sürdürmek için bireyin bir takım doğuştan gelen yeteneklere ve sonradan edinilebilecek kazanımlara, bilgi birikimine gereksinimi vardır. Kendi başına karar alabilecek, iyinin başında duracak, beşeri, fiziksel ve parasal kaynakları planlayıp koordine edecek bireyler, ancak fiziksel, psikolojik ve sosyolojik olarak sağlıklı olmaları halinde bu sorumluluklarının üstesinden gelebileceklerdir. Çünkü girişimcilik uzun süre çalışabilmeyi, sağlıklı karar almayı, işgörenler ve çevre ile iyi ilişkiler kurabilmeyi gerektirmektedir. Küçük (2015), girişimcinin sahip olması gereken özellikler ve girişimcilikte başarı koşullarını sıralarken bu hususlara parmak basmaktadır.

Bu açıklamalar ışığında; girişimcilik düzeyi ile sağlık durumu ve yine sağlık düzeyi ile girişimcilik eğilimi arasında bir ilişkinin olacağı öngörülmekte, girişimcilik ile girişimcilik eğiliminin de birbiriyle ilişkili olabileceği değerlendirilmektedir.

Bu doğrultuda araştırmanın hipotezleri şöyle belirlenmiştir:

H_1: Girişimci sağlığı ile girişimcilik düzeyi arasında pozitif bir ilişki vardır.

H_2: Girişimci sağlığı ile girişimcilik eğilimi arasında pozitif bir ilişki vardır.

H_3: Girişimcilik düzeyi ile girişimcilik eğilimi arasında pozitif bir ilişki vardır.

Girişimci ve girişimcilik eğilimine ilişkin bulgular Tablo 1'de verilmiştir.

3. BULGULAR VE ANALİZ

Araştırma kapsamında elde edilen veriler, güvenirlik ve geçerliği test edilerek analiz edilmiş, araştırma konusu üç değişkene ilişkin bulgular ayrı ayrı tablolarda paylaşılmıştır.

Tablo 1, girişimcilik ve girişimcilik eğilimi bulgularını vermektedir. Tablo 1'den görüleceği üzere tüm ifadelerin faktör yükleri 0,5'in üzerinde, öz değerler 1'den büyük, KMO değeri 0,60'ın üzerinde ve Cronbach alpha katsayısı 0,81 ve 0,87'dir. Bu nedenle ölçekte yer alan bütün ifadelerin araştırmada kullanılmak üzere bilimsel olarak uygun olduğuna yani ölçeğin geçerli ve yüksek derecede güvenilir olduğuna (Küçük, 2016: 226-232), böylelikle elde edilen verilerle analizi yapılabileceğine karar verilmiştir.

Tablo 1. Girişimcilik Düzeyi ve Girişimcilik Eğilimi Bulguları

Faktör		Faktör Yükü	Öz değer	Varyans Açıklama Oranı(%)	Cronbach Alfa	Ortalama	KMO değeri
Girişimcilik Düzeyi	1. Kendi işimi yapıyorum	,876	3,191	73,185	0,81	4,750	0,696
	2. İşletmeyi/şirketi yönetiyorum	,870				4,670	
	3. Pazarlama, üretim ve finans işlevlerinden en az birini ben yürütüyorum	,889				4,360	
	4. İşle ilgili riskleri üstlenmiş durumdayım.	,768				4,780	
	5. İşle ilgili sorumluluk bana aittir.	,788				4,360	
	6. Gerek duyarsam başka bir yatırım yapabilirim.	,876				3,768	
	7. Kararları kimseye danışmadan alabilirim.	,698				3,879	
	8. Finansal olarak başkalarından bağımsızım.	,987				3,970	
	9. İnsanlara fikirlerini sorma zorunluluğum yok.	,897				3,850	
	10. Gerekirse dış kaynak kullanırım (Borç)	,675				3,245	
Girişimcilik Eğilimi	1. Yeni yatırımlar yapacağım.	,867	2,975	79,325	,87	3,345	,725
	2. İşimi büyütmek/kurum-sallaşmak istiyorum.	,890				4,205	
	3. Pazar payımızı artırmayı planlıyorum.	,980				3,804	
	4. Yeni ürün/marka geliştirmek istiyorum.	,780				3,478	
	5. Yeni pazarlara girmek istiyorum.	,770				3,260	
	6. Ortaklaşa yatırımlar planlıyorum.	,876				3,105	
	7. Yurt içi veya yurt dışı fuarlara katılıyorum.	,895				3,300	
	8. Uluslararası gelişmeleri takip ediyorum.	,870				3,890	
	9. Fırsatlardan yararlanmak istiyorum.	,654				4,210	
	10. Farkındalık oluşturmak istiyorum	,689				4,200	

Yine Tablo 1'den görüleceği üzere gerek girişimcilik ve gerekse girişimcilik eğilimine ilişkin ifadelerin önem düzeyleri 3,6'nın üzerinde ve yüksek çıkmıştır. Buradan hareketle cevaplayıcıların kendi işlerini bizzat kendilerinin yürüttükleri, işleri konusunda risk üstlendikleri, kendi kararlarını çoğunlukla kendilerinin aldığı, beraberinde yeni yatırımlar konusunda istekli oldukları yani bir girişimcilik eğiliminin sözkonusu olduğu ifade edilebilir.

Tablo 2'de girişimci sağlık durumu incelenmiş, sağlık değişkeni fizyolojik, psikolojik ve sosyolojik olmak üzere üç boyutlu olarak ele alınmıştır.

Tablo 2. Girişimci Sağlık Durumu Bulguları

	Faktör	Faktör Yükü	Öz değer	Varyans Açıklama Oranı(%)	Cronbach Alfa	Ortalama	KMO değeri
Fizyolojik sağlık	1. Yürürken, hiç bir güçlük çekmiyorum	,877	2,766	78,65	,85	4,745	,765
	2. Günlük aktivitelerimi yerine getirirken zorlanmıyorum	,780				4,350	
	3. Ağrı veya rahatsızlıklarım yok	,767				4,045	
	4. Kalıcı sağlık sorunum yok	,899				4,260	
	5. Düzenli kullandığım ilaç yok	,765				3,890	
	6. Spor yaparım.	,798				2,788	
	7. Kendimi enerji dolu hissediyorum.	,769				3,787	
	8. Boy/kilo oranı	,897				2,957	
Psikolojik sağlık	1. Endişeli/kaygılı değilim.	,975	3,132	77,56	,83	3,996	,680
	2. Moralim düzgündür.	,860				4,367	
	3. Streslerimle baş edebilirim.	,887				4,570	
	4. Öfkemi kontrol edebilirim.	,750				3,650	
	5. Dikkat bozukluğum yoktur	,880				4,354	
	6. Belirgin unutkanlıklarım yoktur.	,795				4,236	
	7. Hayatı zevkli bulduğumu söyleyebilirim.	,865				4,578	
	8. Madde bağımlılığım yoktur. (sigara dışında)	,768				3,745	
Sosyolojik sağlık	1. Yaptığım işi seviyorum.	,760	2,546	72,45	,87	4,670	,745
	2. Bir araya geldiğim arkadaşlarım var.	,896				4,980	
	3. Kulüp veya derneğe üyeyim/sıcak bakarım.	,889				4,205	
	4. Gönüllü sosyal aktivitelere katılmaktan keyif alırım.	,776				3,980	
	5. Arayan, ziyarete gelen arkadaşlarım var.	,798				4,340	
	6. Akraba ve yakınlarımı ziyaret ederim.	,876				4,675	
	7. Evliyim/Aileme zaman ayırırım.	,869				4,320	
	8. Hediye alırım/veririm	,957				4,245	

Tablo 2'de yer alan; girişimci sağlık durumuna ilişkin ifadelerin de faktör yükleri, öz değerleri, güvenirlik katsayıları ve KMO değerleri doğrultusunda ölçeğin geçerli ve yüksek düzeyde güvenilir olduğu belirlenmiş, buna göre analiz yapılabileceğine karar verilmiştir. Yine Tablo 2'de sağlık düzeyine ilişkin ifadelerden spor yapma ve boy/kilo oranı dışındaki ifadelerin ortalamalarının yüksek olması, girişimcilerin kendilerini sağlıklı hissettikleri veya sağlıklı bulduklarını, en azından belirgin bir sağlık problemlerinin olmadığını göstermektedir.

Tablo 3 ise girişimcinin sağlık durumu ile girişimcilik düzeyi ve girişimcilik eğilimi korelasyon analizi sonuçlarını vermektedir.

Tablo 3. Sağlık Durumu, Girişimcilik ve Girişimcilik Eğilimi İlişkisi

Değişkenler	Sağlık Durumu	Girişimcilik Düzeyi	Girişimcilik Eğilimi
Sağlık Durumu	1		
Girişimcilik	,914*	1	
Girişimcilik Eğilimi	,876**	,912	1

*: p<0,05 **: p<0,05

Korelasyon katsayılarına bakıldığında, üç değişken arasında da p<0,05 anlamlılık düzeyinde r > 0,80 ve doğru yönlü ve çok güçlü bir ilişki olduğu (Küçük, 2016: 175) belirlenmiştir. Bu sonuçla H_1, H_2 ve H_3 hipotezleri kabul edilmiştir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kendi işini kurmuş, işini kendisi yürüten, yeni iş kurmak isteyen kişilerin genel olarak fizyolojik, psikolojik ve sosyolojik sağlık durumlarının iyi olduğu belirlenmiştir. Buradan hareketle kendi işini kurmak isteyenlere özellikle işin niteliğine göre;

* Belli fiziksel ve ruhsal yeterliliklere sahip olma,
* Stresle başa çıkma ve öfkeyi kontrol etme,
* Madde bağımlılığından uzak olma,
* Sivil toplum faaliyetlerine katılma ve
* Çevre ile iyi ilişkiler içinde olma

Gibi koşulları taşıdıklarına dikkat etmeleri önerilebilir.

Bilimsel açıdan da; kendi işini yürüten, beraberinde girişimcilik eğilimi yüksek olmakla birlikte yeni pazarlara açılmamış girişimcilerin durumu, kaygıları ve beklentileri başka çalışmalarda incelenebilir. Bu çalışma farklı sektör ve bölgelerde karşılaştırmalı olarak yapılabilir. Benim geliştirdiğim ölçekler iyileştirilebilir.

KAYNAKÇA

Küçük Orhan (2016) Bilimsel Araştırma Yöntemleri, Ekin Kitabevi, Bursa.
Küçük Orhan (2015) Girişimcilik ve Küçük İşletme Yönetimi, 8. Baskı, Seçkin Yayınevi, Ankara.

LOJİSTİK HİZMET PERFORMANSININ İŞLETME PERFORMANSI ÜZERİNE ETKİSİ: KONAKLAMA İŞLETMLERİNDE BİR UYGULAMA

Orhan Küçük
Kastamonu Üniversitesi

Gülşen Kocaman
Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi

ÖZET

Bu çalışma turizm hizmet sektöründe faaliyet gösteren konaklama işletmelerindeki lojistik hizmetler ve bu hizmetlerin işletme performansı arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın amacı doğrultusunda literatür taraması yapılmış lojistik hizmet performansı ve işletme performansını belirlemek üzere bir ölçek geliştirilmiştir. Veriler Erzurum ilinde faaliyet gösteren turizm işletme belgeli konaklama işletmelerinden yöneticilerle yüz yüze anket çalışması ile elde edilmiştir. Toplanan veriler SPSS 22.0 programında analiz edilerek, işletmelerdeki lojistik hizmet performansı ile işletme performansı arasında ilişki belirlenmiştir.

Anahtar sözcükler: Lojistik Hizmetler, Lojistik Hizmet Performansı, İşletme performansı

IMPACT ON BUSINESS PERFORMANCE OF THE LOGISTICS SERVICE PERFORMANCE: AN APPLICATION IN HOSPITALITY INDUSTRY

ABSTRACT

This study was conducted to determine the relationship between the performance of logistics services in the hospitality ındustry which is operating in the tourism services sector and the performance of business.For the purpose of this study, literature review was conducted and a scale was developed to determine logistics services performance and business performance. The data in this study were obtained from managers who works in the tourism certifacated hotel managements in Erzurum with the face to face survey. The collected data were analyzed using SPSS 22.0 software and the relationship between the performance of logistics services in the busıness performance was determined with the results of this data.

Keyword: Logistics Services, Logistics Service Performance, Business Performance.

1.TEORİK ÇERÇEVE

Lojistik kavramı, tedarik işlevi ile birlikte üretim aşamasından ürün ve hizmetin müşteriye istenilen yer, zaman ve miktarda ulaştırılmasında ve ürün, bilgi ve para akışının etkili ve verimli yönetilmesi olarak tanımlanmaktadır. Bu doğrultuda "lojistik" işletmelerin faaliyetlerini etkili ve verimli bir şekilde gerçekleştirmede önemli bir işlev olarak karşımıza çıkmaktadır (Küçük, 2014).

Bugün lojistik faaliyetler uygulandığı alan ve sektöre göre farklılık göstermekte ve bu sektörler faaliyetlerini yerine getirmede *tedarik ve lojistik yönetimine* ayrı bir önem vermektedirler. Gerek üretim işletmeleri, gerekse hizmet işletmeleri sundukları mal ve hizmetleri müşterilere istenin yer ve zamanda ulaştırmak amacıyla işletme içi ve işletme dışı birçok lojistik hizmeti bir arada kullanmaktadır.

Özellikle lojistik süreçlerin uygulandığı alan ve sektöre göre farklılıklar taşıması, lojistik yönetiminde farklı uygulama ve usulleri beraberinde getirmektedir. İşletmelerin faaliyet gösterdikleri gıda, otomotiv, inşaat, turizm vb. diğer sektörlerdeki farklılıkları dikkate almadan gerçekleştirecekleri faaliyetleri ile başarılı bir lojistik yönetimi oluşturmaları zordur (Erdal vd. 2010).

Hizmet sektörü içinde yer alan turizm, taşıdığı özellikler bakımından farklı lojistik süreçler içermektedir. Özellikle turizm sektöründe sunulan mal ve hizmetlerin farklılık göstermesi lojistik faaliyetlerinin yapısında farklılaştırmaktadır. Turizm lojistiği, tüketiciye turizm hizmetlerine yönelik doğru ürünü, doğru yerde, doğru fiyata mümkün olan en düşük maliyetle sağlanan malzeme, bilgi, enerji ve para akışının sağlanmasıdır (Mrnjavac ve İvanovic, 2007).Turizm sisteminde gerçekleştirilen lojistik faaliyetler, işletme faaliyet alanı etkileyen boyutlara sahiptir. İşletmelerin lojistik faaliyetlerinin performansının ölçülmesi ve değerlendirilmesi, işletme performansını doğrudan etkilemektedir (Erdal vd. 2010).

Lojistik faaliyetlerde performans değerlendirilirken uygun performans ölçütlerinin tanımlanması ve seçilmesi, işletmenin belirlediği hedeflere ulaşılabilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Performans ölçütleri temel olarak müşteri ihtiyaçlarını karşılama düzeyini tedarik zincirinde girdi ve çıktının etkinliğini yansıtmaktadır. Lojistik hizmetinde etkinlik ve verimlilik, genellikle faaliyetlerin *hızlı, zamanında* ve *kaliteli* hizmet sağlayabilecek şekilde, kabul edilebilir bir *fiyatla(maliyet)* sunulması gerekmektedir. Bu nedenle işletmelerin faaliyet performanslarının değerlendirilmesinde; *kalite, esneklik ve hız, maliyet ve zaman* unsurları işletme performansı açısından büyük önem taşımaktadır (Bayraktutan ve Özbilgin, 2015: 101).

Sonuç olarak, literatüre bakıldığında lojistik hizmetlerin işletmelerin önemli olduğunu, işletme performansı üzerinde doğrudan veya dolaylı olarak etkisinin olduğu belirlenmiştir. Bu bağlamda çalışmamızın hipotezi; H_1: *"Lojistik hizmet performans boyutları ile İşletme Performansı arasında ilişki vardır."* şeklinde kurulmuştur.

2. METODOLOJİ

Çalışmanın amacı turizm sektöründe faaliyet gösteren konaklama işletmelerinin lojistik hizmet performansı ile işletme performans ilişkisini belirlemek amacı ile gerçekleştirilmiştir. Bu temel amaç çerçevesinde; konaklama işletmelerinde yönetici lojistik faaliyetlerine bakış açısı ve işletmelerin lojistik faaliyetlerini gerçekleştirme düzeyleri tespit edilecektir. Literatür kısmında incelenen çalışmalar doğrultusunda araştırmanın hipotezi şu şekilde belirlenmiştir;

$H_{1:}$ *Lojistik Hizmet Performans boyutları ile İşletme Performansı arasında ilişki vardır.*

3. BULGULAR

Anket 5, 4 ve 3 yıldızlı otellerde 24 katılımcıya uygulandığı görülmektedir. Çalışmamızda kullandığımız *Lojistik Hizmet Performans Ölçeği* için güvenilirlik analizi yapılmış, Cronbach Alpha değeri 0,93, İşletme *performansına* yönelik ölçeğin güvenilirlik Cronbach Alpha değeri ise 0,92 ve çok yüksek derecede güvenilir (Küçük, 2016: 226) olarak bulunmuştur.

Tablo 1: Lojistik Hizmet Performans Ölçeği

	Lojistik Hizmet Performans Ölçeği		**Kesinlikle Katılmıyorum**	**Kısmen Katılmıyorum**	**Kararsızım**	**Kısmen Katılıyorum**	**Kesinlikle Katılıyorum**	**Ortalama**	**Standart sapma**
KALİTE	S1 Kalite	N	-	-	-	12	12	4,64	,49336
		%	-	-	-	50,0	50,0		
	S2 Kalite	N	1	-	1	3	19		
		%	4,2	-	4,2	12,5	79,2		
	S3 Kalite	N	-	-	-	5	19		
		%	-	-	-	20,8	79,2		
	S4 Kalite	N	-	-	1	5	18		
		%	-	-	4,2	20,8	75,0		
	S5 Kalite	N	1	-	-	7	16		
		%	4,2	-	-	29,2	66,7		
ESNEKLİK	S1 Esneklik	N	-	-	2	3	19	4,61	,56395
		%	-	-	8,3	12,5	79,2		
	S2 Esneklik	N	-	-	-	5	19		
		%	-	-	-	20,8	79,2		
	S3 Esneklik	N	-	-	1	7	16		
		%	-	-	4,2	29,2	66,7		
	S4 Esneklik	N	-	1	2	5	16		
		%	-	4,2	8,3	20,8	66,7		
	S5 Esneklik	N	-	1	1	6	16		
		%	-	4,2	2,2	25,0	66,7		
	S6 Esneklik	N	-	1	-	9	14		
		%	-	4,2	-	37,5	58,5		
ZAMAN	S1 Zaman	N	1	-	2	7	14	4,23	,74756
		%	4,2	-	8,3	29,2	58,3		
	S2 Zaman	N	-	1	6	8	9		
		%	-	4,2	25,0	33,3	37,5		
	S3 Zaman	N	-	-	1	12	11		
		%	-	-	4,2	50,0	45,8		
	S4 Zaman	N	-	1	7	6	10		
		%	-	4,2	29,2	25,0	41,7		
	S5 Zaman	N	1	-	1	11	11		
		%	4,2	-	4,2	45,8	45,8		
MALİYET	S1Maliyet	N	-	-	3	4	17	4,56	,46017
		%	-	-	12,5	16,7	70,8		
	S2 Maliyet	N	-	1	-	12	11		
		%	-	4,2	-	50,0	45,8		
	S3 Maliyet	N	-	-	8	3	13		
		%	-	-	33,3	12,5	54,2		
	S4 Maliyet	N	1	-	-	5	18		
		%	4,2	-	-	20,8	75,0		
	S5 Maliyet	N	1	-	1	1	21		
		%	4,2	-	4,2	4,2	87,5		
	S6 Maliyet	N	-	-	-	4	20		
		%	-	-	-	16,7	83,3		
ÇEVİKLİK	S1 Çeviklik	N	-	-	2	3	19	4.75	,51499
		%	-	-	8,3	12,5	79,2		
	S2 Çeviklik	N	-	2	-	2	20		
		%	-	8,3	-	8,3	83,3		
	S3 Çeviklik	N	1	-	1	1	21		
		%	4,2	-	4,2	4,2	87,5		
	S4 Çeviklik	N	-	-	-	1	23		
		%	-	-	-	4,2	95,8		
	S5 Çeviklik	N	-	-	-	7	17		
		%	-	-	-	29,2	70,8		
	S6 Çeviklik	N	-	1	1	6	16		
		%	-	4,2	4,2	25,0	66,7		

Lojistik hizmet performansı ölçeğindeki sorulara verilen cevapların dağılımı ile ilgili Tablo 1 değerlendirildiğinde yönetici tercihlerinin daha çok "tamamen katılıyorum" ve "katılıyorum" seçeneklerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Lojistik hizmet performansı boyutlarının ortalamasına bakıldığında değerlerin 3,50'nin üzerinde olduğu görülmektedir. Buna göre işletme yöneticileri Lojistik hizmet performansı boyutlarını olumlu değerlendirmektedirler. Boyut ortalamalarına bakıldığında ise, en yüksek ortalama çeviklik boyutuna en düşük ortalama ise zaman boyutunda olduğu görülmektedir.

Tablo 2: Lojistik Hizmet Performans Ölçeği

	İşletme Performans Ölçeği		**Kesinlikle Katılmıyorum**	**Kısmen Katılmıyorum**	**Kararsızım**	**Kısmen Katılıyorum**	**Kesinlikle Katılıyorum**	**Ortalama**	**Standart sapma**
İŞLETME PERFORMANS	S1 Performans	N	-	1	1	6	16	4.50	,68345
		%	-	4,2	4,2	25,0	66,7		
	S2 Performans	N	-	2	-	5	17		
		%	-	8,3	-	20,8	70,8		
	S3 Performans	N	1	1	-	4	18		
		%	4,2	4,2	-	16,7	75,0		
	S4 Performans	N	2	-	-	3	19		
		%	8,3	-	-	12,5	79,2		
	S5 Performans	N	-	1	-	3	20		
		%	-	4,2	-	12,5	83,3		
	S6 Performans	N	-	-	1	9	14		
		%	-	-	4,2	37,5	58,3		
	S7 Performans	N	-	1	7	1	15		
		%	-	4,2	29,2	4,2	62,		
	S8 Performans	N	2	1	1	2	18		
		%	8,3	4,2	4,2	8,3	75,0		
	S9 Performans	N	-	-	3	6	15		
		%	-	-	12,5	25,0	62,5		
	S10 Performans	N	-	1	2	6	15		
		%	-	4,2	8,3	25,0	62,5		
	S11 Performans	N	-	-	3	6	15		
		%	-	-	12,5	25,0	62,5		

İşletme performansı ölçeğindeki sorulara verilen cevapların dağılımı incelendiğinde yönetici tercihlerinin daha çok "tamamen katılıyorum" ve "katılıyorum" seçeneklerinde yoğunlaştığı görülmektedir. İşletme performansı ortalamasına bakıldığında ise; 4,50 oran ile işletme performansını olumlu algıladıkları söylenebilir.

Çalışmamızda istatiksel güven aralığında olup olmadığını belirlemek amacıyla normallik testi yapılmıştır. Shapiro – Wilk normallik testi sonucu elde edilen "Sig." değerleri 0.05' den küçük olduğu belirlenmiştir. Lojistik hizmet performansı ile işletme performansı arasındaki ilişkiyi ortaya koymak amacıyla korelasyon analizi yapılmıştır. Korelasyon analizinde verilerin normal dağılmadığından Spearman Rank korelasyon sayısı tercih edilmiştir (Kalaycı, 2010).

Tablo 3: Korelasyon Analizi

DEĞİŞKENLER	**Lojistik Hizmet Performansı**	**İşletme performansı**
Lojistik Hizmet Performansı	1	
İşletme performansı	771**	1

p<0,01

Lojistik hizmet performans işletme performansı korelasyon katsayıları incelendiğinde değişkenler arasında p<0,01 anlamlılık düzeylerinde pozitif yönlü ilişkiler olduğu belirlenmiştir. Lojistik hizmet performansı ile İşletme performansı arasında (r= ,771, p<0,01) yüksek düzeyde bir ilişki (Küçük, 2016: 175) belirlenmiştir. Bu bağlamda çalışmamızın. $H_{1:}$ Lojistik Hizmet Performans boyutları ile İşletme Performansı arasında ilişki vardır, hipotezi kabul edilmiştir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Turizm işletmelerinin özellikleri dikkate alınarak oluşturulan lojistik sistemi ve bu sistemin performansının değerlendirilmesi, işletmelerde etkinlik ve verimliliği sağlayarak, faaliyetlerin hızlı, zamanında, kaliteli ve uygun fiyata (maliyet) gerçekleştirilmesine olanak vermektedir.

Çalışmamızda da yöneticilerin lojistik hizmet performansını olumlu değerlendirdiği sonucuna ulaşılmış, lojistik hizmet performansının boyut ortalamalarına bakıldığında, en yüksek ortalamanın çeviklik boyutuna en düşük ortalamanın ise zaman boyutunda olduğu görülmektedir. İşletme performansı boyutunu da yöneticiler yine olumlu değerlendirmektedirler. Ayrıca işletme performansı ile lojistik hizmet performansı arasında yüksek düzeyde ilişki belirlenmiştir.

Sonuç olarak, turizm işletmeleri açısından önemli bir yönetim alanı olan lojistik, işletme performansı ile ilişkili olan bir unsurdur. Yöneticiler ve yatırımcılar açısından işletmede lojistik faaliyetlerin etkin kullanımının sağlanması, farklı birimlerle işbirliğinin gerçekleştirilmesi, çalışanların yönlendirilmesi ve işletmede gerçekleştirilen lojistik hizmetlerin potansiyelinin değerlendirilmesi, işletme performansına olumlu yönde yansıyacaktır.

KAYNAKÇA

Bayraktutan, Y. ve Özbilgin, M. (2015). "Lojistik Maliyetler ve Lojistik Performans Ölçütleri." *Maliye Araştırmaları Dergisi,* 1(2), s.95-112.

Erdal, M., Görçün, Ö,F., Görçün, Ö. ve Saygılı, M.S. (2010). *Entegre Lojistik Yönetimi.* İstanbul: Beta Yayıncılık.

Kalaycı, Ş. (2010), *SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri*, Asıl Yayın Dağıtım, Ankara.

Küçük Orhan (2016) Bilimsel Araştırma Yöntemleri, Ekin Kitabevi, Bursa.

Küçük, O. (2014), *Lojistik İlkeleri ve Yönetimi.* Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Mrnjavac, E. and Ivanovic, S. (2007), " Logistics and Logistics Processes in A Tourism Destinatıon", *Tourism and Hostpıtalıty Management*, 13(3), p. 531-546.

SOCIAL MEDIA USAGE FOR STAFF RECRUITMENT IN LOGISTICS

Berk Küçükaltan
Trakya University

Zahir İrani
Brunel University

ABSTRACT

Social media has recently received widespread attention from both researchers and practitioners. Yet, the shortcoming concerning the social media usage in literature is that the most interest has been given to the business-to-consumer context, although it has also been important for different operational purposes (e.g. advertising, recruitment) in the business-to-business context, such as the logistics industry. From this viewpoint, the purpose of this paper is to investigate the social media usage for staff recruitment within the supply chain, particularly in the logistics field. More specifically, based on the broad understanding of the literature regarding the use of social media in supply chain and logistics for staff recruitment, this research explores whether the organisations in the logistics field prefer to use social media tools (e.g. LinkedIn, Facebook) in their recruitment practices rather than the traditional recruitment methods, scrutinises what types of social media tools are used for recruitment. In accordance with these objectives of this on-going exploratory study, an online survey will be conducted to logistics companies in Turkey in order to understand the impact of social media in recruitment practices. Consequently, the results will contribute to the logistics field by providing some insights about the use and the importance of the social media usage for staff recruitment by logistics companies.

Keywords: Logistics Companies, Recruitment, Social Media

1. INTRODUCTION

Logistics is a term that includes a wide range of activities (e.g. transportation, warehousing) (Leonidovna and Georgievich, 2016) and, logistics companies are the key actors for logistics operations. In the current reconstruction of the new world order under the conditions of the fierce competition, logistics operations have become more critical in the supply chain area which, in turn, enhances the importance of logistics companies.

As in all industries, increased competition in the logistics industry forces logistics companies to focus more on the emerging technologies and new trends in the business environment. In consequence of globalisation, there have been various developments in the logistics industry (Hayaloglu, 2015) and these developments enable logistics companies to become more competitive. That is to say, in order to remain highly competitive, it is essential for logistics companies to pay much attention to the new trends in the industry. For instance, responding to changes in the business area is one of the trends that logistics companies should focus on and, for reflecting the application of these trends, designing a successful logistics strategy is of vital importance (Waters, 2007). For a successful strategy in the logistics area, as Waters (2007) indicated, human resource management (HRM) is a key element that contributes to a company's sustainable performance. Since human capital is a core asset and is predominantly responsible for adding value to all assets of a company (Sinha and Thaly, 2013), qualified and skilled employee plays an important role on competitiveness of logistics companies. In this regard, it can be deduced that a well-managed human resource management has the potential to increase the competitiveness of logistics companies. This being the case, the starting point of the human capital entry into a logistics company, which is the recruitment stage in the HRM, becomes more crucial in the logistics industry.

Recruitment is a process consists of searching for and obtaining potential applicants from a target environment in order to select the most suitable candidates (Su and Yang, 2015). As a result of globalisation and advanced technologies in the logistics area (Wu et al., 2015), different recruitment sources have been developed and the recent trend regarding the staff recruitment has been shifted from the traditional recruitment ways (e.g. newspaper) towards modern and innovative ways, such as social media (Sinha and Thaly, 2013). Although, the use of social media were previously discussed as a marketing tool by numerous authors in the business-to-consumer (B2C) domain, its adaptation in the business-to-business (B2B) context has received limited understanding unlike in the B2C domain (Swani et al., 2014). Besides using as a marketing tool, the rise of social media has led its use in different business processes, such as its increasing use for recruitment purposes (El Ouirdi et al., 2016). This recent growth of using social media, as a recruitment method in particular reflects its potential in the business environment (Broughton et al., 2013). Yet, although social media usage for recruitment processes has become a recent interest area in the supply chain as a representation of this potential; companies, especially those active in the B2B domain, have been slow to adopt new and emerging approaches to talent acquisition based on the usage of social media (Fisher et al., 2014). In addition, the effect of using social media tools for recruitment (Chauhan et al., 2013) and the empirical analysis regarding its use remain limited in the literature (El Ouirdi et al., 2016). In parallel, the conducted literature review of this research revealed that there is a gap concerning the application of these tools for recruitment processes in the logistics industry. Therefore, in response to this shortage of research in the logistics area, the aim of this study is both to investigate the types of social media tools used for recruitment processes in the Turkish logistics industry and to explore the extent of using social media for recruitment purposes.

Within this scope, the remainder of this paper is organised as follows. In Section 2, the literature pertaining to social media usage in supply chain as well as its usage for recruitment in the logistics industry, more particularly for logistics companies, is reviewed. Then, the methodology of this study in terms of the use of different social media tools and to what extent they are used in the Turkish logistics industry is explained in Section 3. Finally, the potential implications for theory and management are explained in Section 4.

2. LITERATURE REVIEW

Logistics is a labour-intensive industry (Min and Joo, 2006) and, in the logistics and transportation systems, there are different stakeholders, such as employees, government, and customers (Shaik and Abdul-Kader, 2013). Among these stakeholders, employees have particular importance since they are a major stakeholder (Phipps and Prieto, 2016) that makes substantial contributions on the survival as well as the growth of organisations. In addition, employees' human capital enables companies to achieve competitive advantage (Birasnav and Rangnekar, 2009). Therefore, having educated and skilled employees remain as a core advantage affecting logistics companies' operations positively. This being the case, logistics companies have focused more on the human capital and, consequently, staff recruitment

have become more meaningful for logistics companies due to the fact that staff recruitment and selection constitutes a starting phase of the HRM processes.

In recent years, as a consequence of the globalisation and technological developments in the business environment, logistics companies have been seeking new ways for implementing emerging technologies in order to remain more competitive in the sector. One of these technologies is social media which has been predominantly used for communication and marketing activities by users (Jaanus and Ley, 2013). Yet, besides this dominance, the usage of social media has recently been extended into different applications, such as recruitment. Due to the rising importance of social media, practitioners and researchers have shown much interest on the use of social media tools both in B2B and B2C domains. However, the most interest has been paid to the B2C context whilst very little is known regarding the use of social media in the B2B context (Michaelidou et al., 2011). More specifically, in the supply chain management field, where large B2B interactions exist (Fisher et al., 2014), the role of social media on research and practice has been relatively slow (Chae, 2015) and few organisations have extended their web-based activities to include talent acquisition (Fisher et al., 2014). Moreover, there is a lack of understanding of the importance of social media in supply chain which results in having few studies and published industry cases (Chae, 2015). Since logistics is part of the SCM (Wu et al., 2015), existence of paucity of research on social media usage also prevails in the logistics industry. In order to illustrate the whole picture regarding the use of social media in the logistics area, it is important to start reviewing studies conducted in supply chain in line with the scope of this study.

One of the studies in supply chain is Chae's (2015) research, where #supplychain hashtag in Twitter was analysed by using descriptive analytics, content analytics, and network analytics in order to provide some insights about the current use and potential role of Twitter in the supply chain context. In terms of the logistics, their results revealed that logistics is the most popular word in tweets and some major logistics providers as well as manufacturers and retailers are not very active in the used hashtag-related tweets, although they are visible. This situation showed for the logistics providers that social media, particularly Twitter, tend to be used as a marketing tool rather than engaging with business partners or customers in the SCM field. Additionally, their results demonstrated that hiring and recruitment through social media has a strong potential in the supply chain domain. On the other hand, Crumbly and Carter (2015) focused on improvement of the supply chain management in the concept of humanitarian organisations, such as food charities, based on the new service development and task technology fit theoretical foundations. Yet, only a part of their studies was presented in the paper since their research was still being carried out.

Regarding the use of social media for recruitment in the supply chain area, Sinha and Thaly (2013) identified the changing trend from the traditional recruitment channels to the modern channels, such as social media. The authors initially listed the mostly use recruitment channels and conducted a questionnaire to five IT companies in order to find out the percentage of using these channels. Their results presented that social media was found as the second mostly used channel after job sites/portals, followed by campus recruitment, employee referral, recruitment agencies/consultants, company websites, and advertising. As another example, El Ouirdi et al. (2016) investigated how job applicant assessment of both professional and non-professional contents on social media differs based on recruiter characteristics by using an online survey in order to obtain data from 256 Italian and Dutch recruiters. In another study, which is the most related paper in the literature concerning the scope of this study, Fisher et al. (2014) focused on the recruitment of global supply chain managers through social media. Their purpose was to investigate if, and to what extent, the social media is used for recruitment in the supply chain environment. However, their research was a conceptual paper where an empirical research was not presented. Based on these studies, it can be concluded that there is a need for further research in terms of examining the importance of social media usage for recruitment in the supply chain, particularly for logistics companies. Likewise, Fisher et al. (2014) highlighted that there will be a need in the B2B domain to use social media more. Therefore, as a response to the need and the gap in the logistics area, this study aims to provide more insight about the current and potential use of social media for staff recruitment in the logistics field. Within this scope, our literature review, as presented in Table 1, was conducted in three databases and the defined keywords were mainly searched within abstract, title, and keywords of the articles indexed in these databases in order to identify relevant studies from the literature.

The conducted analysis presented in the table revealed that some articles in terms of the searched keywords exist in the literature. However, majority of the appeared articles were either in different contexts or their scopes were different. For instance, due to the 'logistics' keyword, papers with a different scope incorporating the logistics regression technique also appeared in our search even though they were not related to the logistics industry or logistics operations. Therefore, these types of articles

were eliminated from the literature review analysis of this study and, after this elimination, only a handful of papers (e.g. Fisher et al., 2014) remained to be examined for this research.

Table 1. Keywords used in the three databases

Keywords	ABI/INFORM	ScienceDirect	Scopus
"social media" ; "logistics" ; "recruit*"	1	0	22
"social media" ; "supply chain" ; "recruit*"	1	0	2
"social media" ; "service provider*" ; "recruit*"	0	0	3
"social media" ; "logistics" ; "employ*"	1	0	18
"logistics" ; "online recruit*"	1	0	4

Moreover, in addition to these database searches, the cross-referencing method (as used by Colicchia et al., 2013) was also used in order not to miss any potential related paper in the field. This phase helped us to capture several relevant papers in the supply chain. Consequently, at the end of these two-phase literature processes, a number of related papers in line with the scope of this study were compiled by the authors and all these examined papers revealed that there is a research gap concerning the use of social media for staff recruitment in the logistics area, especially for logistics companies. To this respect, this study aims to fill this research gap by tackling with the aforementioned challenges.

3. METHODOLOGY

The current on-going study seeks to explore to what extent logistics organisations in Turkey use social media tools (e.g. LinkedIn, Facebook) in the recruitment stage and what types of social media tools are preferred in their recruitment practices. In order to accomplish this purpose, an online survey will initially be prepared on an online survey service provider. Then, the pilot test will be carried out with several academics and practitioners working in the Turkish logistics industry in order to obtain some feedback prior to the distribution of the final version of the survey. Afterwards, databases of the leading logistics associations in Turkey (e.g. LODER[2]) will be utilised as research tools in order to contact the logistics companies for the sample of this study. In this regard, the survey link will be sent to the HR managers (or similar department managers) of the logistics companies and, during the distribution of the survey link, different sources, such as the e-mail addresses of the respondents, and some business networking sites (e.g. LinkedIn) will be used by the authors in order to enhance the participation rate of the survey. The implemented stages and processes throughout this research are designed, as presented in Figure 1.

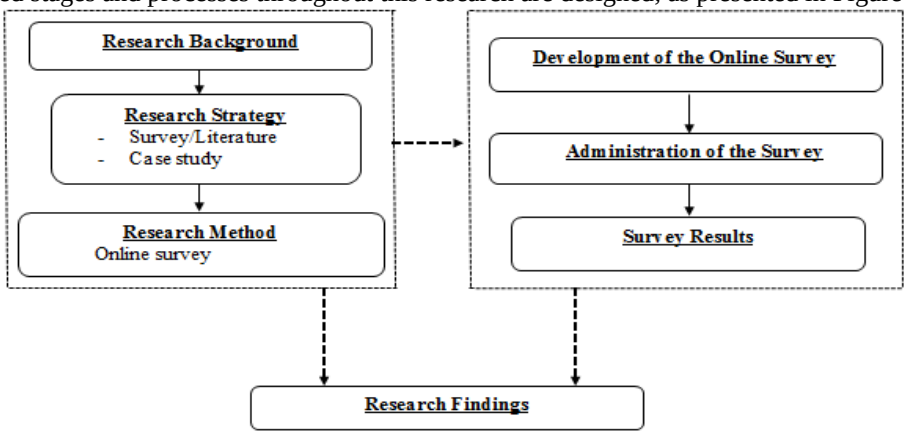


Figure 1. The research design

4. FINAL REMARKS

This study has provided the following insights that impact on the management literature and business practices. First, although social media usage has an increasing trend in the logistics field, and the staff recruitment is an important stage for the success and survival of logistics companies, the current literature lacks this integrated focus for the logistics industry. More particularly, it is observed from the conducted literature that social media usage for recruitment has not to date been empirically investigated for logistics companies. From this point of view, the contribution of this research arises from the need of using social media for staff recruitment in the logistics field, especially for logistics companies. Second, this study will enable to explore the present situation in the logistics industry regarding the current practices of

[2] Lojistik Derneği (Logistics Association)

using social media tools for staff recruitment. In addition to this, advantages as well as the impact of using social media for the recruitment on logistics companies' competitiveness will be grappled more closely in this study. Consequently, the results of this study will help practitioners and researchers in the logistics field to understand the impact of using social media as a modern recruitment way.

REFERENCES

Birasnav, M., & Rangnekar, S. (2009). Structure of human capital enhancing human resource management practices in India. International Journal of Business and Management, 4(5), 226-238.

Broughton, A., Foley, B., Ledermaier, S., & Cox, A. (2013). The use of social media in the recruitment process. Available at: http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/35744264/The-use-of-social-media-in-the-recruitment-process.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAJ56TQJRTWSMTNPEA&Expires=1470603144&Signature=MSz4h%2FCW6didTBPPUicEMLDYxbc%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DSETA_survey_of_representatives_in_Tribun.pdf (Accessed: 06.06.2016)

Chae, B. K. (2015). Insights from hashtag# supplychain and Twitter analytics: Considering Twitter and Twitter data for supply chain practice and research. International Journal of Production Economics, 165, 247-259.

Chauhan, R.S., Buckley, M., & Harvey, M. (2013). Facebook and personnel selection: What's the big deal?. Organizational Dynamics, 42, 126-134.

Colicchia, C., Marchet, G., Melacini, M., & Perotti, S. (2013). Building environmental sustainability: Empirical evidence from logistics service providers. *Journal of Cleaner Production*, *59*, 197-209.

Crumbly, J., & Carter, L. (2015). Social media and humanitarian logistics: The impact of task-technology fit on new service development. Procedia Engineering, 107, 412-416.

El Ouirdi, M., Pais, I., Segers, J., & El Ouirdi, A. (2016). The relationship between recruiter characteristics and applicant assessment on social media. Computers in Human Behavior, 62, 415-422.

Fisher, R., McPhail, R., You, E., & Ash, M. (2014). Using social media to recruit global supply chain managers. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 44(8/9), 635-645.

Hayaloglu, P. (2015). The impact of developments in the logistics sector on economic growth: The case of OECD countries. International Journal of Economics and Financial Issues, 5(2), 523-530.

Jaanus, J., & Ley, T. (2013). Aligning knowledge development between innovation-driven context and knowledge organization systems. In Proceedings of the 13th International Conference on Knowledge Management and Knowledge Technologies (September), No.14.

Leonidovna, S. M., & Georgievich, C. V. (2016). Choice of the means of transport for the creation of a logistic system relying on uncertainties. Vojnotehnički glasnik, 64(2), 431-446.

Michaelidou, N., Siamagka, N. T., & Christodoulides, G. (2011). Usage, barriers and measurement of social media marketing: An exploratory investigation of small and medium B2B brands. Industrial Marketing Management, 40(7), 1153-1159.

Min, H., & Joo, S. J. (2006). Benchmarking the operational efficiency of third party logistics providers using data envelopment analysis. Supply Chain Management: An International Journal, 11(3), 259-265.

Phipps, S. T., & Prieto, L. C. (2016). A discovery of early labor organizations and the women who advocated work–life balance: An ethical perspective. Journal of Business Ethics, 134(2), 249-261.

Shaik, M. N., & Abdul-Kader, W. (2013). Transportation in reverse logistics enterprise: a comprehensive performance measurement methodology. Production Planning & Control: The Management of Operations, 24(6), 495-510.

Sinha, V. & Thaly, P. (2013). A review on changing trend of recruitment practice to enhance the quality of hiring in global organizations. Management: Journal of Contemporary Management Issues, 18(2), 141-156.

Su, C. T., & Yang, T. M. (2015). Hoshin Kanri planning process in human resource management: recruitment in a high-tech firm. Total Quality Management & Business Excellence, 26(2), 140-156.

Swani, K., Brown, B. P., & Milne, G. R. (2014). Should tweets differ for B2B and B2C? An analysis of Fortune 500 companies' Twitter communications. Industrial Marketing Management, 43(5), 873-881.

Waters, D. (2007) *Global logistics: new directions in supply chain management*. 5th edn. Great Britain: Kogan Page Publishers.

Wu, Y. C. J., Dong, T. P., Chang, C. L., & Liao, Y. C. (2015). A collaborative learning lesson from using effective information technology combinations. Computers in Human Behavior, 51(Part B), 986-993

ÇOKLU ÇAPRAZ SEVKİYAT ŞEBEKELERİNDE ARAÇ ROTALAMA PROBLEMİ İÇİN GELİŞTİRİLMİŞ MATEMATİKSEL MODEL

İlker Küçükoğlu
Uludağ Üniversitesi

Nursel Öztürk
Uludağ Üniversitesi

ÖZET

Yapılan çalışmada, çapraz sevkiyat operasyonlarında taşıma maliyetlerini en aza indirmek amacı ile birden fazla çapraz sevkiyat merkezinin bulunduğu şebekede araç rotalama problemi dikkate alınmıştır. Üretici veya müşteri noktalarına birden fazla çapraz sevkiyat merkezine ait aracın hizmet verebildiği problemde müşterilere ait talepler bölünebilmektedir. Bu varsayım ile bir müşterinin talep ettiği ürünler farklı çapraz sevkiyat noktaları üzerinden müşterilere ulaştırılabilmektedir. Problemde amaç, şebekede toplam taşıma maliyetlerini en aza indirecek araç rota planlarını tespit etmektir. Taşıma işlemlerine ait zamanların da dikkate alındığı problem karma tamsayılı matematiksel model olarak formüle edilmiş ve modelin kesin çözüm veren yöntemler ile çözümünde başlangıç çözüm oluşturacak iteratif bir üst sınır algoritması geliştirilmiştir. Yapılan sayısal uygulamalarda geliştirilen matematiksel model ve üst sınır algoritması, örnek problemler üzerinde test edilmiş ve elde edilen çözümler neticesinde geliştirilmiş olan iki aşamalı yöntemin çapraz sevkiyat operasyonlarına ait taşıma işlemleri için etkin planlar sunabileceği görülmüştür.

Anahtar Sözcükler: Çapraz sevkiyat, araç rotalama, matematiksel model.

A MATHEMATICAL MODEL FOR VEHICLE ROUTING PROBLEM OF MULTIPLE CROSS-DOCKING NETWORKS

ABSTRACT

In this study, the vehicle routing problem of cross-docking networks includes multiple cross-docks is considered to minimize total transportation cost of the cross-docking operations. For the considered problem, the split delivery of the customer is allowed where a supplier or customer node can be serviced by more than one vehicle. By this assumption, the demand of a customer can be transported through different cross-docking centers. The aim of the study is to find best vehicle routes that minimize total transportation cost of the fleet. The problem is formulated as a mixed integer mathematical model regarding the transportation times, and an iterative upper bound algorithm is proposed to generate an initial solution for the exact algorithms. In computational studies, the proposed model and upper bound algorithm are tested on a problem set and the results show that the two stage solution methodology introduces efficient plans for transportation operations in cross-docking system.

Keywords: Cross-docking, vehicle routing, mathematical modelling

1. GİRİŞ

Günümüzde tedarik zinciri içerisinde taşımalardan kaynaklı maliyetlerin önemli bir paya sahip olması nedeniyle, bu operasyonların etkili bir şekilde planlanması tedarik zinciri yönetimi için önemli bir faktördür. Bu sebeple birçok firma, lojistik maliyetleri düşürülebilmek ve aynı zamanda müşteri memnuniyetini sağlayabilmek için farklı stratejileri hayata geçirmektedir. Bu stratejilerden birisi olan çapraz sevkiyat merkezi (ÇSM) sistemi, malzeme akışının etkinliğinin arttırılması açısından firmalar tarafından ilgi duyulan bir uygulama haline gelmiştir. Üreticilerden müşterilere gönderilen ürünlerin ÇSM'lerde sıfır stok veya 24 saatten az bekletilerek taşınması prensibine dayanan bu sistemin etkin bir şekilde işletilebilmesi için ürün akışlarına ait operasyonların iyi bir şekilde planlanması gerekmektedir. Bu sebeple ÇSM'lerde araç rotalarının planlanması, taşıma maliyetlerinin en aza indirilmesi ve sistemin etkinliği açısından önemli bir operasyon haline gelmektedir.

Çapraz sevkiyatta araç rotalama problemi (ÇSARP) ilk olarak Lee vd., (2006) tarafından tek bir ÇSM için dikkate alınmıştır. Ürünlerin farklı araçlarla taşınmasına izin verilmediği problemde, araçlara ait toplam taşıma ve sabit maliyetlerinin en aza indirilmesini amaçlamışlardır. Karma tamsayılı matematiksel model ile formüle edilen problemin çözümü için ayrıca bir tabu arama algoritması geliştirilmiştir. Liao vd., (2010) yaptıkları çalışmada aynı problemin çözümü için farklı bir tabu arama algoritması geliştirmişlerdir. Dondo vd., (2011) çok kademeli ve çok ürünlü ÇSARP'yi, zaman penceresi kısıtlarıyla birlikte incelemişlerdir. Benzer problem Dondo ve Cerda (2013) ve Dondo ve Cerda (2014) tarafından yapılan çalışmalarda dikkate alınmıştır. Tarantilis (2013) tek bir ÇSM ve birden fazla üretici noktasının bulunduğu açık ve kapalı yapıya sahip şebekeler için ÇSARP'yi dikkate almıştır. Çalışmada problemin çözümü için bir tabu arama algoritması geliştirilmiş ve algoritmanın performansı literatürde yer alan örnek problem setleri üzerinde test edilmiştir. Tek bir ÇSM için araç rotalama probleminin dikkate alındığı diğer bir çalışma ise Morais vd., (2014) tarafından gerçekleştirilmiş ve problemin çözümü için üç farklı bölgesel arama metodu sunulmuştur. Agustina vd., (2014) gıda sektörüne ait bir çapraz sevkiyat uygulaması için araç rotalama ve araç çizelgeleme problemini bütünleşik olarak incelemişlerdir. Ürünlerin tam zamanında ve en az maliyetle müşterilerine ulaştırılabilmesi için zaman kısıtları, erken ve geç teslim cezaları ile birlikte dikkate alınmıştır. Araç rotalama ve araç çizelgeleme probleminin birlikte göz önüne alındığı diğer bir çalışma ise Moghadam vd., (2014) tarafından ayrıştırılabilir talep miktarı için gerçekleştirilmiştir. Doğrusal olmayan matematiksel model olarak formüle edilen problemin çözümü için tavlama benzetimi algoritması ve hibrit karınca kolonisi algoritması kullanılmıştır. Santos vd., (2011) ve Coccola vd., (2015) yaptıkları çalışmada, ÇSARP'nin çözümü için dal-fiyat algoritması kullanmışlardır. Benzer şekilde tek bir ÇSM için araç rotalama problemi farklı varsayımlar ile birçok çalışmada dikkate alınmış ve problemin çözümü için çeşitli çözüm yöntemleri geliştirilmiştir (Larioui vd., 2015; Mokhtarinejad vd., 2015; Vahdani vd., 2012). Seyedhoseini vd., (2015) tarafından yapılan çalışmada ise çoklu çapraz sevkiyat merkezlerinde araç rotalama problemi belirsiz koşullar altında incelenmiş ve problemin çözümü için kuyruk teorisine dayanan bir karma tamsayılı matematiksel model geliştirilmiştir.

Yapılan bu çalışmada, çoklu çapraz sevkiyat şebekelerinde araç rotalama problemi (ÇÇSŞARP), zaman penceresi, kapasite kısıtı ve ayrıştırılabilir talep kısıtları ile incelenmiştir. Dikkate alınan problem karma tamsayılı matematiksel model olarak formüle edilmiş ve bu modelin kesin sonuç veren yöntemlerle çözümünde bir başlangıç çözüm üretecek üst sınır algoritması (ÜSA) geliştirilmiştir. Devam eden bölümlerde problem tanımı, geliştirilmiş olan matematiksel model, ÜSA ve yapılan sayısal uygulamalar detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

2. PROBLEM TANIMI VE MATEMATİKSEL MODEL

ÇÇSŞARP'de çapraz sevkiyat merkezlerine ait araçlar ilk olarak üretici noktalarına hizmet vererek ürün toplama işlemlerini gerçekleştirmektedir. Toplama işlemlerinin ardından ÇSM'lerde talebe göre ayrıştırılan ürünler tekrar araçlara yüklenerek dağıtım işlemine geçilmektedir. Dağıtım işlemine çıkan araçlar, rotalarında bulunan müşteri noktalarına ait ürünleri teslim ederek rota sonunda ait oldukları ÇSM'lere geri dönmektedir. Bu işlemler için dikkate alınan varsayımlar aşağıda verilmektedir:

- Her bir araç bir üretici/müşteri noktasına en fazla bir defa hizmet verebilir.
- Bir üretici/müşteri noktasının farklı ürünleri için birden fazla araç hizmet verebilir.
- Müşterilere gönderilecek ürünler ayrıştırılarak farklı ÇSM'ler üzerinden taşınabilir.
- Üretici/müşteri noktalarına ait zaman penceresi bulunmaktadır ve araçlar lokasyonlara bu zaman aralığında hizmet verebilir.
- ÇSM'lerde, tüm araçlar toplama işlemlerini bitirdikten sonra dağıtım işlemleri başlayabilir. ÇSM'lere ait araçlar toplama ve dağıtım işlemleri için kullanılabilir.

- Toplama ve dağıtım işlemlerini gerçekleştirecek filo, eşit kapasiteye sahip araçlardan oluşmaktadır ve bir aracın toplama/dağıtım yapacağı ürün miktarı aracın kapasitesini geçemez.

Yukarıda tanımlanan varsayımlar altında ÇÇSŞARP için geliştirilmiş olan karma tamsayılı matematiksel model aşağıda detaylı bir şekilde tanımlanmıştır.

Notasyonlar

S : Üretici noktaları kümesi
CM : ÇSM noktaları kümesi
D : Müşteri noktaları kümesi
N : Şebekede yer alan noktalar kümesi; $N = S \cup CM \cup D$
PR : Üretici noktalarından müşteri noktalarına gönderilecek ürünler kümesi
K : Taşımaları gerçekleştirecek araçlar kümesi
Q : Maksimum araç kapasitesi
τ_i : Bir aracın i noktasından sonra gidebileceği olası noktalar kümesi; $\forall i \in N$
c_{ij} : Bir aracın i noktasından j noktasına olan taşıma maliyeti; $\forall i \in N, \forall j \in \tau_i$
t_{ij} : Bir aracın i noktasından j noktasına olan yolculuk süresi; $\forall i \in N, \forall j \in \tau_i$
s_i : i noktasına ait servis süresi; $\forall i \in N$
a_i : Bir aracın i noktasında en erken servise başlama zamanı; $\forall i \in N$
b_i : Bir aracın i noktasında en geç servise başlama zamanı; $\forall i \in N$
l_p : p ürününün ait olduğu üretici noktası; $\forall p \in PR$
l'_p : p ürününün gönderileceği müşteri noktası; $\forall p \in PR$
v_k : k aracının ait olduğu ÇSM; $\forall k \in K$
M : Büyük bir sayı

Karar Değişkenleri

x_{ij}^k : Eğer bir k aracı i noktasından j noktasına giderse 1, aksi halde 0; $\forall i \in N, \forall j \in \tau_i, \forall k \in K$
y_{pk} : Eğer p ürünü, üretici noktasından ÇSM noktasına k aracı ile taşınırsa 1, aksi halde 0; $\forall p \in PR, \forall k \in K$
z_{pk} : Eğer p ürünü ÇSM noktasından, müşteri noktasına k aracı ile taşınırsa 1, aksi halde 0; $\forall p \in PR, \forall k \in K$
w_{ik} : i noktasında k aracının servise başlama zamanı; $\forall i \in N, \forall k \in K$
r_i : i ÇSM noktasında toplama işlemlerinin bitiş zamanı; $\forall i \in CM$

Amaç Fonksiyonu

$$Min\ Maliyet = \sum_{i \in N} \sum_{j \in \tau_i} \sum_{k \in K} c_{ij} x_{ij}^k \tag{1}$$

Kısıtlar

$$\sum_{k \in K} y_{pk} = 1 \qquad \forall p \in PR \tag{2}$$

$$y_{pk} \leq \sum_{j \in \tau_i} x_{ij}^k \qquad \forall p \in PR, \qquad i = l_p, \qquad \forall k \in K \tag{3}$$

$$\sum_{k \in K} z_{pk} = 1 \qquad \forall p \in PR \tag{4}$$

$$z_{pk} \leq \sum_{j \in \tau_i} x_{ij}^k \qquad \forall p \in PR, \qquad i = l'_p, \qquad \forall k \in K \tag{5}$$

$$\sum_{\substack{k \in K \\ v_k = i}} y_{pk} = \sum_{\substack{k \in K \\ v_k = i}} z_{pk} \qquad \forall p \in PR, \qquad \forall i \in CM \tag{6}$$

$$\sum_{p \in PR} y_{pk} \leq Q \qquad \forall k \in K \tag{7}$$

$$\sum_{p \in PR} z_{pk} \leq Q \qquad \forall k \in K \tag{8}$$

$$\sum_{j \in S} x_{ij}^k \leq 1 \qquad \forall i \in CM, \quad \forall k \in K, \quad v_k = i \tag{9}$$

$$\sum_{j \in D} x_{ij}^k \leq 1 \qquad \forall i \in CM, \quad \forall k \in K, \quad v_k = i \tag{10}$$

$$\sum_{i \in N} x_{ij}^k = \sum_{i \in N} x_{ji}^k \qquad \forall j \in N \backslash CM, \quad \forall k \in K \tag{11}$$

$$s_i + t_{ij} \leq w_{jk} + M\left(1 - x_{ij}^k\right) \qquad \forall i \in CM, \quad \forall j \in S, \quad \forall k \in K, \quad v_k = i \tag{12}$$

$$w_{ik} + s_i + t_{ij} \leq r_j + M\left(1 - x_{ij}^k\right) \qquad \forall i \in S, \quad \forall j \in CM, \quad \forall k \in K, \quad v_k = j \tag{13}$$

$$r_i + s_i + t_{ij} \leq w_{jk} + M\left(1 - x_{ij}^k\right) \qquad \forall i \in CM, \quad \forall j \in D, \quad \forall k \in K, \quad v_k = i \tag{14}$$

$$w_{ik} + s_i + t_{ij} \leq w_{jk} + M\left(1 - x_{ij}^k\right) \qquad \forall i, j \in S, \quad i \neq j, \quad \forall k \in K \tag{15}$$

$$w_{ik} + s_i + t_{ij} \leq w_{jk} + M\left(1 - x_{ij}^k\right) \qquad \forall i \in D, \quad \forall j \in \tau_i, \quad \forall k \in K \tag{16}$$

$$a_i \leq w_{ik} \leq b_i \qquad \forall i \in N, \quad \forall k \in K \tag{17}$$

Matematiksel modelde amaç fonksiyonu (1), dağıtım/toplama yapacak araçların toplam taşıma maliyetini en aza indirmeyi amaçlamaktadır. Kısıt (2) üreticilerden ÇSM noktalarına taşınacak olan her bir ürünü bir toplama aracına atamaktadır. Kısıt (3) ise bir araca olan ürün atamalarını, ancak aracın toplama işlemi için kullanılıyor olması durumunda gerçekleştirmektedir. Benzer şekilde kısıt (4) ve (5), ürünlerin dağıtım araçlarına olan atamalarını gerçekleştirmektedir. Kısıt (6), ürünlerin toplama ve dağıtım işlemlerinin aynı ÇSM üzerinden gerçekleştirilmesini sağlamaktadır. Kısıt (7) ve (8), sırasıyla toplama ve dağıtım araçları için kapasite kısıtını sağlamaktadır. Kısıt (9), ÇSM'den çıkan her bir aracın toplama işlemlerinde en fazla bir rotaya atanmasını garanti etmektedir. Aynı şekilde kısıt (10), araçların dağıtım işlemlerinde en fazla bir rota için kullanılmasını sağlamaktadır. Kısıt (11), rotaların sürekliliğini sağlamaktadır. Kısıt (12)-(16) araçların üretici/müşteri noktalarında servise başlama ve ÇSM'lerde toplama işlemlerinin bitiş zamanlarını hesaplamaktadır. Kısıt (17) ise araçların; üretici, müşteri ve ÇSM'lere ait zaman penceresi içinde servise başlamasını garanti etmektedir.

3. ÜST SINIR ALGORİTMASI

Kesin çözüm veren yöntemler için bir başlangıç çözümü oluşturacak olan ÜSA rassal olarak bir çözüm ile başlamakta ve iteratif olarak çözümü iyileştirmektedir. Algoritmanın her iterasyonunda oluşturulmuş olan yeni çözüm ile ürünler, en düşük maliyetli toplama ve dağıtım rotasına atanmaktadır. Ürünlerin bir rotaya eklenmesi esnasında rotaya ait zaman penceresi ve kapasite kısıtları da göz önüne alınmaktadır. İterasyon sonunda eğer daha iyi bir çözüm elde edildiyse, bu çözüm kalıcı çözüm olarak belirlenmektedir. Geliştirilmiş olan ÜSA'ya ait sözel kod Şekil 1'de yer almaktadır.

```
Ürünleri rassal olarak sırala ve mevcut ürün sırası δ olarak belirle
Mevcut ürün sırasını en iyi çözüm sıralaması δ* olarak belirle
Do
    Do
        Ürün sırasından bir rotaya atanmamış ilk ürünü seç
        Seçilen ürünü en düşük maliyetli uygun bir toplama ve dağıtım rotasına ata
        Rota maliyetlerini güncelle
    Loop Until (Atanmamış Ürün Sayısı = 0)
    If f(δ) < f(δ*) Then
        δ* = δ
    End If
    İkili yer değiştirme ile yeni bir ürün sırası δ oluştur
Loop Until (Durdurma Kriteri)
```

Şekil 1. ÜSA'ya ait sözel kod

4. SAYISAL UYGULAMA

ÇÇSŞARP için geliştirilmiş olan matematiksel model ve ÜSA'nın etkinliğini test edebilmek için Cordeau vd., (2001) tarafından çok depolu ve zaman pencereli araç rotalama problemi için geliştirilmiş bir problem seti kullanılmıştır. Dikkate alınan problem seti, birden fazla deponun ve farklı sayıda müşteri noktasının bulunduğu 20 problemden oluşmaktadır. Bu problem seti, örneklerde yer alan depo noktaları birer ÇSM olarak düşünülerek ve müşteri noktalarının bir kısmı üretici noktası olarak varsayılarak ÇÇSŞARP'ye uyarlanmıştır. Bu kapsamda, ÇSM dışında şebekede yer alan üretici ve müşteri noktalarına bağlı olarak sırasıyla 20, 30 ve 40 lokasyona sahip üç farklı büyüklükte örnek problem seti oluşturulmuştur. Matematiksel modellerin çözümü için kesin çözüm veren yöntemlerden birisi olan

CPLEX 12.6 kullanılmıştır. Oluşturulan her bir problem, CPLEX ve ÜSA+CPLEX ile bir saatlik zaman kısıtı altında çözdürülmüştür. CPLEX için bir başlangıç çözümü oluşturan ÜSA'nın maksimum iterasyon sayısı 1000 olarak belirlenmiştir. Üç farklı problem seti için elde edilen çözümler sırasıyla Tablo 1-3'te özetlenmiştir.

Tablo 1. Lokasyon sayısı 20 olan problemler için elde edilen sonuçlar

		CPLEX		ÜSA+ CPLEX		
Problem No	**Toplam Ürün Sayısı**	**Optimum Sonuç (*br*)**	**İşlem Süresi (*s*)**	**ÜSA Sonuç**	**Optimum Sonuç**	**İşlem Süresi (*s*)**
1	55	1077.02	12.99	1242.63	1077.02	7.44
2	39	1160.23	27.39	1256.38	1160.23	24.41
3	78	1017.41	12.09	1092.66	1017.41	10.56
4	56	1074.61	11.32	1190.72	1074.61	9.88
5	83	812.57	9.06	871.60	812.57	7.35
6	59	1017.70	27.53	1134.57	1017.70	18.87
7	63	1093.09	17.49	1379.01	1093.09	15.22
8	51	1032.16	7.38	1490.54	1032.16	5.37
9	72	1183.78	99.00	1231.51	1183.78	44.90
10	63	958.37	21.31	1104.46	958.37	16.66
Ortalama	61.9	1042.69	24.56	1199.41	1042.69	16.07

Tablo 2. Lokasyon sayısı 30 olan problemler için elde edilen sonuçlar

		CPLEX				ÜSA+ CPLEX				
Problem No	**Toplam Ürün Sayısı**	**ASD (*br*)**	**TSÇD (*br*)**	**OA (%)**	**İşlem Süresi (*s*)**	**ÜSA Sonuç**	**ASD (*br*)**	**TSÇD (*br*)**	**OA (%)**	**İşlem Süresi (*s*)**
1	91	1031.25	1416.60	27.20	3600	1585.13	1028.61	1371.04	24.98	3600
2	109	1380.87	1380.87	0.00	2592	1541.86	1380.87	1380.87	0.00	2190
3	116	1179.18	1296.94	9.08	3600	1559.15	1203.76	1246.11	3.40	3600
4	100	1392.34	1392.34	0.00	893	1568.05	1392.34	1392.34	0.00	608
5	174	901.34	1075.93	16.23	3600	1146.50	892.99	1069.01	16.47	3600
6	111	1215.1	1293.25	6.04	3600	1458.85	1209.54	1293.25	6.47	3600
7	105	1311.56	2251.53	41.75	3600	2538.52	1322.92	1961.75	32.56	3600
8	91	1220.21	1364.97	10.61	3600	1612.47	1364.97	1364.97	0.00	332
9	113	1392.43	1513.53	8.00	3600	1781.51	1405.47	1492.56	5.83	3600
10	112	955.13	1164.13	17.95	3600	1270.39	977.09	1149.52	15.00	3600
Ortalama	112.2	1197.94	1415.01	13.69	3228.5	1606.24	1217.86	1372.14	10.47	2833.0

Tablo 3. Lokasyon sayısı 40 olan problemler için elde edilen sonuçlar

		CPLEX				ÜSA+ CPLEX				
Problem No	**Toplam Ürün Sayısı**	**ASD (*br*)**	**TSÇD (*br*)**	**OA (%)**	**İşlem Süresi (*s*)**	**ÜSA Sonuç**	**ASD (*br*)**	**TSÇD (*br*)**	**OA (%)**	**İşlem Süresi (*s*)**
1	146	1364.07	*	100.00	3600	2491.43	1382.26	2171.21	36.34	3600
2	169	1463.3	1660.35	11.87	3600	2423.13	1439.70	1645.78	12.52	3600
3	181	1558.95	1558.95	0.00	2001	2495.97	1558.95	1558.95	0.00	852
4	176	1554.11	1621.16	4.14	3600	2113.01	1602.93	1602.93	0.00	2875
5	242	1186.65	1377.00	13.82	3600	1760.88	1206.83	1377.00	12.36	3600
6	165	1184.35	1479.76	19.96	3600	1703.36	1197.70	1464.18	18.20	3600
7	181	1480.42	*	100.00	3600	3309.60	1462.38	2937.23	50.21	3600
8	199	1263.01	1571.62	19.64	3600	1954.53	1350.56	1571.62	14.07	3600
9	180	1631.28	1978.10	17.53	3600	2857.12	1618.65	1923.12	15.83	3600
10	155	1178.38	1641.56	28.22	3600	1657.91	1206.69	1512.20	20.20	3600
Ortalama	179.4	1386.45	1611.06	31.52	3440.1	2276.69	1402.67	1776.42	17.97	3252.7

*Problem için uygun bir tamsayılı çözüme ulaşılamamıştır

Tablo 1'de yer alan çözümler incelendiğinde, toplamda 20 lokasyona sahip her bir örnek için CPLEX ve ÜSA+CPLEX ile optimum sonuca ulaşıldığı görülmüştür. Üretici noktalarından müşteri noktalarına gönderilecek ürün sayısının 39-83 arasında değiştiği problemler için CPLEX ile ortalama 24.56 saniyede optimum sonuca ulaşılırken ÜSA+CPLEX ile bu süre ortalama 16.07 saniyeye düşmüştür. Toplamda 30 ve 40 lokasyona sahip problemlerde ise CPLEX ile belirli bir optimalite aralığı ile çözüme ulaşılmıştır. Elde edilen bu çözümler Tablo 2 ve Tablo 3'te, sonuçlara ait alt sınır değer (ASD), elde edilen en iyi tam sayılı çözüm değeri (TSÇD) ve bu iki değere ait optimalite aralığı (OA) ile belirtilmiştir. Tablo 2'de yer alan sonuçlar incelendiğinde ÜSA+CPLEX çözümlerinin CPLEX çözümlerine göre optimalite aralıklarında ortalama %3.22 iyileşme sağladığı ve hem amaç fonksiyon değerlerinde hem de çözüm

zamanlarında daha iyi sonuçlar elde edildiği görülmüştür. Tablo 3'te yer alan 40 lokasyona sahip problemler için elde edilen sonuçlar incelendiğinde ise ÜSA-CPLEX ile elde edilen sonuçlarda optimalite aralığının CPLEX ile elde edilen sonuçlara göre ortalama %13.55 düştüğü görülmektedir. Ayrıca bu problem setinde iki örnek için CPLEX ile bir saatlik işlem sonunda uygun bir sonuç bulunamazken ÜSA+CPLEX ile uygun bir tamsayılı çözüme ulaşılmıştır.

5. SONUÇ

Yapılan çalışmada, çapraz sevkiyat operasyonlarında taşımalardan kaynaklı maliyetleri en aza indirebilmek açısından araç rotalama problemi birden fazla ÇSM için bütünleşik olarak dikkate alınmıştır. Üretici ve müşteri noktalarına ait zaman penceresi, araç kapasitesi ve ürün ayrıştırma işlemlerini birer kısıt olarak dikkate alan problemin çözümü için karma tamsayılı bir matematiksel model oluşturulmuştur. Ayrıca, kesin çözüm veren yöntemler ile problemin çözümünde etkin başlangıç çözümü oluşturacak ÜSA geliştirilmiştir. Geliştirilen algoritma ile rassal olarak bir başlangıç çözümü oluşturulmakta ve iteratif olarak bu çözüm geliştirilmektedir. Yapılan sayısal uygulamalarda, geliştirilmiş olan ÜSA'nın kesin çözüm veren yöntemlerde sonuca olan etkisi, farklı boyutlara sahip örnek problem setleri üzerinde test edilmiştir. Sayısal uygulamalar neticesinde, ÜSA+CPLEX ile elde edilen sonuçların CPLEX ile elde edilen sonuçlara göre daha iyi olduğu tespit edilmiştir.

KAYNAKÇA

Agustina, D., Lee, C. K. M., & Piplani, R. (2014). Vehicle scheduling and routing at a cross docking center for food supply chains. International Journal of Production Economics, 152(1), 29-41.

Cóccola, M., Méndez, C. A., & Dondo, R. G. (2015). A branch-and-price approach to evaluate the role of cross-docking operations in consolidated supply chains. Computers & Chemical Engineering, 80(1), 15-29.

Cordeau, J.-F., Laporte, G., & Mercier, A. (2001). A unified tabu search heuristic for vehicle routing problems with time windows. Journal of the Operational Research Society, 52(8), 928-936.

Dondo, R., & Cerdá, J. (2013). A sweep-heuristic based formulation for the vehicle routing problem with cross-docking. Computers & Chemical Engineering, 48(1), 293-311.

Dondo, R., & Cerdá, J. (2014). A monolithic approach to vehicle routing and operations scheduling of a cross-dock system with multiple dock doors. Computers & Chemical Engineering, 63(1), 184-205.

Dondo, R., Méndez, C. A., & Cerdá, J. (2011). The multi-echelon vehicle routing problem with cross docking in supply chain management. Computers & Chemical Engineering, 35(12), 3002-3024.

Larioui, S., Reghioui, M., El Fallahi, A., & El Kadiri, K. (2015). A memetic algorithm for the vehicle routing problem with cross docking. International Journal of Supply and Operations Management, 2(3), 833-855.

Lee, Y. H., Jung, J. W., & Lee, K. M. (2006). Vehicle routing scheduling for cross-docking in the supply chain. Computers & Industrial Engineering, 51(2), 247-256.

Liao, C.-J., Lin, Y., & Shih, S. C. (2010). Vehicle routing with cross-docking in the supply chain. Expert Systems with Applications, 37(10), 6868-6873.

Moghadam, S. S., Ghomi, S. F., & Karimi, B. (2014). Vehicle routing scheduling problem with cross docking and split deliveries. Computers & Chemical Engineering, 69(1), 98-107.

Mokhtarinejad, M., Ahmadi, A., Karimi, B., & Rahmati, S. H. A. (2015). A novel learning based approach for a new integrated location-routing and scheduling problem within cross-docking considering direct shipment. Applied Soft Computing, 34, 274-285.

Morais, V. W. C., Mateus, G. R., & Noronha, T. F. (2014). Iterated local search heuristics for the Vehicle Routing Problem with Cross-Docking. Expert Systems with Applications, 41(16), 7495-7506.

Santos, F. A., Mateus, G. R., & Da Cunha, A. S. (2011). A branch-and-price algorithm for a vehicle routing problem with cross-docking. Electronic Notes in Discrete Mathematics, 37(1), 249-254.

Seyedhoseini, S. M., Rashid, R., & Teimoury, E. (2015). Developing a cross-docking network design model under uncertain environment. Journal of Industrial Engineering International, 11(2), 225-236.

Tarantilis, C. D. (2013). Adaptive multi-restart tabu search algorithm for the vehicle routing problem with cross-docking. Optimization letters, 7(7), 1583-1596.

Vahdani, B., Tavakkoli-Moghaddam, R., Zandieh, M., & Razmi, J. (2012). Vehicle routing scheduling using an enhanced hybrid optimization approach. Journal of Intelligent Manufacturing, 23(3), 759-774.

REGRESYON MODELLEMESİ İLE KROM CEVHERİNİN FİYAT TAHMİNLEMESİ

Pınar Mızrak Özfırat
Celal Bayar Üniversitesi

Muharrem Kemal Özfırat
Dokuz Eylül Üniversitesi

Bayram Kahraman
Dokuz Eylül Üniversitesi

ÖZET

Türkiye'de son 25 yılda, ortalama yıllık 1 milyon ton krom cevheri üretilmektedir. Türkiye'nin krom cevheri üretimi, dünya piyasasında gerçekleşen krom satış fiyatına göre yıldan yıla artmakta ya da azalmaktadır. Bu çalışmada 1999-2016 yılları arasında krom cevheri fiyatları incelenmiştir. Çalışmada geçmiş krom fiyatı verileri kullanılarak çeşitli regresyon modelleri ile tahminleme yapılmıştır. Kullanılan modeller doğrusal, polinom ve logaritmik modellerdir. Tüm alternatifler korelasyon katsayılarına göre karşılaştırılmıştır. Buna göre krom fiyatlarının 2018-2025 aralığında 300-350US$/ton dan başlayarak artış eğilimi göstereceği tahmin edilmiştir. Elde edilen tahinler yıllık krom üretimini planlamak açısından önem arz etmektedir.

Anahtar Sözcükler: Fiyat tahminleme, krom fiyatları, doğrusal regresyon, üssel regresyon

PRICE FORECAST OF CHROME ORE USING REGRESSION MODELING

ABSTRACT

Turkish chrome ore production within the last 25 years is 1 million ton per year on the average. Yearly chrome ore production tends to increase or decrease depending on the price of chrome ore in world market. In this study, chrome ore prices between 1999 and 2016 are analyzed. Using these past data, various regression models are built to forecast future prices of chrome ore. Among the regression models used are linear, polynomial and logarithmic models. All alternative models are compared according to coefficient of correlation. The results shows that between 2018 to 2025, chrome ore price will be follow an increasing trend starting from 300-350 US$/ton. Chrome price forecasts are also important to plan yearly chrome ore production.

Keywords: Price forecast, chrome prices, linear regression, exponential regression.

1. GİRİŞ

Krom elementi metalürji ve kimya endüstrisinde gerekli olan temel maddelerden biridir. Krom metali sadece kromit mineralinden ekonomik olarak üretilebilmektedir. Kromit ve krom ultrabazik kayaçlar içinde bulunurlar. Ultrabazik kayacın oluşturduğu hamurun (gang) içinde bulunan kromit kristalleri krom cevherini oluşturmaktadır. Mg, Cr, Fe, Al elementleri kromit mineralini oluşturan elementlerdir. Ayrıca gang minerallerinden olan silis de krom cevheri analizlerinin önemli bir parçasıdır (Akyol, 2009).

Krom cevherinin kimyasal bileşimi cevherin endüstrideki kullanım alanlarını belirlemektedir. SiO_2, Cr_2O_3, Al_2O_3 miktarları ve Cr/Fe oranı kullanım alanı için belirleyici niteliktedir. Kromit mineralinin doğada bilinen en yüksek Cr_2O_3 içeriği % 68'dir.

Krom cevherinin sahip olduğu kimyasal ve fiziksel özellikler endüstrideki kullanım alanlarını sınırlandırabilmektedir. Ancak teknolojik gelişmelerle birlikte kullanım sınırlamaları gittikçe daha esnek hale gelmektedir. Örneğin yüksek demirli krom cevheri, gelişen teknolojiyle birlikte metalürji endüstrisinde sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır.

Bu çalışmada %46-48 tenörlü krom cevherinin geçmiş yıllarda gerçekleşen satış fiyatları kullanılarak gelecek yıllardaki satış fiyatları tahminlenmiştir. Tahminleme için farklı regresyon modeller kullanılmıştır. Bu modeller içinden uygun olanlar seçilerek 2018-2025 dönemi için krom fiyatı tahmin edilmiştir.

2. TÜRKİYE'DE KROM ÜRETİMİ

Türkiye'nin günümüze kadar krom cevheri üretimi 45 milyon ton olarak hesap edilmektedir. Son 25 yılın ortalama krom cevheri üretimi bir milyon ton/yıl olarak gerçekleşmiştir (DPT, 2001). Türkiye'nin krom cevheri üretimi, dünya pazarlarında oluşan fiyat durumuyla bağlantılı olarak artma veya azalma göstermektedir.

Ülkemiz dünya kromit rezerv sıralamasında % 0,2 lik pay ile alt sıralarda bulunurken, üretim miktarı açısından dünyanın önemli kromit üreticileri arasında yer almaktadır (DPT, 2001).

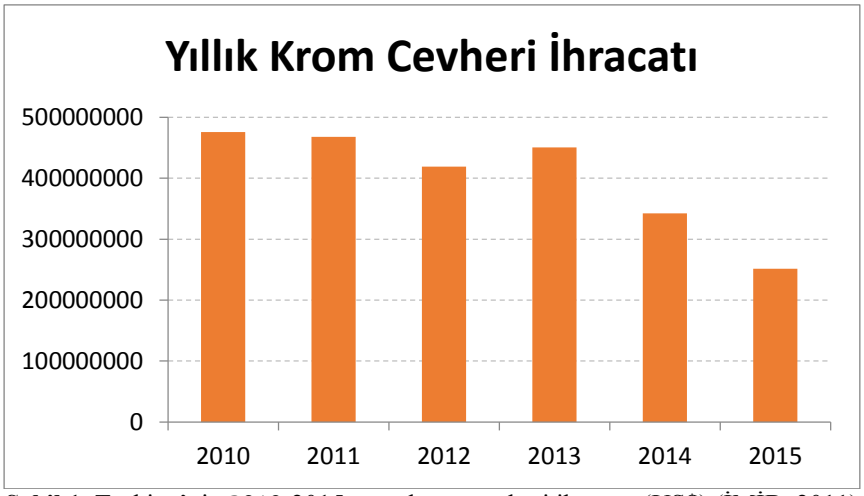
Türkiye'nin sahip olduğu kromit rezerv miktarının, kayıtlarda belirtilenden daha fazla olduğu tahmin edilmektedir. Kromit yatakları genellikle Alpin tipi olması ve çok geniş bir alana yayılması nedeni ile Türkiye'de kromit rezerv miktarı tam olarak bilinmemektedir.

Ülkemizde üretilen krom miktarında dünya piyasa fiyatına göre yıldan yıla artışlar ya da düşüşler gözlemlenebilir. Krom cevherine olan talebin ve fiyatların artması ile ülkemizde yeni krom sahaların işletmeye alındığı ve krom konsantre tesislerinin işletilmeye başlandığı bilinmektedir. Tablo 1 de 2003-2009 yılları arasında gerçekleşen krom üretim miktarları görülmektedir.

Tablo 1: 2003-2014 yılları arasında Türkiye'de kromit üretimi (MİGEM, 2015)

Yıllar	Üretim Miktarı (ton)
2003	504.803
2004	1.168.336
2005	1.620.386
2006	1.849.864
2007	3.639.752
2008	5.100.482
2009	6.240.290
2010	8.624.042
2011	9.971.368
2012	12.431.661
2013	11.131.311
2014	10.241.477

Şekil 1 de ise 2010-2015 arası gerçekleşen krom ihracatı değerleri görülmektedir. 2015 yılında krom cevheri ihracatı bir önceki yıla göre %26,5 oranında düşüş ile 251 milyon dolar olarak gerçekleşmiştir.



Şekil 1. Türkiye'nin 2010-2015 arası krom cevheri ihracatı (US$) (İMİB, 2011)

3. FİYAT TAHMİNLEMESİ

Türkiye'de üretilen krom cevheri, kalitesi yüksek olduğu için ferrokrom üreticileri tarafından tercih edilmektedir. Tüm dünyada üretilen krom cevherinin % 90'ının ferrokrom üretiminde kullanılmaktadır. Ferrokrom üretiminin % 90'ı da paslanmaz çelik üretiminde kullanılmaktadır. Buna göre paslanmaz çelik piyasası doğrudan krom cevherinin fiyatı üzerinde etkilidir (TMMOB, 2010).

Bu çalışmada 1999-2016 yıllarında dünyada gerçekleşen %46-48 tenörlü kromun satış fiyatı incelenmiştir. Bu veri kullanılarak çeşitli regresyon modelleri ile krom fiyatı tahminlemesi yapılmıştır.

1999-2016 yılı krom cevheri (%46-%48) fiyatlarının seyrini gösteren Tablo2 incelendiğinde, krom fiyatlarının durağan seyrettiği, artış ve düşüş gösterdiği yıllar görülmektedir (Kahraman ve Özfırat, 2012).

Tablo 2: %46-48 tenörlü krom dünya satış fiyatları

Yıllar	%46-48 Krom US$	Fiyat Değişimi
1999	69	
2000	82	+
2001	74	-
2002	75	Durağan
2003	75	Durağan
2004	106	+
2005	122	+
2006	119	Durağan
2007	244	+
2008	348	+
2009	158	-
2010	250	+
2011	260	Durağan
2012	240	Durağan
2013	260	Durağan
2014	270	Durağan
2015	260	Durağan
2016/ilk 6 ay	195	-

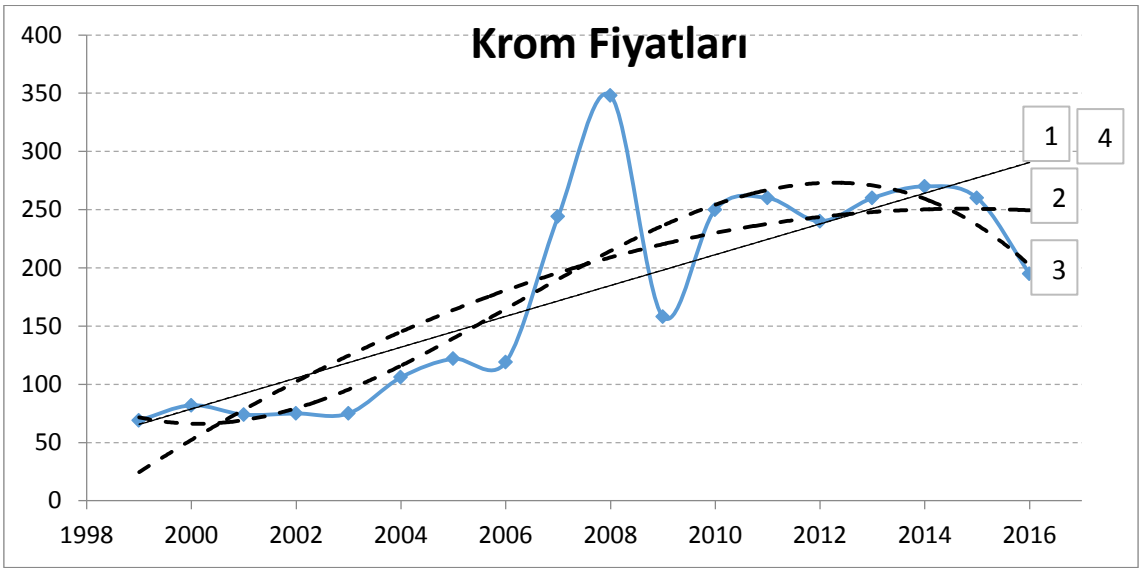
Tablo 2 deki veriler kullanılarak krom fiyatlarını tahmin etmek için sırasıyla doğrusal, 2. dereceden polinom, 3. dereceden polinom ve logaritmik regresyon modelleri oluşturulmuştur. Bu modeller ve korelasyon katsayısının değerleri Tablo 3de görülmektedir.

Tablo 3: Krom fiyatları için alternatif regresyon modelleri

	Model	**|R|(%)**
1-Doğrusal Model	y=13,229x-26379	78,8
2-Polinom Model (2. dereceden)	$y=-0,9079x^2+3658,4x-3685151$	82,6
3-Polinom Model (3. dereceden)	$*y=-0,23x^3+1391,64x^2-2791861,35x+1866968498,92$	87,5
4-Logaritmik Model	y=26567ln(x)-201854	78,9

*: Katsayılar virgülden sonra 2 basamağa yuvarlatılarak verilmiştir.

Tablo 3 de bulunan alternatif regresyon modellerinin grafiği Şekil 2de görülmektedir.



Şekil 2. 1999-2016 arası %46-48 tenörlü dünya krom satış fiyatları ve alternatif regresyon modelleri

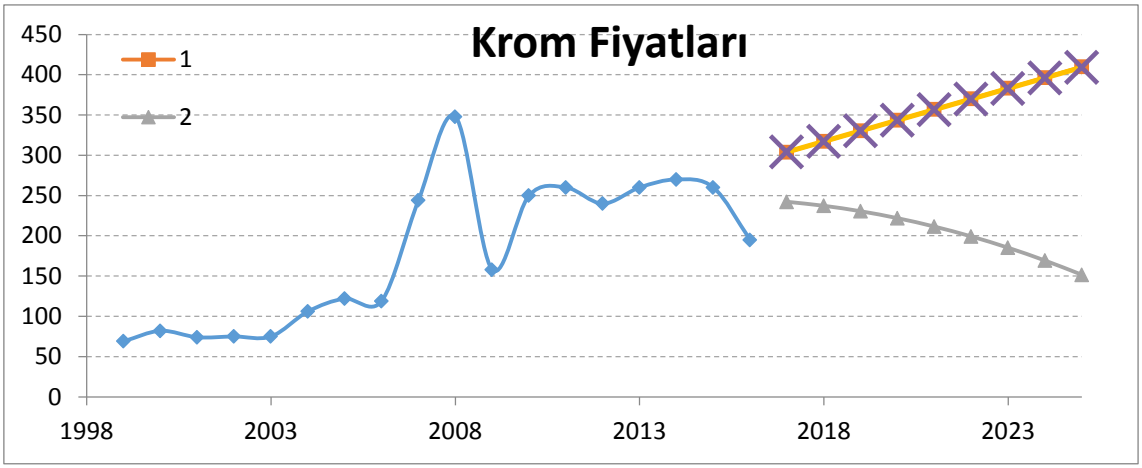
Tablo 3 de görüldüğü üzere en yüksek korelasyon katsayısını 3 numaralı model olan üçüncü dereceden polinom regresyon vermiştir. Ancak Şekil 2ye bakıldığında 1 ve 4 numaralı modellerin birbirine çok yakın sonuçlar verdiği görülmektedir. Ayrıca 3 numaralı modelin ilerleyen yıllarda negatif değerlere düşeceği görülmektedir. Bu nedenle 3 numaralı model yerine diğer modeller önerilmektedir.
Dört alternatif model de kullanılarak 2017-2025 yılları için tahminleme yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 3'de görülmektedir.

Tablo 3: Fiyat Tahmini

	Tahmin Edilen Fiyat (US$/ton)			
Yıl	**Doğrusal**	**Polinom (2. derece)**	**Polinom (3. derece)**	**Logaritmik**
2017	303,89	242,22	154,47	304,04
2018	317,12	237,24	120,03	317,21
2019	330,35	230,45	40,50	330,37
2020	343,58	221,84	-56,81	343,53
2021	356,81	211,42	-173,27	356,67
2022	370,04	199,18	-310,28	369,82
2023	383,27	185,12	-469,22	382,95
2024	396,50	169,25	-651,49	396,08
2025	409,72	151,56	-858,45	409,20

Tablo3 de görüldüğü üzere, 3. model 2020den sonrası için negatif değerler vermektedir. Dolayısıyla bu model elimine edilmiştir. Diğer üç model için çizilen sonuç grafiği Şekil 3de görülmektedir. Grafikten 1.

ve 4. alternatif modellerin çok yakın tahminler verdiği görülmektedir. Ayrıca 1. ve 4. modeller artış, 2. Model ise düşüş öngörmektedir.



Şekil 3. 2017-2025 arası %46-48 tenörlü krom satış fiyatlarının
1., 2. ve 4. alternatif modellere gore tahmini değerleri

4. SONUÇ

1999-2016 yılları arasındaki krom fiyatları değişimine bakılarak doğrusal, polinom ve logaritmik regresyon modelleri ile 2017-2025 yılları için fiyat tahminlemesi yapılmıştır. Çalışmanın sonucu olarak pazarın olumlu şartlarla ilerlemesi durumunda krom fiyatının 2025 yılında yaklaşık 400 US$/ton olması, olumsuz koşullarda ise 150 US$/ton a düşmesi öngörülmektedir. Dolayısıyla tahminleme yöntemleri ile önümüzdeki on yıl içerisinde fiyatlarının durumuna göre satış politikası yapılmalıdır. Dünya pazarında yüksek krom alımı gerçekleştiren ülkelerin stratejilerinin de etkili olacağının dikkate alınması gereklidir.

KAYNAKLAR

Akyol, M., 2009. Kızılyüksek krom yatağı'na (Aladağ) ait rezerv ve İşletme yönteminin belirlenmesi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek lisans tezi, Adana.

DPT, 2001. Sekizinci 5 Yıllık Kalkınma Planı ÖİK Kromit Raporu, Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu Metal Madenler Alt Komisyonu Krom Çalışma Grubu Raporu, Ankara.

İMİB, 2011. İstanbul Maden İhracatçıları Birliği Çalışma Raporu, İstanbul.

Kahraman, B., Özfırat, M.K. 2012. Korat Madencilik Akçasaz Maden İşletmesinin Ekonomik, Teknik ve Mali Yönden Değerlendirmesi Teknik Raporu, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü, İzmir.

MİGEM, 2015. Maden İşleri Genel Müdürlüğü, İstatistik Dokümantasyon Koordinatörlüğü, Ankara.

TMMOB, 2010. Krom Raporu, Ankara.

KARAR AĞAÇLARI ALGORİTMALARININ SINIFLANDIRMADAKİ BAŞARISI VE BANKACILIK TELE-PAZARLAMA SEKTÖRÜNDE UYGULANMASI

Özge Hüsniye Namlı
Türk Alman Üniversitesi

ÖZET

Bankacılık sektörü diğer hizmet sektörlerinde de olduğu gibi müşterilerin ihtiyaçlarına yönelik olarak gelişme gösteren bir sektördür. Bu nedenle müşterilerin ihtiyaçlarını bilmek, müşteri davranışlarını önceden tahmin edebilmek bankacılık sektöründeki rekabet piyasası için oldukça önemli bir konu haline gelmiştir. Veri madenciliği büyük miktarlardaki veriler içerisinden saklı kalmış desenlerin, ilişkilerin çıkarılması olarak ifade edilmektedir. Karar ağaçları veri madenciliği ile sınıflandırma problemlerinde en yaygın ve etkin olarak kullanılan algoritmalardan biridir. Diğer yöntemlerle kıyaslandığı zaman karar ağaçlarının yapılandırılmasının ve anlaşılmasının daha kolay olduğu görülmektedir. Bu çalışmada bir Portekiz bankası tarafından doğrudan pazarlama kampanyasından elde edilen veriler kullanılarak müşterilerin vadeli mevduat hesabına abone olup olmama durumları sınıflandırılmıştır. Sınıflandırmada geleneksel yapay zekâ algoritmalarından olan yapay sinir ağları ve destek vektör makineleri algoritmaları, karar ağacı algoritmaları olarak Random Forest, Random Tree, REP Tree ve C4.5 algoritmaları kullanılmıştır. Karar ağacı algoritmalarından olan Random Forest ile kullanılan diğer algoritmalara göre daha güçlü sınıflandırma başarısı elde edilmiştir. Karar ağacı yöntemlerinin geleneksel yapay zekâ yöntemlerinden olan yapay sinir ağları ve destek vektör makinaları algoritmalarından daha iyi sonuç verdiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Karar Ağaçları, Makine Öğrenme, Veri madenciliği

PREDICTING SUCCESS OF DECISION TREE ALGORITHMS: A CASE STUDY OF TELEMARKETING *IN* BANKING SECTOR

ABSTRACT

Banking sector like other service sectors improves in accordance with customer's needs. Therefore, to know the needs of customers and to predict customer behaviors are very important for competition in the banking sector. Data mining is defined uncovering of relationships and hidden patterns in large data sets. Decision Tree algorithms are used widely and effectively in classifications with data mining problems. It can be seen that configuration and understanding of decision trees are easy when compared with other methods. In this paper, data obtained via direct marketing campaigns from Portugal Banks was used to classify whether customers have time deposit account or not. Artificial Neural Networks and Support Vector Machines as Traditional Artificial Intelligence Methods and Random Forest, Random Tree, Rep Tree and C4.5 algorithms as Decision Tree Algorithms were used in classification. With Random Forest

Method of Decision Tree Algorithms achieved more powerful classification success than other algorithms used. It was concluded that Decision Tree algorithms give better results than Artificial Neural Networks and Support Vector Machines as Traditional Artificial Intelligence Methods.
Keywords: Decision Tree Algorithms, Machine Learning, Data Mining

1.GİRİŞ

Temelleri ortaçağda atılmış olan bankacılık önemli gelişmeler göstererek günümüzdeki yerini almıştır. Bankacılık sektörü kişiler ve kurumlar için son derece önem arz eden, müşterilerin ihtiyaçları doğrultusunda gelişme gösteren ve rekabetin oldukça yüksek olduğu bir sektördür. Müşterilerin ihtiyaçlarını önceden bilmek ve müşteri davranışlarını önceden tahmin edebilmek diğer sektörlerde olduğu gibi bankacılık sektöründeki rekabet piyasası için de oldukça önemli bir konudur. Bu noktada sağlık sektöründen perakende sektörüne birçok farklı alanda veri madenciliği yöntem ve teknikleri kullanılarak, müşteri verileri içerisinden saklı kalmış desenler ve ilişkiler çıkarılmaktadır. Veri madenciliğinde sıklıkla kullanılan metotlardan birisi sınıflandırmadır. Sınıflandırmada eğitim verileri üzerinde öğrenilen model daha sonra sınıflarının belirli olmadığı test verileri üzerinde uygulanarak verilerin sınıfları tahmin edilmeye çalışılır.

Bu çalışmada bir Portekiz bankası tarafından doğrudan pazarlama kampanyasından elde edilen veriler kullanılmıştır. Elde bulunan tüm bu veriler ışığında müşterilerin vadeli mevduat hesabına abone olup olmama durumları sınıflandırılmıştır. Sınıflandırmada geleneksel yapay zekâ algoritmalarından olan yapay sinir ağları ve destek vektör makineleri algoritmaları, karar ağacı algoritmaları olarak Random Forest, Random Tree, REP Tree ve C4.5 algoritmaları kullanılmıştır. Veri seti 10 kat çapraz geçerleme, 5 kat çapraz geçerleme, 2 kat çapraz geçerleme, %80'e %20 bölünme, %70'e %30 bölünme olmak üzere 5 farklı şekilde eğitim ve test kümesi olarak bölünerek farklı şekilde ayrılan her bir eğitim ve test veri seti üzerinde ele alınan algoritmalar ile sınıflandırma çalışması yapılmıştır.

Çalışmada ilk olarak veri madenciliği yöntemlerinden biri olan sınıflandırma yönteminin literatürde farklı kullanım alanları incelenmiştir. Ardından çalışmada kullanılan bazı sınıflandırma algoritmalarından bahsedilmiştir. Veri seti anlatılarak problem tanımlanmıştır. Veri setindeki aykırı değerler ve uç değerler elenmiştir. Farklı şekilde ayrılan her bir eğitim ve test veri seti üzerinde önerilen algoritmalar kullanılarak sınıflandırma çalışması yapılmıştır. Son bölümde kullanılan karar ağacı algoritmalarının ve geleneksel yapay zekâ algoritmalarının tahminlemedeki başarıları karşılaştırılmıştır. Sınıflandırma başarılarının karşılaştırılmasında doğru sınıflandırma yüzdeleri, kappa istatistiği, MAE (Ortalama Mutlak Hata), RMSE (Ortalama karesel hata karekökü), RAE (Göreli mutlak hata), RRSE (Göreli karesel hata karekökü) ve ROC alanları gibi karşılaştırma kriterleri kullanılmıştır Random Forest algoritmalası ile güçlü sınıflandırma başarısı elde edilmiştir. Karar ağacı yöntemlerinin geleneksel yapay zekâ yöntemlerinden olan yapay sinir ağları ve destek vektör makinaları algoritmalarından daha iyi sonuç verdiği görülmüştür.

2.LİTERATÜR TARAMASI

Literatürde veri madenciliği yöntemlerinden biri olan sınıflandırmaya ilişkin farklı alanlarda yapılmış çalışmalar mevcuttur. Eğitim alanında yapılan bir çalışmada Elektrik mühendisliği öğrencilerinin ilk sömestre sonunda okulu bırakma durumları Eindhoven Üniversitesinden alınan veriler ışığında karar ağaçları algoritmaları kullanılarak tahminlenmeye çalışılmıştır. Karar ağaçlarının %75-80 arasında tahminleme başarısı gösterdiği gözlemlenmiştir (Dekker vd., 2009). Karar ağaçları ile uydu görüntüsü kullanılarak Kocaeli iline ait arazi kullanımının belirlenmesinin amaçlandığı bir çalışmada karar ağaçlarının sınıflandırma performansı, parametrik bir yöntem olan ve görüntü sınıflandırmada temel ölçüt olarak kabul edilen en çok benzerlik sınıflandırıcısı ile karşılaştırılmıştır. Karar ağacı sınıflandırıcısının bu çalışmada kullanılan veri seti için diğer yöntemden daha doğru sonuçlar ürettiği, uydu görüntülerinin sınıflandırılmasında etkin ve alternatif bir yöntem olduğu kanaatine varılmıştır (Kavzoğlu ve Çölkesen, 2010). Sınıflandırma metotlarına ait algoritmaların karşılaştırılması temeline dayanan ve 2000-2006 yılları arasında Greater California, Kentucky, Louisiana ve New Jersey bölgelerine ait göğüs kanseri verileri kullanılarak C4.5, KStar, Lojistik Regresyon ve NaiveBayes algoritmalarının performanslarının karşılaştırıldığı çalışmada C4.5 algoritmasının diğer algoritmalardan daha iyi sonuçlar ürettiği belirtilmiştir (Coşkun ve Baykal, 2011). 1603 farklı kafa travma vakası içeren veri seti üzerine kafa travmalarındaki ölüm oranlarını en iyi tahminleyen algoritmayı bulmak için altı farklı regresyon ağacı veri madenciliği algoritması uygulanmış ve performansları değerlendirilmiştir (Sut ve Simsek, 2011). Tayvan'da sağlık alanında yapılmış olan bir çalışmada beyin damar hastalıklarını en iyi şekilde tahminleyecek modelin bulunması amaçlanmıştır. Bu amaçla karar ağacı, bayes sınıflandırıcı ve geri yayılmalı sinir ağı mimarisi algoritmaları karşılaştırılmış ve bu çalışma için karar ağaçlarının en iyi sonucu verdiği görülmüştür (Yeh vd., 2011). Hindistan'da eğitim alanında yapılmış bir çalışmada yavaş

öğrenen öğrenciler ile hızlı öğrenen öğrenciler arasındaki farkın tanımlanması amacıyla öğrenci performansları için tahminlemede Bayes sınıflandırma algoritması kullanılmıştır (Bhardwaj ve Pal, 2012).

3.METODOLOJİ

3.1.Karar Ağaçları

Karar ağaçları sınıflandırma problemlerinde sıklıkla kullanılan algoritmalardan biridir.

Random Forest (Rastgele Orman)

Random Forest 2001 yılında Breiman tarafından geliştirilmiştir ve tahminlemede etkili bir araçtır (Breiman, 2001). Random Forest bir çok bireysel öğreniciden oluşan toplu öğrenme algoritmasıdır. Karar ağacı kurulumu için rastgele setler oluşturmada torbalama(bagging) fikrini kullanır. Standart ağaçlarda veri setinde en iyi niteliklerden seçilen düğümler dallara ayrılırken Random Forestta her bir düğümde rastgele alınan nitelikler arasından en iyisini seçerek tüm düğümler dallara ayılır (Kalmegh, 2015).

Random Tree (Rastgele Ağaç)

Random Tree her düğümde belli sayıda rastgele olarak seçilen özellikleri kullanarak ağaç oluşturan bir sınıflama algoritmasıdır. Random Tree algoritmasında budama işlemi yapılmaz (Akçetin ve Çelik, 2014).

REP Tree

REPTree bilgi kazancı/varyans azaltma kullanarak ve azaltılmış budama hatası ile budama yaparak karar veya regresyon ağacı oluşturur. Hızlıdır ve sadece nümerik verilerle çalışır. Kayıp veriler için C4.5'in yaptığı gibi parçalar içindeki bölünme bilgisini kullanır. Her yaprak için minimum örnek sayısı, maksimum ağaç derinliği gibi değerler ayarlanabilir (Witten ve Frank, 2005).

C4.5

C4.5 karar ağacı oluşturma algoritması Quinlan tarafından geliştirilmiştir. C4.5 algoritmasında eğitim veri seti üzerinde ağaç yapısı oluşturulur ve yeni verinin sınıflandırılmasında bölünme bilgisi ve bilgi kazancı (entropi) kavramları kullanılarak hesaplanan kazanç oranına göre dallandırmalar gerçekleştirilir. C4.5 eksik nitelik değerlerini ele alabilir, karar ağacının budanma işlemi ve kural çıkarımı yapılabilmektedir (Quinlan, 1993).

3.2.Destek Vektör Makineleri

Destek Vektör Makineleri sınıflandırmada en başarılı makine öğrenimi algoritmalarından biridir. Bu sınıflandırma yöntemi, verinin daha yüksek bir boyuta dönüşmesiyle oluşturacağı hiperdüzlem ile iki sınıfı birbirinden ayırma prensibini temel alır. Burada yüksek boyuta dönüşüm esnasında kernel fonksiyonları adı verilen farklı özelliklere sahip fonksiyonlar kullanılır. Bu fonksiyonların kullanılması için kullanıcı tarafından bazı parametrelerin belirlenmesi gerekir.(Kavzoğlu ve Çölkesen, 2010).

3.3.Yapay Sinir Ağları

Yapay Sinir ağları biyolojik sinir sisteminden etkilenerek geliştirilmiştir ve öğrenme fonksiyonunu gerçekleştiren bilgisayar sistemleridir. Yapay sinir ağları birbirine bağlı olan süreç elemanlarından oluşmaktadır bunlar yapay sinir hücreleridir. Her bağlantıya ait bir ağırlık değeri vardır. Yapay sinir ağının sahip olduğu bilgi bu ağırlık değerlerinde saklıdırlar ve ağa yayılmış haldedirler. Sınıflandırma ve örüntü tanımada yapay sinir ağları en güçlü teknikler arasında yer almaktadır (Öztemel, 2003).

4.VERİ SETİNİN VE PROBLEMİN TANIMI

Bu çalışmada bir Portekiz bankası tarafından doğrudan pazarlama kampanyasından elde edilen veriler kullanılmıştır (Moro vd., 2014). Kullanılan veri seti tüm banka müşterilerine ait yaş, meslek, medeni durum, eğitim, kredi ödeme durumu, yıllık ortalama bakiye, ev kredisi, kişisel borç, bankayla iletişim şekli, bankayla son irtibatının olduğu ayın günü, son irtibatın süresi, bankayla son irtibatının olduğu ay, bu kampanya sırasında müşteri ile yapılan görüşmenin sayısı gibi toplamda on altı farklı nitelik bilgisi içermektedir. Veri setinde 45211 adet müşteri bilgisi yer almaktadır. Elde bulunan tüm bu veriler ışığında müşterilerin vadeli mevduat hesabına abone olup olmama durumları sınıflandırılmıştır.

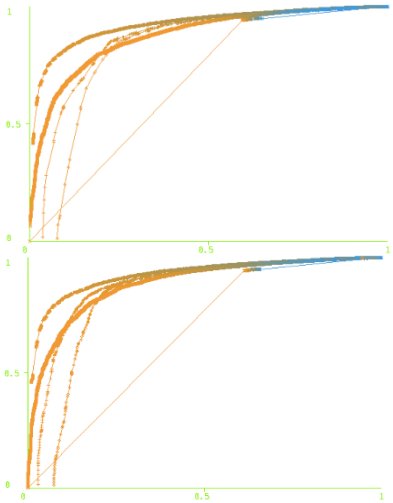
5.UYGULAMA

Doğrudan pazarlama kampanyası sonucunda ulaşılan müşterilerin vadeli mevduat hesabına abone olup olmamaları durumu sınıflandırılırken öncelikle 45211 adet banka müşterisinin bilgisini içeren veri setinden aykırı ve uç değerler çıkarılmıştır. 32767 adet müşteri verisi içeren veri seti üzerinde yapay sinir ağları algoritması, destek vektör makineleri algoritması ve karar ağacı algoritmalarından olan Random Forest, Random Tree, REP Tree ve C4.5 algoritmaları uygulanmıştır. Veri setinin eğitim ve test kümesi olarak ayrılmasında ise, 10-kat çapraz geçerleme yöntemi, 5-kat çapraz geçerleme yöntemi, 2-kat çapraz geçerleme yöntemi, %80'e %20 bölünme yöntemi ve %70'e %30 bölünme yöntemi kullanılmıştır ve sınıflandırıcı algoritmaların performansları değerlendirilmiştir. Algoritmaların performanslarının değerlendirilmesinde doğru sınıflandırma yüzdesi, kappa istatistiği, MAE (Ortalama Mutlak Hata), RMSE(Ortalama karesel hata karekökü), RAE(Göreli mutlak hata), RRSE(Göreli karesel hata karekökü) ve ROC alanı performans ölçütleri kullanılmıştır.

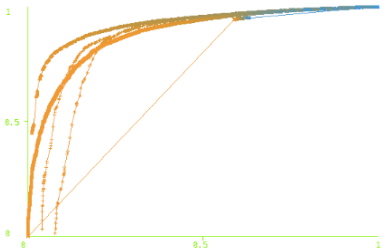
Tablo 2 Performans ölçütlerine göre algoritmaların sonuçları

		Doğru sınıflandırma yüzdesi (%)	Kappa İstatistiği	MAE	RMSE	RAE (%)	RRSE (%)	ROC Alanı
Yapay Sinir Ağları	10 kat	91,9980	0,3661	0,0868	0,2518	60,1437	93,7590	0,8830
	5 kat	92,1995	0,3749	0,0839	0,2525	58,1381	94,0071	0,8810
	2 kat	91,7478	0,3526	0,0846	0,2677	58,6109	99,6960	0,8720
	%80'e %20	92,6446	0,3460	0,0798	0,2493	57,1091	97,0205	0,8840
	%70'e %30	91,4039	0,3421	0,0883	0,2656	62,0719	101,3300	0,8720
Destek Vektör Makinaları	10 kat	92,2117	0,0826	0,0779	0,2791	53,9817	103,9141	0,5240
	5 kat	92,2117	0,0826	0,0779	0,2791	53,9806	103,9141	0,5240
	2 kat	92,1384	0,0485	0,0786	0,2804	54,4821	104,4016	0,5140
	%80'e %20	92,8430	0,0476	0,0716	0,2675	51,2331	104,1280	0,5140
	%70'e %30	92,5738	0,0713	0,0743	0,2725	52,1771	103,9730	0,5210
Random Forest	10 kat	92,7232	0,3288	0,0993	0,2245	68,7996	83,5763	0,9230
	5 kat	92,7396	0,3337	0,0995	0,2245	68,9976	83,6092	0,9230
	2 kat	92,6511	0,2999	0,1011	0,2263	70,0821	84,2722	0,9210
	%80'e %20	93,1329	0,3180	0,0968	0,2206	69,3165	85,8770	0,9170
	%70'e %30	92,9400	0,3112	0,0981	0,2209	68,9146	84,2942	0,9230
Random Tree	10 kat	90,1700	0,3081	0,0990	0,3117	68,6385	116,0664	0,6640
	5 kat	90,5454	0,3348	0,0951	0,3056	65,9226	113,7743	0,6770
	2 kat	90,2280	0,3184	0,3184	0,3102	68,2191	115,5194	0,6730
	%80'e %20	90,0198	0,2734	0,1001	0,3144	71,6432	122,3575	0,6510
	%70'e %30	90,3052	0,2989	0,0971	0,3096	68,2297	118,1063	0,6620
REPTree	10 kat	92,5748	0,3622	0,1004	0,2355	69,5969	87,6992	0,8750
	5 kat	92,5047	0,3583	0,0991	0,2366	68,6858	88,0935	0,8700
	2 kat	92,4436	0,3436	0,1032	0,2396	71,5245	89,2273	0,8550
	%80'e %20	92,6751	0,3136	0,0955	0,2309	68,3698	89,8653	0,8800
	%70'e %30	92,6144	0,3624	0,0993	0,2346	69,7431	89,5048	0,8780
C4.5	10 kat	92,6695	0,4007	0,0959	0,2419	66,4783	90,0872	0,8300
	5 kat	92,6511	0,3969	0,0961	0,2411	66,5842	89,7631	0,8280
	2 kat	92,4833	0,3634	0,0995	0,2438	68,9461	90,7837	0,8180
	%80'e %20	92,9345	0,3467	0,0962	0,2404	68,8895	93,5808	0,8150
	%70'e %30	92,5127	0,3622	0,0980	0,2468	68,8891	94,1555	0,7970

Algoritmaların farklı eğitim ve test kümeleri üzerinde uygulanması sonucu oluşturulan ROC eğrileri aşağıdaki gibidir:

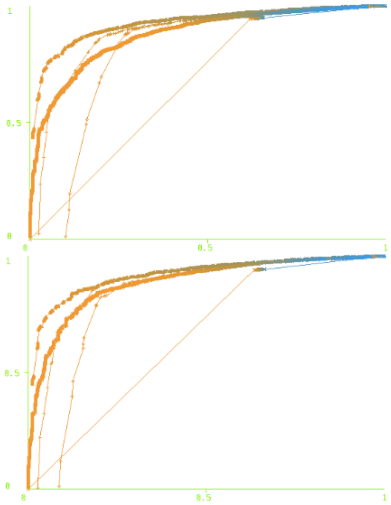


2 kat çapraz geçerleme



5 kat çapraz geçerleme

10 kat çapraz geçerleme



%70'e %30 bölünme

%80'e %20 bölünme

x	Random Tree (class: no)
+	RepTree (class: no9
◊	J48 (class: no)
Δ	Random Forest (class: no)
▽	SMO (class: no)
x	Multilayer Perceptron (class: no)

6.SONUÇ

Bu çalışmada müşterilerin vadeli mevduat durumunun tahmin edilmesi için karar ağacı algoritmalarının ve geleneksel yapay zekâ yöntemlerinden olan yapay sinir ağları ve destek vektör makinaları algoritmalarının karşılaştırmalı analizi gerçekleştirilmiştir. Performans ölçütlerine göre algoritmaların sonuçlarını içeren tablo incelendiğinde doğru sınıflandırma yüzdesi açısından Random Forest algoritmasının %93,1329 değeri ile en iyi sınıflandırma yüzdesi değerini verdiği görülmektedir. Gerçek ve tahmini değerler arasındaki uyuşmayı gösteren ve yüksek olmasını beklediğimiz kappa istatistiği için en iyi değeri C4.5 algoritması vermiştir. MAE (Ortalama Mutlak Hata) ve RAE (Göreli mutlak hata) ölçütlerinde en düşük hata değerine sahip olarak en iyi performansı sergileyen destek vektör makinaları algoritmasıdır. RMSE (Ortalama karesel hata karekökü) ve RRSE (Göreli karesel hata karekökü) hata ölçütleri için en düşük değeri vererek en iyi performansı gösteren ise Random Forest algoritmasıdır. ROC eğrileri incelendiğinde ROC alanı 1'e en yakın olan yani doğruluğa en çok yaklaşmış olan algoritmanın (%70'e %30 bölünme, 10 kat çapraz geçerleme ve 5 kat çapraz geçerleme yapıldığı değerleri için) 0,9230 değeri ile Random Forest algoritması olduğu görülmüştür.

Performans ölçütlerine göre algoritmaların sonuçları ve ROC eğrileri incelendiğinde doğrudan pazarlama kampanyası sonucunda ulaşılan müşterilerin vadeli mevduat hesabına abone olup olmamaları durumunun sınıflandırılmasında uygulanan diğer algoritmalara göre en başarılı algoritmanın Karar ağacı algoritmalarından biri olan Random Forest algoritması olduğu görülmüştür.

Karar ağacı yöntemlerinden olan Random Forest algoritmasının geleneksel yapay zekâ yöntemlerinden olan yapay sinir ağları ve destek vektör makinaları algoritmalarından daha iyi sonuç verdiği görülmüştür.

Toplu bir öğrenme algoritması olan ve içerisinde rassalığı da barındırması sebebiyle tahminlemede güçlü ve tutarlı sonuçlar veren Random Forest algoritmasının aynı zaman da diğer karar ağacı yöntemleri gibi öğrenmesinin ve uygulanmasının kolay olduğu da bilinmektedir. Tüm bu avantajları göz önüne alındığında tahminlemede Random Forest algoritmasının iyi sonuç veren ve kullanışlı bir algoritma olduğu söylenebilir.

KAYNAKÇA

Coşkun, C., Baykal, A. (2011). Veri Madenciliğinde Sınıflandırma Algoritmalarının Bir Örnek Üzerinde Karşılaştırılması. *Akademik Bilişim*, Malatya.

KAVZOĞLU, T., ÇÖLKESEN, İ. (2010). Karar Ağaçları İle Uydu Görüntülerinin Sınıflandırılması. *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi*, *2*(1), 36-45.

Bhardwaj, B. K., Pal, S. (2012). Data Mining: A prediction for performance improvement using classification. *International Journal of Computer Science and Information Security*, Vol. 9, No. 4.

Sut, N., Simsek, O. (2011). Comparison of regression tree data mining methods for prediction of mortality in head injury. *Expert systems with applications*, *38*(12), 15534-15539.

Yeh, D. Y., Cheng, C. H., Chen, Y. W. (2011). A predictive model for cerebrovascular disease using data mining. *Expert Systems with Applications*,38(7), 8970-8977.

Dekker, G., Pechenizkiy, M., Vleeshouwers, J. (2009). Predicting students drop out: A case study. *In Educational Data Mining 2009*.

Moro, S., Cortez P., Rita P. (2014). A Data-Driven Approach to Predict the Success of Bank Telemarketing. *Decision Support Systems*, Elsevier, 62:22-31.

Witten, I. H., Frank, E. (2005). *Data Mining: Practical machine learning tools and techniques*. Morgan Kaufmann. ISBN: 0-12-088407-0.

Breiman, L. (2001). Random forests. *Machine learning*, *45*(1), 5-32.

Kalmegh, S. (2015). Analysis of WEKA Data Mining Algorithm REPTree, Simple Cart and RandomTree for Classification of Indian News. *International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology*, *2*(2), 438-446.

Akçetin, E., Çelik, U. (2014). İstenmeyen Elektronik Posta (Spam) Tespitinde Karar Ağacı Algoritmalarının Performans Kıyaslaması. *Journal of Internet Applications & Management/İnternet Uygulamaları ve Yönetimi Dergisi*,*5*(2).

Quinlan, J. R. (1993). C4. 5: Programming for machine learning. *Morgan Kauffmann*, 38.

Öztemel, E. (2003). *Yapay Sinir Ağlari*, Papatya Yayıncılık Eğitim, İstanbul, ISBN: 978-975-6797-39-6.

Kavzoğlu, T., Çölkesen, İ. (2010). Destek Vektör Makineleri İle Uydu Görüntülerinin Sınıflandırılmasında Kernel Fonksiyonlarının Etkilerinin İncelenmesi. *Harita Dergisi*, *144*(7), 73-82.

ARIMA VE NAR (DOĞRUSAL OLMAYAN AR) YÖNTEMLERİYLE TALEP TAHMİNİ MODELLEMESİ

Doğancan Okumuş
İstanbul Teknik Üniversitesi

Ömer Faruk Beyca
İstanbul Teknik Üniversitesi

Yavuz Günalan
Bahçeşehir Üniversitesi

Selim Zaim
İstanbul Teknik Üniversitsi

ÖZET

Enerji ihtiyacını dış kaynaklarla karşılayan devletler için, talep tahminleri kritik öneme sahiptir. Türkiye, enerji ihtiyacının büyük bir bölümünü doğal gaz ile sağlamakta, kullandığı doğal gazın ise neredeyse tamamını ithal etmektedir. Bu bağlamda ülkemizin gelecekteki doğal gaz talebinin en sağlıklı şekilde belirlenmesi amacıyla çeşitli talep tahmini yöntemleri kullanılarak en uygun modelin belirlenmesi hayati önem arz etmektedir. Enerji talep projeksiyonu için sıklıkla geleneksel yöntemlere başvurulmaktadır. Geleneksel yöntemler durağan ve lineer olmayan veri setleri için iyi sonuç verse de, ekonomideki hareketlenmeler, politikadaki değişimler göz önüne alındığında enerji talebinin dalgalanmalar gösterdiği gözükmektedir. Geleneksel yöntemler bu dalgalanmaların sebebiyet verdiği sapmaları yakalayamamakta dolayısı ile talep tahmininde istenilen doğruluğu yakalayamamaktadır. Bu problemin üstesinden gelmek için doğrusal olmayan AR modeli ile talep tahmini yapılıp klasik yöntemler ile karşılaştırılacaktır.
Anahtar Sözcükler: ARIMA, NAR, Talep Tahmini

DEMAND FORECASTING USING ARIMA AND NAR (NON-LINEAR AR)

ABSTRACT

Demand forecasting is vital for countries which meets its energy requirement from foreign sources. Turkey satisfy its energy demand from natural gas resources and imports almost all its need. Because of this reason it is critical to forecast natural gas demand accurately with the most suitable model. Conventional models are widely used to forecast demand. Although conventional models works well with linear and non-linear time series it is not suitable for energy demand forecasting because energy demand shows fluctuations due to economic and political changes. Conventional models can’t capture these fluctuations, hence prediction accuracy is not satisfying. In order to overcome this problem non-linear AR model will be utilized and will be compared with the conventional models.

1.GİRİŞ

Ülkemiz, gerek enerji üretimi, gerekse de konut ve sanayi ihtiyaçlarında kullanılmak üzere yüksek miktarlarda doğal gaza ihtiyaç duymaktadır. Bu ihtiyacın çok büyük bir kısmı ithalat yoluyla karşılanmaktadır. Türkiye için son derece kritik olan bu kaynağa ilişkin isabetli talep tahmini yapılması muazzam önem taşımaktadır. Bunu göz önüne alarak, bu bitirme çalışması kapsamında, öncelikle doğal gaz piyasalarının yapısı incelenecek, doğal gaz ve benzer piyasalar için literatürde bulunan çalışmalara değinilecek, daha sonra ise talep tahminleri yöntemleri bir özet şeklinde incelenecektir. Uygulama bölümünde, Türkiye'nin doğal gaz ithalatı için ARIMA, SARIMA ve NAR talep tahmini modelleri oluşturulacak ve tahmin yapılacaktır. Son olarak, tahmin sonuçları değerlendirilip yorumlanacak ve gelecek çalışmalar için önerilerde bulunulacaktır.

Birçok gelişmiş ve gelişmekte olan ülkede, ekonomik ilerlemenin ve buna bağlı sosyoekonomik gelişmenin elde edilebilmesi için enerji kritik bir girdi olarak kabul edilmektedir (Khan, 2015). Türkiye için doğal gaz 1980'lerde önem kazanmaya başlayıp, günümüzde tüketimi en hızlı artan enerji kaynağı olup, aynı zamanda ülkenin temel enerji kaynağı konumundadır (Hacısalihoğlu, 2008). Durum böyle olunca gerek dünya genelinde, gerekse de Türkiye'de doğal gaz ve benzeri kaynaklar için birçok talep tahmini çalışması literatüre geçmiştir. Bu bölüm içerisinde önce doğal gaz piyasalarının detaylı incelenmesine ve Türkiye için doğal gazın önemine, sonra da literatürde bulunan güncel çalışmalara yer verilecektir.

Büyüme hızları dikkate alınarak, özellikle gelişmekte olan ülkeleri inceleyen çalışmalara göre Brezilya, Rusya ve Türkiye'nin doğal gaz tüketim değerleri hızla attığı görülmektedir (Bildirici ve Bakırtaş, 2013). Türkiye, artan tüketimine rağmen, doğal kaynaklarının sınırlı olması sebebiyle, temel enerji kaynağı olarak kullandığı doğal gazın %98'inden fazlasını ithal etmektedir. Türkiye'nin 2011 yılında açıklanan yıllık bütçe açığının %20'si (yaklaşık 20 milyar Amerikan doları) ithal edilen doğalgaz nedeniyledir. Diğer taraftan, mevcut hükümetin plan ve açıklamalarına göre enerji sektöründe, gelecek yıllar için talep miktarı hız kesmeden artacaktır (Melikoğlu, 2013). 2015 yılı itibariyle ithal edilen doğal gaz oranı tüketimin %99.04'üne ulaşmıştır (EPDK, 2015).

Doğal gaz, ülkemizde olduğu kadar dünya genelinde de önemli bir ihtiyaç halini almıştır. 2003 yılı itibariyle dünya genelinde enerji üretiminin %25'inden fazlasının doğal gaz ile sağlandığı bilinmektedir (Jean-Baptiste ve Ducroux, 2003). Bununla bağlantılı olarak, Erdoğdu doğal gaz piyasalarında gerçekleşen kötü niyetli/fırsatçı fiyat artışlarına karşı tüketicilerin gösterebileceği tepkilerin büyük ölçüde sınırlı olduğunu belirtmiştir (Erdoğdu, 2009). Tüketicilerin doğal gaz yerine diğer alternatiflere yönelip pazar taleplerini azaltması mümkün görülmemektedir. Doğal gaz fiyatlarında artış olmasına rağmen, ülkelerin doğal gaz tüketimini düşürememelerini ve gelirlerinin büyük bir kısmını doğal gaz ithalatı için kullanmalarını Topçu da bu sebebe bağlamıştır (Topçu, 2013). Bu görüşü destekler nitelikte, BP'nin 2015 yılı doğal gaz sektörü raporuna göre, 2014 yılında dünya çapında doğal gaz tüketimi 3393.0 milyar m^3 olup, bu değer 2004 yılı tüketim değeri olan 2698.8 milyar.Sm^3 göz önüne alındığında, 10 yılda %25.72'lik bir tüketim artışı olduğunu göstermektedir (BP, 2015).

Literatürde, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin enerji, petrol ve doğal gaz gibi önemli girdileri için 1970'lerden bu yana birçok talep tahmini çalışmaları bulunmaktadır. Kullanım alanı itibariye, doğal gaz enerji piyasalarının en önemli girdilerindendir. Doğal gaz talebinin gerçekçi göstergelerle yapılan orta ve uzun vadeli tahmini, sağlıklı bir enerji piyasasına sahip olma ve endüstrileşmiş bir ülke haline gelebilmek için olmazsa olmazdır. Enerjiyle alakalı tahminler yapılırken, fazla tahmin boşa harcanan kaynaklara neden olurken, eksik tahminde bulunmanın sonucu büyük enerji krizlerine varabilmektedir (Erdoğdu, 2009; Wadud vd., 2011). Bu sebeple, Türkiye gibi gelişmekte olan ülkeler enerji taleplerini –özellikle gelişmiş ülkelere göre daha sık görülen ekonomik olarak hassas dönemler için- çok dikkatli planlamalıdır. Tahmin çalışmalarının önemini arttıran bir diğer unsur olarak dünya enerji piyasalarının gitgide serbestleşmesi sayılabilir. Serbestleşen piyasa fiyatların büyük oranda arz ve talep değerlerine göre belirlenmesine yol açmıştır. Bu sebeple talep tahmini, fiyat öngörüleri için de kullanışlı olmaktadır (Solak, 2013).

Bu çalışmanın amacı, Türkiye Cumhuriyeti'nin doğal gaz ithalat verilerini kullanarak, ARIMA, SARIMA ve NAR yöntemleriyle, gelecek dönemler için doğal gaz talep tahmini çalışması yapmaktır.

2.METODOLOJİ

Box – Jenkins yöntemleri

Box – Jenkins metodolojisi; Box ve Jenkins'in 1976 yılında yayımlanan çalışmalarında açıklandığı üzere kesikli, lineer ve stokastik süreçler için kullanılmaktadır. Yazarlar çalışmalarını genişleterek en son 2008 yılında eserlerinin dördüncü basımını tamamlamışlardır. Box – Jenkins metodolojisi çeşitli modelleri kapsar. Bu modeller; Otoregresif (AR – Auto Regressive), Hareketli Ortalama (MA – Moving Average),

Otoregresif - Hareketli Ortalama (ARMA), ve Bütünlenmiş Otoregresif – Hareketli Ortalama (ARIMA – Auto Regressive Integrated Moving Average) tahmin modelleridir. AR(p), MA(q) ve bu ikisinin birleşimi ARMA (p,q) durağan süreçlere uygulanan modeller iken, ARIMA (p,d,q) durağan olmayan süreçler için kullanılmaktadır (Topçu, 2013). Burada bahsedilen durağanlık ile kast edilen serinin trend içermemesi veya başka bir deyişle ortalama ve varyansının zamanla değişmemesi durumudur. Ayrıca ARIMA modelleri mevsimsellik içerip içermemesi durumuna göre mevsimsel ARIMA (SARIMA) ve mevsimsel olmayan ARIMA olarak ikiye ayrılır.

Box – Jenkins metodu tek değişkenli bir serinin gelecek tahminini gerçekleştirmek amacıyla kullanılır. Serideki verilerin eşit zaman aralıklarına sahip, kesikli kayıtlar olması gerekmektedir (Box vd., 2008). Ho, Xie ve Goh'un çalışmalarına göre son 50 yıldır yoğun olarak kullanılan ve hala güncelliğini koruyan ARIMA modelleri özellikle kısa vadeli tahminlerde oldukça iyi performans göstermektedir (Ho vd.,2002).

Box – Jenkins yönteminde, zaman serisinin herhangi bir dönemdeki değeri; serinin geçmiş dönem değerleri ve hata terimlerinin doğrusal bir bileşimi ile açıklanmaktadır (Solak, 2013). Levenbach ve Cleary, ARIMA modellerini kurmak için aylık verilerin iki yıl süreyle kaydedilmesinin yeterli olduğunu belirtirken, en iyi sonucun beş ile on yıl arası kayıt olduğunda ve özellikle serinin belirgin mevsimsellik içerdiği durumlarda elde edildiğini söylemiştir (Levenbach ve Cleary, 2006).

Otoregresif Model (AR): Bir dönemin değerini, aynı serinin ondan önceki belirli sayıda dönemin değerleri ile hata terimlerinin doğrusal bir bileşimi olarak ifade eden modellerdir. İçerdikleri geçmiş dönem gözlem sayıları otoregresif modellerin isimlendirilmesinde kullanılır. Örneğin "birinci dereceden" otoregresif model, diğer bir ifadeyle AR(1), bir tane geçmiş döneme ait gözlem değeri içeriyor demektir. Buradan hareketle, Makridakis ve diğ.'nin çalışmasında p. mertebeden bir otoregresif modelin yani AR(p)'nin genel ifadesi şu şekilde belirtilmiştir (1998):

$$Y_t = c + \phi_1 Y_{t-1} + \phi 2\, Y_{t-2} + \ldots + \phi_p Y_{t-p} + e_t \qquad \textbf{(1)}$$

Burada:

c : sabit terim,

ϕ_j : *j*. Otoregresif parametre,

e_t : t. dönemin hata terimi, şeklindedir.

AR(p) olarak ifade edilen bu model aynı zamanda ARIMA(p,0,0) şeklinde de gösterilebilir.

Hareketli Ortalama Modeli (MA): Hareketli ortalama modelinde gelecek tahmini, tahmin edilecek dönemin hata terimi ile seçilen sayıdaki geçmiş dönem hata terimlerinin bir bileşimi olarak ifade edilir. Otoregresif modelde olduğu gibi, hareketli ortalama modelinde de derecelendirme vardır. Örneğin, q. Dereceden hareketli ortalama modeli, q adet geçmiş hata terimini içerir. Hareketli ortalama matematiksel modeli şu şekilde belirtilebilir:

$$Y_t = c + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \ldots - \theta_q e_{t-q} \qquad \textbf{(2)}$$

Burada

c : sabit terim,

θ_j : *j*. hareketli ortalama parametresi,

e_{t-k} : *t-k*. dönemin hata terimi, şeklindedir.

MA(q) olarak ifade edilen bu model aynı zamanda ARIMA(0,0,q) şeklinde de gösterilebilir.

Otoregresif Hareketli Ortalama Modeli (ARMA): Bu model yukarıdaki iki modelin birleşimi olup, herhangi bir t anına ait *Yt* değeri; belirli sayıdaki geçmiş gözlem değerleri ile belirli sayıdaki geçmiş hata terimlerinin lineer birleşiminden oluşur. Önceki modellerde olan derecelendirme sistemi aynı şekilde geçerli olup, bir ARMA (p,q) modeli şu şekilde ifade edilir:

$$Y_t = c + \phi_1 Y_{t-1} + \ldots + \phi_p Y_{t-p} + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \ldots - \theta_q e_{t-q} \qquad \textbf{(3)}$$

Veya bu ifadenin farklı bir gösterimiyle:

$$Y_t - (\phi_1 Y_{t-1} + \phi 2\, Y_{t-2} + \ldots + \phi_p Y_{t-p}) = e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \ldots - \theta_q e_{t-q} \qquad \textbf{(4)}$$

Otoregresif Bütünleşik Hareketli Ortalama (ARIMA) Modeli: ARMA modeline durağan olmama niteliği eklendiğinde ARIMA (p,d,q) modeli elde edilir. Pratikte karşılaşılan çok zaman serisi durağan değildir. Trend, mevsimsel ve/veya konjonktürel dalgalanmalar ve tesadüfi etkiler bu durağanlığı bozan çeşitli faktörlerdir. Durağan olmayan serileri modelleyebilmek için seride durağanlığın sağlanması gerekir (Topçu, 2013).

Durağanlığı sağlamak amacıyla, bahsedilen etkenlerin belirlenip ortadan kaldırılması gerekir. Bir serinin gözlem değerleri, o serinin ortalama değeri etrafında durağan değilse, zaman serisinin uygun dereceden farkları alınarak durağanlık elde edilebilir. Bu fark alma derecesi d ile gösterilir ve pratikte genellikle 1, maksimum olarak da 2 değerini alır. ARIMA yapısındaki p, d ve q değerlerinin küçük değişimleriyle pratikte çok geniş bir seri skalasını kapsayan tahminde bulunma imkânı vardır.

AR derecesi p, MA derecesi q ve farkı d kadar alınmış bir model (p,d,q) dereceden otoregresif entegre hareketli ortalama modeli olarak nitelenir ve ARIMA (p,d,q) şeklinde gösterilir. Solak'ın çalışmasında belirttiği şekliyle ARIMA (p,d,q) modelinin matematiksel genel terimi şu şekildedir:

$$Z_t = c + \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \ldots + \phi_p Z_{t-p} + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \ldots - \theta_1 e_{t-q} \quad \textbf{(5)}$$

Burada:

c : Sabit değer,

Z_t : d. dereceden farkı alınmış gözlem değerleri,

ϕ_t : d. dereceden farkı alınmış gözlem değerlerinin katsayıları,

e_t : Hata terimleri,

θ_t : Hata terimlerinin katsayıları olarak belirtilmiştir (Topçu, 2013).

Mevsimsel ARIMA (SARIMA) Modeli: Zaman serilerinin birbirini takip eden yıllar için, yılın belli dönemlerinde maksimum ve minimuma ulaştığı durumlarda, o serinin mevsimsel dalgalanma taşıdığı söylenilebilir. Doğal veya sosyal sebepler sonucunda oluşan ve düzenli bir biçimde tekrarlayan bu seriler mevsimsel zaman serileridir. Bu tip serilerde mevsimsel dalga uzunluğu *s* ile gösterilir. Aylık gözlemler şeklinde oluşturulan bir seri için dalga uzunluğu genellikle 12 (bir yıl) olmakla birlikte, daha farklı (örneğin 6 aylık) dalgalanmalar da mümkündür.

Daha önce belirtildiği üzere, mevsimsellik zaman serilerinde durağanlığı bozan bir unsurdur, ve durağanlığın elde edilebilmesi için mevsimsellik etkisinden serinin arındırılması gerekmektedir. Bu amaçla serinin s. dereceden farkı alınır (Topçu, 2013).Mevsimsel serilen modellenebilmesi için ARIMA yapısına mevsimsel kısım ilave edilir ve yapı şu şekilde gösterilir:ARIMA (p,d,q) $(P,D,Q)_s$

(p,d,q) mevsimsel olmayan kısmın derecesini, (P,D,Q) ise mevsimsel kısmın derecesini ifade eder. Genel mevsimsel modelin derecesi bu iki derecenin çarpımıdır.

Yapay zeka yöntemleri

Yapay zeka, bir bilgisayarın veya bilgisayar denetimimdeki bir makinenin, genellikle insana özgü nitelikler olduğu varsayılan akıl yürütme, anlam çıkartma, genelleme ve geçmiş deneyimlerden öğrenme gibi yüksek zihinsel süreçlere ilişkin görevleri yerine getirme yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Topçu, 2013). Bu çalışma kapsamında yapay zeka ile tahmin yöntemlerinden yapay sinir ağları ile bulanık mantık yöntemleri kısaca anlatılacaktır.

Yapay sinir ağları (YSA)

Yapay sinir ağları, insan beyninin sahip olduğu öğrenme, ilişki kurma, sınıflandırma, genelleme, tespit yapma gibi özellikleri uygulamak üzere geliştirilen yapılardır.

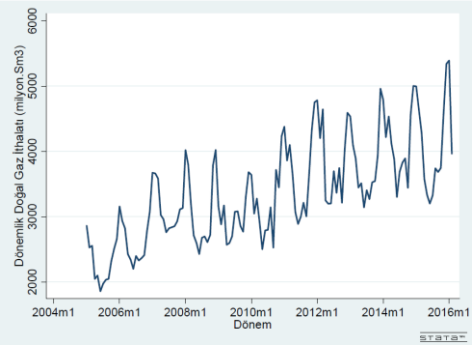
Bu özellikleri oluşturabilmek için öncelikle YSA'nın mimarisinin belirlenmesi, sonrasında çeşitli matematiksel modeller kullanılarak, modelin çıktılarının istenilen doğruluk düzeyinde olması için çeşitli ağırlık katsayıların atanması gerekmektedir. Yapay sinir ağları, geçmiş kayıtları kullanarak, ağırlıklarda değişim yapar ve girdi değişkenler ile çıktı değerleri arasında bir ilişki kurar. Bu işlem literatürde YSA'nın öğrenmesi veya eğitilmesi olarak geçmektedir. Eğitilmiş bir YSA'na yeni veriler girdi olarak verilebilir ve tahmin yapması istenilebilir. YSA eğitilirken, ağın çıktısı, istenilen gerçek değer ile karşılaştırılır ve bir hata hesaplanarak geri bildirim yapılır ve buna göre katsayılarda düzenlemeye gidilir, bu algoritmaya Geri Yayılma denilmektedir (Topçu, 2013).

Bir YSA modelinin başarılı faaliyet gösterebilmesi için en kritik etmen, katman ve nöron sayılarının uygun seçilmesi ile öğrenme algoritması ve ilk ağırlık katsayılarının veriye uygun belirlenmesidir (Demirel ve diğ, 2012).

YSA'nın öğrenme evresinde, veriler genellikle iki gruba ayrılır ve birinci grupla öğrenme işlemi gerçekleştirilirken, ikinci grup test amacıyla kullanılır. Bu çalışma kapsamında kullanılan Matlab 2015a paket programı ile oluşturulan zaman serisi yapay sinir ağı için veriler üç gruba ayrılarak sırasıyla öğrenme, doğrulama ve test işlemleri yapılmaktadır.

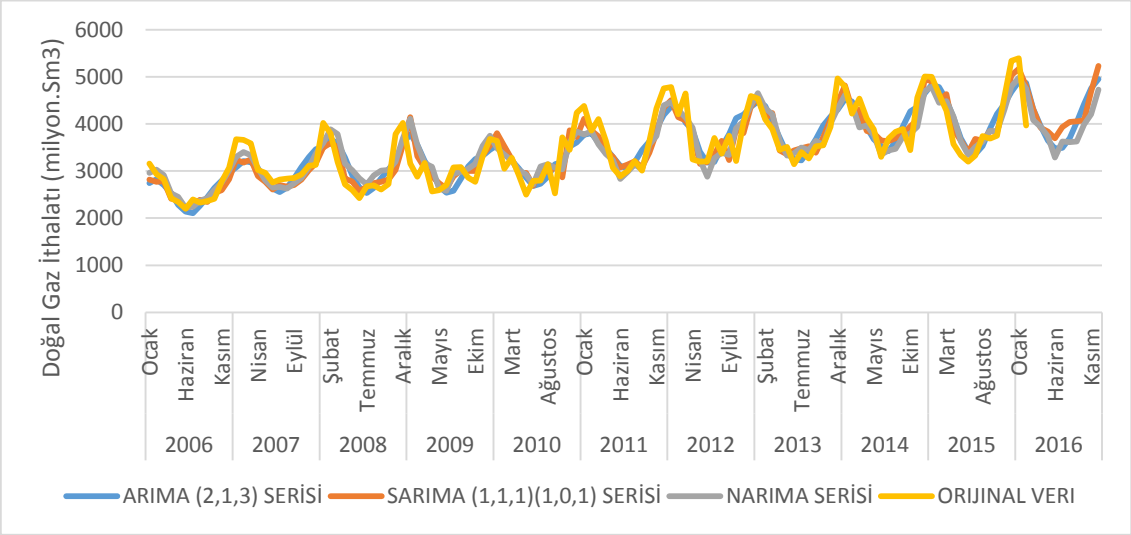
3. VAKA ANALİZİ

Türkiye'nin 2005 – 2016 yılları arasında toplam doğal gaz ithalatına ilişkin veriler iki parça olarak temin edilmiştir. 2005-2006 yılları aylık verileri, doğal gaz ithalat ve dağıtımını yapan resmi kurumların internet adreslerinde yayımlanmadığından, güncel BP ve EPDK raporlarından elde edilen toplam yıllık miktar verilerinin 2007-2015 yılları arasındaki aylık dağılıma uygun olacak şekilde aylara dağıtılmasıyla elde edilmiştir. 2007 – 2016 aylık verileri ise Enerji Piyasası Düzenleme Kurulundan alınmıştır.



Şekil 1. Aylık dönemler halinde doğal gaz ithalat verileri.

Verilerin analizi için MS Excel, Stata 12, EViews 9.5 ve MATLAB 2015a paket programları kullanılmıştır. Doğal gaz ithalat verilerinin dönemlere göre toplu gösterimi Şekil 1'de verilmiştir. Şekilden anlaşıldığı üzere seri dinamik yapıdadır ve bir artış trendi söz konusudur.



Şekil 2. Tahmin Sonuçları Karşılaştırması

Tahmin sonuçlarının daha anlaşılabilir görülmesi açısından, Şekil 2'de orijinal doğal gaz ithalat verisi ve kullanılan üç yöntemin sonuçlarını içeren bir grafik eklenmiştir. Kabaca bakıldığında üç yöntemin de orijinal serinin karakteristiğini yakalamayı başardığı söylenilebilir. Hangi yöntemin en yakın sonucu verdiğini tespit etmek için, her bir yöntemin Ocak 2006 – Şubat 2016 dönemleri arasındaki mutlak ve karesel hatalarının incelenmesi uygun görülmektedir. Bu amaçla yapılan işlemler sonucunda Çizelge 1'deki sonuçlar elde edilmiştir. Sonuçlara göre, bu çalışmada kullanılan doğal gaz ithalat verileri için en uygun model olarak NAR modeli tespit edilmiştir. Burada değinilmesi gereken çok önemli bir husus olarak, kullanılan NAR modelinin tekrar tekrar koşturulmasıyla daha iyi bir sonuç elde etme ihtimalinin olması, ayrıca nöron sayısı gibi parametrelerde yapılabilecek değişikliklerin NAR performansını arttırıcı etkilerde bulunabilmesi hususları sayılabilir. Haricinde, doğal gaz tüketimi içerisinde büyük pay sahibi olan konut tüketimi ve onun kapsadığı ısınma ihtiyacı faktörü nedeniyle SARIMA'nın ARIMA'ya göre daha iyi sonuç vermesi beklenilen bir durumdur.

Çizelge 7.1. Yöntemlerin birbiriyle karşılaştırılması.

	Yöntem		
	ARIMA(2,1,3)	SARIMA(1,1,1)(1,0,1)	NAR
Toplam Karesel Hata	14651632	11255134	**11009311**
Toplam Mutlak Hata	33976	28405	**27480**

KAYNAKÇA

Bildirici, M. E., Bakırtaş, T., 2013: The relationship among oil, natural gas and coal consumption and economic growth in BRICTS (Brazil, Russian, India, China, Turkey and South Africa) countries. *Energy*, 65, 134-144.

British Petroleum, 2015, *BP Statistical Review of World Energy June 2015*. Web address: bp.com/statisticalreview

Box, G. E. P., Jenkins, G. M., 1976: Time Series Analysis: Forecasting And Control. Revised ed. San Francisco: Holden Day.

Box, G. E. P., Jenkins, G. M., and Reinsel, G.C., 2008: Time Series Analysis: Forecasting And Control. Revised 4th ed. John Wiley & Sons, Hoboken NJ.

Demirel, Ö. F., Zaim, S., Çalışkan, A., Özuyar, P., 2012: Forecasting natural gas consumption in Istanbul using neural networks and multivariate time series methods. *The Turkish Journal of Electrical Engineering&Computer Sciences.* 20, 695-711.

Erdoğdu, E., 2009: Natural gas demand in Turkey. *Applied Energy,* 87, 211-219.

Hacısalihoğlu, B., 2008: Turkey's natural gas policy. *Energy Policy,* 36, 1867-1872.

Ho, S. L., Xie, M., and Goh, T. N., 2002: A comparative study of neural network and Box-Jenkins ARIMA modeling in time series prediction. *Computers & Industrial Engineering,* 42, 371-375.

Jean-Baptiste, P., Ducroux, R., 2003: Energy policy and climate change. *Energy Policy,* 31, 155-166.

Khan, M.A., 2015: Modelling and forecasting the demand for natural gas in Pakistan. *Renewable and Sustainable Energy Review*s, 49, 1145-1159.

Levenbach, H., Cleary, J. P., 2006: *Forecasting: Practice and Process for Demand Management.* Duxbury Thomson/ Brooks/Cole, Belmont CA.

Makridakis, S. G., Wheelwright, S.C., and Hyndman, R. J., 1998: *Forecasting: Methods and Applications*. 3rd ed. John Wiley & Sons, New York.

Melikoğlu, M., 2013: Vision 2023: Forecasting Turkey's natural gas demand between 2013 and 2030. *Renewable and Sustainable Energy Reviews,* 22, 393-400.

Solak, A. O., 2013: türkiye'nin toplam petrol talebi ve Ulaştırma sektörü petrol talebinin ARIMA modeli ile tahmin edilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi,* 3(18), 131-142.

T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu, 2015, *Doğalgaz Piyasası 2014 Yılı Sektör Raporu*. Ankara.

Topçu, G. Y., 2013: *Türkiye Doğal Gaz Tüketim Tahmini*. Yüksek Lisans Tezi, T.C. Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

Wadud, Z., Himadri, S. D., Kabir, Md. A., and Khan, S. I., 2011: Modeling and forecasting natural gas demand in Bangladesh. *Energy Policy,* 39, 7372-7380.

DÖKÜM SANAYİSİNDE METAL ALAŞIM ORANLARINA HOTELLİNG T^2 VE *MEWMA* KONTROL GRAFİKLERİ UYGULAMALARI

Kenan Orçanlı
Atatürk Üniversitesi

Burak Birgören
Kırıkkale Üniversitesi

Erkan Oktay
Atatürk Üniversitesi

ÖZET

Günümüzde döküm tekniğinde kaliteyi büyük ölçüde erimiş metalin içine döküldüğü kalıpların türü ve hazırlanışındaki gösterilen özen belirlemektedir. Ancak bu kriterler her zaman yeterli değildir. Bu kriterlerin yanında malzemenin kalitesi, alaşımın elde edildiği eriyin içindeki elementlerin oranlarına da bağlıdır. Çünkü her bir element alaşıma farklı katkılar sunmaktadır. Metal alaşımının içindeki metal oranlarının değerlerinin elde edilmesi için birçok teknik vardır. Ancak bu tekniklerin içinde döküm sanayisinde yaygın kullanılanı ise spektral analiz yöntemi olduğu söylenebilir. Bu çalışma da, spektral analiz sonucunda elde edilen element değerlerinin çok değişkenli kontrol grafikleri (Hotelling T^2 ve *MEWMA* Kontrol Grafikleri) ile nasıl izlenmesi gerektiği gösterilecek ve örnek bir uygulaması pirinç dökümü üretim sürecinde yapılacaktır. Ayrıca, döküm sürecinde çok değişkenli kontrol grafikleri ile yapılan kalite kontrol uygulamasının genelleştirilmesi sağlanmaya çalışılacaktır.

Anahtar Sözcükler:Döküm, Hotelling T^2, MEWMA, Pirinç.

THE HOTELLING T^2 AND MEWMA CONTROL CHARTS' APPLICATIONS TO METAL ALLOYS IN THE CASTING PROCESS

ABSTRACT

Today, quality in the casting tekniques largely has been determined by the type of the mold beıng poured molten metal and the care in the preparation of the mold. However, these criteria are not always enough. Besides these criteria, the quality of the material depends on the ratio of the elements in the melt of the alloy. Because each element has different contributions to the alloy. There are many techniques for obtaining the values of the metal content of the metal alloy. However, it can be said that one of these techniques commonly used in the foundry industry is the spectral analysis method. In this study, the elements' values being obtained from the spectral analysis are tried to show how it should be monitored via multivariate control charts and a sample application shall be made in brass production process. In addition, the generalization of multivariate control charts are made an attempt to achieve quality control applications in the casting process,

Keywords: Casting, Hotelling T^2, MEWMA, Brass.

1. GİRİŞ

Bilindiği gibi üretim; fiziksel bir maddenin araç gereç, insan gücü ve materyallerin yardımıyla monte edilmesi ya da yapımıdır. Diğer bir deyişle doğada bulunan malzemelerin istenilen özellik ve biçimdeki ürünlere dönüştürmek anlamında kullanılabilir (Aran, 2007). Fiziksel maddenin ortaya konulması için ürünün özelliklerine göre çeşitli çalışmalar yerine getirilmektedir. Uygarlığın hızla ilerlemesi insanların gereksinimlerinin artmasına neden olmakta, bunun yanı sıra hızla gelişen teknoloji üretim işlevini karmaşıklaştırmaktadır.

Üretim yöntemleri, iç ve dış dönüşümler olarak iki gruba ayrılmaktadır (Aran, 2007). İç dönüşümler genellikle cevherlerin indirgenmesi, kimyasal arıtma, ısıl işlemler gibi maddelerin kimyasal dönüşüme uğratıldıkları üretim tekniklerdir. Dış dönüşümler ise malzemelerin istenilen biçim ve boyutlara sokulması için uygulanan üretim yöntemleridir. Bu kapsamda birçok değişik yöntem içeren üretim yöntemlerinin başlıcaları döküm, kaynak, plastik şekil verme ve talaş kaldırma yöntemleridir.

Üretim yöntemlerinin biri olan döküm, metal üretme fırınlarından elde edilen eriyik haldeki metalin kullanım amacına göre gerekli şekil verilerek katılaştırılması olayıdır (Özel ve Birgören, 2007). Yani diğer bir deyişle, sıvı halde akıcı olan metallerin üretilmek istenen parçanın biçiminde bir boşluk içeren kalıplara doldurularak katılaştırıldığı bir imalat yöntemidir.

Döküm yönteminde saf ve çeşitli ametaller kullanılmaktadır. Çünkü saf metaller belirli özelliklere sahiptir. Bu nedenle ancak sınırlı kullanma alanları vardır. Saf metallerin özelliklerini belirli hâllerde değiştirmek mümkündür. Soğuk biçimlendirme ve ısıl işlemlerle sağlanan özellik değişimi, endüstrinin gerektirdiği sayısız özellikler (mukavemet, uzama, şekil alma, yüzey parlaklığı, elektrik, ısı iletkenliği ve görünüm) kazandırmak için alaşıma ihtiyaç duyulur. Alaşım, bir metale bir ya da birçok element katılarak elde edilen veya daha fazla sayıdaki elementin bir arada eritilmesi ile farklı özellikler ve üstün mekanik değerler taşıyan metalurji ürünü olan bu yeni türe verilen isimdir. Bu işlem, metalin bazı özelliklerini değiştirmeyi, hatta ona yeniş özellikler kazandırmayı amaçlar (MEGEP, 2007).

Alaşım yapmanın amacı, çok sayıda ve değişik özellikte malzeme elde etmek, mekaniksel özellikleri değiştirmek, fiziksel özellikleri değiştirmek, ısıl işlemlerine uygun hâle getirmek, malzeme maliyetini düşürmek, korozyondan korunmak için alaşım yapılır (MEGEP, 2007). Alaşımın en büyük yararı ilâve edilen metallerin, ana metal özelliklerine nasıl tesir ettiğinin bilinmesi ile üstün özelliklere sahip yeni mamullerin elde edilmesine yardım eder. (MEGEP, 2007)

Döküm sanayisinde döküm üretim süreci genellikle üç bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde üretilecek olan dökümün içinde bulunması gereken elementlerin bulunduğu saf ve hurda malzemeler uygun oranlarda birleştirilir ve eriyik elde etmek için şarjlar hazırlanır. Daha sonra döküm öncesi şarjlar eritilir ve döküm sıcaklığına çıkartılır. Kalıba dolan metal soğumaya başlar, sıcaklık belli bir değere düştüğü zaman katılaşma başlar ve katılaşma tamamlandığında hala sıcak olan parça oda sıcaklığına kadar soğur. Bu arada faz dönüşümleri oluşabilir. Bütün bu süreç boyunca parçanın boyutu ve biçimi yanında malzemenin iç yapısı ve dolayısıyla özellikleri belirlenir. En sonunda elde edilen eriyik dinlendirilerek metalin kullanım amacına ve üretim yöntemine göre gerekli şekil verilere nihai ürün elde edilir.

Bu kapsamda üretilen ürünün kalite kontrolü genellikle bir kaç aşamada yapılmaktadır. Birinci aşamada eriyik hale gelen metalin dinlendirme ocağına alınmadan eriyiğin içindeki elementler oranlarının belli oranlarda olması istenmektedir. Element oranları, eriyiğin içinde bulunan metallerin ağırlığının toplam eriyik ağırlığına bölünerek bulunan yüzde değerlerdir. Bir metalin kalitesi bu metallerin yüzde değerlerine bakılarak yapılır ve ölçüm sonunda bu değerlerin belli standartlarda olması istenir. İkinci aşamada ise döküm tekniğinde kaliteyi büyük ölçüde erimiş metalin içine döküldüğü kalıpların türü ve hazırlanışındaki gösterilen özen belirlemektedir. Birinci aşamada yapılan kalite kontrolü aslında metal analizinden başka bir iş değildir.

Günümüz teknolojisi bize süratli ve güvenilir metal analizi imkânı sunabilir bir konuma gelmiş bulunuyor. Bu analiz yöntemlerinde biriside spektral analizdir. Spektrometreler ışığı spektral olarak dalga boylarına ayıran elektriksel sinyallere dönüştürerek materyal analizi yapabilen cihazlardır ve bu sayede de daha hassas ve güvenilir sonuçlara ulaşılabilinmektedir. Spektral analiz cihazları ile pik ve sfero döküm, düşük alaşımlı çelikler, paslanmaz çelikler, mangan çelikleri, otomat çelikleri, etial alaşımları, alüminyum alaşımları, saf alüminyum, bakır, pirinç, bronz, saf çinko analizleri gerçekleştirilebiliyor.

Bu kapsamda yapılan çalışmanın amacı döküm sanayisinde kalite kontrolün dökümün elde edildiği alaşım içindeki element oranlarının çok değişkenli kontrol grafikleri ile takibinin yapılarak sağlanabileceğinin gösterilmesi amaçlanmış ve bu durum pirinç üretim sürecinde gösterilmeye çalışılmıştır. Uygulamada kullanılacak Hotelling T^2 ve *MEWMA* kontrol grafikleri ile ilgili detaylı bilgiler Lowry, Woodall, Champ ve Rigdon (1992) ve Montgomery (2009) tarafından hazırlanmış yayına bakılabilir.

Uygulama, Kırıkkale ilinde konuşlu MKE Kurumuna bağlı olarak faaliyetlerini yürüten Pirinç Fab.Md.lüğü üretim sürecinde 01 Ocak-31 Mart 2015 tarihleri arasında üretilmiş ürünlerin spektral

analizi sonucunda elde edilen üç aylık element değerleri kullanılmıştır. Pirinç döküm sanayinde pirinç alaşımın elde edilmesi ile ilgili olarak üretim süreci vezinhanenin açık alanına getirilen hurda malzemeler ile saf maddelerin içindeki birbirine benzer elementlere göre sınıflandırılması ile başlar ve en kritik süreçlerden biri bu hurda malzemeler ile saf maddelerin istenen metal oranlarını sağlayacak şekilde harmanlanmasıdır. Harmanlar, içerisinde çeşitli metaller ihtiva eden hurda malzemelerin ve saf malzemelerin karışımından oluşmaktadır. Mevcut saf ve hurda malzemeler karıştırılarak ergitme ocaklarına şarj edilip istenilen standartlarda pirinç elde edilir. Ergitme ocaklarından her şarjda belli periyotlarla kontrol amaçlı örnek alınarak karışımın içerisindeki element yüzdeleri ölçülür (Özel ve Birgören, 2007). Herhangi bir elementin oranı az gelmişse standardı sağlamak için o maddeden gerekli miktar ocağa eklenir. Element oranı fazla çıkmışsa öncelikle saf çinko (Zn) ve bu çinkonun eklenmesiyle oranı alt sınır altına (min) inecek elementten gerekli miktar ocağa ilave edilerek oranlar sağlanmaya çalışılır. Eğer ocakta farklı bir ürünün dökümüne geçilecekse, bir önceki ürünün dökümünden belli bir miktar ocakta kaldığı için ocağa saf bakır veya çinko ilave edilir: Yeni ürünün bakır oranı bir öncekinden yüksek ise saf çinko, düşük ise saf bakır ilave edilerek ocaktaki karışımın empürite oranları yeni ürünün seviyesine çekilir. MS pirinç cinsi olarak üretim sonunda ulaşılması istenen hedef değer tablosu Çizelge-1'de yer almaktadır.

Çizelge-1:MS 58 Cinsi Pirinç Özellikleri

MS 58 CuZn39Pb3		
	Minimum Değer (%)	Maksimum Değer (%)
Cu	57	59
Pb	2.5	3.5
Al	0	0,1
Fe	0	0,5
Ni	0	0,5
Sb	0	0,02
Sn	0	0,4
Diğer	0	0,3
Zn	Geri kalan	

Değişik ülkelerden bilim adamları, mühendis ve ustaların katkılarıyla kalıp malzemeleri, kalıplama yöntemleri, eritme ocakları, döküm malzemeleri gibi alanlarda sürekli geliştirilen döküm teknolojileri, günümüzde yaygın olarak kullanılan bir imalat yöntemi haline gelmiştir. Döküm yolu ile biçimlendirilen metalleri en önemlileri; dökme demirler, çelik, bakır ve alüminyum alaşımlarıdır (Aran, 2007:6).
Örnek uygulaması pirinç döküm sanayinde gösterilen çok değişkenli kontrol grafiklerinin uygulaması diğer döküm sanayilerinde örneğin alüminyum döküm sanayisinde ve demir döküm sanayisinde uygulamaları da mümkündür.

2. UYGULAMA

Uygulama Yöntemi:

Pirinç Fab.Md.lüğü üretim sürecinde uygulanacak kalite konrolü ile ilgili kalite karakteristikleri bireysel olarak *I, MR ve EWMA* kontrol grafikleri ile ve eş zamanlı olarak Hotelling T^2 ve *MEWMA* kontrol grafikleri ile izlenmiştir. Ancak bu çalışma da sadece Hotelling T^2 ve *MEWMA* kontrol grafikleri ile yapılan bölüm verilecektir.

Uygulama Yeri ve Uygulama Verileri:

Uygulama, Kırıkkale'de MKE Kurumuna bağlı olarak faaliyetlerini yürüten Pirinç Fab.Md.lüğünün üretim sürecinde yapılmıştır. Uygulama verileri olarak 01 Ocak-31 Mart 2015 tarihleri arasında üretilen pirinç eriğinden alınan numunelerin spektral analiz sonucunda elde edilen pirinç alaşımının yüzde değerleri kullanılmıştır.

Kalite Karakteristikleri Vektörünün Oluşturulması:

Uygulamada üretim sürecinde ergitme ocağından alınan numunenin spektral analizle incelenmesi sonucunda pirinç içindeki elementlerin ağırlık cinsinden yüzde değerleri kalite değişkenlerimizi belirlemektedir. Bu durumda x_1=bakır yüzdesi, x_2=kurşun yüzdesi, x_3=demir yüzdesi, x_4=kalay yüzdesi, x_5=alüminyum yüzdesi, x_6=nikel yüzdesi ve x_7=antimon yüzdesini ifade etmektedir. Bu kapsamda kalite vektörü X=(x_1,x_2,x_3,x_4,x_5,x_6,x_7) şeklinde oluşmaktadır. Ergitme ocağına her yeni şarjdan bir numune alınır, dolayısıyla yeni bir X elde edilir. Çalışmada kullanılan veriler tek ve çok değişkenli normal dağıldığı test edilmiştir.

3. BULGULAR

Hotelling T^2 Kontrol Grafiği

Faz I Aşaması

Faz I aşaması sonunda elde edilen referans örneklem gözlem verilerine ait istatistikler aşağıdadır.

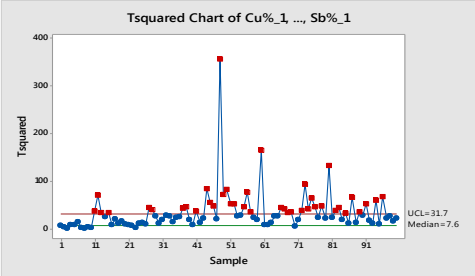
$\bar{X}_{\mathbf{Cu}}$=58,4785, $\bar{X}_{\mathbf{Pb}}$=1,84234, $\bar{X}_{\mathbf{Fe}}$=0,0714894, $\bar{X}_{\mathbf{Sn}}$=0,21127, $\bar{X}_{\mathbf{Al}}$=0,001 $\bar{X}_{\mathbf{Ni}}$=0,0351064, $\bar{X}_{\mathbf{Sb}}$=0,00729

	Cu%	Pb%	Fe%	Sn%	Al%	Ni%	Sb%
Cu%	0.97086						
Pb%	-0.08324	0.07064					
Fe%	-0.00460	0.00120	0.00033				
Sn%	-0.00084	0.00470	0.00031	0.00236			
Al%	-0.00026	0.00001	0.00002	0.00002	0.000008		
Ni%	-0.00175	0.00050	0.00015	0.00028	0.000018	0.00012	
Sb%	-0.00055	0.00075	0.00004	0.00005	-0.000001	0.00000	0.00005

Faz II Aşaması

Elementlere ait 100 adet gözlem değerinin eşzamanlı olarak izlenmesi için kurulan Hotelling T^2 kontrol grafiği, Grafik-1'de yer almaktadır.

Grafik-1:Hotelling T^2 Kontrol Grafiği



Kontrol Dışı Sinyaller: 11 12 13 15 27 28 37 38 41 44 45 46 48 49 50 51 52 55 56 57 60 66 67 68 69 72 73 74 75 76 78 80 82 83 85 87 89 91 94 96

***MEWMA* Kontrol Grafiği**

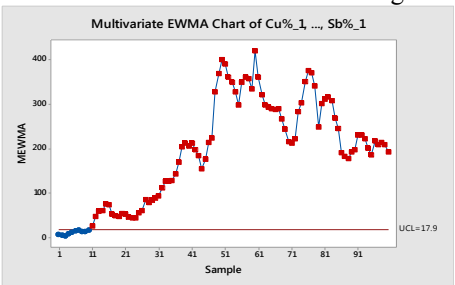
Faz I Aşaması: Ortalama Vektörü ve Varyans-Kovaryans Matrisi

$\bar{X}_{\mathbf{Cu}}$**=58.4082**, $\bar{X}_{\mathbf{Pb}}$**=1.90289**, $\bar{X}_{\mathbf{Fe}}$**=0.0718421**, $\bar{X}_{\mathbf{Sn}}$**=0.204737**, $\bar{X}_{\mathbf{Al}}$**=0.0005**, $\bar{X}_{\mathbf{Ni}}$**=0.03552**, $\bar{X}_{\mathbf{Sb}}$**=0.0072105**

	Cu%	Pb%	Fe%	Sn%	Al%	Ni%	Sb%
Cu%	1.0043452						
Pb%	0.0525406	0.0532752					
Fe%	-0.0014262	0.0001810	0.000269				
Sn%	0.0185630	0.0042129	0.000058	0.002814			
Al%	0.0001201	0.0000836	0.000007	0.000016	0.000003		
Ni%	0.0009861	-0.0003191	0.000089	0.000035	0.000003	0.000095	
Sb%	-0.0004407	0.0005932	0.000040	0.000027	-0.000001	-0.000003	0.0000509

Faz II Aşaması: Elementlere ait 100 adet gözlem değerinin eşzamanlı olarak izlenmesi için kurulan *MEWMA* Kontrol Grafiği, Grafik-2'de yer almaktadır.

Grafik-2:*MEWMA* Kontrol Grafiği



Kontrol Dışı Sinyaller:11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100

Bulgular:

- Pirinç alaşımının kalite kontrolü alaşımının içinde bulunan elementlerin çok değişkenli kontrol grafikleri ile izlenerek yapılabilir.
- Kontrol dışı sinyal olarak Hotelling T^2 kontrol grafiği 40 adet ve *MEWMA* kontrol grafiği ise 89 adet tespit edebilmiştir. Anlaşılacağı üzere pirinç üretim sürecinde ufak kaymalar oldukça önemli yer tutmaktadır.
- *MEWMA* kontrol grafiği kontrol dışı sinyallerin yanında bu sinyallerin oluşturduğu örüntüyü de tespit etmiştir. Söz konusu *MEWMA* kontrol grafiğinin örüntü tespiti durumu on adet ayrı veride de denenmiştir ve her defasında *MEWMA* kontrol grafiği ile örüntü tespit durumu başarılı bir şekilde gerçekleştiği görülmüştür. Literatürde örüntü tespiti ile ilgili olarak Hotelling T^2 ve *MEWMA* kontrol grafikleri ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.
- Kontrol grafikleri sadece süreçteki özel nedenlerin varlığını ortaya koymakta (Birgören, 2015) olup kontrol dışı sinyal nedenlerini ortaya koyamamaktadır. Pirinç alaşımı üretim sürecinde de literatürde yer alan *MYT* ayrıştırması (Tracy, Young **v**e Mason, 1995,1997), temel bileşenler analizi (Fuchs ve Kennett, 1998) ve süreç tabanlı temel gösterimleri yöntemi (Barton ve Gonzalez-Barreto, 1996,1999) ile teknikler kullanılarak bu duruma çözüm getirilebilmektedir.
- Pirinç Fab.Md.lüğünde yapılan bu çalışma sıvı halde metal eriyinden elde edilen diğer alaşımların kalite kontrol uygulamalarında da genellenebilir.

4. SONUÇ

Çok değişkenli istatistiksel süreç kontrol metotlarının son yıllarda yabancı literatürde büyük önem arz ettiği ve özellikle endüstriyel alanda çok fazla kullanıldığı görülmektedir. Yapılan bu çalışma ile çok değişkenli kontrol grafiklerinin döküm sanayisinde kalite kontrolünde henüz nihai ürün elde etmeden önce eriyik içinde bulunan element değerlerinin takibinin yapılarak kullanılabileceği gösterilmiştir. Örnek uygulaması ise pirinç alaşımının elde edildiği bir süreçte yapılmıştır. Dolayısıyla önerilen yöntem demir çelik, alüminyum ve benzer biçimde eriyikten elde edilen diğer alaşımlar içinde kullanılabilir.

KAYNAKÇA

Aran, A. (2007) *Döküm Teknolojileri İmal Usulleri Ders Notları* İTÜ, İstanbul

Barton, R. R., ve Gonzalez-Barreto, D. R., (1996), *"Process Oriented Basis Representations for Multivariate Process Diagnostics",* Quality Engineering, 9,107-118

Barton, R.R. ve Gonzalez-Barreto, D.R., (1999), *"Process-oriented basis representations: linking manufacturing process design and diagnosis"*. Proc. Euro. Conf. Con. Eng., 9, 109–114.

Birgören, B. (2015), *İstatistiksel Kalite Kontrolü,* Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara, 12-25.

Fuchs, C. ve Kenett, R. S., 1998, *Multivariate Quality Control*, Dekker, New York.

Lowry, C.A., Woodall, W.H., Champ, C.W., Rigdon, S.E., (1992). *"A Multivariate Exponentially Weighted Moving Average Control Chart"*, Technometrics, 34(1), 46-53

Mason, R.L., Tracy, N.D., Young, J.C., (1997), *"A Pratical Approach for Interpreting Multivariate T2 Control Chart Signals",* Journal of Quality Technology,29 (4), 396-406.

MEGEP (2007), *Kuyumculuk Teknolojisi Alaşım Metalleri ve Kimyasallar,* MEB Yayınları, Ankara.

Montgomery, D. C. (2009), *Introduction to Statistical Quality Control*, 6th Edition, New York: John Wiley

Özel ve Birgören (2007) *"Çok Değişkenli Kalite Kontrol Çizelgelerinin Döküm Sanayiinde Uygulanması",* Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. Cilt 22, No 4,809-811

Tracy, N.D., Young, J.C., Mason, R. L., (1995). *"Decomposition of T2 for Multivariate Control Chart Interpretation",* Journal of Quality Technology, 27(2), 99-108,

E-WASTE COLLECTION CENTER LOCATION EVALUATION PROBLEM: THE CASE OF ISTANBUL

İrem Otay
Okan Üniversitesi

Şükrü İmre
İstanbul Teknik Üniversitesi

Gül T. Temur
Beykent Üniversitesi

Hür Bersam Bolat
İstanbul Teknik Üniversitesi

ABSTRACT

In recent years; facility location decision regarding recovery activities in reverse logistics network design (RLND) has become a typical multi-criteria decision making problem because of extended both quantitative and qualitative criteria that should be taken in to account. It requires consideration of many criteria such as economical, logistical, environmental, social-cultural, and population criteria; and a wide variety of sub-criteria e.g. fixed cost, traffic, environmental spending, and population density. The fuzzy set theory is one of the appropriate approaches for handling subjectivity depending on implicit human judgments on evaluation criteria. The objective of this study is to propose a multi-criteria approach for determination of effectiveness of alternative collection center locations by using an integrated fuzzy AHP (Analytical Hierarchy Process) -fuzzy VIKOR (Multi-criteria optimization and compromise solution) methods. A case study from e-waste recycling industry in Turkey is presented. In the proposed study, 39 districts of İstanbul are evaluated and ranked according to their e-waste collecting efficiency.
Keywords: e-waste collection center location selection, fuzzy sets, AHP-VIKOR.

ÖZET

Son yıllarda; tersine lojistik ağ tasarımında geri kazanım faaliyetlerine yönelik tesisler için yer seçimi kararı, artan niteliksel ve niceliksel kriterlerin dikkate alınması gerekliliği nedeniyle çok kriterli karar verme problemi haline gelmiştir. Bu problem ekonomik, lojistik, çevresel, sosyo-kültürel ve nüfus gibi birçok kriter ile sabit maliyet, trafik, çevre harcamaları ve nüfus yoğunluğu gibi çok çeşitli kriterin göz önüne alınmasını gerektirir. Bulanık küme teorisi, değerlendirme kriterleriyle ilgili tam ve kesin olarak ifade edilmeyen insan yargılarındaki subjektiflikle başa çıkmak için kullanılan yaklaşımlardan biridir. Bu çalışmanın amacı, alternatif toplama merkezi yerlerinin etkinliğinin belirlenmesi için entegre bulanık AHS (Analitik Hiyerarşi Süreci) ve bulanık VIKOR (Çok kriterli optimizasyon ve uzlaştırıcı çözüm) yöntemlerini kullanarak çok kriterli bir yaklaşım önermektir. Çalışmada Türkiye'de e- atık geri dönüşüm endüstrisinden bir vaka çalışması sunulmuştur. Önerilen çalışmada, İstanbul'daki 39 ilçe e-atık toplama etkinliğine göre değerlendirilmiş ve sıralanmıştır.
Anahtar sözcükler: E-atık toplama merkezi yer seçimi, bulanık kümeler, AHS-VIKOR.

1. INTRODUCTION

One of the most popular definitions of reverse logistics is stated by The European Working Group on Reverse Logistics (REVLOG) as the following (De Brito and Dekker 2004): "The process of planning, implementing and controlling backward flows of raw materials, in process inventory, packaging and finished goods, from a manufacturing, distribution or use point, to a point of recovery or point of proper disposal". As a result of increase in environmental consciousness in the society, issues related to reverse logistics have become more apparent in both academic and industrial environments. Besides that, environmental regulations which impose strict obligations have been enforcing on original equipment manufacturers (OEMs), governmental institutions, logistics service providers, municipalities and customers for decreasing environmental risks to keep sustainability in an expected level. Many regulations have been implemented such as European Union (EU) Directives 2002/96/EC and 2002/95/EC that are two of the most stringent regulations regarding to the waste of electrical and electronic equipment (WEEE) (European Parliament and of the Council, Directive 2002/95/EC 2002). The Directive consists of many regulations that help to increase value creation from WEEE by the help of recovery options such as remanufacturing, recycling, repair, and refurbishing.

In reverse supply chain and reverse logistics, collection costs are one of the significant contributors to the overall costs for end of life product management that should be minimized (Yüksel, 2009). Determination of product return processes and product collection centers are one of the critical and complicated decisions of reverse logistics and reverse supply chains which require handling managing planning and controlling activities of backward flows of used products and/or materials. Hence, location selection problem of collection centers has drawn much attention from both academic and business environment (Chou et al, 2008; Kapoor et al, 2008). It directly has impacts on long term profits and performances of organizations (Queiruga et al, 2008). In addition to these, it has a complex nature because it is hard to redeemable, difficult to reverse and implies a high degree of uncertainty (Snyder, 2006). Furthermore, actors in a reverse supply chain may have different expectations; therefore, selection of the best appropriate location forces researchers to take into account conflicting ideas and perspectives simultaneously.

In order to deal with conflicting criteria and complicated nature, resulting from subjective human judgments of decision making, the fuzzy set theory has been utilized in many industrial cases. In a classical set theory, it is thought that an element cannot be in and out of a set simultaneously. However, in the fuzzy set theory a fractional membership can be accepted. There is an extent literature on multi criteria decision making using fuzzy sets. Although a large number of valuable studies has been presented in the literature, there is still gap on employing an integrated fuzzy approach (here fuzzy AHP and fuzzy VIKOR) to handle uncertainty and vagueness in such a complex decision considering multifaceted factors conducted on collection center location selection problem. A case study from Turkish e-waste recycling industry is conducted in order to verify the success of the proposed methodology. Depending on a large number of criteria and sub-criteria obtained from extensive literature review and consulting to the decision makers, experts have evaluated different districts of Istanbul in order to determine the effectiveness of alternative collection locations for e-waste recycling process. In the view of these goals, rest of the paper is organized as follows: Section 2 describes literature related to location selection in reverse logistics. Section 3 and 4 address an integrated fuzzy methodology composed of fuzzy AHP and fuzzy VIKOR and a real-life application, respectively. In Section 5, the study is concluded with the suggestions for future research.

2. LOCATION SELECTION PROBLEM IN REVERSE LOGISTICS

In reverse logistics context, product recovery activities begin with consolidation of used products in collection centers and continue with recovery processes within other centers such as disposal centers and recycling centers. Therefore, reverse logistics is a significant subtitle for facility location problems in the scope of supply chain (Farahani et al, 2010). The establishment of reverse logistics networks by deciding on the most effective location selection is a critical and complex decision to ensure product recovery activities successfully and to increase the performance of entire supply chain.

Compared to forward logistics, there are a limited number of studies which propose an approach for solving facility location evaluation and selection problem in reverse logistics context. For instance, Queiruga et al. (2008) proposed the discrete multi-criteria decision method PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations) for evaluation of Spanish municipalities. The authors aimed to introduce which locations were appropriate for installation of recycling plants. Yüksel (2009) applied AHP to evaluate predetermined e-waste collection center locations. Gan (2010) utilized an integrated AHP and Data Envelopment Analysis (DEA) approach. Barker and Zabinsky (2011) proposed a multi-criteria decision making model by benefiting from AHP method in order to assess and prioritize

eight candidate locations in reverse logistics. Alimoradi et al. (2011) suggested a hybrid model for bringing solution to a remanufacturing facility location problem in a closed-loop supply chain. Shi-long and Yan Yan (2013) built a mathematical model based approach by using the particle swarm optimization for site selection of construction waste comprehensive processing center. Temur et al. (2014) presented a multi-criteria approach for the selection of the most appropriate reverse logistics facility location employing a type-2 fuzzy TOPSIS methodology. A case study from an e-waste recycling industry was conducted. Malik et al. (2015) used the Graph Theory and Matrix Approach (GTMA) to determine the location of collection sites. The summary of the evaluation criteria which have been used in facility location selection problems in reverse logistics literature are illustrated in Table 1.

Table 1. Criteria considered for different facility location problems

Studies	Criteria
Queiruga et al. (2008)	Economic objectives (Land costs, Personnel costs, Energy prices), Infrastructural objectives (Facility access, Agglomeration effects, Proximity to inhabited areas, Absence of other e-waste recycling plants, Availability of labor), and Legal objectives (Availability of a local waste processing programs, Environmental grants)
Yüksel (2009)	Cost, Common effect, Access, Facilities, Legal arrangements, Environment, and Area
Gan (2010)	Social benefit, Economic benefit, and Technical performance
Barker, and Zabinsky (2011)	Costs and Business relations
Shi-long and Yan Yan (2013)	Weight of the construction waste, Transportation distance, Construction cost, Coherence, and Accessibility of the site selection
Temur, et al. (2014)	Social factors (Labor, Availability, Social acceptability, Legal/political, environment), Economic factors (Operation costs, Investment costs, Competitive advantage, Growth potential, Access to suppliers/customers), Environmental factors (Environmental risks, Biodiversity conservation), Technical performance (Energy Infrastructure, Transportation infrastructure)
Malik et al. (2015)	Operating cost, Proximity to the manufacturer, Proximity to the customers, Flexibility, Availability of water, Availability of skilled labor, Cost of land, Taxes, Customer awareness and willingness to return the product, Availability of power

3. AN INTEGRATED FUZZY METHODOLOGY TO EVALUATE THE E-WASTE COLLECTION CENTER ALTERNATIVES

The role of collection and recycling centers is significant for fulfillment of environmental directives. Although the directive has practically come into force, there are a limited number of collection and recycling centers for WEEE in Turkey. The fulfillment of e-waste treatments that are defined by strict obligations of directives can be insufficient until more centers with satisfactory equipment and technologies will be installed. Within this perspective, it is noticeable to state that one of the main issues is to find the best appropriate location for a collection center.

In this study, initially face to face meetings with three experts – two from the industry and one from the academia- were conducted. During the meetings, the experts were informed about the proposed methodology composed of two multi-criteria decision making methods namely fuzzy Buckley's AHP and fuzzy VIKOR approaches, and the factors affecting the selection decision were discussed.

Depending on a comprehensive literature review and meetings with the experts, the hierarchical structure of the collection center location selection problem was designed by setting the goal, determining criteria and sub-criteria and alternative districts. In the evaluation process, the judgments on which the experts arrived a consensus related to criteria and sub-criteria were used and pairwise comparison matrices for the criteria and sub-criteria by using linguistic scale given in Table 2 were constructed.

Table 2. Linguistic weights and ratings with their corresponding fuzzy sets

For criteria		For alternatives	
Linguistic terms	Fuzzy sets	Linguistic terms	Fuzzy sets
Very Low (VL)	(0,0,0.1,0.2)	Very Poor (VP)	(0,0,1,2)
Low (L)	(0.1,0.2,0.2,0.3)	Poor (P)	(1,2,2,3)
Medium Low (ML)	(0.2,0.3,0.4,0.5)	Medium Poor (MP)	(2,3,4,5)
Medium (M)	(0.4,0.5,0.5,0.6)	Fair (F)	(4,5,5,6)
Medium High (MH)	(0.5,0.6,0.7,0.8)	Medium Good (MG)	(5,6,7,8)
High (H)	(0.7,0.8,0.8,0.9)	Good (G)	(7,8,8,9)
Very High (VH)	(0.8,0.9,1,1)	Very Good (VG)	(8,9,10,10)

Then, geometric mean ($\tilde{r}_i$) was applied to obtain the fuzzy weights ($\tilde{w}_i$) of each criterion and sub-criterion (using Eqs. (1)-(2)).The weights obtained from Buckley's FAHP approach were used as weights of criteria ($\widetilde{w_j}$) in the Fuzzy VIKOR method.

$$\tilde{r}_i = [\tilde{a}_{i1} \otimes \tilde{a}_{i2} \dots \otimes \tilde{a}_{in}]^{\frac{1}{n}} \quad (1)$$

$$\widetilde{w}_i = \tilde{r}_i \otimes [\tilde{r}_1 \oplus \tilde{r}_2 \oplus \ldots \oplus \tilde{r}_n]^{-1} \quad (2)$$

where $\tilde{a}_{ij}$ is fuzzy comparison value of dimension *I* to criterion *j*

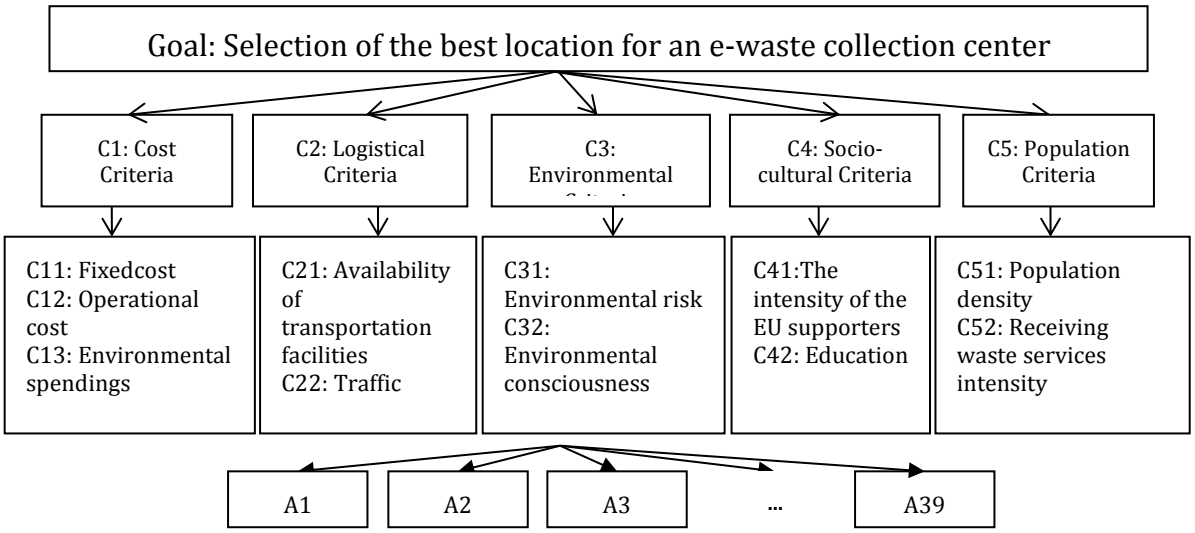
Then, the fuzzy decision matrix using linguistic variables as in Table 2 for the alternatives with respect to the criteria were constructed. Once the fuzzy decision matrix was normalized, the weighted fuzzy normalized decision matrix was obtained. By using formulas (3)-(6), the fuzzy best value (FBV,$\tilde{f}_j^*$), the fuzzy worst value (FWV,$\tilde{f}_j^-$), the separation measure of alternatives from the fuzzy best value ($\tilde{S}_i$), and the separation measure of alternatives from the fuzzy worst value ($\tilde{R}_i$) were calculated. In Eq. (6),$\tilde{S}^*, \tilde{S}^-, \tilde{R}^*$and $\tilde{R}^-$ represent $\min_i \tilde{S}_i$, $\max_i \tilde{S}_i$, $\min_i \tilde{R}_i$,and $\max_i \tilde{R}_i$,respectively. Finally, "$\tilde{S}_i$", "$\tilde{R}_i$" and "$\tilde{Q}_i$" were ranked in the ascending order.

$\tilde{f}_j^* = \max_i \tilde{x}_{ij}, j \in B;\ \tilde{f}_j^- = \min_i \tilde{x}_{ij}, j \in C$	(3)
$\tilde{S}_i = \sum_{j=1}^{n} \widetilde{w}_j (\tilde{f}_j^* - \tilde{x}_{ij})/(\tilde{f}_j^* - \tilde{f}_j^-)$	(4)
$\tilde{R}_i = max_j[\widetilde{w}_j(\tilde{f}_j^* - \tilde{x}_{ij})/(\tilde{f}_j^* - \tilde{f}_j^-)\ ]$	(5)
$\tilde{Q}_i = v\left(\frac{\tilde{S}_i - \tilde{S}^*}{\tilde{S}^- - \tilde{S}^*}\right) + (1-v)\left(\frac{\tilde{R}_i - \tilde{R}^*}{\tilde{R}^- - \tilde{R}^*}\right)$	(6)

4. AN APPLICATION

As emphasized above, the paper was conducted to address collection center location evaluation and selection problem for Istanbul. Depending on a comprehensive literature review and meetings with the experts, criteria, sub-criteria and alternative districts within Istanbul were determined. The developed hierarchical structure was illustrated in Figure 1. As seen from the figure, five criteria (cost, logistical, environmental, socio-cultural and population criteria) and 11 sub-criteria e.g. fixed cost, traffic, education and population density were analyzed. The selection decision was made among all districts (a total of 39) within Istanbul.

Figure 1. The hierarchical structure of the problem



The pairwise comparison of criteria using linguistic scale given in Table 2 was listed in Table 3. By following the proposed methodology, the weights of criteria were calculated as "0.26" for Cost criteria, "0.24" for Logistical criteria, "0.20" for Environmental criteria, "0.11" for Socio-cultural criteria and for "0.18" Population criteria.

Table 3. The pairwise comparisons of criteria

Criteria	C1	C2	C3	C4	C5
C1	E	VH	MH	VH	H
C2	VL	E	M	H	MH
C3	ML	M	E	MH	M
C4	VL	L	ML	E	L
C5	L	ML	M	H	E

The decision matrix was displayed in Table 4. In the table, some of the alternative districts were presented. Once the weights ($\widetilde{w}_j$) were calculated by fuzzy AHP method, 39 alternative districts wereevaluated and ranked by employing fuzzy VIKOR approach.

Table 4. The decision matrix

Districts	C11	C12	C13	C21	C22	C31	C32	C41	C42	C51	C52
A1	VG	G	P	P	VG	G	VP	VG	VP	VP	VP
A2	G	F	MG	MG	MP	MP	MP	G	MG	F	P
A3	G	F	G	MG	VP	P	MP	G	MG	MP	P
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
A39	MG	F	VP	F	F	MG	VP	F	VP	P	P

By using "Eq. (3)", the fuzzy best values ($\tilde{f}_j^*$ =7.60,6.86,7.92,8.57,6.86), and the fuzzy worst values ($\tilde{f}_j^-$ = 3.29,3.73,0.67,1.43,0.67) were calculated using the defuzzified fuzzy decision matrix. Then, $\tilde{S}_i$", "$\tilde{R}_i$" and "$\tilde{Q}_i$" were calculated employing Eqs. (4)-(5)-(6). The index "v" denotes the weight for the maximum group utility strategy, and was taken as 0.5. In Table 5, the rankings of some of the alternatives were presented by giving defuzzified *S*, *R* and *Q* values into parentheses.

Table 5. Results of the proposed approach

S,R,Q values	Alternatives								
	A11	A35	A4	A28	A31	A20	…	A33	A17
S	**1** (0.22)	**4** (0.29)	**3** (0.27)	**7** (0.33)	**2** (0.25)	**5** (0.31)	…	**38** (0.73)	**39** (0.77)
R	**1** (0.09)	**2** (0.10)	**5** (0.12)	**3** (0.11)	**10** (0.13)	**4** (012)	…	**35** (0.24)	**38** (0.26)
Q	**1** (0.0)	**2** (0.08)	**3** (0.14)	**4** (0.15)	**5** (0.15)	**6** (0.18)	…	**38** (0.89)	**39** (0.98)

5. CONCLUSION

The study was conducted to solve collection center location selection problem for WEEE products. The districts of Istanbul were evaluated based on a variety of criteria and sub-criteria. In the study, fuzzy AHP and fuzzy VIKOR with trapezoidal fuzzy numbers were employed to solve the problem. The results showed that the first five ranked alternatives were as follows: A11>A35>A4>A28>A31 (Kadıköy>Ataşehir>Beykoz>Bağcılar>Maltepe). As seen from Table 5, the districts obtaining the worst Q values were A33 and A17, respectively.

For future studies, the researchers are encouraged to conduct the analysis for evaluating collection or recycling facilities location for other type of wastes in reverse logistics network design problem. In addition, the analysis was considered the judgments on which the experts arrived a consensus. For the further studies, the weights of decision makers can have different weights depending on the expertise and positions of decision makers. It can also be suggested to perform a sensitivity analysis to determine the effects of changes in evaluation of criteria, sub-criteria and alternatives.

ACKNOWLEDGEMENT

This work is supported by and TÜBİTAK 1005 - National New Ideas and Products Research Support Program (No: 115M551).

REFERENCES

Alimoradi, A., Yussuf, R.M., Zulkifli, N. (2011). A hybrid model for remanufacturing facility location problem in a closed-loop supply chain, International Journal of Sustainable Engineering, 4(1), 16-23.

Barker, J. T. and Zabinsky, Z. B. (2011). A multi Criteria Decision Making Model for Reverse Logistics Using Analytical Hierarchy Process. Omega. 39, 558–573

Chou, S. Y., Chang, Y. H. and Shen, C. Y. (2008). A fuzzy simple additive weighting system under group decision-making for facility location selection with objective/subjective attributes. European Journal of Operational Research, 189, 132-145

De Brito, M.P. and Dekker, R. (2004). A Framework for Reverse Logistics. In Dekker, R., Fleischmann, M., Inderfurth, K., Van Wassenhove, L.N., (eds) Reverse Logistics: Quantitative Models for Closed-Loop Supply Chains, pp. 3-27. Springer, Heidelberg.

European Parliament and of the Council, Directive 2002/95/EC of the European Parliament and of the Council of 27 January 2003 on the Restriction of the Use of Certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment (RoHS), Official Journal L 037, 13/02/2003, 19-23, 2003.

Farahani, R. Z., SteadieSeifi, M. and Asgari, N. (2010) Multiple Criteria Facility Location Problems: A Survey. Applied Mathematical Modelling. 34, 1689-1709

Gan, H. D. (2010) Location Selection of Recycle Center by Combining AHP and DEA Methodologies, In: International Conference on Logistics Systems and Intelligent Management, pp. 884-888

Kapoor, V., Tak, S. S. and Sharma, V. (2008). Location selection: a fuzzy clustering approach. International Journal of Fuzzy Systems, 10, 2, 123-128.

Queiruga, D., Walther, G., Gonzalez-Benito, J., Spengler, T. (2008) Evaluation of Sites for the Location of WEEE Recycling Plants in Spain. Waste Management. 28, 181–190

Snyder, L. V. (2006). Facility location under uncertainty: a review. IIE Transactions, 38, 7, 547-564.

Temur, G.T., Kaya, T. and Kahraman, C. (2014) "Facility Location Selection in Reverse Logistics Using a Type-2 Fuzzy Decision Aid Method", Supply Chain 2Management under Fuzziness, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, s. 639-654.

Yüksel, H. (2009) An Analytical Hierarchy Process Decision Model for E-Waste Collection Center Location Selection. In: International Conference on Computers & Industrial Engineering, pp. 1684-1689.

VERİ MADENCİLİĞİNDE AYRILAN MÜŞTERİ ANALİZİ PROBLEMİ ÜZERİNE BİR LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Fatma Önay Koçoğlu
İstanbul Üniversitesi

Tuncay Özcan
İstanbul Üniversitesi

Ş. Alp Baray
İstanbul Üniversitesi

ÖZET

İşletmeler için yeni bir müşteri kazanmanın mevcut bir müşteriyi elde tutmaktan daha maliyetli olduğu bilinmektedir. Bu durumda müşteriler ile ilgili veri tabanlarındaki veriden bilgi çıkarımına giderek, bu kaynağı rekabet avantajına çevirmek kaçınılmazdır. Veri madenciliği araştırmaları ayrılma eğiliminde olan müşterileri belirlemek için önem kazanmaktadır.

Bu çalışmada, ayrılan müşteri analizi üzerine çalışacak araştırmacılara kapsamlı literatür çalışmasının özeti sunularak, yeni çalışmalara ışık tutulması amaçlanmaktadır. Çalışma kapsamında 2000 yılından bugüne yapılan çeşitli alan indekslerine girmiş uluslararası 100 makale sektör, veri seti, yöntemler, performans değerlendirme ölçütleri ve çalışma amaçlarına göre incelenmiştir.

Makalelerde, sektör alanında telekomünikasyon, kullanılan yöntemlerde karar ağaçları, model performans ölçütlerinde doğruluk (accuracy) ölçüsü ön plana çıkmaktadır. Araştırmacıların performans arttırıcı yöntemler geliştirmeye çalıştığı gözlenmektedir.

Anahtar Sözcükler: Ayrılan Müşteri Analizi, Veri Madenciliği, Literatür Araştırması

A LITERATURE REVIEW ON CUSTOMER CHURN ANALYSIS PROBLEM IN DATA MINING

ABSTRACT

It is known that for enterprises gaining new customers is more cost-effective than retaining an existing customer. In this case, it is inevitable to get information from the customer data in the database and turn these resources into competitive advantage. Data mining researches come into prominence to determine customer churns.

In this study, it is aimed to present the summary of a comprehensive literature study to researcers who work on customer churn analysis and to shed light on new studies. Within this study 100 international articles which are from 2000 until now and indexed by SCI, SSCI and SCI-Expanded etc. are reviewed according to sector, data set, methods, evaluation criteria and purposes.

As a result, telecommunication in the sectors, Decision Trees in the methods and accuracy in the evaluation criterias come into prominence. Also it is observed that most of researchers are trying to develop performance-enhancing methods.

Keywords: Customer Churn Analysis, Data Mining, Literature Review

1.GİRİŞ

Günümüzde yeni pazarların oluşması, işletmeler arası rekabetin gittikçe keskinleşmesi ve zorlaşmasına neden olmuştur. Bu durumda birçok işletme pazar payını arttırmak bir yana bu payı koruma konusunda bile zorlanabilmektedir. Bu zor koşullar altında işletmelerin odaklandığı konulardan biri de müşteri davranışlarıdır (Kisioglu ve Topcu, 2011). Küreselleşme ile beraber müşteri davranışları da değişim gösterdiğinden böyle bir rekabet ortamında ayakta kalabilmek için işletmeler yeniden yapılanmaya, müşterilerine yönelik stratejilerini gözden geçirerek yeni stratejiler geliştirmeye çalışmıştır (Demir ve Kırdar, 2009). Bu stratejiler ile beraber işletmeler artık müşteri sayısını arttırabilmek bir yana, yeni bir müşteri kazanmanın mevcut bir müşteriyi elde tutmaktan daha maliyetli olduğu da göz önüne alınırsa var olan müşterilerini kaybetmemeyi amaçlamaktadır. Diğer taraftan modern dünyanın önem kazanan kavramları veri-enformasyon-bilgi üçlüsü olmuştur. Buradan hareketle birçok kurum ve kuruluş müşteri, sunulan hizmet veya ürün, satış ve sektöre göre değişen birçok konuda veriyi saklamaktadır. Bu durum göz önüne alındığında, işletmelerin veri tabanlarında sakladıkları müşteri ile ilgili her türlü veriden bilgi çıkarımına giderek, eldeki bu kaynağı rekabet avantajına çevirmesi kaçınılmazdır. Bu bağlamda veri madenciliği ve makine öğrenmesi araştırmaları ayrılma eğiliminde olan müşterileri belirleme açısından ayrı bir önem kazanmaktadır.

Veri madenciliği, ileriye yönelik tahminler yapmak ve veriler arası ilişkileri açığa çıkarmak üzere çok büyük veri yığınları arasından değerli yani işe yarar bilgiyi ortaya çıkarma işi olarak ifade edilmektedir (Özkan, 2008). Veri madenciliğinin akademik ve sektörel bazda çok çeşitli kullanım alanı olmakla beraber, özellikle büyük şirketlerin stratejik plan geliştirme ve karar verme süreçlerinde etkin bir şekilde kullanıldığı söylenebilir. Veri madenciliğinin uygulama alanlarından biri de "Ayrılan Müşteri Analizi/Tahmini" çalışmalarıdır. Ayrılan müşteri analizi, "Müşteri İlişkileri Yönetimi" altında bir yönetim bilimi problemi olmak ile beraber çözüm için veri madenciliği yaklaşımları benimsenmiştir (Verbeke vd., 2012). Birçok farklı sektörde işletmelere ait veri ambarlarında tutulan müşteriler ile ilgili demografik, fatura, kullanılan servisler vb. alanlardaki veriler üzerinde farklı veri madenciliği yöntemleri uygulanarak müşteri davranışları ile ilgili modeller kurulmaya ve çıkarımlar yapılmaya çalışılmaktadır. Bu veriler içerisinden müşteri memnuniyeti, müşteri değeri ya da hangi müşterinin gelecekte kaybedilme durumunun oluşabileceğinin tahminlenmesi gibi farklı bilgiler de elde edilebilmektedir (Hadden vd., 2007).

Bu çalışmada, ayrılan müşteri analizi üzerine çalışacak araştırmacılara kapsamlı literatür çalışmasının bir özeti sunularak, yeni çalışmalara ışık tutulması amaçlanmaktadır. Çalışma içerisinde ayrılan müşteri analizi problemi ile ilgili olarak; "Hangi sektörlerde daha yoğun uygulanmaktadır?", "Hangi veri madenciliği algoritma/yöntemleri kullanılmaktadır?", "Konu üzerindeki çalışmalar zaman içerisinde hangi yöne doğru eğilim göstermiştir?", "Alanda yapılan çalışmalar nasıl bir gelişme göstermiştir?", "Alt amaçlar nelerdir?", "Alanda yapılacak çalışmalarda yenilik oluşturabilecek durumlar nelerdir?" gibi sorulara yanıt aranmıştır.

Çalışma kapsamında 2000 yılından bugüne yapılan ve Social Science Index (SCI), Social Sciences Citation Index (SSCI), Sciences Citation Index Expanded (SCI-Expanded), The Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) ve diğer alan indekslerine girmiş uluslararası 100 makale incelenmiştir.

2. YÖNTEM

Çalışma kapsamında 2000 yılından bugüne yapılan ve yukarıda bahsi geçen alan indekslerine girmiş uluslararası 100 makale incelenmiştir. Makale taraması için Google Scholar kullanılmıştır. Aşağıda belirlenen arama sözcüklerine göre aramalar gerçekleştirilmiştir:

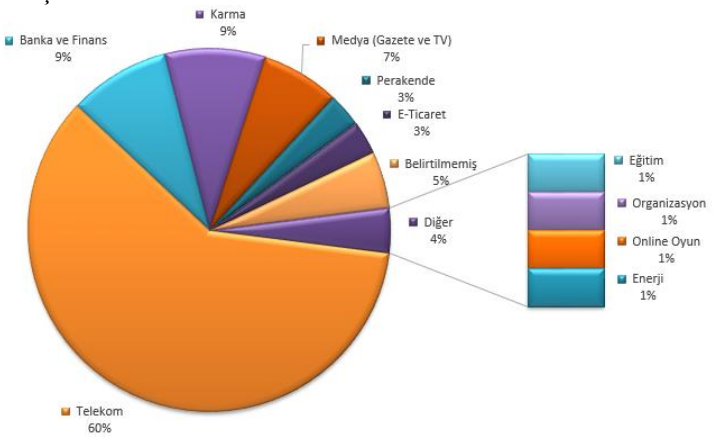
> *"customer churn prediction", churn +prediction +"data mining", "churn prediction" + "data mining", "churn prediction" +"data mining" +heuristic*

Sonuç olarak, 1999-2015 yılları arasında yayınlanmış makalelere erişilmiş, sonuçlarda listelenen ve yaklaşık 20 sayfada yer alan makaleler arasından seçim yapılmıştır. Makale seçiminde, makalenin yayımlandığı derginin indeks durumu ve aldığı atıf sayısı göz önüne alınmıştır. Makale incelemesinde uygulama yapılan sektör, uygulanan yöntemler, performans ölçüm kriterleri, kullanılan veri seti ve araştırmanın genel konusu ile elde edilen genel sonuçlar üzerine odaklanılmıştır. Makalelerin tarandıkları indekslere göre dağılımı 13 SCI, 3 SSCI, 55 SCI-Exp ve 29 Diğer indeksler (IEEE, Alan İndeksi, vd.) şeklindedir.

3. BULGULAR

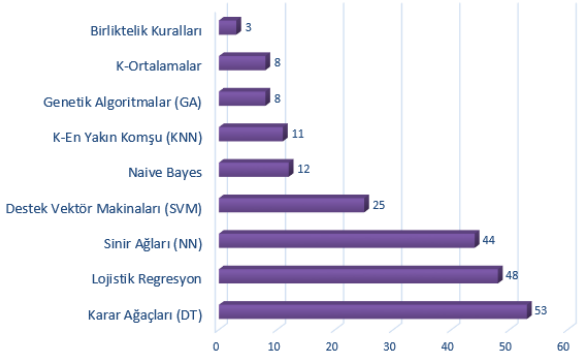
İncelenen 100 makalede yer alan uygulamaların sektörlere göre dağılımı Şekil 1'de verilmiştir. Buna göre; %60 oranla Telekomünikasyon sektörü ayrılan müşteri analizi çalışmalarında en çok kullanılan sektör olurken, Telekomünikasyon sektörünü sırayla Banka ve Finans (%9), Karma (Telekom+Banka+Perakende vb.) (%9) ve Medya (%7) sektörleri takip etmiştir. Eğitim, Online Oyun,

Enerji ve Organizasyon sektörleri ise %1'er oranla ayrılan müşteri analizi çalışmalarında en az kullanılan uygulama alanları olmuştur.



Şekil 1. Makalelerde Yer Alan Uygulamaların Sektörlere Göre Dağılımı

Kullanılan veri madenciliği yöntemleri bakımından incelendiğinde 100 çalışmanın 53'ünde Karar Ağacı Algoritmaları kullanılmıştır. Karar Ağaçlarını sırasıyla Lojistik Regresyon (48), Sinir Ağları (44) ve Destek Vektör Makineleri (25) izlemektedir (Bir çalışmada birden çok yöntem kullanılabilmektedir). Şekil 2'de çalışmalarda öne çıkan veri madenciliği yöntemlerinin frekans tablosu yer almaktadır.



Şekil 2. Makalelerde Kullanılan Veri Madenciliği Yöntemlerinin Frekans Dağılımı

Makalelerde yer alan veri madenciliği uygulamalarının performans değerlendirme ölçütleri göz önüne alındığında 100 çalışmanın 38'inde Doğruluk (Accuracy), 35'inde Kaldıraç (Lift), 32'sinde Alıcı İşletim Karakteristiği (ROC) Eğrisi Altındaki Alan (AUC), 16'sında Belirleyicilik (Specificity), 15'inde Duyarlılık (Sensitivity) ve 12'sinde Alıcı İşletim Karakteristiği (ROC) Eğrisi kullanılmıştır.

Makalelerde kullanılan veri setleri de incelenmiş; aynı/farklı sektörden, tek/çoklu, daha önce kullanılmamış (orijinal)/herkese açık veri kaynaklarından, düzenli /düzensiz dağılım gösteren sınıf niteliğine sahip, az/çok boyutlu veri setlerinin kullanıldığı belirlenmiştir.

Bu çalışma kapsamında incelenen makaleler amaçlarına göre; "hibrit modellerin geliştirilmesi", "ayrılma durumunu etkileyen faktörlerin belirlenmesi", "dengesiz sınıf dağılımının azaltılması", "dinamik ayrılan müşteri analizi sistemleri geliştirme", "ayrılan müşteriler arası sosyal ağ analizi" ve "ayrılan müşteri analizi çözüm önerilerinin farklı alanlara uygulaması" olmak üzere altı grupta toplanmıştır.

Ayrılan müşteri analizi çalışmalarının nitelik seçiminden, tahminlemeye kadar gerçekleşen sürecinde tekil algoritmalar yerine birden fazla algoritmanın bir arada kullanılması yaygın hale gelmiştir. Bu şekilde "**Hibrit Model**"ler oluşturulmaktadır. Tsai ve Lu (2009), çalışmalarında sinir ağları yöntemi temelli iki farklı hibrit model önerisi sunmaktadır. Hibrit modeldeki ilk algoritmalar verinin küçültülmesi ve gereksiz verilerin atılması için kullanılmaktadır. Karşılaştırılma sonrası önerilen ilk model diğer modellere göre daha iyi performans sergilemeyi başarmıştır. Obiedat ve diğerleri (2013)'nin, geliştirdiği hibrit modelde K-Ortalamalar ve Genetik Programlama (GP) yöntemleri hibrit modelin parçalarını oluşturmuştur. Burada K-Ortalamalar veri setindeki gereksiz veriyi atmak, GP ise sınıflandırma ağaçları oluşturmak için kullanılmıştır. Elde edilen sonuçların tek başına GP'ye göre daha iyi olduğu ifade edilmiştir. Al-Shboul ve diğerleri (2015), çalışmalarında Hızlı Bulanık C-Ortalamalar (Fast Fuzzy C-Means (FFCM)) ve Genetik Programlama (GP) yöntemlerinin kullanımı ile elde edilen bir hibrit yöntem önerisi sunmuşlardır. FFCM, tek başına kullanılan Genetik Programlama (GP)'nin performansını

arttırmak ve veri setinde aykırı değerlerin bulunması için uygulanmıştır. Geliştirilen model, çeşitli yöntemler ile karşılaştırıldığında bazı performans ölçütlerinde diğer yöntemlere göre daha iyi performans elde edilmiştir.

Ayrılan müşteri analizinde bir diğer önemli konu analizlerde kullanılacak nitelik alanlarıdır. **Ayrılan müşteri olma faktörleri**ni belirlemek üzere nitelik seçimi üzerine odaklanan çalışmalar da bu doğrultuda söz konusudur. Huang ve diğerleri (2010), hem var olan niteliklerden ayrılan müşteri tahmin oranlarını iyileştirecek yönde yeni girdi nitelikleri tanımlamayı, hem de yeni pencere tekniklerinin elde edilmesi ve bu tekniklerin birbiri ile karşılaştırılması amaçlanmıştır. Yine Huang ve diğerleri (2012), var olan niteliklerden yeni nitelik seti elde etmeye çalışmış, bu doğrultuda 7 farklı veri madenciliği tekniğinden yararlanmıştır. Farquad ve diğerleri (2014), nitelik setini azaltmak için Destek Vektör Makineleri (SVM) algoritmalarını ve verileri düzenli hale getirmek için farklı örnekleme yöntemlerini (Over/Under Sampling, SMOTE vb.) uygulayarak çeşitli veri seti varyasyonları elde etmeye, buna göre en doğru veri seti seçimini yapmaya çalışmışlardır. Ahn ve diğerleri (2006), müşterilerin parçalı ayrılma durumu, ayrılan müşteri olma ve olmayı etkileyen bileşenler ile olan ilişkisini incelenmeye çalışmıştır. Wu ve diğerleri (2009), daha önceki yöntemleri de inceleyerek nitelik seçimi için bir yapı oluşturmayı amaçlamıştır. Makine Öğrenmesi, İstatistik, Metin Kategorileme, Örüntü Tanıma olmak üzere 4 farklı alan için nitelik seçimi karşılaştırılması yapılmıştır.

Dengesiz sınıf dağılımının düzenlenmesi yönünde de yapılan çeşitli çalışmalar mevcuttur. Xie ve diğerleri (2009), düzgün dağılım göstermeyen verinin yapılan çalışmalarda sorun teşkil ettiğini belirtmişlerdir. Çalışmalarında mevcut algoritmalara maliyet duyarlı algoritmalar ve örnekleme teknikleri (sampling) entegre edilerek daha iyi performanslı bir yöntem elde edilmeye çalışılmıştır. Burez ve Van den Poel (2009), dengesiz sınıf dağılımına bir çözüm üretmeyi amaçlamışlardır. En iyi sınıf dağılımının nasıl olması konusunda en iyi bir cevabın olmadığını, bunun farklı probleme göre değişebileceğini belirtmişlerdir. İdris ve diğerleri (2012), telekom sektörü verisinin çok boyutlu olması ve sınıf dengesizliğinin yüksek olmasının ayrılan müşteri tahminlemede başarı oranını etkilediğini belirtmişlerdir. Çalışmalarında dengesiz veri dağılımını düzeltmek için çeşitli nitelik azaltma yöntemleri ile işbirliği içerisinde Parçacık Sürü Optimizasyonu (PSO) tabanlı bir örnekleme metodunun uygulanarak sonuçların karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Son dönemlerde **dinamik model önerileri** yapan araştırmacılar bulunmaktadır. Günther ve diğerleri (2014), zaman-dinamikli tahminleme yapan bir model geliştirmişlerdir. Tahminler aylık olarak gerçekleştirilmektedir. Gür Ali ve Arıtürk (2014), eğitim veri seti oluşturmak üzere dinamik ayrılan müşteri tahmin modeli önermiş, dinamik ayrılan müşteri tahmini için ikili sınıflandırıcılar üzerinde çalışmıştır. Prasad ve Madhavi (2012), banka müşterilerinin satın alma davranışları üzerinde inceleme yapmışlardır. Ayrılan müşteri olma durumunu belirlemek üzere her bir müşteri için dinamik bir zaman çizelgesi oluşturulması önerilmiştir.

Araştırmacılar, müşterilerin ayrılan müşteri durumuna gelinmesinde **sosyal çevrenin de etkisinin** var olduğunu savunarak müşteriler arası etkileşimi de incelemeye çalışmışlardır. Yeshwanth ve diğerleri (2011), müşteri davranışlarını tahminlemek üzere müşterinin sadece kayıt tutulan servis, fatura bilgileri ile ayrılma durumunun belirlenmesinin söz konusu olmadığını, sosyal ilişkilerin de bu durum üzerinde etkili olduğu ifade etmişlerdir. Bu doğrultuda geliştirdikleri modelde sosyal ilişkileri de analizlere dahil etmek üzere oyun teorisi yöntemleri ile müşteri üzerindeki çevre etkisi incelenmektedir.

Phadke ve diğerleri (2013), ayrılan müşteri analizi çalışmalarında son trendin sosyal ağ analizleri olduğunu belirtmiştir. Bu doğrultuda sosyal ağ analizi tabanlı bir ayrılan müşteri tahmin algoritması geliştirilmiştir. Bu model var olan ayrılan müşterinin, sosyal çevresine etkisinin nasıl dağıldığını ve bu etkinin alıcısına ne ölçüde ulaştığını belirlemek amaçlanmıştır. Verbeke ve diğerleri (2014) de, ayrılan müşteri tahmini için sosyal ağ bilgilerinin kullanımı üzerine bir çalışma yapmışlardır. Müşteri kayıp tahmini çalışmsında sosyal ağ etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Sosyal ağ verileri ile işbirliği yapılabilecek şekilde geniş ölçekli ağlar, zaman bağımlı sınıf etiketi ve çarpık dağınıklığı da ele alacak şekilde bir model önerisinde bulunmak amaçlanmıştır.

Ayrılan müşteri analizinin sonuçları araştırmacılara aynı analizlerin **farklı alanlarda uygulanabilirliği** konusunda da ilham kaynağı olmuştur. Saradhi ve Palshikar (2011), çalışan kaybı üzerine bir model önerisi getirmeye çalışmıştır. Kendi isteği ile ayrılan ve şirketin işine son verdiği çalışanların verilerine göre 3 farklı model oluşturmuş, Naive Bayes, Rastgele Orman ve Destek Vektör Makinaları (SVM) algoritmaları ile analizler gerçekleştirmişlerdir. Delen (2010), müşteri yerine öğrenci kayıplarını inceleyerek, birinci sınıf öğrencilerinin ilk yıllarından sonra okulu bırakma durumunu tahminlemeyi amaçlamıştır. Çalışmada öğrencilerin sosyal etkileşimi, öğrencilerin eğitimden beklentileri, öğrenci ailelerinin eğitim ve finansal durumları öğrencilerin okul bırakma durumlarını etkilediği ifade edilmiştir.

Seçilen diğer makalelere ait inceleme Tablo1'de yer almaktadır.

Tablo 1. Ayrılan Müşteri Analizi Konusundaki Çeşitli Makaleler

Çalışma	Sektör	Veri Seti	Yöntemler	Performans Değerlendirme Ölçütleri	Amaç
Masand, Datta, Mani, Li (1999)	Telekom	➢ GTE, mobil servis sağlayıcısı o 500000 kayıt o 200 nitelik	✚ Karar Ağaçları ✚ K En Yakın Komşu ✚ Genetik Algoritmalar ✚ Sinir Ağları	Kaldıraç	Geniş ölçekli cep telefonu müşterilerinin davranış özelliklerini modelleme temel amacı ile CHAMP adı verilen bir prototip geliştirilmiştir.
Mozer, Wolniewicz, Grimes, Johnson, Kaushansky (2000)	Telekom	➢ Telekom şirketi o 46744 müşteri	✚ Lojistik regresyon ✚ Karar Ağaçları ✚ Sinir Ağları ✚ Boosting	Kaldıraç	Kısa süre penceresinde ayrılan müşteri olma durumunu tahminleme üzerine bir model geliştirilmiştir.
Buckinx, Van den Poel (2005)	Perakende	➢ Perakende sektöründe faaliyet gösteren önemli şirketlerden birisi o 158884 kayıt o 61 nitelik	✚ Lojistik Regresyon ✚ Automatic Revelance Determination Neural Network (ARDNN) ✚ Rastgele Orman	Doğru Sınıflandırma Yüzdesi AUC	Müşterinin parçalı ayrılma durumu için tahminleme modeli geliştirmek amaçlanmıştır.
Risselada, Verhoef, Bijmolt (2010)	Karma	➢ İnternet Servis Sağlayıcısı o 28177kayıt o %50 churn oranı ➢ Sağlık Sigortası Şirketi o 4557 kayıt	✚ Karar Ağaçları ✚ Lojistik Regresyon ✚ Bagging	Kaldıraç Gini katsayısı	Tahminleyici modelin tahmin süresinden sonraki zaman periyotlarında tahmin gücündeki değişikliğin ölçülmesi üzerinde durulmuştur.
Tamaddoni, Stakhovych, Ewing (2015)	Karma	➢ Online satıcı I o 122489 müşteri ➢ Online satıcı II o 23570 müşteri	✚ Destek Vektör Makinaları (SVM) ✚ Lojistik Regresyon ✚ RFM Model ✚ Pareto/NBD ✚ Boosting	Kümülatif lift Kümülatif profitability (fayda)	İki online satıcıya ait deneysel ve benzetimli veriler kullanılarak paremetrik olan ve olmayan yöntemlerin performanslarını arttırmak, ayrılan müşteri tahmini için optimal model elde etmek amaçlanmıştır.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışma kapsamında 2000 yılından günümüze 100 uluslararası alan indekslerine giren makale incelenmiştir. İnceleme kapsamında makalelerde yer alan ayrılan müşteri uygulamasının sektör, uygulanan yöntemler, veri setleri, performans değerlendirme yöntemleri ve ana hedef olmak üzere farklı şekillerde incelenmiştir.

Bu inceleme sonunda sektör alanında **telekomünikasyon**, kullanılan yöntemlerde **karar ağaçları**, model performans ölçütlerinde **doğruluk (accuracy) ölçüsü**nün ön plana çıktığı görülmektedir. Telekom sektörünün çalışmalarda ön plana çıkmasının sebepleri arasında numara taşıma, sözleşmelerin daha kolay sona erdirilebilmesi, müşteri kayıplarının daha kolay gözlenebilmesi, sektördeki yarışın daha çetin olması

gösterilebilir. Kullanılan yöntemler açısından incelendiğinde ise karar ağaçları yöntemi diğer yöntemlere göre çalışmalar içerisinde daha sık karşımıza çıkmaktadır. Yeni geliştirilen yöntemler var olan ve literatürde yer edinmiş yöntemler ile karşılaştırılmaktadır. Karar ağaçlarının sıkça kullanılmasının sebebi olarak diğer yöntemlerin karşısındaki performans gücü, anlaşılabilir kurallar dizisi oluşturması ve farklı türde nitelikle rile çalışılabilir olması gösterilebilir. Performans Değerlendirme ölçütleri göz önüne alındığında doğruluk her ne kadar ilk başvurulan ölçüt olsa da son dönem çalışmalarda AUC, kaldıraç ve f-ölçüsü daha sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır.

Araştırmacıların son dönemde yeni bir algoritma geliştirmenin yanı sıra özellikle var olan algoritmaların performanslarını arttırıcı yöntemler geliştirmeye çalıştığı gözlenmektedir. Birçok araştırmacı çeşitli parametreler, farklı fonksiyonlar ve hibrit modeller ile performans konusunda çalışmalarını devam ettirmektedir. Özellikle avantaj ve dezavantajları ile beraber algoritmaların işe yararlılığı gözlemlenerek, farklı algoritmaların avantajlarının kullanıldığı bu modeller oluşturulmaktadır. Bir başka durum ise kullanılan veri setlerinde yaşanmaktadır. Artık demografik, sözleşme ve hizmet kullanım miktarlarının yanı sıra çağrı merkezlerine gelen e-postalar gibi yapısal olmayan veri, bu verinin analizi ile elde edilen duygu durumları (örneğin e-posta içerisinde geçen kelimelerin metin madenciliği ile incelenmesi), müşterilerin birbirleri ile olan etkileşim desenleri analizlerde kullanılacak yeni nitelikler için temel oluşturmaktadır.

Ayrılan müşteri analizi konusunda oldukça fazla çalışma yapılmasının yanı sıra, ele alınan her problemde geliştirilen modellerin performansları da farklılık gösterebilmektedir. Dolayısıyla veri deseni çıkarımı, veri ön işleme süreci, kullanılacak doğru yöntemlerin belirlenmesi ve geliştirilmesi ile beraber maksimum performanslı yöntemlerin eldesi için bu çalışmaların hız kesmeden devam edeceği açıktır.

KAYNAKÇA

Ahn, J.-H., Han, S.-P., Lee, Y.-S. (2006). Customer churn analysis: Churn determinants and mediation effects of partial defection in the Korean mobile telecommunications service industry. *Telecommunications Policy*, 30(10–11), 552–568.

Al-Shboul, B., Faris, H., Ghatasheh, N. (2015). Initializing Genetic Programming using Fuzzy Clustering and its Application in Churn Prediction in the Telecom Industry. *Malaysian Journal of Computer Science*, 28(3).

Buckinx, W., & Van den Poel, D. (2005). Customer base analysis: partial defection of behaviourally loyal clients in a non-contractual FMCG retail setting. *European Journal of Operational Research*, 164(1), 252-268.

Burez, J., Van den Poel, D. (2009). Handling class imbalance in customer churn prediction. *Expert Systems with Applications*, 36(3), 4626–4636.

Delen, D. (2010). A comparative analysis of machine learning techniques for student retention management. *Decision Support Systems*, 49(4), 498-506.

Demir, F.O., Kırdar, Y, (2009). Müşteri İlişkileri Yönetimi: CRM. *Review of Social, Economic & Business Studies*,7(8).

Farquad, M. A. H., Ravi, V., Raju, S. B. (2014). Churn prediction using comprehensible support vector machine: An analytical CRM application. *Applied Soft Computing*, 19, 31–40.

Günther, C. C., Tvete, I. F., Aas, K., Sandnes, G. I., Borgan, Ø. (2014). Modelling and predicting customer churn from an insurance company. *Scandinavian Actuarial Journal*, 2014(1), 58-71.

Gür Ali, Ö., Arıtürk, U. (2014). Dynamic churn prediction framework with more effective use of rare event data: The case of private banking. *Expert Systems with Applications*, 41(17), 7889–7903.

Hadden, J., Tiwari, A., Roy, R., Ruta, D. (2007). Computer Assisted Customer Churn Management: State-Of-The-Art And Future Trends. *Computers & Operations Research*, 34(10).

Huang, B. Q., Kechadi, T. M., Buckley, B., Kiernan, G., Keogh, E., Rashid, T. (2010). A new feature set with new window techniques for customer churn prediction in land-line telecommunications. Expert Systems with Applications, 37(5), 3657-3665.

Huang, B., Kechadi, M. T., Buckley, B. (2012). Customer churn prediction in telecommunications. *Expert Systems with Applications*, 39(1), 1414–1425.

Idris, A., Rizwan, M., Khan, A. (2012). Churn prediction in telecom using Random Forest and PSO based data balancing in combination with various feature selection strategies. *Computers & Electrical Engineering*, 38(6), 1808–1819.

Kisioglu, P., Topcu, Y. I. (2011). Applying Bayesian Belief Network approach to customer churn analysis: A case study on the telecom industry of Turkey. *Expert Systems with Applications*, 38(6), 7151–7157.

Masand, B., Datta, P., Mani, D. R., Li, B. (1999). CHAMP: A prototype for automated cellular churn prediction. *Data Mining and Knowledge Discovery*, 3(2), 219–225.

Mozer, M. C., Wolniewicz, R., Grimes, D. B., Johnson, E., Kaushansky, H. (2000). Predicting subscriber dissatisfaction and improving retention in the wireless telecommunications industry. *Neural Networks, IEEE Transactions on*, 11(3), 690–696.

Obiedat, R., Alkasassbeh, M., Faris, H., Harfoushi, O. (2013). Customer churn prediction using a hybrid genetic programming approach. *Scientific Research and Essays*, 8(27), 1289-1295.

Özkan, Y. (2008). *Veri Madenciliği Yöntemleri*. İstanbul:Papatya Yayıncılık.

Phadke, C., Uzunalioglu, H., Mendiratta, V. B., Kushnir, D., Doran, D. (2013). Prediction of Subscriber Churn Using Social Network Analysis. *Bell Labs Technical Journal*, 17(4), 63–75.

Prasad, U. D., & Madhavi, S. (2012). Prediction of churn behavior of bank customers using data mining tools. *Business Intelligence Journal*, 5(1), 96-101.

Risselada, H., Verhoef, P. C., Bijmolt, T. H. A. (2010). Staying Power of Churn Prediction Models. *Journal of Interactive Marketing*, 24(3), 198–208.

Saradhi, V. V., Palshikar, G. K. (2011). Employee churn prediction. *Expert Systems with Applications*, 38(3), 1999–2006.

Tamaddoni, A., Stakhovych, S., Ewing, M. (2015). Comparing Churn Prediction Techniques and Assessing Their Performance A Contingent Perspective. *Journal of Service Research*, 19(2), 123-141.

Tsai, C.-F., Lu, Y.-H. (2009). Customer churn prediction by hybrid neural networks. *Expert Systems with Applications*, 36(10), 12547–12553.

Verbeke, W., Dejaeger, K., Martens, D., Hur, J., Baesens, B. (2012). New Insights Into Churn Prediction in The Telecommunication Sector: A Profit Driven Data Mining Approach. *European Journal of Operational Research*, 218 (2012), 211-229.

Verbeke, W., Martens, D., Baesens, B. (2014). Social network analysis for customer churn prediction. *Applied Soft Computing*, 14, 431–446.

Wu, Y., Qi, J., Wang, C. (2009, October). The study on feature selection in customer churn prediction modeling. In Systems, Man and Cybernetics, 2009. SMC 2009. IEEE International Conference on (pp. 3205-3210). IEEE.

Xie, Y., Li, X., Ngai, E. W. T., Ying, W. (2009). Customer churn prediction using improved balanced random forests. *Expert Systems with Applications*, 36(3), 5445–5449.

Yeshwanth, V., Raj, V. V., Saravanan, M. (2011). Evolutionary churn prediction in mobile networks using hybrid learning. In Twenty-Fourth International FLAIRS Conference, 18-20 May, 2011, USA.

A LOCATION BASED ADVERTISING RECOMMENDATION SYSTEM BASED ON CUSTOMER SEGMENTATION

Ceren Öner
Istanbul Technical University

Başar Öztayşi
Istanbul Technical University

ABSTRACT

Recommendation services have taken a great attention in shopping activities due to the fierce global competition and rapid changes in information and mobile technologies. Appropriately designed and well controlled recommendation systems ensure companies to capture individual customers' special requests and preferences which could enlarge customer faith and attraction and gain invaluable advantages related to competiveness in the market. At this point, location based recommendation systems support collecting information based on the preferences of customers (users) in terms of grouping these customers considering similarities according to location data. In this respect, the study aimed to present a practical review for recommendation systems for mobile advertising management based on literature review. From the conclusions, analyzers could be able to group customers more consciously by extracting patterns with respect to the movements of the customers.

Keywords: Location based recommendation systems, mobile advertising, customer segmentation.

1. INTRODUCTION

In today's fierce competition, gathering customer comments and reflections that the major indicators of customer disposition with traditional methods requires huge amount of data that means a vast of time, money and manpower in the process of making strategic offerings. Thanks for the improvements in mobile and internet based technologies, one could easily detect the location of an item or person utilizing Wi-Fi and Bluetooth infrastructure based on GPS-like signals. As a result of increasing demand on mobile technologies on smartphones, the automatic object location based applications have being used widespread that ease traceability of individuals' physical moving and purchasing tendency of the customers in different indoor shopping fields. For this reason, especially personal positioning techniques and algorithms acquire a critical role on detecting individuals' positions and locations in shopping mall which enable making practical analysis for the determination of group of customers, indoor shopping tendencies etc.

Additionally, recommendation systems may utilize especially demographic features of users (like age, nationality, gender, and job) and social media information extracted from twits, followers, followed people, posts and sends that present ideas in order to make specific offerings. On the other hand, reflections from literature review, most of the purposed methodologies are dealing with long computation time and validation problems that complicates mobile adaptation in which fast reactions are needed. Additionally, studies related with location based recommendation algorithms generally rely on static circumstances which implies the dynamism of the customer movements are ignored. Using location based customer segmentation and advertising review, gathered as the study's output, advertisements will be sent to "mobile" customers who are looking for the services and products while moving from one location to another that constitutes 17 percent of overall customers more sensitively by the analysis of visiting patterns that enables the evaluation of marketing budget. Additionally, segmentation approaches will be adopted to the firm's marketing framework. The change in visiting patterns could also be analyzed and the patterns will be updated.

To summarize, mobile marketing and advertising agencies desire to present different alternatives-on behalf of promotions or extra offerings- to the consumers with the usage of mobile terminals that help the improvement of mobile advertising system performance using positioning technologies for fulfilling consumer preferences. Many of the studies related with mobile advertising systems generally mention the need of recommendation algorithm (Bauer and Nanopoulos, 2013).On the other hand, these algorithms work with a considerable amount of time which causes failing in comprehending customer preferences in real time applications. In this respect, the study aimed to present a practical methodology for recommendation system based on literature review. From this information, analyzers could be able to group customers more consciously by extracting patterns with respect to the movements of the customers. This will ensure the representation of various mobile advertising alternatives to gain customer satisfaction and attention as a part of customer relationship management (CRM).

2. LOCATION BASED RECOMMENDATION SYSTEMS IN MARKETING

'Mobility is a basic and indispensable human activity that is essential for us to be able to lead independent lives on a daily basis' (Versichele et al, 2014). In business terms, the act of location based monitoring and recommendation in this context could be broadly defined as the collection and consideration of location data to support people or systems to determine progression towards expected outcomes with respect to mobile devices. A typical reason for location-based monitoring and recommendation would be to be able to take into account for the use of resources against delivery results and fast turnings by detecting location (Vu et al., 2009). With this respect, we constituted Table 1 in order to represent the application areas of location based recommendation systems in marketing. As observed, most of the studies were formed in advertising.

Table 1: Comparisons of related works in literature.

Problem domain	Author(s)	Study	Methodology	Specific point of the study
Shopping with social networks	Tussyadiah (2012)	A Concept of Location-Based Social Network Marketing	Stimulus-response model	Integrated approach based on location, consumption situations, consumer characteristics, and social network structure
Group buying	Li et al. (2014)	A social recommender mechanism for location-based group commerce	Social network analysis	Considering user preference, geographic convenience, and friends' influence, a group-coupon recommender system is proposed for promoting location-sensitive products
Mobile applications for shopping	Yang et al. (2008)	A location-aware recommender system for mobile shopping environments	Information retrieval	A recommender system for recommending vendors' webpages – include offers and promotions
Motion analyze for determining shopping behavior	Millonig & Gartner (2011)	Identifying motion and interest patterns of shoppers for developing personalized way finding tools	Clustering	Shoppers' stopping behavior, categories of visited facilities and individual preferences are analyzed for customized navigational and environmental information with mobile applications
Advertising	Dao et al. (2012)	A novel recommendation model of location-based advertising: Context-Aware Collaborative Filtering using GA approach	Genetic algorithm, collaborative filtering	Context aware recommendation system based on GA and collaborative filtering of mobile device data.
	Mahmoud and Yu (2006)	Havana agents for comparison shopping and location-aware advertising in wireless mobile environments	Agent based modeling	Mobile agent platform used for comparison shopping in a mobile wireless environment
	Li and Du (2012)	Building a targeted mobile advertising system for location-based services	Intelligent searching	A platform to provide both merchants and consumers with context-aware advertisements
Marketing	Tang et al. (2013)	A prediction framework based on contextual data to support Mobile Personalized Marketing	Multi-dimensional and sequential rule	Correlation between user preferences and mobility of the users

3. CUSTOMER SEGMENTATION AND MOBILE ADVERTISING

Customer segmentation term was first declared by Smith in 1956 and became one of the major product differentiation method by grouping customers according to similar properties. In the same segments, customers have common features such as social, demographic, behaviors etc. According to Hiziroglu (2013), segmentation objectives could be:

- Definition of new customers
- Analyzing on current customer potential
- Increasing customer loyalty
- Determination of new markets,
- Developing targeted and potential market measures.

Since the rapid growth and new regulations in trade, companies are forced to make changes in their business stages for facilitating their marketing activities. This provides many advantages for coping with the relentless competition in terms of fast reactions and attractive sales activities. Gathering customer comments and reflections that the major indicators of customer disposition with traditional methods requires huge amount of data that means a vast of time, money and manpower in the process of making

strategic offerings. Thus, customer segmentation approaches are invaluable tools for making special offerings to the customers.
Concordantly to the advantageous power, customer segmentation applications in academic case studies are mostly practiced in e-commerce and e business cases.

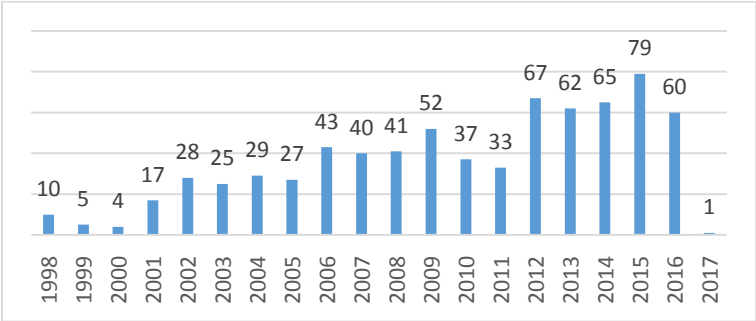


Figure 1. Number of publications from 1998-2016.

From the Figure 1, we could realize the increasing number of publications in five years except 2011 in Science Direct database. Additionally, most of the studies are appeared in algorithm developing oriented journals related to the need of investigating customer behavior and customer intuitions.

Figure 2. Number of the articles according to the journals.

Most of the customer segmentation based applications are constructed on the idea of database management and information retrieval, knowledge management, decision support systems, artificial intelligence and information systems and applications. Furthermore, marketing and technology management areas are other critical areas in generating shopping recommendation systems. In addition to all these, number of publications according to titles and sub titles could be followed from Figure 3.

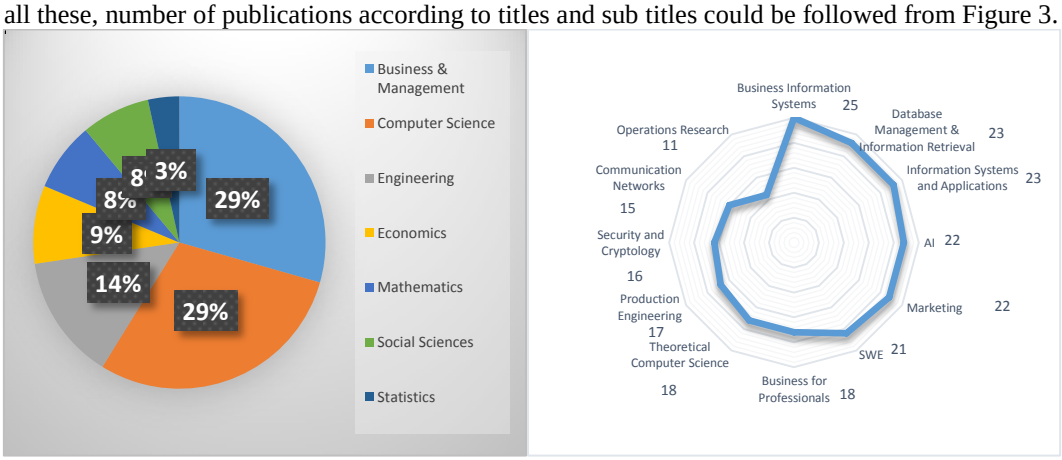


Figure 3. Disciplines and sub disciplines that customer segmentation studies appeared.

4. PROPOSED METHODOLOGY

As mentioned before, mobile marketing and advertising agencies desire to present different alternatives- on behalf of promotions or extra offerings- to the consumers with the usage of mobile terminals that help the improvement of mobile advertising system performance using positioning technologies for fulfilling consumer preferences. Many of the studies related with mobile advertising systems generally mention the need of recommendation algorithm speed. (Bauer and Nanopoulos, 2013).On the other hand, these algorithms work with a considerable amount of time which causes failing in comprehending customer preferences in real time applications. In this respect, the study aimed to constitute a practical, real time and location based mobile advertising recommendation system based on fuzzy clustering adopted association rule mining algorithm (frequent item sets) using indoor mobile positioning tool- Beacons- which utilizes received signal patterns of mobile phones as seen from Figure 4.First, promotions are grouped according to the minimum price, location value. Then, locations are extracted using frequent item sets and finally, matching candidate promotions and locations is provided. From this information, analyzers could be able to group customers by extracting patterns with respect to the movements of the customers via Hadoop infrastructure.

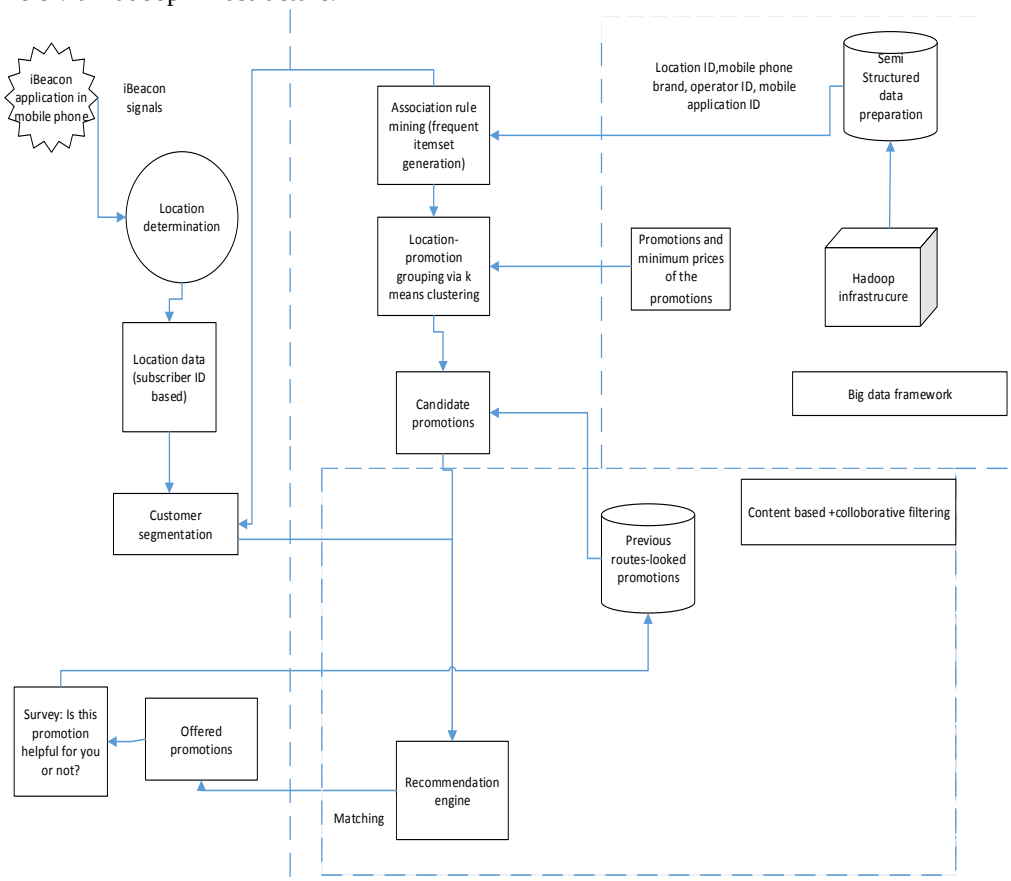


Figure 4. Proposed methodology.

This methodology will ensure the representation of various mobile advertising alternatives and promotions to gain customer satisfaction and attention as a part of customer relationship management (CRM). For further studies, the proposed methodology should be validated via real case study for better understanding of the proposed methodology.

REFERENCES

Bauer, J. & Nanopoulos A. (2014). Recommender systems based on quantitative implicit customer feedback, Decision Support Systems, http://dx.doi.org/10.1016/j.dss.2014.09.005

Dao, T.H., Jeong, S.R., Ahn H. (2012). A novel recommendation model of location-based advertising: Context-Aware Collaborative Filtering using GA approach, *Expert Systems with Applications 39*,pp. 3731–3739

Hiziroglu, A. (2013). A neuro-fuzzy two-stage clustering approach to customer segmentation, *Journal of Marketing Analytics, Volume 1, Issue 4*, pp 202-221.

Li, K. and Du T. C. (2012) Building a targeted mobile advertising system for location-based services, *Decision Support Systems 54*,pp. 1–8

Li, Y.M., Chou, C.L., Lin, L.F. (2014) A social recommender mechanism for location-based group commerce, *Information Sciences 274*,pp. 125–142

Mahmoud, Q. H. & Yu, L. (2006). Havana agents for comparison shopping and location-aware advertising in wireless mobile environments. *Electronic Commerce Research and Applications 5*, pp.220–228.

Millonig A. & Gartner G. (2011). Identifying motion and interest patterns of shoppers for developing personalized wayfinding tools, *Journal of Location Based Services, 5:1*, pp. 3-21, DOI: 10.1080/17489725.2010.535029

Tang, H., Liao, S. S., Sun, S. X. (2013). A prediction framework based on contextual data to support Mobile Personalized Marketing. *Decision Support Systems 56*, pp. 234–246

Tussyadiah, I.P.(2012). A Concept of Location-Based Social Network Marketing, *Journal of Travel & Tourism Marketing, 29:3*, pp. 205-220, DOI: 10.1080/10548408.2012.666168

Versichele, M., De Groote, L., Bouuaert, M.C., Neutens, T., Moerman, I, Van de Weghe, N. (2014). Pattern mining in tourist attraction visits through association rule learning on Bluetooth tracking data: A case study of Ghent, Belgium, *Tourism Management 44*, pp.67-81

Vu, T.H.N., Ryu, K.H., Park, N. (2009). A method for predicting future location of mobile user for location-based services system, *Computers & Industrial Engineering 57*, pp. 91–105.

Yang, W.S., Cheng, H.C., Dia, J.B. (2008). A location-aware recommender system for mobile shopping environments, *Expert Systems with Applications 34*, pp. 437–445

INDUSTRY 4.0 AND INTELLIGENT SYSTEMS

Mahir Öner
Istanbul Technical University

Alp Üstündağ
Istanbul Technical University

Ceren Öner
Istanbul Technical University

ABSTRACT

Current global competition forces companies to deal with the difficulties such as increasing costs and decreasing number of resources. Thus, companies are prone to focus on industrial value creation based activities especially in manufacturing and logistics. Recently, value creation based industrialization is reached as the form of tracing, controlling, optimization and autonomy of manufacturing that is named as Industry 4.0, the fourth stage of industrialization. In this study, opportunities and threats of Industry 4.0 are discussed within the concept of the relationship between big data analytics, smart robots, Internet of Things, 3D printing and cloud computing. Additionally, further improvements are outlined with respect to the developments in information systems and manufacturing.

1. INTRODUCTION

Manufacturing management paradigms are becoming increasingly applied all over the world due to violent global competition of trade organizations and rapid changes in technology. In recent years, thanks to the communication improvements, customers have become more conscious about purchasing goods or services. Naturally, customer requirements are changing day by day -in other meaning, high expectations of customers are aroused- and these changings force companies to be speedier to satisfy customer orders with more qualified products in acceptable prices. Furthermore, organizations have to be customer oriented and more flexible against the dynamism of manufacturing environment which increases uncertainties in critical parameters. Besides flexibility, this customer oriented attitude helps organizations to take a chance about making more profit but also brings pressure to take risks such as inventory shortages, decreasing demand, late shipments, quality loses etc. Within this context, manufacturing management applications are sought after dramatic loses. Many organizations adopt themselves to this continuously changing environment only with decision making tools such as ERP, CRM etc. but generally they are not sufficient enough for detecting faults and making adjustments according to these faults. In this concept, Industry 4.0 was first declared by German government in terms of interaction between intelligent and communicative machines that enables self-organizing and centralized context for sustainable manufacturing area.

The transformation process from steam engine to Industry 4.0 is actualized by the improvements in both information technology and industry. The first conversion is mechanical production as seen from textile looms. Second transformation is occurred in assembly lines in terms of division of labor and mass production. At the end of 1970s, automation and industrial robots are introduced and finally, cyber-physical systems that are the combination of digital and physical systems are being mentioned and digitalization of industry is emerged using smart machines in production processes.

The improvements in information technology also provide the infrastructure of Industry 4.0. The initial development is the management essential business processes of financial, order placement and production planning via digital platforms and the development is continued as the increasing usage of Internet and penetration of personal computers in daily life. The final complement in the digitalization is the consolidation of products with digital systems such as the integration of sensors, software and wireless devices with products and new business models are appeared in order to maintain the fierce competence and value creation.

In this study, we focused on explaining advantageous, value creation aimed properties and critical issues of Industry 4.0 for manufacturing environment especially in academic and practical aspects. Additionally, opportunities and threats are defined for the operational perspective. The evaluation of intelligent cross linked machines (Cyber- Physical Systems), end-to-end engineering (product development) and digitalized control systems are actualized. Finally, some of the business models, value creation networks and changes that should be adopted to organizations and sectors are briefly explained.

2. INDUSTRY 4.0 AND PROPERTIES OF INDUSTRY 4.0

The main idea of Industry 4.o is first declared by Kagermann in 2011 and supported by German National Academy of Science and Engineering in 2013. The context of Industry 4.0 are introduced by Industrial Internet Consortium (ICC) and world wide applications could be realized in Bosch, Siemens, Apple etc. (Stock and Seliger, 2016). The main idea of Industry 4.0 is the installation of smart products and smart services with smart factories using Internet of Things, Cyber-Physical Systems in order to provide communication of each elements and decentralized systems. (Weyer et al., 2015) The four design principles are listed above:

Interoperability: The connection and communication of machines, devices, sensors, and people using Internet of Things (IoT) or Internet of People (IoP).

Information transparency: The accomplishment of information systems to create a virtual sample of the physical world by providing digital models with raw data. This requires the transformation of gathered data to knowledge using cloud computing, big data analytics etc.

Technical assistance: The integration of assistance systems using machine-machine interaction and human-machine interaction to support decision making and eliminating unpleasant, too exhausting, or unsafe actions using cyber physical systems in manufacturing.

Decentralized decision making: The autonomous decision making and interpretation ability with respect to conflicting goals of other systems (Hermann et al, 2016).

The triggers that directly affect Industry 4.0 are big data analytics, smart robots, Internet of Things, augmented reality, additive production, cyber security, simulation, vertical and horizontal integration and cloud computing. The brief explanations are given in the following:

Big data analytics: In order to evaluate the data gathered from diversified sources, both inner and external sources, and obtaining knowledge from the raw data enable real time decision making, tracing and tracking decentralized services.
Smart Robots: Adaptive and flexible robots that are combined with the usage of artificial intelligence provides easier manufacturing of different products by recognizing the lower segments of each parts and this enables decreasing production costs, reducing production time and waiting time.
Internet of Things: Objects will be "smart" by the integration of microprocessors, embedded softwares, wireless connections and data storage units. In production lines, this smart connection enables intelligence in manufacturing in terms of monitoring, controlling, optimization and autonomy. Monitoring implies the reflection of the machine gathered from other machines and its own operations and giving warning according to the records from these reflections. Controlling denotes the management of capability of the machines and defining new functions to the machines according to the specialized tasks. Finally, optimization provides utilizing artificial intelligence and predictive methods to improve overall system ability. Autonomy supports the combination of monitoring, optimization and controlling of the machines in order to coordinate joint activities and self-organizing of the functions of the machines.
Augmented reality: Virtual and physical elements could be combined with each other such as smart wears (Google Glass etc.) to ensure decreasing the number of faults especially in order picking, quality control, maintenance and repairing of machines and product placement.
Cloud computing: Data storage and data processing via cloud will be useful in the accessibility of processed data on request in anytime and anywhere. Additionally, sophisticated algorithms could be activated on cloud structure which provides easier data management and knowledge extraction.
Additive production: Manufacturing of complex sub parts of product will be carried out from 3D printers which supports companies in terms of prototyping, designing and production stages especially for lower volumes of production that requires high risk investments and supply chain management and logistics costs will evolve according to these changings.
Cyber security: Data transmission security is essential while connected machines and products are working together. The security infrastructure that provides reliable data interchange between virtual servers and connected devices via wireless network. Additionally, new user identification, access privilege and secure data storage could be available.
Simulation: Before the implementation of Industry 4.0 tools, analyzers should model the physical system and the model should be activated according to the changing conditions and different scenarios in order to evaluate the practicability of Industry 4.0 project or tool and determine the optimum parameters of the system.
Vertical and horizontal integration: Vertical integration requires the intelligent cross-linking and digitalization of business units in different hierarchal levels within the organization. On the other hand, horizontal integration obtain entire value creation between organizations for enriching product life cycle. (Acatech, 2015). The horizontal and vertical integration enable real time data sharing, productivity in resource allocation, coherent working business units and accurate planning which is crucial for connected devices in the term, Industry 4.0.

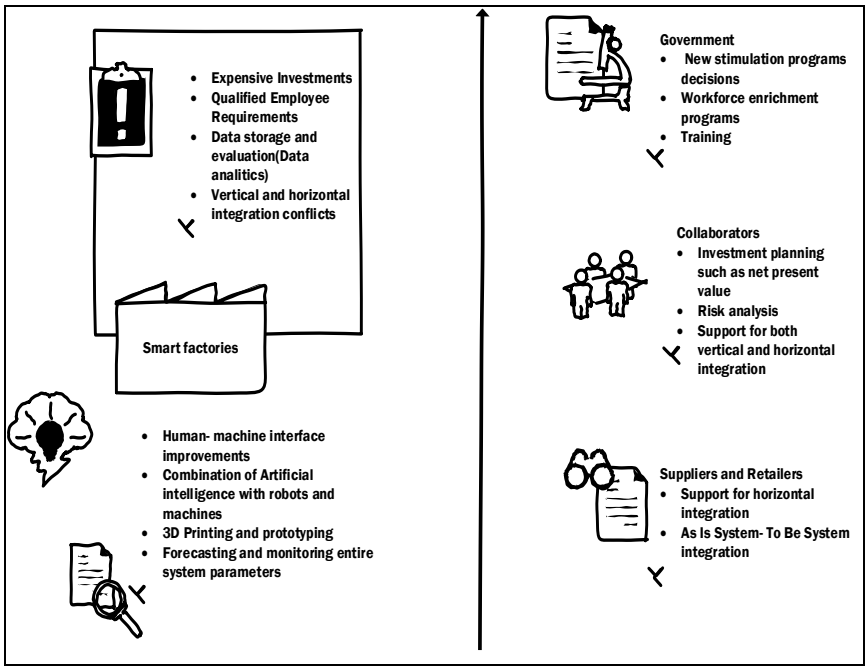


Figure 1. Issues and solutions of the issues appeared in Industry 4.0 (Inspired from Berger, 2014).

Besides Industry 4.0 has significant advantages, problems could be appeared in implementation stage. The most crucial issue is the expensiveness of the initial investments. Thus, governments should practice new stimulus packages for diversified sectors (Ustundağ, 2016). Additionally, first implementation could not be conducted if collaborators do not support the company in terms of both technically and financially. In this respect, risk analysis and net present values should be considered before making the investments. Additionally, qualifies employees are required especially monitoring and controlling the entire system operations. Governments should support training programs in order to simplify the implementation stage of Industry 4.0.

3. CONCLUSIONS

In this study, we focused on explaining advantageous, value creation aimed properties and critical issues of Industry 4.0 for manufacturing environment especially in academic and practical aspects. Additionally, opportunities and threats are defined for the operational perspective. The evaluation of intelligent cross linked machines (Cyber- Physical Systems), end-to-end engineering (product development) and digitalized control systems are actualized. Finally, some of the business tools, value creation networks and changes that should be adopted to organizations and sectors are briefly explained.

REFERENCES

Acatech (2015). Umsetzungsstrategie Industrie 4.0 Ergebnisbericht der Plattform Industrie 4.0. Acatech2015.

Berger R. (2014). Industry 4.0- The new industrial revolution-How Europe will succeed?, Roland Berger Strategy Consultants,2014.

Hermann, Pentek, Otto, 2016: Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios, accessed on 4 July 2016.

Stock, T. and Seliger, G.(2016). Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0, 13th Global Conference on Sustainable Manufacturing – Decoupling Growth from Resource Use, Procedia CIRP, Volume 40, 2016, pp. 536-541.

Ustundağ, A. (2016). Endüstri 4.0 ve Akıllı Sistemler, http://alpustundag.blogspot.com.tr/, Accessed on 4 July,2016.

Weyer S., Schmitt M., Ohmer M., Gorecky D., (2015).Towards Industry 4.0 - Standardization as the crucial challenge for highly modular, multi-vendor production systems, 15th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing – INCOM 2015, IFAC-Papers OnLine ,Volume 48, Issue 3, pp. 579-584.

MADENCİLİK SEKTÖRÜNDE YER ALAN ŞİRKETLERİN EATWOS İLE KARŞILAŞTIRILMASI

Aşır Özbek
Kırıkkale Üniversitesi/Kırıkkale MYO

ÖZET

Bu çalışma ile madencilik sektöründe faaliyette bulunan ve Borsa İstanbul'da (BİST) işlem göre altı adet şirketin (IHMAD, IPEKE, KOZAL, KOZAA, METAL ve PARKME) yeni sayılabilecek Efficiency Analysis Technique with Output Satisficing (EATWOS) yöntemi ile karşılaştırmalı analizi yapılmıştır. Analizde kullanılan veriler, ilgili şirketlerin BİST'de işlem gören şirketlerin Kamuya Aydınlatma Platformunda (KAP) yer alan 2008-2015 dönemine ait mali tablolarından elde edilmiştir. Bu çalışma ile işletmelerin ekonomik verimliliğinin ölçülmesi amaçlanmıştır. Bu amacı gerçekleştirmek için, şirketlerin çalışan sayısı, toplam aktif değerleri ve sermayeleri girdi faktörlerini oluştururken; net satışları ve net kârları ise çıktı faktörleri olarak belirlenmiştir. Bu karşılaştırmalardan elde edilen sonuçlarla hangi şirketlerin hangi yıllarda verimli, hangi şirketlerin ise verimsiz olduklarının belirlenip, geleceğe yönelik olarak alacakları stratejik kararlarda ellerinde temel bir veri olması amaçlanmıştır.

Yapılan çalışmanın sonucu karşılaştırılmalı olarak analiz edildiğinde, KOZAL şirketinin tüm dönemler itibariyle en başarılı, IHMAD şirketinin ise en başarısız işletme olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler: Verimlilik Analizi, EATWOS, Madencilik

COMPARISION OF MINING COMPANIES BY EATWOS

ABSTRACT

This is a comparative efficiency analysis of 6 companies in the mining sector (IHMAD, IPEKE, KOZAL, KOZAA, METAL and PARKME), which are all publicly- traded in Borsa Istanbul (BIST). A rather new method EATWOS (Efficiency Analysis Technique with Output satisficing) was used in the analysis. The data used in the study was obtained from the financial statements of the 2008 - 2015 period in the Public Disclosure Platform (PDP). The aim of the study is to measure the economic efficiency of the companies. The number of employees, total asset values and capitals were used as the input factors while net sales and net profit were used as the output factors. The study aims to provide basic data for the companies for strategic decisions in the future by benefiting from the results of the study which shows in which year which companies were more efficient and which ones were less.

The results, when analyzed comparatively, show that KOZAL is the most efficient company overall, and IHMAD is the least efficient.

Keywords: Efficiency Analysis, EATWOS, Mining

1. GİRİŞ

Türkiye madencilik sektörü, 2002 ve 2008 yılları arasında 4 milyar TL'den 15,1 milyar TL'ye yükselen cirosu, 1.388 adetten 2.422 adede yükselen girişimci sayısı, 2010 yılı itibarı ile 114.000 bin kişilik istihdam kapasitesi ve toplam 30.795 adet ruhsat ile ülkemizin sanayi üretiminde önemli sektörlerinden biri konumuna gelmiştir. Madencilik sektörü gayri safi yurt içi hâsıla miktarı 2000 yılında 1,6 milyar TL iken bu rakam 2010 yılında 15,7 milyar TL'ye ulaşmış, sektörün aynı dönemdeki toplam gayri safi yurt içi hasıla içindeki payı ise %1'den %1,4'e çıkmıştır (Madencilik Sektörü, 2012).

İşletmeler şiddetli rekabet ortamında varlıklarını sürdürmek, istikrarlı bir şekilde büyüyebilmek ve kârlılığı artırabilmek için verimlilik konusuna ciddi olarak eğilmeleri gerekir. Verimlilik, üretim süreci sonunda çıktı değerinin bu çıktıları meydana getirmek için kullanılan girdilere bölünmesiyle elde edilen oran olarak tanımlanmaktadır. Üretim süreci sonunda elde edilen ekonomik değer ne kadar yüksekse işletmenin performansı o derece iyi demektir. Üretim teknolojilerindeki hızlı gelişmeler, işletmeleri karmaşık ve belirsizlik ortamında rekabet etmeye zorlamaktadır. Bu nedenle küresel rekabetin şiddetlendiği günümüzde; firmalar kaynaklarını en iyi şekilde değerlendirerek üretimi gerçekleştirmelidir. İşletmelerin rekabet avantajı elde edebilmelerinin başlıca ölçüsü, elde bulunan girdileri israf etmeden ve etkin kullanarak ekonomik değeri yüksek olan daha çok çıktı üretmekten geçmektedir. Şirketler faaliyetlerini devam ettirirken, sürekliliği sağlamak, istikrarlı büyüyebilmek ve en temel amacı olan kârı maksimize etmek için sürekli olarak iyileşmeli ve verimliliğini üst seviyeye çıkaracak tedbirleri almalıdır.

Her işletmenin olduğu gibi madencilik sektöründe yer alan şirketlerin de önceden belirledikleri hedefleri vardır. Bu hedeflere ulaşmak için faaliyetlerin ne ölçüde etkin ve verimli olarak yerine getirildiğinin değerlendirilmesi gerekir. Firmaların ürettikleri mal ve hizmetlerin önceden planlanmış hedeflere ve belirlenmiş standartlara uygunluğunun değerlendirmesini analitik bir süreç olarak tanımlamak mümkündür. Çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleri verimlilik analizlerinde son yıllarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu tür yöntemler, birçok seçeneği çok sayıda kritere göre değerlendiren analitik yöntemler bütünüdür. ÇKKV birbirlerini etkileyen birçok kritere göre seçeneklerin sıralanması ya da en uygun seçeneğin seçilmesi için kullanılmaktadır. Bu yöntemler, grup kararı verme, insan kaynakları planlama, üretim, eğitim, sağlık, finans, sermaye yatırımı gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Verimlilik analizi sonuçlandığında firmaların eksiklikleri ve geliştireceği yönleri ortaya çıkmaktadır. İşletmeler ortaya çıkan bu sonuçlarla zayıf ve güçlü yönlerini görmekte ve ileriye dönük olarak oluşturacakları stratejilerini bu analiz üzerine kurabilmektedir.

Bu çalışmada Borsa İstanbul A.Ş.'de (BİST) işlem gören ve madencilik sektöründe özellikle de altın, bakır kurşun gibi madenlerin çıkarılmasında faaliyette bulunan altı adet şirketin 2008-2015 yıllarındaki verimliliği ÇKKV yöntemi olan EATWOS (Efficiency Analysis Technique with Output Satisficing) yöntemi ile analiz edilmiştir.

Çalışmanın ilk kısmında madencilik sektörü ve performans ölçümünün önemi ile ilgili kısa bilgiler verilmiş olup ikinci bölümde literatür çalışması yapılmıştır. Üçüncü bölümde verimlilik ölçümünde kullanılan yöntem tanıtılmış ve dördüncü bölümde ise kullanılacak kriterler açıklanarak bulgulara yer verilmiştir. Sonuç kısmında çalışma genel olarak değerlendirilmiş ve araştırmacılara önerilerde bulunulmuştur.

2. LİTERATÜR ÇALIŞMASI

Saranga (2009), VZA (Veri Zarflama Analizi) yöntemi ile Hindistan'da oto yedek parçası üreten 50 işletmenin verimliliğini incelemiştir. Bu çalışmaya göre çalışma sermayesinin kısa dönemde etkinliğinin endüstride operasyonel verimliliği artırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Ertuğrul ve Karakaşoğlu (2009), çalışmalarında TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) ve BAHS (Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci) yöntemlerini bütünleşik olarak kullanarak BİST'te işlem gören çimento şirketlerinin finansal performanslarını değerlendirmiştir. Özer vd. (2010) BİST'de 2007–2008 yıllarında işlem gören gıda ve içecek sektöründeki işletmelerin etkinliklerini VZA, kümeleme analiz ve TOPSIS yöntemleri ile ölçmüş ve elde edilen sonuçları karşılaştırmıştır. Uygurtürk ve Korkmaz (2012), 2006-2010 dönemi esas alınarak BİST'te işlem gören 13 ana metal sanayi işletmelerinin performansları 8 kriter temelinde ölçmüştür. Soba vd. (2012), taş ve toprağa dayalı sektörde faaliyet gösteren 26 işletme ile metal eşya, makine ve gereç yapım sektöründe faaliyet gösteren 28 işletmenin, 2008-2010 yılları arasındaki etkinlik ölçümü ve performans değerlendirmesini VZA ve TOPSIS yöntemleriyle gerçekleştirmiştir. Tosunoğlu ve Uysal (2012), BİST'te işlem gören yabancı sermaye payına sahip imalat sektöründeki İSO 500'de yer alan firmaların 2009 yılı verileri temel alınarak VZA yöntemi ile etkinliklerini analiz etmiştir. Özbek (2015a), bireysel emeklilik şirketlerinin 2010-2014 dönemlerindeki verimliliklerini EATWOS yöntemi ile üç farklı şekilde analiz etmiştir. Bakırcı vd. (2014) BİST'te işlem gören demir çelik metal ana sanayi sektöründeki 14 firmanın 2009-2011 yıllarına ait finansal performansları, VZA ve TOPSIS ile belirlemeye çalışmıştır. Özbek (2015b), kamu bankalarının 2005-

2014 dönemine ait etkinliklerini OCRA (Operational Competitiveness Rating) ve AHS (Analitik Hiyerarşi Süreci) yöntemleriyle değerlendirmiştir. Ömürbek ve Mercan (2014), 22 alt sektöre ayrılan imalat sektörünü belirlenen dokuz kritere göre TOPSIS ve ELECTRE (Elimination and Choice Translating Reality) yöntemleri ile finansal açıdan değerlendirmiştir. Özbek (2015c), 2011-2014 yıllarına ait 32 mevduat bankasının etkinliğini OCRA yöntemi ile ölçmüştür.

3. YÖNTEM

3.1. EATWOS

EATWOS, VZA ve OCRA gibi çıktı ve girdi miktarları arasındaki maksimum getiriyi ölçmenin ötesinde karar biriminin (KB) optimum çözümler yerine, tatmin edici çözümlere yönelebilmesini destekleyen bir verimlilik analiz yöntemidir. Peters ve Zelewski (2006) tarafından Simon'un **satisficing** (tatmin) kavramını temel alarak 2006 yılında geliştirilen yeni bir tekniktir. **Tatmin** kavramı temelde, karar vericinin, optimal çözümlerden ziyade tatmin edici çözümlere ulaşılması eğiliminde olduğunu tanımlayan bir ifade olmaktadır (Peters ve Zelewski, 2006).

Bu yöntem, geliştiren yazarlar tarafından ısıl işlem fırınlarının ve tedarik zinciri verimliliğini ölçmede uygulanmıştır (Peters ve Zelewski 2006; Peters vd., 2012). Ayrıca Bansal vd. (2014) tedarikçilerin değerlendirilmesinde; Özbek (2015d, 2015e) STK'ların verimlilik analizinde ve Kumar vd. (2016) Hindistan Süper Liginde 2013 döneminde oynayan futbolcuların başarı sıralamasında bu yöntemi kullanmıştır.

EATWOS İşlem Adımları (Peters ve Zelewski, 2006)

İlk olarak verimlilik analizinin uygulanacağı KB'lerin belirlenmesi gerekmektedir. Daha sonra bu KB'ler için hangi girdi x_{ik} ve çıktı y_{ij} setlerinin dikkate alınacağının tespit edilmesi gerekir. Bu amaçla çıktı seti y_{ij} ve girdi seti x_{ik} kullanılarak aşağıda (1) ve (2) numaralı Eşitliklerde gösterildiği gibi çıktı ve girdi matrisleri oluşturulur.

$$\underline{Y} = \begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} & \cdots & y_{1J} \\ y_{21} & y_{22} & \cdots & y_{2J} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ y_{I1} & y_{I2} & \cdots & y_{IJ} \end{bmatrix} \qquad y_{ij} \in R_{\geq 0} \quad \forall i = 1, \dots I, \quad \forall j = 1, \dots, J \tag{1}$$

$\underline{Y}$ matrisinin her sütunu j çıktı değerlerini gösterirken, her bir satırı da i. KB'yi işaret etmektedir.

Çıktı matrisi $\underline{X}$ 'de $\underline{Y}$ matrisine benzer şekilde Eşitlik (2) kullanılarak oluşturulur.

$$\underline{X} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1K} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2K} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{I1} & x_{I2} & \cdots & x_{IK} \end{bmatrix} \qquad x_{ik} \in R_{\geq 0} \quad \forall i = 1, \dots I, \quad \forall k = 1, \dots, K \tag{2}$$

Çıktı matrisine benzer şekilde girdi matrisi $\underline{X}$'in her sütunu bir girdiye $(k = 1, \dots, K)$ karşılık gelirken, her bir satırı da i. KB'ye karşılık gelmektedir. EATWOS, çıktı faktörlerinin ve girdi faktörlerinin dış kaynaklı olarak tespit edilen göreli önem ağırlıklarını, değerlendirme sürecine katmayı öngörmektedir. Bu önem ağırlıkları, puanlama tekniği veya AHS gibi yöntemler kullanılarak da belirlenebilir.

İlk olarak çıktı seti y_{ij} TOPSIS yönteminde önerildiği şekilde Eşitlik (3a) kullanılarak normalleştirilir (Hwang ve Yoon, 1981).

$$\exists i \quad \exists j \quad y_{ij} \neq 0: \qquad r_{ij} = \frac{y_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{I} y_{ij}^2}} \quad \forall i = 1, \dots, I \quad \forall j = 1, \dots, J \tag{3a}$$

$$\forall i = 1, \dots, I \quad \forall j = 1, \dots, J \quad y_{ij} = 0: \qquad r_{ij} = 0 \tag{3b}$$

Normalleştirme sürecinin sonucu oluşan normalleştirilmiş çıktı matrisi $\underline{R}$ Eşitlik (4) ile gösterilmiştir.

$$\underline{R} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1J} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2J} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ r_{I1} & r_{I2} & \cdots & r_{IJ} \end{bmatrix} \tag{4}$$

İkinci olarak, normalleştirilmiş çıktı matrisi $\underline{R}$'nin sütun vektörleri $\vec{r_j}$ bazında her çıktı faktörü j için en büyük çıktı değeri olan r_j^* bulunur. Eşitlik (5) bu formülasyonu göstermektedir.

$$r_j^* = \max_i\{\overrightarrow{r_j}\} \tag{5}$$

Daha sonra $\underline{R}$ matrisi ve en büyük çıktı değeri olan r_j^* dikkate alınarak çıktı faktörleri için mesafe boyutları op_{ij} hesaplanır. Eşitlik (6) bu işlemi göstermektedir.

$$op_{ij} = 1 - \left(r_j^* - r_{ij}\right) \qquad \forall i = 1, \dots, I, \quad \forall j = 1, \dots, J \tag{6}$$

r_{ij}'nin r_j^*'ye olan mesafesi ne kadar azsa op_{ij} 1'e o kadar yakın olmaktadır. Düşük çıktı miktarına sahip olan KB'ler 0 ile 1 arasında çıktı mesafe boyutlarına sahip olurken, en yüksek çıktı miktarına sahip KB'lerin çıktı mesafe boyutu 1 olmaktadır. Çıktı mesafe boyutları çıktı değerleri olarak ifade edilir.

Bir sonraki adım olarak çıktı miktarlarının normalleştirildiği gibi girdi miktarları da (7a) Eşitliği kullanılarak benzer şekilde normalleştirilir.

$$\exists i \quad \exists k \quad x_{ik} \neq 0: \qquad s_{ik} = \frac{x_{ik}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{I} x_{ik}^2}} \qquad \forall i = 1, \dots, I \quad \forall K = 1, \dots, K \tag{7a}$$

$$\forall i = 1, \dots, I \quad \forall k = 1, \dots, K \quad x = 0: \qquad s = 0 \tag{7b}$$

Daha sonra normalleştirilmiş çıktı matrisine benzer şekilde normalleştirilmiş girdi matrisi $\underline{S}$ Eşitlik (8)'de gösterildiği gibi oluşturulur.

$$\underline{S} = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \cdots & s_{1K} \\ s_{21} & s_{22} & \cdots & s_{2K} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ s_{I1} & s_{I2} & \cdots & s_{IK} \end{bmatrix} \tag{8}$$

Sonra, normalleştirilmiş girdi matrisi $\underline{S}$'nin sütun vektörleri $\overrightarrow{s_k}$ vektörü temel alınarak her girdi faktörü k için en küçük girdi değeri olan s_k^* bulunur.

$$s_k^* = \min_i\{\overrightarrow{s_k}\} \qquad \forall k = 1, \dots, K \tag{9}$$

Girdiler için mesafe boyutu, $\underline{S}$ matrisinin ilgili değeri olan s_{ik}'ya 1eklenir ve normalleştirilmiş en küçük girdi miktarı olan s_k^* çıkarılarak hesaplanır.

$$ip_{ik} = 1 + s_{ik} - s_k^* \qquad \forall i = 1, \dots, I \quad \forall k = 1, \dots, K \tag{10}$$

Girdi mesafe boyutları şu şekilde yorumlanmalıdır: s_{ik}'nın s_k^*'ya olan mesafesi ne kadar küçükse ip_{ij} 1'e o kadar yakın olmaktadır. Yüksek girdi miktarına sahip KB'lerin girdi mesafe boyutları yüksek değerlere ulaşırken, düşük girdi miktarına sahip KB'nin girdi mesafe boyutu 1 olmaktadır. Her hangi bir mesafe boyutu ip_{ik}'nin 0 değeri almaması için 1 eklenmektedir. Çıktı değerine benzer şekilde mesafe boyutu ip_{ik} girdi değeri olarak adlandırılır. Girdi değerleri ve çıktı değerleri her bir KB'nin etkinlik skorunu hesaplamak için kullanılır.

$$E_i = \frac{\sum_{j=1}^{J} v_j * op_{ij}}{\sum_{k=1}^{K} w_k * ip_{ik}} \qquad \forall i = 1, \dots, I \tag{11}$$

Bir KB'nin düşük verimlik skoru E_i diğer KB'lere göre daha düşük verimliliği gösterirken, yüksek verimlilik skoru ise yüksek verimliliğe işaret etmektedir. Böylece, bu etkinlik skorlarına dayanarak, KB'lerin etkinliğinin verimlilik skorları büyükten küçüğe doğru sıralanarak bir sıralı dizi R elde edilebilir.

4. BULGULAR

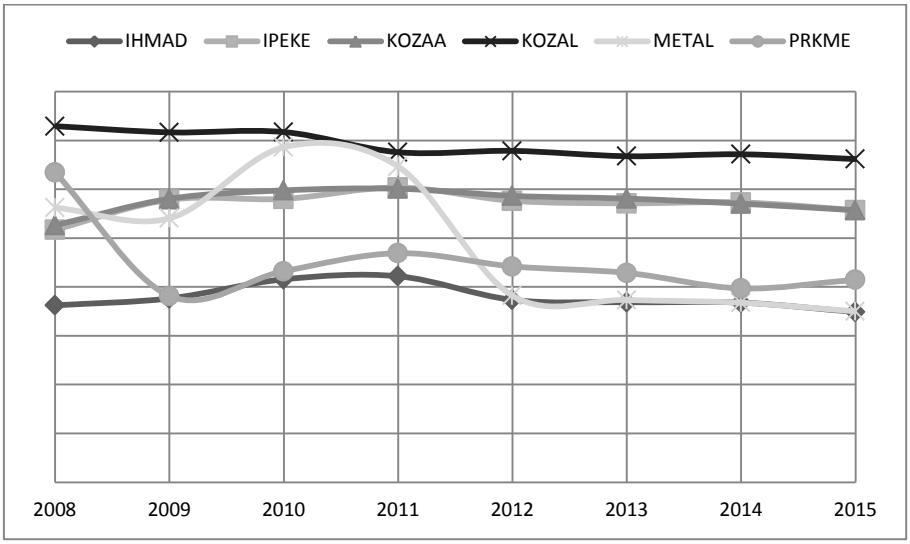
Bu çalışma ile madencilik sektöründe yer alan 6 şirketin 2008-2015 dönemine ait verimlilik analizleri EATWOS yöntemi ile değerlendirilmiştir. Ölçüm için kullanılan girdi ve çıktı faktörleri literatür çalışması doğrultusunda belirlenmiştir. Çalışmada **toplam aktifler**, **özkaynaklar**, **yabancı kaynaklar** ve **çalışan sayısı** girdi faktörlerini oluştururken; **net satışlar** ve **net kâr** çıktı faktörleri olarak belirlenmiştir. Çalışmada; BİST'te işlem gören şirketlerin Kamuya Aydınlatma Platformuna gönderdiği veriler kullanılmıştır.

Tablo 1: EATWOS Yöntemine Göre Verimlilik Değerleri

	2008	Sıra	2009	Sıra	2010	Sıra	2011	Sıra	2012	Sıra	2013	Sıra	2014	Sıra	2015	Sıra
IHMAD	0,362	6	0,376	6	0,416	6	0,422	6	0,374	6	0,369	6	0,368	5	0,349	6
IPEKE	0,517	5	0,579	3	0,580	4	0,604	3	0,576	3	0,571	3	0,573	2	0,557	2
KOZAA	0,526	4	0,581	2	0,598	3	0,601	4	0,587	2	0,581	2	0,571	3	0,557	3
KOZAL	0,729	1	0,717	1	0,717	1	0,676	1	0,679	1	0,668	1	0,672	1	0,662	1
METAL	0,562	3	0,541	4	0,686	2	0,647	2	0,382	5	0,373	5	0,368	6	0,350	5
PRKME	0,634	2	0,382	5	0,432	5	0,469	5	0,442	4	0,429	4	0,397	4	0,415	4

Yöntemin uygulanması sonucunda şirketlerin verimlilik değerleri ve bu değerlere göre elde edilen sıralama Tablo 1'de verilmiştir. Ayrıca bu sonuçlar kullanılarak Şekil 1'de gösterilen dağılım grafiği oluşturulmuştur.

Tablo 1 ve Şekil 1 birlikte değerlendirildiğinde KOZAL şirketinin 2008-2015 yıllarının hepsinde verimliliği en yüksek firma olduğu görülmektedir. Bu dönemlerde performansı en düşük firmanın da IHMAD olduğu yine Tablo 1 ve Şekil 1 birlikte analiz edildiğinde anlaşılmaktadır.



Şekil 1: Dağılım Grafiği

Şekil 1'de gösterilen grafik incelendiğinde KOZAL şirketinin tüm firmalar arasında her dönem en yüksek performansı göstermesine rağmen 2010 yılından itibaren verimliliğinde az da olsa düşüş eğilimi gösterdiği gözlenmiştir. 2008 yılında en iyi 2. sırayı alan PRKME firması bu başarısını 2009 yılında gösterememiş ve 5. sıraya inmiştir. PRKME şirketi 2008 yılından 2009 yılına ciddi bir performans kaybı ile karşılaşmasına rağmen bu durum 2009 yılından itibaren 2011 yılına kadar düzeltme eğilimine girmiş ancak bu performansını kalıcı hale getirememiş ve 2011 yılından 2015 yılına kadar az da olsa performans düşüşü yaşadığı belirlenmiştir. METAL firması 2008 yılında 3. sırada ki performansını 2010 ve 2011 yıllarında çok daha iyi bir seviye getirmiştir. Ancak bu başarısını sürdürememiş ve 2012 yılından itibaren ciddi performans kayıpları yaşadığı görülmüş ve bu tarihten itibaren son sıralarda yer almıştır. Tüm yıllar itibariyle KOZAL firmasından sonra en iyi performansı IPEKE ve KOZAA şirketlerinin gösterdiği belirlenmiştir. Bu firmalar, METAL firmasının 2010 ve 2011 yıllarındaki performansı dikkate alınmaz ise genellikle 2. ya da 3. sırayı paylaşmışlardır. Sonuç itibariyle 2008-2015 yılları arasında IPEKE ve KOZAA firmalarının performanslarında ciddi bir değişiklik gözlemlenmemiştir. Ancak bu firmalar için şu söylenebilir. 2011 yılına kadar göreceli bir artış söz konusu iken bu eğilimin bu tarihten sonra çok az da olsa düşüş eğilimine girdiği görülmektedir. IHMAD şirketinde ise 2008 yılından 2011 yılına kadar performans artışı gözlemlenirken bu eğilimin 2012 yılından itibaren düşüşe eğilimine girdiği görülmektedir.

5. SONUÇ

İşletmelerin şiddetli rekabet ortamında varlıklarını sürdürebilmeleri, faaliyetlerini sürdürdükleri sektörün özellikleri dikkate alınarak üretim, maliyet, kâr, işgücü, üretim teknolojileri gibi işlevlere ne ölçüde önem verdiklerine bağlıdır. Verimlilik, etkinlik ve performans gibi parametreler, bu belirtilen konuları işletmelerin ne oranda ciddiyetle ele aldıkları ile doğru orantılıdır. Üretim süreci sonunda elde edilen ekonomik değer ne kadar yüksekse işletmenin performansı o derece iyi demektir. Üretim teknolojilerindeki hızlı gelişmeler, işletmeleri karmaşık ve belirsizlik ortamında rekabet etmeye zorlamaktadır. Küresel rekabetin arttığı günümüzde; işletmeler kaynaklarını çok iyi değerlendirerek rakiplerine karşı fark oluşturmalıdır.

Bu çalışma ile madencilik sektöründe yer alan 6 işletmenin 2008-2015 yıllarına ait veriler kullanılarak EATWOS yöntemi ile karşılaştırmalı analizi yapılmıştır. Analizde **toplam aktifler**, **özkaynaklar**, **yabancı kaynaklar** ve **çalışan sayısı** girdi faktörlerini oluştururken **net satışlar** ve **net kâr** ise çıktı faktörlerini oluşturmuştur.

Tüm dönemler itibariyle KOZAL şirketinin en başarılı, IHMAD şirketinin ise en başarısız işletme olduğu belirlenmiştir. KOZAL şirketini tüm yıllar itibariyle IPEKE ve KOZAA şirketlerinin takip ettiği belirlenmiştir. METAL ve PRKME firmalarının inişli çıkışlı bir performans sergiledikleri genel olarak ise diğer ilk üçte yer alan şirketlere göre verimsiz oldukları görülmüştür.

IHMAD, METAL ve PRKME firmalarının verimliliklerini artırmak için zaman geçirmeden gerekli tedbirleri almaları gerekmektedir. Ayrıca TOPSIS, AHS, COPRAS gibi yöntemleri aynı ve farklı kriterlerle uygulayarak adı geçen firmaların performansları karşılaştırılabilir.

KAYNAKÇA

Bakırcı, F., Shiraz, S. E. ve Sattary, A. (2014). BİST'de Demir, Çelik Metal Ana Sanayii Sektöründe Faaliyet Gösteren İşletmelerin Finansal Performans Analizi: VZA Süper Etkinlik ve TOPSIS Uygulaması, *Ege Akademik Bakış*, 14(1), 9-19.

Bansal, A., Kr. Singh, R., Issar, S., Varkey, J. (2014). Evaluation of vendors ranking by EATWOS approach. *Journal of Advances in Management Research*, 11(3), 290-311. http://dx.doi.org/10.1108/JAMR-02-2014-0009

Ertuğrul, İ. ve Karakaşoğlu, N. (2009). Performance evaluation of Turkish cement firms with fuzzy analytic hierarchy process and Topsis method. *Expert Systems with Applications*, (36), 702-715.

Kumar, N., Singh, A. Verma, A. ve Sonal, T. (2016). Measuring Efficiency of IPL Players Using EATWOS . *International journal of advanced production and industrial engineering*, 1(2), 13-16.

Madencilik Sektörü: http://www.kutso.org.tr/wp-content/uploads/2014/11/madencilik.pdf

Ömürbek, N. ve Mercan, Y. (2014). İmalat Alt Sektörlerinin Finansal Performanslarının TOPSİS ve ELECTRE Yöntemleri İle Değerlendirilmesi. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İİBF Dergisi*, 4(1), 237-266.

Özbek, A. (2015a). Analysis of Private Pension Companies in Turkey by EATWOS, *European Journal of Business and Management*, 7(26), 31-43.

Özbek, A. (2015b). Performance Analysis of Public Banks in Turkey. *International Journal of Business Management and Economic Research (IJBMER)*, 6(3), 178-186.

Özbek, A. (2015c). Operasyonel Rekabet Değerlendirmesi (OCRA) Yöntemiyle Mevduat Bankalarının Etkinlik Ölçümü. *NWSA: Social Sciences*, 10(2), 120-134.

Özbek, A. (2015d). Efficiency Analysis of the Turkish Red Crescent between 2012 and 2014. *International Journal of Economics and Finance*, 7(9), 322-334

Özbek, A. (2015e). Efficiency Analysis of Non-Governmental Organizations Based in Turkey. *International Business Research*, 8(9), 95-104.

Özer, A., Öztürk, M. ve Kaya, A. (2010). İşletmelerde Etkinlik ve Performans Ölçmede VZA, Kümeleme ve TOPSIS Analizlerinin Kullanımı: İMKB İşletmeleri Üzerine Bir Uygulama. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 14(1), 233-260.

Peters, M. L. ve Zelewski, S. (2006). Efficiency analysis under consideration of satisficing levels for output quantities. *In Proceedings of the 17th Annual Conference of the Production and Operations Management Society (POMS)*, 28(1.05).

Peters, M. L., Zelewski, S. ve Bruns, A. S. (2012). Extended Version of EATWOS concerning Satisficing Levels for Input Quantities. Pioneering Supply Chain Design: A Comprehensive Insight Into Emerging Trends, *Technologies and Applications*, 10, 303.

Saranga, H. (2009). The Indian auto component industry – Estimation of operational efficiency and its determinants using DEA, *European Journal of Operational Reserach*, 196, 707-718.

Soba, M., Akcanlı, F. ve Erem, I. (2012). İMKB'ye Kayıtlı Seçilmiş İşletmelere Yönelik Etkinlik Ölçümü ve Performans Değerlendirmesi: Veri Zarflama Analizi ve TOPSIS Uygulaması. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (27), 229-243.

Tosunoğlu, B. ve Uysal, M. (2012). İSO 500'de Yer Alan İmalat Sektöründeki Yabancı Sermaye Payına Sahip Şirketlerin Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi ile Ölçülmesi, Atatürk Üniversitesi İİBF Dergisi, 26(3-4), 333-344.

Türkmen, S.Y. ve Çağıl, G. (2012). İMKB'ye Kota Bilişim Sektörü Şirketlerinin Finansal Performanslarının TOPSİS Yöntemi ile Değerlendirilmesi, *Maliye Finans Yazıları*, 26(59), 59-78

Uygurtürk, H. ve Korkmaz, T. (2012). Finansal Performansın TOPSIS Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi İle Belirlenmesi: Ana Metal Sanayi İşletmeleri Üzerine Bir Uygulama. Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi, 7(2), 95-115.

PROJELERİN SOSYAL YENİLİK POTANSİYELİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ İÇİN BİR ÖLÇEK ÖNERİSİ

Fatih Özdemir
Doğu Karadeniz Kalkınma Ajansı

İlker Murat Ar
Karadeniz Teknik Üniversitesi

Birdoğan Baki
Karadeniz Teknik Üniversitesi

ÖZET

Sosyal yenilik, toplumun sosyal ihtiyaçlarının karşılanması ve mücadele edilen çeşitli sorunlar konusunda yenilikçi çözümler ve uygulamalar geliştirilmesi doğrultusunda yürütülen faaliyetlerdir. Bu çalışmada, sosyal yenilik projelerinin değerlendirilmesindeki zorlukların aşılmasına katkı sağlayacak bir ölçek geliştirilmesi amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında literatür araştırması ile belirlenen kriterler, üç aşamalı Delphi analizi ile uzman grup tarafından değerlendirilmiştir. Yapılan Delphi analizi sonucunda, 41 kriterden oluşan bir ölçek geliştirilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Sosyal yenilik, Delphi, Ölçek geliştirme

A SCALE PROPOSAL FOR EVALUATING SOCIAL INNOVATION POTENTIAL OF THE PROJECTS

ABSTRACT

Social innovation describes the efforts of introducing innovative solutions and applications which focuses to satisfy the social needs of the society and challenging the various problems. In this study, development of a scale to support overcoming the difficulties of evaluating the social innovation projects is targeted. Criteria determined by literature review are analyzed using three phased Delphi technique with expert group decisions. According to the Delphi analysis, a scale consisting 41 criteria is developed.

Keywords: Social innovation, Delphi, Scale development

1.GİRİŞ

Yenilik; ekonomik ve/veya sosyal değer içeren teknik, ekonomik ve sosyal süreçlerin sonucunda oluşan bir bütün olarak tanımlanmaktadır (Aygören vd., 2009). Yenilik teorisi ilk olarak iktisadi kalkınma içerisinde oluşturulmuş olmakla birlikte, sosyal kalkınma içerisinde de incelenmektedir. Bu nedenle yenilikler değerlendirildikleri boyuttan bağımsız olarak iktisadi veya sosyal boyutlarda değişimlerin ortaya çıkışında etkili olmaktadır (Bouchard, 2011). Bu açıdan bakıldığında tüm yeniliklerin hem öncesindeki müşterek çalışmalar hem de sonrasındaki yayılma süreci nedeniyle sosyal bileşenler barındırdıkları söylenebilir (Edwards-Schachter vd., 2012).

Son yıllarda yeniliğin sosyal boyutlarına ilişkin gerçekleştirilen çalışmalar, sosyal yenilik kavramının ortaya çıkmasını sağlamıştır. Literatürde yer alan bazı tanımlara göre sosyal yenilik; iklim değişimi, enerji ve kaynak yetersizliği, sağlık hizmetleri, demografik dengesizlikler ile ekonomik krizler ve benzeri çeşitli sorunların üstesinden gelmek üzere yeni çözümler sunan bir yaklaşımdır (Edwards-Schahter vd., 2012; Bulut vd., 2013). Sosyal yeniliğin bu sorunlarla mücadele sürecinde genel amaçları eşitsizliklerin ortadan kaldırılması ve sürdürülebilir kalkınmaya katkı sağlanması iken özel amaçları, toplumsal ihtiyaçların giderilmesi ve yaşam standartlarının geliştirilmesidir (Eren, 2010).

Sosyal yenilik, teknolojik yenilikten farklı özellikler taşımakla birlikte uygulamada teknolojik yenilikle sağlanan imkânlardan da yararlanabilmektedir. Teknolojik ve sosyal yeniliğin en önemli farklılıklarından birisi amaçlanan sonuçlar noktasında ortaya çıkmaktadır. Dawson ve Daniel (2010), kârlılık beklentisinin teknolojik yeniliğin gerçekleşmesini sağlayan temel faktörlerden biri olduğuna işaret etmektedir. Diğer taraftan sosyal yenilik, sosyal değişimi beraberinde getirmektedir. Bu doğrultuda, toplumun yaşam kalitesinin artırılması gibi konularda iki yenilik türünün ortak hedefleri olmakla birlikte temel hedefleri birbirinden farklılık göstermektedir (Cajaiba-Santana, 2014).

Sosyal yenilik kavramı çok farklı konu ve kapsamlarda uygulama alanı bulabilmektedir. Özellikle, toplumsal katkıları nedeniyle sosyal yenilik çalışmalarına ilişkin örneklerin son yıllarda giderek arttığı görülmektedir. Green ve Vergragt (2002) sürdürülebilir ev kavramına ilişkin geliştirdikleri yaklaşımın sosyal yenilikçi ürün ve sistemlerin tespit edilmesi için kullanılabileceğini ifade etmişlerdir. Maruyama vd. (2007) rüzgar enerjisi yatırım fonlarına ilgiyi inceleyerek halkın sosyal yeniliğe katılım durumunu incelemişlerdir. Eren (2010) üniversite öğrencilerinin sosyal yenilik kapasitelerinin teknolojik yenilik eğilimlerine etkisini incelemiştir. Koç (2010) toplumsal sorunlarla mücadelede önemli bir kaldıraç olarak ifade ettiği sosyal yeniliğin sosyal girişimcilik faaliyetlerinin başarısı açısından önemine değinmiştir. Bunların yanı sıra sağlık (Le Ber ve Branzei, 2010), sosyal konut (Bouchard, 2011), girişimcilik ve (Datta, 2011), yerel yönetimler (Descubes ve diğerleri, 2013) konularında sosyal yenilik uygulamalarını inceleyen çeşitli çalışmalar bulunmaktadır.

Sosyal yenilik günümüzün çeşitli küresel sorunlarıyla mücadele için yenilikçi çözümler ve uygulamalar geliştirilmesine katkı sağlamaktadır. Bu durum, son yıllarda kavrama ilginin artmasını sağlamıştır. Diğer taraftan, sosyal yeniliğe ilişkin kavramsal boyutun hala gelişme sürecinde olduğu görülmektedir. Özellikle sosyal yeniliğin tanımlanması ve değerlendirilmesi konusunda önemli eksikler gözlenmektedir. Bu konuda literatürün yeterince gelişmemiş olması, sosyal yenilik uygulamalarını içeren projelerin değerlendirilmesi sürecinde belirsizliklere neden olmaktadır. Bu durum zaten oldukça kısıtlı olan kaynakların hangi sosyal yenilik projelerine aktarılmasının daha doğru olacağının belirlenmesini önemli bir sorun olarak ortaya çıkarmaktadır.

Bu çalışmayla temel olarak sosyal yeniliğin tanımlanmasına ve değerlendirilmesine katkıda bulunulması için bir ölçek geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Çalışma kapsamında projelerin sosyal yenilik potansiyelinin değerlendirilmesinde kullanılacak unsurların belirlenmesi için ölçek geliştirilmiştir. Literatür araştırması ile temel çerçevesi oluşturulan ölçek, Delphi yöntemi kullanılarak uzman görüşlerinin alınması ile güçlendirilmiştir.

2.YÖNTEM

Projelerin sosyal yönelik özelliklerinin değerlendirilmesi için ölçek geliştirmeyi amaçlayan bu çalışma, iki aşamada yürütülmüştür. Birinci aşamada gerçekleştirilen literatür araştırması ile sosyal yeniliğin kavramsal çerçevesi incelenmiştir. Sonrasında Özdemir ve Ar (2015) tarafından uygulanan anket temel alınarak 48 kriterden oluşan bir ölçek hazırlanmıştır.

Uygulamanın ikinci aşamasında ise; birinci aşamada geliştirilen ölçeğin oluşturulan uzman grubun katılımında Delphi tekniğiyle analizi gerçekleştirilmiştir. Delphi tekniği, 1950'li yıllarda özellikle askeri teknolojilerdeki gelişmelere ilişkin öngörülerde bulunmak amacıyla geliştirilmiştir (Koçdar ve Aydın, 2013). Delphi tekniğiyle bir problem üzerinde bir grup uzmanın bir araya getirilmeden görüşleri sistematik bir şekilde alınarak uzlaşmalarının sağlanması amaçlanmaktadır (Şahin, 2001). Bu teknikle katılımcıların farklı bakış açılarının gruptaki diğer bireyler tarafından baskılanması engellendiği gibi yaratıcılıklarından da yararlanılması amaçlanmaktadır.

Delphi tekniğinin temel özellikleri şu şekildedir (Şahin, 2001):

- Katılımcıların kimlikleri ve yanıtların hangi uzman tarafından verildiği bilgisi gizli tutulur.
- Yapılandırılmış/yarı yapılandırılmış anketlerin ardışık turlar halinde uygulanması sağlanır.
- Grup yanıtları tekniğe ilişkin istatistiksel yöntemlerle analiz edilir.
- Grup yanıtlarına ilişkin katılımcılara kontrollü geribildirim sağlanır.
- Katılımcılara her bir aşamada düşüncelerini yeniden şekillendirme fırsatı verilir.
- Ardışık uygulamalar görüş birliği oluşana kadar devam ettirilir.

Delphi tekniğinin sunduğu uzmanların grup iletişim sürecine ayrı olarak istedikleri zaman istedikleri yerde katılabilme imkânı coğrafi uzaklık nedeniyle bir araya gelemeyecek olan uzmanların panele katılımını mümkün kılmaktadır (Gill vd., 2013). Diğer taraftan, Delphi çalışmalarının zaman alıcı olması, katılımcıların panelden ayrılması veya anketleri belirlenen süre içerisinde yanıtlamaması durumlarını ortaya çıkarabilmektedir (Hung vd., 2008).

Delphi tekniğinin uygulama aşamaları şu şekilde özetlenebilir (Hatcher ve Colton, 2007):

Adım 1 – Uzman grubun oluşturulması: Uzman grup, araştırma konusu hakkında bilgi ve deneyim sahibi olan ve derin bir bakış açısı sağlayabilecek kişilerden oluşturulur. Delphi tekniği kullanılarak farklı büyüklüklerde uzman grubuyla çalışmak mümkün olmakla birlikte en az 7 uzmandan oluşan bir grup önerilmektedir (Şahin, 2001). Çalışma; sosyal yenilik konusunda bilgi sahibi 3 akademisyen, 2 Kalkınma Ajansı uzmanı, 1 Kalkınma Bakanlığı uzmanı, 1 Özel Sektör temsilcisi, 1 Sivil Toplum Kuruluşu yöneticisi ve 1 sosyal proje değerlendirme uzmanından oluşan 9 kişilik bir uzman grup ile yürütülmüştür.

Adım 2 – Birinci Delphi Anketinin Hazırlanarak Gönderilmesi: Birinci Delphi anketi literatür araştırması neticesinde belirlenen problemle ilgili çeşitli unsurların önem veya etki derecelerinin puanlanması ve uzmanların açık uçlu sorularla yeni önerilerde bulunmasına yöneliktir. Uzmanın önem ya da etki derecesine ilişkin görüşünü 1-7 Likert ölçeğinde belirtmesi istenir. Uygulama kapsamında, GoogleForms[1] kullanılarak hazırlanan anketlerin linkleri uzman gruba gönderilmiştir.

Adım 3 – Birinci Delphi Anketinin Analizi: Anketlerin uzmanlardan toplanması sonrasında açık uçlu sorulara gelen öneriler değerlendirilir. Kapalı uçlu sorulardaki önem dereceleri Delphi tekniğine ilişkin çeşitli istatistiklerin (medyan – Md, birinci çeyrek – Ç1, üçüncü çeyrek – Ç3, genişlik – R) hesaplanmasıyla analiz edilir:

Adım 4 – İkinci Delphi Anketinin[2] Hazırlanarak Gönderilmesi: Birinci Delphi anketi cevaplarında katılımcıların belirttiği madde önerileri ankete ilave edilir. Kapalı uçlu sorulara uzmanların birinci aşamada verdiği cevaplara ilişkin Delphi istatistikleri ve uzmanın önceki turdaki cevabı, ilgili sorunun altında bildirilir. Uzmanın cevabını grup görüşünü değerlendirerek 1-7 Likert ölçeğinde yeniden belirtmesi istenir. Grup görüşünden farklı puan verilmesi halinde ise cevabın gerekçelendirilmesi istenir.

Adım 5 – İkinci Delphi Anketinin Analizi: Uzmanların cevaplarına ilişkin Md, Ç1, Ç3 ve R yeniden hesaplanır. Bunun dışında her bir maddeye ilişkin yapılan yorumlar ek bir formda toplanır.

Adım 6 – Üçüncü Delphi Anketinin Hazırlanarak Gönderilmesi: Bu anket ikinci anketin aynısıdır. Bu aşamada katılımcılara gönderilen anketlerde her sorunun altında ikinci aşamadaki istatistikler ve katılımcının ilgili soruya ikinci aşamadaki cevapları yazılır.

Adım 7 – Üçüncü Delphi Anketinin Analizi ve Uygulamanın Sonuçlandırılması: Üçüncü Delphi anketinin analizi için ikinci Delphi uygulamasında yapılan istatistikler kullanılır. Çeyrekler arasındaki genişliğin azalıp azalmadığına bakılır. Bu genişlikte bir azalma olduysa uzlaşma yönünde bir hareketten söz edilebilir. Karar probleminde kullanılacak kriterler, önem derecelerine ilişkin Md ve R istatistikleri temel alınarak belirlenir. Üç aşamalı bir Delphi sürecinin genellikle yeterli olduğu belirtilmektedir (Skulmoski vd., 2007).

3.BULGULAR

Ölçek oluşturma safhasında Delphi tekniğinin kullanılması literatür araştırmasıyla belirlenen kriter listesinin uzman grup tarafından değerlendirilmesiyle ilave ya da çıkarmaların yapılarak ölçeğin revize edilmesini sağlamaktadır. Literatür çalışması sonrasında 48 kriterden oluşan ölçek İkinci Delphi'de gelen 44 kriter önerisiyle 92 kritere yükselmiştir.

Delphi tekniğinde üçüncü çeyrekle birinci çeyrek arasındaki farkı ifade eden genişlik (R) görüş birliğinin temel göstergesidir. Bu farkın az olması görüş birliği olduğunu, yüksek olması ise görüş birliği olmadığını ifade eder. Tablo 1'de sunulan genişlik değerlerine ilişkin veriler incelendiğinde Üçüncü Delphi cevaplarının İkinci Delphi'ye oranla daha fazla görüş birliği içerdiği söylenebilir. Tablo 1'de

[1] Birinci Delphi Anketi: http://goo.gl/forms/ZBSOUADzxmUjEnRg2
[2] İkinci Delphi Anketi: http://goo.gl/forms/dtyjtuRU5aO5Ph4p2

sunulan Md değerlerine ilişkin veriler incelendiğinde grup kararı etkisiyle Üçüncü Delphi'de belirlenen etki derecelerinde İkinci Delphi cevaplarına göre fark edilir bir artış gözlenmektedir.

Tablo 1: İkinci ve Üçüncü Delphi Md ve R değerleri

	Md Değerleri				R Değerleri			
	4	5	6	7	0	1	2	3
İkinci Delphi	8	34	47	3	1	42	43	6
Üçüncü Delphi	6	30	52	4	4	54	29	5

Kriter sayısının sadeleştirilmesi için Üçüncü Delphi sonunda elde edilen cevaplardan bazıları (Md<6 ve R>2) ölçekten çıkarılmıştır. Delphi tekniği sonunda filtrelenen kriter listesinde literatürdeki önemli unsurları kapsaması, değerlendirici tarafından ölçümlenebilir olması ve doğrudan sosyal yenilikle ilişkisi gibi değerlendirmelere bağlı olarak son bir düzeltme yapılmış ve Ek-1'de sunulduğu üzere uzman görüşleri alınarak 6 kategoride gruplanan 41 kriterden oluşan nihai kriter listesi elde edilmiştir.

4.SONUÇ VE ÖNERİLER

Çevre kirliliği, iklim değişimi, doğal kaynak yetersizliği, sağlık hizmetleri, küresel krizler ve demografik dengesizlikler gibi küresel sorunlarla mücadele için yenilikçi çözümler geliştirilmesi zorunludur. Bu durum, son yıllarda yeniliğin sosyal unsurlarına olan ilginin artmasına neden olduğundan sosyal yenilik üzerine gerçekleştirilen çalışmalar çoğalmıştır. Buna rağmen sosyal yeniliğe ilişkin kavramsal çerçeve hala gelişmektedir.

Gerçekleştirilen bu çalışma, sosyal yeniliğin tanımlanmasına ve değerlendirilmesine katkıda bulunulması için bir ölçek geliştirilmesini amaçlamaktadır. Bu doğrultuda literatür araştırması ve Delphi tekniği ile gerçekleştirilen analiz sonucunda 41 kriterden oluşan bir ölçek geliştirilmiştir. Buna göre ölçek, toplam altı kategoriden (kaynaklar, yetkinlikler, sosyal ihtiyaçlar, sosyal yenilik unsurları, uygulama alanı ve odak gruplar) oluşmaktadır. Bu kategorilerden en fazla alt kritere sahip olanı (14 adet) uygulama alanıdır.

Çalışmada sunulan ölçeğin sosyal yenilik konusunda birlikte çalışması önerilen kamu, özel sektör ve sivil toplum kuruluşlarına sosyal yenilik projelerinin seçiminde yol gösterici olabileceği değerlendirilmektedir. Böylece özellikle, önerilen ölçek sayesinde kavramsal genişlik ve belirsizlik nedeniyle sosyal yeniliğe yönelik çalışmaların değerlendirilmesinde yaşanan sıkıntıların aşılacağı düşünülmektedir. Ayrıca, mali destek programları aracılığıyla projelere hibe dağıtan kurumlar, geliştirilen sosyal yenilik ölçeğini uygulama karar süreçlerinde kullanarak projelerin sosyal yenilik potansiyelinin değerlendirilmesini sağlayabilecektir.

Gelecek çalışmalarda; geliştirilen ölçek, farklı karar verme yöntemleriyle kullanılarak projelerin sosyal yenilik potansiyelinin değerlendirilmesi için uygulamalar yapılabilecektir. Ayrıca, sosyal yenilik ölçeği kullanılarak kurumların, kurum içi süreçlerin ya da strateji seçeneklerinin sosyal yenilik üretme kapasitelerinin değerlendirilmesi için modelleme çalışmaları da gerçekleştirilebilecektir.

KAYNAKÇA

Aygören, H., Şenyürek, Ş., Erçil, A., Karaata, S. (2009), İnovasyon Yönetimi, 1. Baskı, İstanbul Sanayi Odası, Mürettebat Matbaacılık.

Bouchard, M. (2011), "Social innovation, an analytical grid for understanding the social economy: the example of the Que´bec housing sector", Service Business, 6 (1), 47-59.

Bulut, C., Eren, H., Halac, D.,S. (2013), "Social Innovation and Psychometric Analysis", Procedia - Social and Behavioral Sciences, 82, 122-130.

Cajaiba-Santana, G. (2014), "Social innovation: Moving the field forward. A conceptual framework", Technological Forecasting and Social Change, 82, 42-51.

Datta, P., B. (2011), "Exploring the evolution of a social innovation: A case study from India", International Journal of Technology Management & Sustainable Development, 10 (1), 55-75.

Dawson, P., Daniel, L. (2010), "Understanding social innovation: a provisional framework" International Journal of Technology Management, 51 (1), 9-21.

Descubes, I., Timsit, J. P., Truong, Y. (2013), "Social Innovation in Emerging Economies: A Resource-Based View Perspective", Strategic Change, 22 (7), 503-510.

Edwards-Schachter, M. E., Matti, C. E., Alcántara, E. (2012), "Fostering Quality of Life through Social Innovation: A Living Lab Methodology Study Case", Review of Policy Research, 29 (6), 672-692.

Eren, H. (2010), Üniversite öğrencilerinin sosyal yenilikçilik kapasitelerinin teknolojik yenilikçilik eğilimlerine etkisini ölçmeye yönelik bir model önerisi, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Kara Harp Okulu Savunma Bilimleri Enstitüsü Teknoloji Yönetimi Ana Bilim Dalı.

Gill, F. J., Leslie, G. D., Grech, C., Latour, J. M. (2013), "Using a web-based survey tool to undertake a Delphi study: Application for nurse education research", Nurse Education Today, 33, 1322-1328.

Green, K., Vergragt, P. (2002), "Towards sustainable households: a methodology for developing sustainable technological and social innovations", Futures, 34 (5), 381-400.

Hatcher, T., Colton, S. (2007), "The case of the web-based Delphi research technique to achieve content validity of an HRD-oriented measurement", Journal of European Industrial Training, 31 (7), 570-587.

Hung, H. L., Altschuld, J. W., Lee, Y. F. (2008), "Methodological and conceptual issues confronting a cross-country Delphi study of educational program evaluation", Evaluation and Program Planning, 31, 191-198.

Koç, O. (2010), "Toplumsal sorunlarla mücadelede bir kaldıraç olarak sosyal inovasyon ve sosyal girişimcilik açısından önemi", Girişimcilik ve Kalkınma Dergisi, 5 (2), 205-212.

Koçdar, S., Aydın, H. (2013), "Açık ve Uzaktan Öğrenme Araştırmalarında Delphi Tekniğinin Kullanımı", Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 13 (3), 31-44.

Le Ber, M. J., Branzei, O. (2010), "(Re) forming strategic cross-sector partnerships relational processes of social innovation", Business & Society, 49 (1), 140-172.

Maruyama, Y., Nishikido, M., Iida, T. (2007), "The rise of community wind power in Japan: Enhanced acceptance through social innovation", Energy Policy, 35, 2761-2769.

Özdemir, F., Ar, İ., M. (2015), "Sosyal Yenilik Üzerine Bir Alan Araştırması", Girişimcilik ve İnovasyon Yönetimi Dergisi, 4 (1), 17-43.

Şahin, A., E. (2001), "Eğitim Araştırmalarında Delphi Tekniği Kullanımı", Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 20, 215-220.

EVALUATING THE POTENTIAL OF 3D PRINTING TECHNOLOGY IN MANUFACTURING USING FORESIGHT TECHNIQUES

Başak Özdemir

Kemal Yayla
Ege University

Serhat Burmaoğlu
İzmir Katip Çelebi University

ABSTRACT

3D printing technology has been argued extensively in academia and in business world for its potential advantages in many areas, such as integrity, cost and speed. It is perceived as a disruptive innovation in many areas that can revolutionize existing systems. The aim of this study is to examine the maturity of 3D printing technology in manufacturing systems with patent analysis. Patents represent the scientific knowledge that has been already commercialized, or is ready to be commercialized. Derwent Innovation Database is used in order to extract the related patent data. 6407 patents were analyzed and the historical diffusion of 3D printing technology via CPC codes is demonstrated. Using Network Analysis, with the comparison of the historical evolution and current framework, the prominent areas in which 3D printing is used were detected.

Keywords: 3D printing, foresight, patent analysis

1. INTRODUCTION

3D printing technology is one of the most innovative technologies that stir the debate of the Third Industrial Revolution (Rifkin, 2012). Gartner predicts that 3D printing technology will continue thriving and by the year 2019, 5.6 million units will be sold, compared to year 2014's 106.000 units (Basiliere, 2015). This sharp increase in sales points out to a significant potential for innovation and growth.

It has a potential to affect the future generations and different industries, applications of 3D printing technology varies from creating consumer goods, industrial tooling, medical applications, scaling, fashion to prototyping for new designs. Although 3D printing technology has been argued frequently in academic papers (Campbell, Williams, Ivanova, & Garrett, 2011; Kaur, 2012; Rifkin, 2012), empirical research regarding the technological applications of 3D patents with patent analysis were rare comparatively. Patent analysis is an approach to measuring technological diffusion level regarding to 3D printing technologies has focused on various objectives in the literature. Han & Sohn (2015) used patent analysis on 3D printing in order to intellectual property valuation, Chu and Su (2014) has discussed 3D printing technology on Country, Organization and Author level, with data from USPTO. Lee and Kim (2015) has conducted their research similar to Chu and Su (2014). Tucker et al. (2014) used patent analysis for Technology Roadmapping of 3D printing technology. Sangsung et al. (2016) has evaluated the technological evaluation of 3D printing methods by historical perspective in their study. All those research have been tried to understand the growth and diffusion of technology in general terms. We cannot find a comprehensive research that can be compare and match at the level of industry and methods.

The aim of this study is to evaluate the potential of 3D printing technologies in various application areas by determining the core applications that 3D printing methods expands. It contributes to literature as it compares the historical evolution and current framework of 3D printing technologies in regard to application areas using patent analysis. The next section, the historical evolution and methods of 3D printing will be discussed, and it will be followed by patent analysis of 3D related patents.

2. BACKGROUND

3D printing technology has been developed in many different industries with multiple methods of 3D printing. The technology has been developed conceptually by Charles Hult. by the year 1986 the method of stereolithography was patented (Gross, Erkal, Lockwood, Chen, & Spence, 2014). Since then the concept of 3D printing has slowly entered in the manufacturing industry, mostly being used for prototyping purposes in order to "quickly fabricate conceptual models of new products for form and fit evaluation" (Campbell et al., 2011). When the 3D printing methods are discussed in literature different papers, various methods are listed (Gross et al., 2014; Tucker et al., 2014). In this study six of these methods will be considered in order to sustain comprehensiveness.

These methods are; Inkjet printing, Fused Deposition Modelling (FDM), Laminated Object Manufacturing (LOM), Laser Engineered Net Shaping (LENS), Stereolithography, Selective Laser Sintering (SLS). Stereolithography is being used at medical area (Melchels, Feijen, & Grijpma, 2010), and freeform fabrication (Griffith & Halloran, 1996). Inkjet Printing which is more common method has been used in electrical and optical devices, tissue engineering and bioprinting (Calvert, 2001). Fused Deposition Modelling has applied various industries such as aerospace part manufacturing, architectural model manufacturing, industrial and medical purposes with materials such as metals and ceramics (Zein, Hutmacher, Tan, & Teoh, 2002). Laminated Object Manufacturing, on the other hand is being used in solid freeform fabrication using ceramic components (Daufenbach & McMillin, 1994). It is being used in other areas also such as medicine, architecture and ceramics industry (Mueller & Kochan, 1999). Another method of 3D printing technology, Laser Engineered Net Shaping has a place in literature in tooling applications and metal part manufacturing (Atwood et al.,1998).

3. DATA AND ANALYSIS

Patent analysis is a bibliometric method used for various purposes such as assessing technological trends and competitive advantage of a particular company (Daim, Rueda, Martin, & Gerdsri, 2006) or evaluating technological development of certain area (Wagner & Wakeman, 2014). It is possible to apply patent analysis for detecting technological maturity of certain method in industrial applications.

For the data collection strategy, previous researches has been analyzed (Chang, Wu, & Leu, 2012; Cho & Shih, 2011; Sung, Wang, Huang, & Chen, 2015; Wang, Sung, & Huang, 2016; Wong & Goh, 2009), and we have developed a hybrid search strategy. A lexical search was conducted for the words "3d print*" in the patents' topic field from Derwent Innovation Database. Between the years 1967 and 2015, 6407 patents were acquired in the various application areas that has a link to 3D printing. In terms of understanding the spread of technology based on the methods and industrial application, patent analysis

will give an empirical metrics the density of 3D technology all over the industry. In order to analyze spreading point, the 4-digit CPCs (Cooperative Patent Classification) which are related to each patent in dataset are examined using social network analysis.

CPC is a platform that harmonize two main different patent classification systems. These systems are USPTO (United States Patent and Trademark Office) and EPO (European Patent Office). Each CPC code represent a different methods or material that can be specified within its industrial area. In order to analyze the relationship between those areas, we have applied Social Network Analysis using Pajek (Batagelj & Mrvar, 1998; Sternitzke, Bartkowski, & Schramm, 2008).

In Appendix 1, the resulting network analysis which combines the CPC Codes and the patents' application dates is demonstrated. Height of the frequency is represented with bigger nodes and also weight of connection which is indicated with the CPC code itself. The analysis indicate that the 3D printing technology first was applied in the area of plastics (see CPC code B29C). Between the years 1967 and 1980, 3D patents had been started to acquire in the areas such as electric components, photography, coating compositions, optical elements and apparatus (see CPC Codes H05K, G03B, C09D, G02B). Between the years of 1980 and 1990, areas 3D printing patents in areas such as semiconductor devices, electric solid devices (H01L), Typewriters & selective printing mechanisms (B41J), electrical digital data processing (G06F) rapidly emerged. The ending of 1980s and the 1990s demonstrates the greatest diffusion between the application areas. With the emergence of patents regarding powder metallurgy (B22Y) in 1999, additive manufacturing in 2000 (B33Y) the 3D printing technology as we know it started off.

After analyzing the application areas according to historical evaluation of 3D printing, the patents that were acquired in the year 2015 is discussed in order to understand the current framework of 3D printing application areas. We have created co-occurrence matrix, with a threshold of at least 5 relations between the nodes, of CPC codes that we acquired from related database. This matrix has been transformed into graph using UCINET (Borgatti, Everett, & Freeman, 2002). To determine diffusion of technology the graph was visualized with VOSviewer (Van Eck & Waltman, 2010). Figure 1 illustrates the network visualization of the patents that were acquired in the year 2015. In year 2015, there are 85 nodes which has 60 edges. Only 38 nodes from 85 nodes are connected. In order to demonstrate the networks between nodes, unconnected nodes are omitted from graph.

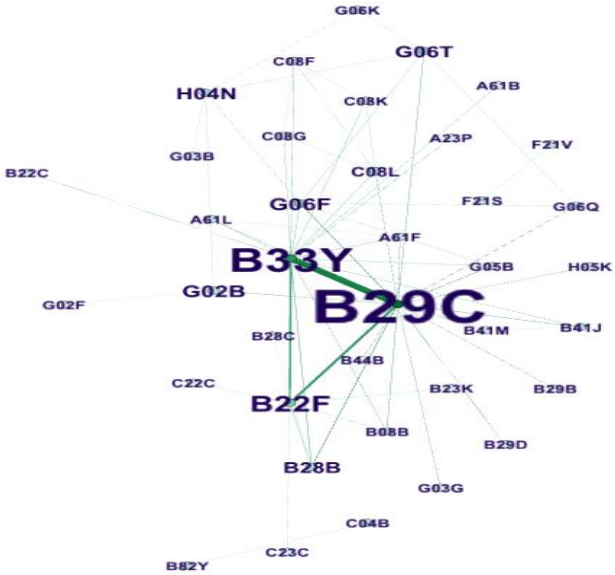


Figure 1: Network visualization of connected nodes

In order to align the research question with the findings, the core sectors must be determined. For this purpose, betweenness centrality values (Barthelemy, 2004) were used as an unbiased measurement metric. Betweenness centrality plays a role "in the existence of paths between any two given nodes in the network" (Barthelemy, 2004). For calculating centrality values, graph file imported into Gephi (Bastian, Heymann, & Jacomy, 2009).

Node	Betweenness Centrality	CPC code definitions

B29C	0.087	Shaping or joining plastics, shaping of substances in a plastic state, after-treatment of the shaped products
B33Y	0.054	Additive Manufacturing
B22F	0.027	Working Metallic Powder
G06F	0.013	Electrical Digital Data Processing
G02B	0.012	Optical Elements, systems or apparatus
H04N	0.011	Pictorial Communication
G06T	0.010	Image Data Processing and Generation
B28B	0.009	Shaping Cementitious Material
C08L	0.005	Composition of Macromolecular Compounds

Table 1: Betweenness Centrality 2015 visualization

Table 1 shows the highest 9 nodes in terms of betweenness centrality. When the CPC codes are checked it can be seen that the areas B29C, B33Y, B22F holds the highest betweenness centralities. This situation point out that although B29C is the oldest area in 3d printing applications, it is still one of the most significant area. B33Y and B22F are relatively new, but they have drawn more attention than some of the older ones.

4. CONCLUSION

The aim of this study was to evaluate the potential of 3D printing technologies in various application areas by determining the diffusion paths of 3D printing patents. These patents were analyzed and some conclusions have been drawn from the results. Appendix 1 suggest that from 1967 to the first half of 1990s, 3D printing has diffused to a limited number of areas. With the year 1995 the diffusion areas have increased significantly but these areas haven't developed much. Powder metallurgy was introduced into the area of 3D printing, and in 2000 additive manufacturing has emerged. When the network analysis of 2015 patents examined one can clearly see that, additive manufacturing and powder metallurgy despite being rather new technologies compared to plastic shaping, shaping cementitious material, or Electrical Digital Data Processing, these two areas have diffused into more areas than some of the older ones. The biggest node (B29C) in Figure 1 has the highest betweenness centrality. Tucker et al. (2014) has suggested that the highest betweenness centrality values indicates the core industrial application area. From this point of view, the highest betweenness centrality values of nodes indicate that these areas are the core diffusion points, and interlinking industries between other application areas.

As a result, given the existing literature the effect of 3D printing technology to manufacturing has been discussed in various ways. In this study the possible exposure of 3D printing technology to the manufacturing has been examined. When the historical evolution and the snapshot of current situation compared, it can be suggested that some application areas rapidly developed and still growing (B33Y, B22F) but some of the other areas has been developing slower than others (C08L). As 3D printing is a promising technology for future, it can be stated that there is still room for growth. This study can be useful the future work in terms of understanding the diffusion and the potential of use of 3D printing in various industrial areas. The weak signals of emerging areas can be detected via continuous monitoring.

ACKNOWLEDGEMENTS

We are grateful to Talih Öztürk and Haydar Yalçın for their support on graphical visualization of Patent Analysis.

REFERENCES

Atwood, C., Griffith, M. L., Schlienger, M. E., Harwell, L. D., Ensz, M. T., Keicher, D. M., . . . Smugeresky, J. E. (1998). *Laser engineered net shaping (LENS): a tool for direct fabrication of metal parts*.

Barthelemy, M. (2004). Betweenness centrality in large complex networks. *The European Physical Journal B-Condensed Matter and Complex Systems, 38*(2), 163-168.

Basiliere, P. (2015). 3D Printer Market Sales Will Exceed $14.6 billion in 2019. Retrieved from http://blogs.gartner.com/pete-basiliere/2015/09/29/3d-printer-market-sales-will-exceed-14-6-billion-in-2019/

Bastian, M., Heymann, S., & Jacomy, M. (2009). Gephi: an open source software for exploring and manipulating networks. *ICWSM, 8*, 361-362.

Batagelj, V., & Mrvar, A. (1998). Pajek-program for large network analysis. *Connections, 21*(2), 47-57.

Borgatti, S. P., Everett, M. G., & Freeman, L. C. (2002). Ucinet for Windows: Software for social network analysis.

Calvert, P. (2001). Inkjet printing for materials and devices. *Chemistry of materials, 13*(10), 3299-3305.

Campbell, T., Williams, C., Ivanova, O., & Garrett, B. (2011). Could 3D printing change the world. *Technologies, Potential, and Implications of Additive Manufacturing, Atlantic Council, Washington, DC*.

Chang, P.-L., Wu, C.-C., & Leu, H.-J. (2012). Investigation of technological trends in flexible display fabrication through patent analysis. *Displays, 33*(2), 68-73.

Cho, T.-S., & Shih, H.-Y. (2011). Patent citation network analysis of core and emerging technologies in Taiwan: 1997–2008. *Scientometrics, 89*(3), 795-811.

Chu, Y.-T., & Su, H.-N. (2014). *Understanding patent portfolio and development strategy of 3D printing technology*.

Chu, Y.-T., & Su, H.-N. (2014, 2014). *Understanding patent portfolio and development strategy of 3D printing technology*. Paper presented at the PICMET '14 Conference: Portland International Center for Management of Engineering and Technology; Infrastructure and Service Integration, Kanazawa.

Daim, T. U., Rueda, G., Martin, H., & Gerdsri, P. (2006). Forecasting emerging technologies: Use of bibliometrics and patent analysis. *Technological Forecasting and Social Change, 73*(8), 981-1012.

Daufenbach, C. G. J., & McMillin, S. (1994). Solid freeform fabrication of functional ceramic components using a laminated object manufacturing technique. *Solid Freeform Fabrication*, 17.

Griffith, M. L., & Halloran, J. W. (1996). Freeform fabrication of ceramics via stereolithography. *Journal of the American Ceramic Society, 79*(10), 2601-2608.

Gross, B. C., Erkal, J. L., Lockwood, S. Y., Chen, C., & Spence, D. M. (2014). Evaluation of 3D printing and its potential impact on biotechnology and the chemical sciences. *Analytical chemistry, 86*(7), 3240-3253.

Han, E. J., & Sohn, S. Y. (2015). Patent valuation based on text mining and survival analysis. *The Journal of Technology Transfer, 40*(5), 821-839. doi:10.1007/s10961-014-9367-6

Kaur, S. (2012). How is "Internet of the 3D Printed Products" going to Affect Our Lives? Pushing frontiers with the first lady of emerging technologies. *IETE Technical Review, 29*(5), 360-364.

Lee, I., & Kim, Y. (2015). The recent patent analysis and industrial trend of 3D printing. *Indian Journal of Science and Technology, 8*, 70.

Melchels, F. P. W., Feijen, J., & Grijpma, D. W. (2010). A review on stereolithography and its applications in biomedical engineering. *Biomaterials, 31*(24), 6121-6130.

Mueller, B., & Kochan, D. (1999). Laminated object manufacturing for rapid tooling and patternmaking in foundry industry. *Computers in Industry, 39*(1), 47-53. doi:http://dx.doi.org/10.1016/S0166-3615(98)00127-4

Rifkin, J. (2012). The third industrial revolution: How the internet, green electricity, and 3-d printing are ushering in a sustainable era of distributed capitalism. *World Financial Review, 1*.

Sangsung, P., Juhwan, K., Hongchul, L., Dongsik, J., & Sunghae, J. (2016). Methodology of technological evolution for three-dimensional printing. *Industrial Management & Data Systems, 116*(1), 122-146. doi:10.1108/IMDS-05-2015-0206

Sternitzke, C., Bartkowski, A., & Schramm, R. (2008). Visualizing patent statistics by means of social network analysis tools. *World Patent Information, 30*(2), 115-131.

Sung, H.-Y., Wang, C.-C., Huang, M.-H., & Chen, D.-Z. (2015). Measuring science-based science linkage and non-science-based linkage of patents through non-patent references. *Journal of Informetrics, 9*(3), 488-498.

Tucker, K., Tucker, D., Eastham, J., Gibson, E., Varma, S., & Daim, T. (2014). Network Based Technology Roadmapping for Future Markets: Case of 3D Printing. *Technology and Investment, 5*(03), 137.

Van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics, 84*(2), 523-538.

Wagner, S., & Wakeman, S. D. (2014). What do patent-based measures tell us about product commercialization? Evidence from the pharmaceutical industry.

Wang, C.-C., Sung, H.-Y., & Huang, M.-H. (2016). Technological evolution seen from the USPC reclassifications. *Scientometrics, 107*(2), 537-553.

Wong, C. Y., & Goh, K. L. (2009). Modeling the dynamics of science and technology diffusion of selected Asian countries using a logistic growth function. *Asian Journal of Technology Innovation, 17*(1), 75-100.

Zein, I., Hutmacher, D. W., Tan, K. C., & Teoh, S. H. (2002). Fused deposition modeling of novel scaffold architectures for tissue engineering applications. *Biomaterials, 23*(4), 1169-1185.

Appendix 1

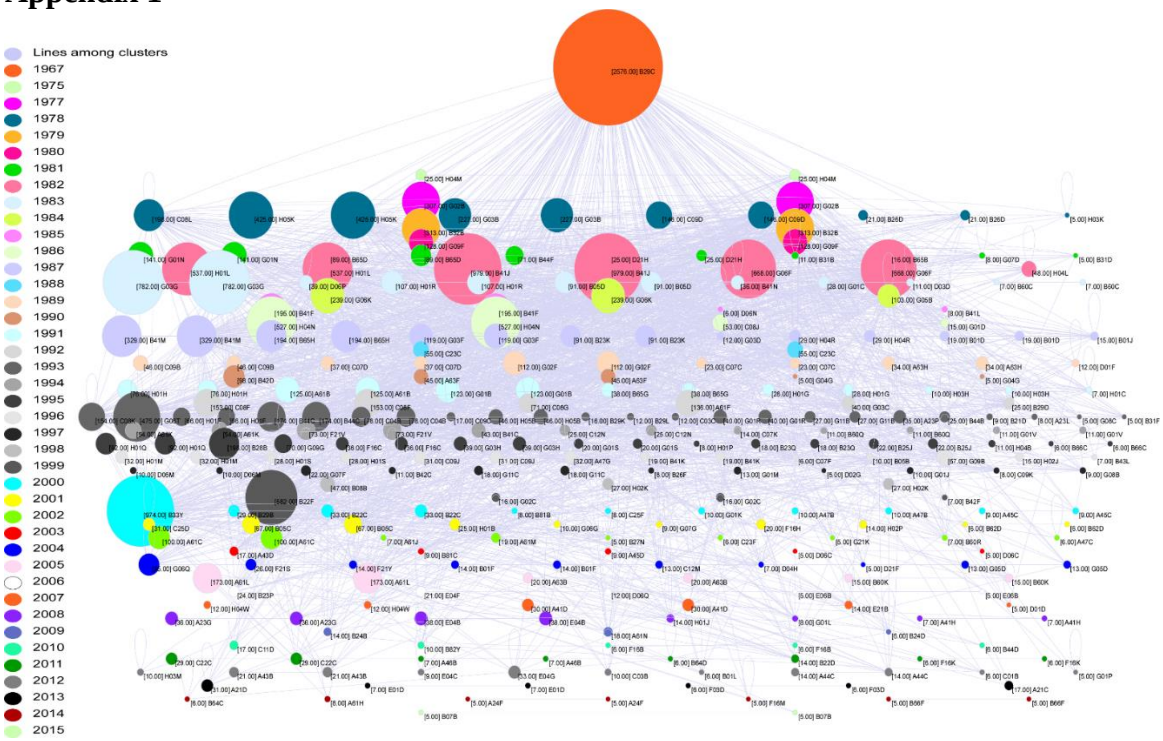


Figure 2 Network Graph of IPC Codes

EKLER

EK-1 Kriter Listesi

Kategori	**Alt Kriterler**
Kaynaklar (A)	*A1*-Finansal kaynaklar - Yeterli miktarda sermayeye erişim imkânı
	A2-Sosyal sermaye - Faaliyetlerin yürütülmesi için gerekli insan kaynağı, gönüllüler ve sosyal girişimcilerin varlığı, etkileyici ve ikna edici liderlik
	A3-Teknoloji gelişimi - Mevcut teknoloji seviyesine bağlı imkânlar ve bunların gelişimine bağlı olarak artan olanaklar
	A4-Kültürel sermaye
	A5-Fırsat: Yenilikçi uygulamaların tasarlanması ve gerçekleştirilmesine yönelik birey/kurumlara fırsat sunan kaynakların varlığı
Yetkinlikler (B)	*B1*-Sosyal ağ kurma kabiliyeti - Diğer sosyal inisiyatiflerle bağ kurabilme kabiliyeti sosyal yeniliklerin yaygınlaşması sürecinde önemli etkilere sahiptir
	B2-Düşünsel kapasite - Sorgulama, analiz, eleştiri ve problem çözme becerileri kapasitesi.
	B3-Sosyal kalkınma - Gelir dağılımı adaletsizliğinden kaynaklanan farkların azaltılmasıyla toplumu oluşturan insanların maksimum kapasitelerine ulaşabilmeleri için kaynakların etkili, etkin, sürdürülebilir planlanması
Sosyal İhtiyaçlar (C)	*C1*-Sosyal beklentiler - İnsanların artan yaşam standardı beklentisi ve diğer sosyal beklentiler
	C2-Sosyal adalet arayışı - Cinsiyet, din, dil, ırk, fiziksel-bilişsel-duygusal, ekonomik vb. farklılıkların herhangi bir alanda (kültürel, ekonomik, sosyal) adaletsizlik üretmesini önleme isteği
Sosyal Yenilik Unsurları (D)	*D1*-Toplumda politik ve sosyal değişimleri tetikleyecek çözümler
	D2-Toplumun yenilikçi kapasitesini geliştirmek için yeni eğitim teknikleri
	D3-Toplumun yaşam kalitesini artıracak hizmetler ve ürünler

	D4-Sosyal ihtiyaç ve sorunlara çözüm bulunması için yeni teknolojiler	
	D5-Toplumda sosyal katılımcılık ve işbirliğini artıracak yeni yöntemler	
	D6-Sosyal değer üretecek yeni fikirler	
	D7-Sosyal alanlarda gelişme sağlama potansiyeli	
	D8-Sosyal sorunların çözümünde toplumsal işbirliğini tetikleyecek mekanizmalar	
Uygulama Alanı (E)	*E1*-Çevre	*E9*-Tarım ve Hayvancılık
	E2-Enerji	*E10*-Turizm
	E3-Ulaştırma	*E11*-Afetler ve yönetim süreçleri
	E4-Eğitim	*E12*-Temiz suya erişim
	E5-Sağlık	*E13*-Kalkınma
	E6-Finans	*E14*-Cinsiyet eşitliği
	E7-Kültür-Sanat	*E15*-Demokrasi
	E8-Sosyal Hizmetler	*E16*-Çalışma hayatı
Odak Gruplar (F)	*F1*-Kadınlar	*F5*-Yetim çocuklar
	F2-Engelliler	*F6*-Mülteciler
	F3-Çocuklar	*F7*-İşsizler
	F4-Gençler	

BÜTÜNLEŞİK ÜRÜN - SÜREÇ TASARIM VE YÖNETİMİ HAKKINDA SİSTEMATİK YAYIN TARAMASI

Ayşegül Özkavukcu
Migros T.A.Ş. ArGe Merkez Çalışanı

M. Bülent Durmuşoğlu
Istanbul Teknik Üniversitesi

ÖZET

Bugünün rekabetçi ortamı, işletmelerin yaptığı her hamleyi daha da önemli kılmaktadır. İşletmeler ancak, toplam ürün ömrü boyunca oluşan israfları sürekli azalttıklarında rakiplerine göre bir adım öne çıkmaktadır. Yalın düşünce sistemleri, imalat firmalarında yaygınlaşmıştır ancak fikir aşamasından geri dönüşüm sürecine kadar olan değer zincirinin üretim adımında etkin kullanıldığı söylenebilir. Bir ürünün fikir aşamasından; sırasıyla tasarım, tedarik, üretim, depolama, dağıtım, satış sonrası hizmetleri ve geri dönüşüm sürecinin sonuna kadar oluşan maliyetlerin yaklaşık %80'i tasarım aşamasında belirlenmektedir. Tasarım süreci ise toplam ürün ömrünün sadece %15'ini almaktadır. Bu nedenle, daha tasarım aşamasındayken toplam ürün maliyetlerinin bütününe etki etmek; ürün tasarımı ile birlikte süreç tasarımını da eş zamanlı olarak yürütmek; giderek büyük önem kazanmaktadır. Bu çalışmada, bütünleşik ürün - süreç tasarım ve yönetim konusu hakkında ayrıntılı bir yayın taraması yapılmıştır. Ortaya çıkan bulgular ışığında akademik ve pratik dünya için gelecek çalışma alanları önerilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Bütünleşik ürün ve süreç tasarımı, ürün geliştirme süreci, ürün yaşam döngüsü

SYSTEMATIC REVIEW ABOUT INTEGRATED PRODUCT AND PROCESS DESIGN AND DEVELOPMENT

ABSTRACT

Today's competitive business environment makes every single movement much more important. Enterprises have to reduce wastes which occur during the entire product life cycle. Lean thinking became popular but mainly manufacturing companies applied these lean tools strictly and effectively at the production part of the value chain. Basically, 80% of the total cost of a product in its whole life, is determined at its early desing stages. These stages are accounted only for about 15% of the whole product life. This paper briefly revises the literature about design for X tools and integrated product and process design and development (IPPDD) systems.

Keywords: Integrated Product and Process Design, Product Development Process, Product life cycle

1. GİRİŞ

Değer, üretici tarafından yaratılır, ancak nihai müşteri tarafından tanımlanır. Giderek azalan ürün ömürleri de dikkate alındığında, müşteri beklentilerinin ürün ve süreç parametrelerine dönüştürülmesi ile müşteriye yakın süreçlerin doğru ele alınması daha da önemli hale gelmiştir. Ürün geliştirme süreci müşteriye yakın süreçlerden olup, ürün yaşam döngüsünün başlarında yer alır. Ürün yaşam döngüsünün sadece %10-%15'ü ürün geliştirme evresinde geçerken, ürünün yaşam döngüsü boyunca oluşan toplam maliyetin %75-%85'i aynı evrede belirlenmektedir (Ehrlenspiel 2003; Gonçalves-Coelho, Mourao, ve Pereira 2005; Magrab vd. 2010). Birçoğunda da bu maliyetlerin %15'i fiilen ürün geliştirme evresinde harcanmaktadır. Bunun yanında ürünün garanti süresince ortaya çıkan arızalarında da %60'ının kök nedeni ürün geliştirme aşamasında alınan kararlardır(Gonçalves-Coelho vd. 2005).

Boothroyd (1994)'a göre, geleneksel bakış açısı ile tasarımcılar "Biz tasarladık, siz üretin" derken aslında işleri duvar üzerinden aşırma davranışı sergilerler. Bu davranış üretim safhasında üretim mühendislerine birçok yönden problem olarak geri döner. Ürünün yaşamı boyunca getirdiği maliyetlere ürün geliştirme evresindeyken etki etme yaklaşımının temellerinin sanayi devrimi ile *imalat için tasarım (design for manufacturing – DFM)* aracı ile birlikte atıldığı söylenebilir (Moultrie & Maier, 2014). İkame edilebilir parça (*standartlaştırma-interchangebility*) kavramı geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Bu tip parçalar nerede üretilirse üretilsin, kullanıldığı yerde istenen işleve uygun olan parçalardır. Böylece herkes kendi parçasını kendisi üretmekten kurtulmuş, bu parçalar belirli yerlerde büyük miktarlarda ve dolayısıyla çok daha ucuza üretilebilir duruma gelmiştir (Tanyaş ve Baskak 2008). Henry Ford'un montaj hatlarını geliştirmesi, mümkün olan yerlerde ikame edilebilir parçaları kullanması ve tasarımı olabildiğince basit hale getirmeye çalışması herkes tarafından kabul gören gelişmelerdendir (Moultrie & Maier, 2014). *Montaj için tasarım (design for assembly-DFA)* kavramı 1980'lerde ortaya çıktı (Boothroyd ve Dewhurst 1983; Moultrie ve Maier 2014; Swift ve Redford 1980). Boothroyd (1994) tarafından sunulan *imalat ve montaj için tasarım / Design for manufacturing and assembly-DFMA)* metodolojisi ile toplam ürün maliyetleri azaltılırken pazara giriş süresi de kısaltılmaktadır. Ingersol Rand şirketinin, DFMA kullanarak Haziran 1989 yılında tasarlamaya başladığı bir ürünü Şubat 1990 yılında seri üretir hale geldiğini, pazara giriş süresinin 2 yıldan 1 yıla düşürüldüğünü raporlamıştır (Boothroyd 1994). Sonraki yıllarda geleneksel ürün geliştirme sürecinde *x için tasarım (Design for X-DFx)* yaklaşımları geliştirilmiştir (ElMaraghy vd. 2013; Huang, Shi, ve Mak 2000). Bu yaklaşımlar temelde ürün tasarımına nitel kılavuzlar sunmaktadır. Bu kılavuzlar ya ürünün yaşam döngüsü içerisindeki belli bir periyoda ilişkin olur (imalat için tasarım, montaj için tasarım, lojistik için tasarım gibi) ya da tasarımın etkilerine ilişkin olur (çevre için tasarım-design for environment gibi). Ürünün yaşam döngüsü boyunca herhangi bir periyoda ya da herhangi bir etkisine odaklanan ve oldukça detaylı spesifik kılavuzlar içeren bu yaklaşımlar, ürünün yaşam döngüsünün tamamını bütünsel olarak ele almak için oldukça karmaşıktırlar (Dombrowski, Schmidt, ve Schmidtchen 2014). Bu konunun günümüzde, ürün ömürlerinin göreceli olarak kısaldığından, çok daha önemli hale geldiği söylenebilir.

Ürün gerçekleştirme sürecinin bütünleşik bir yaklaşım bakış açısıyla ele alınması, birbirinden farklı disiplinlerden gelen çalışanlardan oluşan takımların ortak çalışması ile süreçlerin planlanması gereği son 30 yıldır iyice anlaşılmıştır (Magrab vd. 2010). Bu durum organizasyonel yapılanmadaki değişiklikleri de beraberinde getirmiştir. Yatay hiyerarşik yapılanma ile birlikte, ürün gerçekleştirme sürecinin en başından itibaren takım olarak yapılan eş zamanlı çalışmalar; müşteri isteklerine, ürün kalitesine, maliyet azaltmaya, pazara giriş zamanını belirlemeye daha fazla önem verme eğilimi artmıştır (Gonçalves-Coelho vd. 2005), (Magrab vd. 2010). Son 40 yıldır ürün gerçekleştirme sürecinde yaşanan bu değişime atıf yapan birçok yöntem ortaya çıkmıştır. Ürünün tüm yaşam döngüsü boyunca ortaya çıkan maliyetleri enazlamayı amaçlayan ve takım esaslı çalışma prensibi olan yöntemlerin bazıları, eş zamanlı mühendislik (Concurrent engineering), bütünleşik ürün ve süreç tasarım ve geliştirme (IP2D2: Integrated product and process design and development), yalın tasarım (Lean design), dünya klasında üretim (WCM-world class manufacturing) ve ürün yaşam döngüsü yönetimidir (Product lifecycle management) (Dombrowski vd. 2014; Gonçalves-Coelho vd. 2005; Halevi 2001; Hinckeldeyn vd. 2013; Magrab vd. 2010).

IP2D2 metodu 1997 yılında Magrab ve diğerleri tarafından ortaya konulmuştur (Magrab vd. 2010). Bu ekibin asıl amacı üretilebilirliğin sağlanması ve bir konsept ürün tasarımının, ürün halini aldığında tasarım aşamasında alınan kararlar ve yürütülen süreçlerin aşağıdakiler gibi sonuçlanmasının sağlanmasıdır.

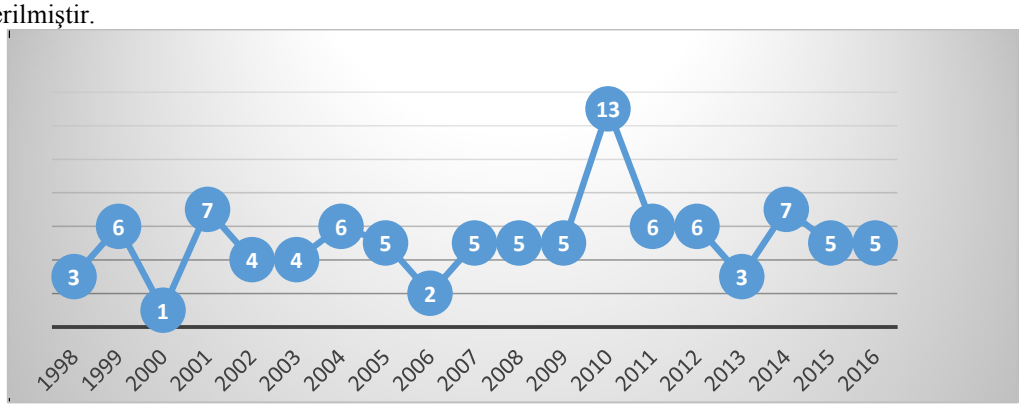
- Yüksek müşteri memnuniyeti
- Yüksek karlılıkla minimum ürün maliyeti
- Kıyaslanan ürünlerle (Benchmarks) eşit ya da üstün rekabet gücü
- Daha kısa pazara çıkış süresi
- Daha düşük ürün geliştirme maliyeti ve daha yüksek kalite
- Minimum süreç içi stok ile iyileştirilmiş performans göstergeleri
- Ham madde ve bitmiş ürünler için minimum stok alanı, minimum stok ve minimum taşıma
- Yeniden tasarımların azalması
- Genişlemiş ürün yelpazesi
- Tedarikçilerin daha erken sürece dahil olmasıBu çalışmada da IP2D2 metodolojisi sistematik olarak taranacaktır Çalışmanın sonunda çıkacak olan potansiyel çalışma alanlarının gelecekteki akademik çalışmalar için yol gösterici olması çalışmanın hedefidir. Bundan sonraki bölümde yayın taramasında kullanılan yöntemden bahsedilecektir. Üçüncü bölümde ise yayın taramasının sonuçları paylaşılacaktır.

2. YÖNTEM

IP2D2 konusu literatürde taramaya tabi tutulmuştur. Scopus veritabanında başlıkta, özet ve anahtar sözcüklerde "Bütünleşik ürün ve süreç tasarım ve geliştirme" kavramı olan yayınlar seçilmiştir. Bu taramanın sonucunda iki yayına ulaşılmıştır. Bu yayınlardan ilki IP2D2 metodunun makine mühendisliği öğrencileri için tasarlanan bir ders içeriğinden IP2D2 metodundan yararlanılmıştır (Wang 2007). Bu ders kapsamında öğrencilerin bir dönem boyunca konsept ürün tasarımını IP2D2'ye göre ilerletip nihayetinde gerçek bir ürün üretmeleri hedeflenmiştir. İkinci yayın ise, farklı bilgisayar destekli tasarım (CAD: computer aided design) sistemleri arasında gerçekleşen veri alışverişlerinin iyileştirilmesine dair bir yaklaşım geliştirilmiştir (Fu vd. 2003). Bu yayında farklı sistemler arasında tasarım ve makine elamanlarına dair olan verinin aktarımında kaybolabilen bilgiler IP2D2'nin bir darboğazı olarak adlandırılmıştır.

Başlık, özet ve anahtar sözcüklerde yapılan taramaya ilaveten ilgili yayınların diğer bölümlerinde de "Bütünleşik ürün ve süreç tasarım ve geliştirme" kavramı taranmıştır.

Karşımıza çıkan 98 çalışmanın 9'u "Proceedings Of The ASME Design Engineering Technical Conference" kitabında yayınlanmıştır. Aynı zamanda çalışmaların yıllara göre dağılımı Şekil 2.1.'de gösterilmiştir.



Şekil 2.1. "Bütünleşik ürün ve süreç tasarım geliştirme" kavramını içeren yayınların yıllara göre dağılımı

3. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI VE SONUÇLARI

Bu bölümde incelenen yayınlar tarih bazlı olarak dört kategoride anlatılacaktır. Bunlar; literatür taraması odaklı çalışmalar, üniversite sanayi işbirliği niteliğinde olan çalışmalar, metodoloji geliştirilen çalışmalar ile hem metodoloji geliştirilen hem de vaka analizi şeklinde örneklenen çalışmalardır. İlk olarak yapılan taramada literatür araştırması niteliğinde olan iki çalışmaya rastlanmıştır. Xie vd. (2003) internet tabanlı ürün geliştirme konusu hakkında yapılan çalışmaları sistematik olarak literatürde taramıştır ve konunun sanayinin beklentilerinin altında kaldığı sonucuna ulaşmışlardır. Umeda vd. (2012) ürün yaşam döngüsü konusunda kapsamlı bir literatür taraması yapmış ve aynı zamanda ürün yaşam döngüsü planlama konusunda bir metodoloji önermiştir. İlgili çalışmanın en göze çarpan sonucu ise, ürün yaşam döngüsü konusu ile ürün tasarım konusu birlikte ele alınması ve daha ürün tasarımına başlanırken ürün yaşam döngüsünün de planlanmasının yapılması gerekliliği üzerinde durulmasıdır. İkinci olarak üniversite sanayi işbirliği niteliğinde olan dört çalışmaya rastlanmıştır. Bunlardan ilki imalatı öğretme amacına dayalı olarak Bütünleşik ve Sürdürülebilir İmalat Programı, 1998 yılından Michigan Teknoloji Üniversitesi'nde başlatılmıştır (Mckimpson 2001). Bu programda hem mühendislik hem işletme

öğrencileri ekipler halinde çalışırken, ekiplerin ortaya yeni bir ürün koyma hedefleri olup ve süreç hem özel sektörün hem imalat mühendisleri topluluğunun desteği ile yürütülmektedir. (Goldin vd. 1999), Virginia Üniversitesi ve Nasa Merkezi işbirliği ile kurulan akıl sentez ortamında (ISE-intelligent synthesis environment), bilim insanlarını, tasarım ekiplerini, üreticileri, tedarikçileri ve danışmanları bir havacılık sistemi tasarımı maksadıyla bir araya getirilmiştir. Bu çalışmada inovatif ürünlerin daha kısa zamanda tasarlanıp üretilmesi amaçlanmıştır. Moller ve Lee (1999), Rensselaer Polytechnic Enstitüsü'nde lisans öğrencilerine yönelik "tasarım ve imalat laboratuvarı" dersi hızlı ürün geliştirme konseptini daha etkin öğretebilmek amacıyla tasarlanmışlardır. 2000 yılında Lehigh Üniversite'sinde birden çok disiplinin bir araya getirildiği bir program başlatıldı. Bu program üç temel daldan oluşmaktaydı; Bütünleşik ürün, süreç ve proje yönetimi (Integrated product, process and project), Bütünleşik İşletme ve Mühendislik, Tasarım (Design Arts). Bu programların ana amacı girişimcilik ruhunu ön plana çıkartmaktı ve katılımcıları öğrencilerden, fakülte çalışanlarına, sponsor firmalara kadar uzanan geniş bir yelpazeden oluşuyordu. Ochs vd. (2001) bu programların tasarımı ve uygulanması konularını ele almış ve gelecekte daha etkin sonuçlar alınması için çıkarımlarda bulunmuşlardır.

Üçüncü olarak metodoloji geliştirilen çalışmalar incelenmiştir. Goel ve Singh'in, yaratıcılık ve inovasyon araçlarını aksiyomlarla tasarım ilkeleri ile bütünleşik olarak dayanıklı ürün geliştirme amacına yönelik olarak ele almış ve bir metodoloji geliştirmiştir (Goel ve Singh 1998). Prasad, bir organizasyonun geliştirdiği ürün ya da hizmetin rekabetçi ortamda ürettiği toplam değeri sekiz parametreye göre tanımlamış ve toplam değer indeksi kavramını üretmiştir (Prasad 1998). Bu indeks, kalite, karlılık, müşteri memnuniyeti, verimlilik, planlanmamış değişiklikler, stok, kalitenin maliyeti ve pazara çıkış zamanı kriterlerini içermekte ve temelde yeni geliştirilen bir ürün ya da hizmetin "sistem performansı" nı ortaya koymaktadır. Sky ve Buchal (1999), eşzamanlı mühendislik konseptinin etkinliğini arttırmak için ürün yaşam döngüsünü ve sanal bir işbirliği ortamını bütünleşik olarak ele alan bir metodoloji sunmuştur. Prasad (2001), ürün gerçekleştirme sürecindeki hem yapısal hem de hesaplama karmaşıklığını sistematik olarak ele almış ve ürün-süreç metodoloji konseptini tasarlamıştır. Bu karmaşıklıkla başa çıkabilmek için dal sınır metodolojisinden yararlanarak dört aşamalı bir konsept ortaya koymuştur; planlama-sistematikleştirme-çözüm-birleştirme. Thomson vd. (2003), değer ve kalite kavramlarını birlikte değerlendirdikleri ve daha tasarım aşamasındayken paydaşları ve karar vericileri ürün tasarımı sürecine dahil ettikleri bir metodoloji geliştirmişlerdir. Vitharana vd. (2004), komponent bazlı tasarım konusunu organizasyonel strateji ile birlikle değerlendirip, bu komponent tasarımlarının tekrar kullanımı sağlamak amaçlı iki aşamalı bir metodoloji geliştirmişlerdir. Ürün-süreç tasarım ve yönetiminin bütünleşik olarak ele alındığı günümüzde Motte vd. (2007) ürün paketinin ve paketleme sisteminin de bu bütünleşik sürecin içerisinde ele alınması gerektiğini vurgulayıp bir metodoloji geliştirmiştir. Bligh ve Sodhi (2008), mevcut bütünleşik ürün ve süreç geliştirme araçlarını tartışıp ürün tipine özel bir kategorinin olmadığını söylemişlerdir. Bunun yanında bu bütünleşik araçların ürün özellikleri ve organizasyon hedeflerine uygun seçilmesi gerektiğini önermişlerdir. Molina ve Sanchez (2012), müşteri ihtiyaçlarını ilgili süreç özelliklerine aksiyomlarla tasarım ilkelerinden faydalanarak dönüştüren bir metodoloji geliştirmiştir.

Dördüncü kategoride ise (Zollinger ve Todd 2000), müşteri istek ve beklentilerini dikkate alan bir ürün tasarımının pazarda ilgili ürünü güçlendireceğini gösteren uygulama odaklı bir çalışma yapmışlardır. Mattson ve Magleby (2011), organizasyonun stratejilerinden başlayan ve en iyi konsept tasarım alternatifinin seçimi ile sona eren, modülerlik etkisini gösteren dört aşamalı bir metodoloji geliştirmişlerdir. Genellikle en modüler tasarımların en iyi konsept tasarım olmadıkları sonucuna ulaşmışlardır. Ellsworth vd.ve Todd (2002), ürün tasarımında müşteri ihtiyaçları ve ürüne yükledikleri değerin ülkelerin kültürlerine göre değiştiğini varsayıp, kültüre göre tasarım konusunu çalışmışlardır. Amerika, Avrıpa, Japonya ve gelişmekte olan ülkelerden Brezilya kültürleri için buzdolabı tasarımını vaka analizi şeklinde ele almışlarlardır. Alternatif tasarım üretme konusunu (Lin ve Chen 2005), ürün tasarım ve geliştirme sürecinin kilit adımı olarak nitelendirmektedirler. Bu nedenle çalışma, tasarım prototipleme yaklaşımı ile kural tabanlı sistemi bütünleşik olarak ele alıp ürün tasarım ve geliştirme sürecinin etkinliğini artırmayı hedeflemiştir. Bu sistemi bir kap tasarımı ile örneklendirmişler ve potansiyel bir ürün tasarımı uzman sistemlerinin tasarımcıya daha hızlı alternatif tasarım üretme şansı tanıyacağını söylemişlerdir. Chin vd. (2005), yeni ürün geliştirme sürecine kalite fonksiyon göçerimi, değer mühendisliği, hata türleri ve etkileri analizi araçlarının birlikte kullanıldığı bütünleşik bir metodoloji (CIMOSA- computer integrated manufacturing open systems architecture) geliştirmiş ve Hong Kong otomotiv komponent üreticisinde uygulamışlardır. Moon vd. (2010), hizmet ürün ailesi tasarımı konusunu platform bazlı hizmet tasarımından, modül bazlı hizmet tasarımına oyun teorisi yaklaşımından yararlanarak taşımış ve bu metodolojiyi banka hizmetlerinde uygulamışlardır.

Sonuç olarak bütünleşik ürün-süreç tasarım ve geliştirme konusunda Magrab vd. (2010) tarafından yayınlanan kitap dışında kapsamlı bir literatür taraması çalışmasına rastlanmamıştır. Pratik hayatta

endüstri uygulamalarından ziyade üniversite sanayi işbirliği niteliğindeki çalışmalarla sürecin ele alındığı gözlemlenmiştir. Bunun yanında geliştirilen metodolojilerde verilen örnekler ve uygulama alanları imalat sektörü olup hizmet sektöründeki ürünleri ele alan çalışmaların sayısı oldukça azdır. Gelecekte hizmet sektörü kapsamındaki ürünlerin tasarım ve geliştirilmesi konusunun bütünleşik olarak ele alınması literatüre yenilik olarak yansıyacaktır.

REFERANSLAR

Bligh, A. ve M. Sodhi. 2008. "Designing the Product Development Process". Ss. 613–24 içinde *Proceedings of the ASME Design Engineering Technical Conference*.

Boothroyd, G. ve P. Dewhurst. 1983. "Design for Assembly: Selecting The Right Method". *Machine Design* 55(25):94–98.

Boothroyd, Geoffrey. 1994. "Product design for manufacture and assembly". 26(July):505–20.

Chin, Kwai-Sang, J. Lam, Jsf Chan, Kk Poon, ve Jianbo Yang. 2005. "A CIMOSA presentation of an integrated product design review framework". *International Journal of Computer Integrated Manufacturing* 18(4):260–78.

Dombrowski, Uwe, Stefan Schmidt, ve Kai Schmidtchen. 2014. "Analysis and Integration of Design for X Approaches in Lean Design as basis for a Lifecycle Optimized Product Design". *Procedia CIRP* 15:385–90. Tarihinde 25 Temmuz 2014 (http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2212827114004466).

Ehrlenspiel, K. 2003. "Integrierte Produktentwicklung - Denkablaufe Methodeneinsatz Zusammenarbeit". *Hanser*.

Ellsworth, K., S. Magleby, ve Robert H. Todd. 2002. "A Study of the Effects of Culture on Refrigerator Design: Towards Design for Culture". Ss. 415–21 içinde *Proceedings of the ASME Design Engineering Technical Conference*.

ElMaraghy, H. vd. 2013. "Product variety management". *CIRP Annals - Manufacturing Technology* 62(2):629–52. Tarihinde 30 Mayıs 2014 (http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0007850613001972).

Fu, M. W., S. K. Ong, W. F. Lu, I. B. H. Lee, ve A. Y. C. Nee. 2003. "An approach to identify design and manufacturing features from a data exchanged part model". Ss. 979–93 içinde, vol. 35.

Goel, Parveen S. ve Nanua Singh. 1998. "Creativity and Innovation in Durable Product Development". *Computer & Industrial Engineering* 35:5–8.

Goldin, Daniel S., Samuel L. Venneri, ve Ahmed K. Noor. 1999. "NEW FRONTIERS IN DESIGN SYNTHESIS". *Acta Astronautica* 44:407–18.

Gonçalves-Coelho, Antonio M., Antonio J. F. Mourao, ve Zulema L. Pereira. 2005. "Improving the use of QFD with Axiomatic Design". *Concurrent Engineering* 13(3):233–39. Tarihinde 25 Ağustos 2014 (http://cer.sagepub.com/cgi/doi/10.1177/1063293X05056787).

Halevi, Gideon. 2001. "Handbook of Production Management Methods". Ss. 59–310 içinde.

Hinckeldeyn, Johannes, Rob Dekkers, Nils Altfeld, ve Jochen Kreutzfeldt. 2013. "Expanding bottleneck management from manufacturing to product design and engineering processes". *Computers & Industrial Engineering*. Tarihinde 29 Ağustos 2014 (http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0360835213002751).

Huang, G. .., J. Shi, ve K. .. Mak. 2000. "Synchronized system for 'Design for X' guidelines over the WWW". *Journal of Materials Processing Technology* 107(1-3):71–78. Tarihinde (http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0924013600007020).

Lin, M. C. ve L. A. Chen. 2005. "An integrated prototyping and knowledge representation procedure for customer-oriented product design". *International Journal of Product Development* 353–70.

Magrab, Edward B., Satyandra K. Gupta, F. Patrick Mccluskey, Peter A. Sandborn, ve Francis Group. 2010. *Integrated Product and Process Design and Development The Product Realization Process*.

Mattson, C. A. ve S. P. Magleby. 2011. "The influence of product modularity during concept selection of consumer products". içinde *Proceedings of the ASME Design Engineering Technical Conference*.

Mckimpson, Marvin. 2001. "PrISM — A Team-Based Approach for Teaching Manufacturing". Ss. 8027–35 içinde *ASEE Annual Conference Proceedings*.

Molina, Javier ve Arturo Sanchez. 2012. *Design of discrete-event controllers for flexible manufacturing system using informal product requirements*. IFAC. Tarihinde (http://dx.doi.org/10.3182/20120523-3-RO-2023.00241).

Moller, J. C. ve D. Lee. 1999. "Development of a design and manufacturing laboratory course". *Journal of Engineering Design* 10:38–57.

Moon, Seung Ki, Jun Shu, Timothy W. Simpson, ve Soundar R. T. Kumara. 2010. "A module-based service model for mass customization: service family design". *IIE Transactions* 43(3):153–63.

Motte, D., R. Bjärnemo, ve G. Jönson. 2007. "Defining a Strategy of Integration of Packaging Development Into Product Development". *Iced'07* (August):1–12.

Moultrie, James ve Anja M. Maier. 2014. "A simplified approach to design for assembly". *Journal of Engineering Design* 1–20. Tarihinde (http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09544828.2014.887059#.U2IOzVd9lZJ).

Ochs, J., T. Watkins, ve B. Boothe. 2001. "Creating a truly multidisciplinary entrepreneurial educational environment". *Journal of Engineering Education* 90(October):577–83.

Prasad, Biren. 1998. "A method for measuring total value towards designing goods and services". *The TQM Magazine*, 258–75.

Prasad, Biren. 2001. "Product, Process and Methodology Systematization to Handle Structural and Computational Complexity in Product Realization". *Systems Research and Bahavioral Science* 18:523–43.

Sky, R. W. E. ve R. O. Buchal. 1999. "Modeling and implementing concurrent engineering in a virtual collaborative environment". *Concurrent Engineering Research and Applications* 7:279–89.

Swift, K. ve a. H. Redford. 1980. "Design for Assembly". *Engineering* 220 (7):799–802.

Tanyaş, Mehmet ve Murat Baskak. 2008. *Üretim Planlama ve Kontrol*. 3. baskı.

Thomson, Derek S., Simon A. Austin, H. Devine-Wright, ve Grant R. Mills. 2003. "Managing value and quality in design". *Building Research & Information* 31(5):334–45.

Umeda, Yasushi vd. 2012. "Toward integrated product and process life cycle planning - An environmental perspective". *CIRP Annals - Manufacturing Technology* 61(2):681–702.

Vitharana, P., H. Jain, ve F. Zahedi. 2004. "Strategy-based design of reusable business components". *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics Part C: Applications and Reviews* 34:460–74.

Wang, Julie. 2007. "The Integrated Product and Process Design and Development (IP2 D2) Team Method in Students' Design Projects". içinde *International Conference on Comprehensive Product Realization*. Beijing; China.

Xie, S. Q., Y. L. Tu, R. Y. K. Fung, ve Z. D. Zhou. 2003. "Rapid one-of-a-kind product development via the Internet: a literature review of the state-of-the-art and a proposed platform". *International Journal of Production Research* 41(18):4257–98.

Zollinger, B. ve Robert H. Todd. 2000. "Rethinking the Design Paradigm: A Customer-Focused Approach to Designing a Mini-Baja Vehicle". *SAE Technical Papers*.

SOLVING DYNAMIC OPTIMIZATION PROBLEMS IN REAL-LIFE MANUFACTURING SYSTEMS

Fehmi Burcin Ozsoydan
Dokuz Eylül University

Adil Baykasoglu
Dokuz Eylül University

ABSTRACT

In majority of the optimization problems, the problem related data as well the problem domain is assumed to be exactly known beforehand and to remain stationary throughout optimization process. However, majority of real-life problems are dynamic in their nature. Such problems with time-varying problem domain or with changing parameters are referred as dynamic optimization problems (DOPs) in the literature. Diversely from traditional stationary optimization problems, the aim in DOPs is not only to find global optimum of a single problem, but also to track the moving optima. The importance of dynamic optimization topics for manufacturing systems has been stressed by many authors. However, as one can see from the literature, implementations of dynamic optimization concepts in real-life systems are lacking. In this context, the present work contributes to the existing literature by focusing on implementations of these concepts on a variety of dynamic combinatorial optimization problems.

Keywords: Dynamic optimization problems, greedy randomized adaptive search procedure, dynamic combinatorial optimization problems.

Acknowledgements

The present work is supported by The Scientific and Technological Research Council of Turkey (TUBITAK) under grant number: 214M240.

1. INTRODUCTION

In majority of the optimization problems, the problem related data as well the problem domain is assumed to be exactly known beforehand and remain stationary throughout optimization process. However, majority of real-life problems are dynamic in their nature due to unpredictable events. Mandatory changes in an ongoing production schedules, changes in labor allocation, arrivals of new or cancellations of already accepted jobs, breakdowns, alternating production restrictions, changes in lot sizes or due dates are some examples for commonly encountered dynamic events in production systems. Such problems, changing either by unpredictable events or by time-varying domain and changing parameters are referred as dynamic optimization problems (DOPs) in the related literature (Branke, 1999a; Branke, 2001a; Branke, 2001b; Jin and Branke, 2005; Morrison, 2004; Weicker, 2003). Differently from traditional stationary optimization problems, the aim in DOPs is not only to find the global optimum of a single problem environment, but also to track the moving optima.

More formally, Weicker (2003) presents a formal definition of general static optimization problems as in the following.

$$\mathcal{X} = \{x \in \Omega \mid \forall_{x' \in \Omega} f(x) \succeq f(x')\} \tag{1}$$

where an optimization problem is defined by a closed search space Ω, a quality function $f : \Omega \longrightarrow \mathbb{R}$ and a relation denoted by " $\succ$ " $\subset \{<, >\}$.

In the same dissertation (Weicker, 2003), this definition is later extended to dynamic optimization problems as formulated in the following.

$$\mathcal{X}^{(t)} = \{x \in \Omega \mid \forall_{x' \in \Omega} f^{(t)}(x) \succeq f^{(t)}(x')\} \tag{2}$$

where a dynamic optimization problem is defined by the search space denoted by search Ω, a set of functions $f^{(t)} : \Omega \longrightarrow \mathbb{R}\ (t \in \mathbb{N}_0)$ and a relation denoted by " $\succ$ " $\in \{<, >\}$. The aim here is to find the set of global optima $\mathcal{X}^{(t)} \subseteq \Omega\ (t \in \mathbb{N}_0)$.

In their survey Cruz et al. (2011), define DOP as a problem, where the objective or restrictions change over time. A more formal definition of Cruz et al. (2011) is presented in the following formulation.

$$\text{DOP} = \begin{cases} \text{optimize } f(x,t) \\ \text{s.t.} \quad x \in F(t) \subseteq S, t \in T \end{cases} \tag{3}$$

where $S \in R^n$ and S is the search space, t is the time, $f : S \times T \longrightarrow R$ is the objective function assigning a numerical value $(f(x,t) \in R)$ to each possible solution $(x \in S)$ at time t and $F(t)$ is the set of feasible solutions $x \in F(t) \subseteq S$ at time t.

Nguyen et al. (2012) define a DOP as "*Given a dynamic problem f_t, an optimization algorithm G to solve f_t, and a given optimization period $[t^{begin}, t^{end}]$, f_t is called a dynamic optimization problem in the period $[t^{begin}, t^{end}]$ if during $[t^{begin}, t^{end}]$ the underlying fitness landscape that G uses to represent f_t changes and G has to react to this change by providing new optimal solutions.*".

Jin and Branke (2005) report that uncertainty in optimization problems and evolutionary computation can arise from several reasons, which can be categorized into four categories namely, noise in fitness functions, robustness, approximation in fitness function and time-varying fitness functions. Although in any DOP, any of these characteristics can be observed, generally speaking, a notable number of publications consider time-varying fitness functions and parameters. In other words, most of the published work covers only synthetic and theoretical benchmarking problems, commonly used for comparing the performances of the developed algorithms. One of them is the famous Moving Peaks Benchmark (Branke, 1999b). In this problem, after a predetermined time steps (frequency-a number of function evaluations or generations), the coordinates, heights and widths of the existing peaks are randomly changed. The aim here is to find and to track the highest peak among from a number of peaks, whose coordinates, heights and widths change over time. An example illustration for some shifting peaks is depicted in Figure 1.

(a) **(b)**

Figure 1. An illustration of moving peaks benchmark in a two-dimensional space with four peaks.

There are numerous other benchmarking problems, performance metrics, solution approaches and studies about dynamic optimization field; however this is beyond the scope of the present study. As one can see from the related literature, practical implementations of dynamic optimization concepts in real-life

manufacturing systems are quite lacking. The importance of dynamic optimization and its related topics for manufacturing systems have been stressed by many authors particularly in the last decade. Branke and Schmeck (2003) report that "*However, almost all publications deal with optimization in static, non-changing environments, whereas many real-world problems are actually dynamic: new jobs have to be added to the schedule, machines may break down or wear out slowly, raw material is of changing quality, etc.*". In a more recent study, Nguyen et al. (2012) indicate that "*Optimization in dynamic environments is a challenging but important task since many real-world optimization problems are changing overtime.*". In a dissertation, Abdunnaser (2006) reports that "*The last fifteen years have seen a growing interest in the use of evolutionary algorithms to solve dynamic optimization problems. A substantial portion of existing research targets continuous optimization problems, while a much lesser portion is directed to combinatorial problems even though many real-world problems are both discrete and time-dependent.*".
The aim here is to reveal and to put forward the strategies of how to implement dynamic optimization concepts in real-life manufacturing problems rather than providing the readers with full of details about the related algorithms. In this respect, first, the importance of dynamic optimization is stressed above and an alternative solution methodology for dynamic combinatorial optimization problems (DCOPs) is presented in Section 2. Next, some example applications of this approach are presented in Section 3. Finally, concluding remarks are given in Section 4.

2. AN ALTERNATIVE SOLUTION METHODOLOGY FOR DCOPs

The changes in problem domain such as changes in problem definition sets, changes in the number of decision variables or constraints are referred as dimensional changes, whereas the changes in problem parameters (time-varying parameters) such as changes in coefficients or right-hand-side values are commonly referred as non-dimensional changes (Mavrovouniotis, 2013). It is clear that a great majority of manufacturing problems are combinatorial and discrete. Therefore, only these types of problems are mentioned in the present work.
The developed solution approaches in dynamic optimization field can be categorized in the four main categories, namely, introducing diversity based, maintaining diversity based, memory based and multi-population based techniques. In introducing diversity based methods, generally the diversity of a population or an algorithm is increased just after detecting a dynamic event. In maintaining diversity based methods the diversity is never lost throughout generations. Memory based methods are used generally in cyclically changing dynamic environments, where after a pre-defined evaluations, a similar or same problem configuration is met. Finally in multi-population based approaches whole population is divided into smaller sized swarms particularly in multi-modal DOPs. All these methods have one in common which is they are used along with evolutionary and population based algorithms. However, if the problem environment is either combinatorial or discrete all these methods might end up with serious failures.
Let's assume that there are 100 jobs in the problem domain and thus let the chromosome length be of 100 bits. Let's further assume that after some time, a dynamic event is triggered and 10 new jobs arrive. The new solution representation length will be of 110 bits. So the question is how to cross the 100 bits length chromosome with the 110 bits one. Such an evolutionary operation yields to deterioration in the mainstream o the used algorithm. Additionally intuition suggests directly appending the new jobs, however, if the new jobs are directly appended to the solution, there is a possibility that the quality of the new solutions, which are obtained by appending the new jobs can severely decrease. Therefore, an alternative solution approach is required here.
In the present work an algorithm, making use of both constructive and multi-start search schemes are proposed for such problems. There are some remarkable benefits in using such a strategy particularly in DCOPs. Firstly, the search is performed regardless of the chromosome length. It means that a solution is only a list of the selected entities and an interaction is not placed between any two solutions. Moreover, feasibility can easily be maintained through the construction stage. As secondarily, because it is a multi-start search, any solution is re-constructed from scratch at any generation. In other words, the current solution is not evolved from the previous ones as well as the following solutions will not be depended to the current solution. Finally, further adaptation or dynamic event detection mechanisms are not necessarily required here as in evolutionary based algorithms. The greedy randomized adaptive search procedure (GRASP) (Feo, Resende, 1995) is one of the unique algorithms including all these attributes. However, it is surprising that this is not stressed by the researchers from dynamic optimization community.

3. SOME APPLICATIONS of GRASP in DCOPs

Two different example problems with different properties are provided here. In the first problem static and dynamic versions of the well-known generalized assignment problem (GAP) is given place where in the latter one a related problem dynamic multi-dimensional knapsack problem (DMKP) is considered.

3.1 Dynamic Generalized Assignment Problem

Here in the first problem only non-dimensional changes exist in the problem environment. Due to its numerous real-life applications like location-allocation, scheduling, vehicle routing and group technology problems, the dynamic extension of GAP (Martello and Toth, 1990) is employed in the present work. The widely used formulation of the static GAP can be formulated as follows:

$$min \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} c_{ij}x_{ij} \quad \text{s.t.} \tag{4}$$

$$\sum_{i=1}^{n} a_{ij}x_{ij} \leq b_j \quad \forall j \tag{5}$$

$$\sum_{j=1}^{m} x_{ij} = 1 \quad \forall i \tag{6}$$

$$x_{ij} \in \{0,1\} \quad \forall ij \tag{7}$$

where I, J, $b_j, a_{ij}, c_{ij}, x_{ij}$ represent the set of jobs (i=1,...,n), set of agents (j=1,...,m), capacity of the jth agent, and unit of resource consumption cost encountered when job i is assigned to agent j and a binary variable, taking 1 when job i is assigned to agent j, 0 otherwise, respectively.

The dynamic GAP (DGAP) in the present study is obtained as explained in Branke et al. (2006) and Baykasoğlu and Ozsoydan (2015). The standard deviation of each random variable is fixed to $\sigma_c = \sigma_a = \sigma_b = 0.05$. As given in Eqs. 8-13, the new parameters (with the prime sign) of the new problem environment are obtained by using the current values of the corresponding parameters.

$$c'_{ij} = c_{ij} \times \left(1 + N(0,\sigma_c)\right) \tag{8}$$

$$a'_{ij} = a_{ij} \times \left(1 + N(0,\sigma_a)\right) \tag{9}$$

$$b'_j = b_j \times \left(1 + N(0,\sigma_b)\right) \tag{10}$$

$$c_{ij} \times 0.8 \leq c'_{ij} \leq 1.2 \times c_{ij} \tag{11}$$

$$a_{ij} \times 0.8 \leq a'_{ij} \leq 1.2 \times a_{ij} \tag{12}$$

$$b_j \times 0.8 \leq b'_j \leq 1.2 \times b_j \tag{13}$$

The third instance of gapb (http://www.brunel.ac.uk/~mastjjb/jeb/info.html) is adopted here as the base problem environment.

3.2 Dynamic Multi-dimensional Knapsack Problem

DMKP, which is closely related to DGAP is chosen as the second problem in the present work. As in the DGAP, DMKP has numerous real-life applications including selecting funds, budget management, cargo loading, cutting stock, sub-problems of vehicle routing, etc. The commonly used mathematical formulation of the static MKP (Kellerer, 2004) is as follows:

$$max \sum_{j=1}^{n} p_j x_j \quad \text{s.t.} \tag{14}$$

$$\sum_{j=1}^{n} w_{ij}x_j \leq c_i \quad \forall i \in I \tag{15}$$

$$x_j \in \{0,1\} \quad \forall j \in J \tag{16}$$

where $J = \{1,2,3,\dots,n\}$, $I = \{1,2,3,\dots,m\}$, n, m, x_j, p_j, c_i, w_{ij} represent the set of items, set of dimensions of knapsack, number of items, number of dimensions, binary variable denoting whether the jth item is assigned, profit of the jth item, capacity of the ith dimension and unit resource consumption of the jth item for the ith dimension.

Non-dimensional changes in DMKP occur as in Branke et al. (2006). However, additional dimensional changes including dynamic arrivals and dynamic cancellations of the jobs also exist in the problem. After a predefined number of generations (frequency), both dimensional and non-dimensional changes occur simultaneously here. While a number of items arrive at the system, a number of items are discarded from the system simultaneously. These numbers are randomly defined as integers between [1,10]. The parameters of the arriving items are defined by finding the best-fit distribution of the data *http://people.brunel.ac.uk/~mastjjb/jeb/orlib/files/mknapcb4.txt*, which is also used as the base environment here.

3.3 Experimental Results

Due to space limitation, most details of the algorithms cannot be provided here but readers can refer to Baykasoğlu and Ozsoydan (2015) and Baykasoğlu and Ozsoydan (2014) for further information. For DGAP, the frequency is used as 1000, 2500 and 5000 iterations while for DMKP, frequency of the change is used as 5000 generations. While in DGAP, 20 consecutive dynamic environments are generated

dynamically, in DMKP, 50 environments are generated. In all tests here, offline error (Eq. 17) is used as the performance measure. Because the DGAP is a minimization and DMKP is a maximization problem, this metric is given as an absolute value function. In Eq. 17, alg_t^{best} and z_t^{best} are the best-found solution by the algorithm at the *t*th iteration, and the optimum of the *t*th iteration, respectively. For the perfect performance, this value would be equal to zero. In such a case, the algorithm finds the optimum in the first generation and never loses it in the upcoming dynamic environments. However, this can only be a utopia.

$$o.e. = \frac{1}{itMax}\sum_{t=1}^{itMax}\left|alg_t^{best} - z_t^{best}\right| \quad (17)$$

The GRASP used in DMKP are compared to the results of Genetic Algorithm (GA) (Holland, 1975) and Differential Evolution (DE) Algorithm (Storn and Price, 1995). The results of DGAP and DMKP are presented in Table 1 and Table 2, respectively. Convergence graphs of these algorithms are provided in Figure 2.

Table 1. Results for DGAP (Bayasoglu and Ozsoydan, 2015).

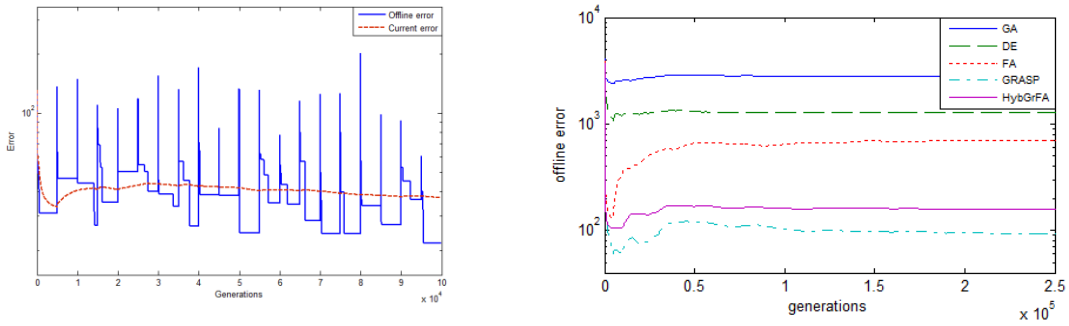
Performance measures	High frequency (freq=1000)	Medium frequency (freq=2500)	Low frequency freq=5000)
Offline error	44.2230	38.6080	36.7590
Standard error	0.3412	0.4435	0.3464

The proposed strategy achieves better results as in low frequency values. Nevertheless, the performance of this strategy can be considered acceptable in each of the frequency of the change values. As one can seen from Figure 2.a, GRASP can quickly and easily achieve higher quality solutions. It becomes clear due to the quick decrements in the convergence curves, which is quite different from the traditional evolutionary algorithms. Similarly as it can be seen from Figure 2.b, GRASP and its extended version obtains better results in comparison to the other tested algorithms.

Table 2. Offline error values of the algorithms.

frequency	*diversity level*	GA	DE	GRASP
	0.3	2766.09 (3.05)	1267.42 (1.66)	
5000	0.5	2767.82 (2.87)	1270.47 (1.78)	93.51(0.61)
	0.7	2770.37 (2.69)	1268.57 (1.72)	

In Table 2, the diversity level column represents the percentage of the population, which is randomly re-initialized subsequent to dynamic events. Because GRASP is not a population based algorithm, this parameter is not used in GRASP. It is clear from this table that, GRASP can be considered as a superior approach than the other compared algorithms. In addition, increasing diversity level has minor positive effects for both GA and DE.



(a) **(b)**

Figure 2. a) Offline error values for DGAP for frequency=5000 (Baykasoğlu and Ozsoydan, 2015)
b) Offline error values for DMKP for frequency=5000.

4. CONCLUSION

The aim of the present work is to stress the importance of dynamic optimization concepts for real-life manufacturing systems. Because in those systems, the encountered problems are commonly handled as traditional static optimization problems where all problem domain and problem related parameters are assumed to remain stationary through all process. However, this is not the case in real-life systems. How can one be sure of that a new and urgent job does not arrive at the production workshop? In this respect, first some common definitions of dynamic optimization field is provided so that the readers can easily

realize what is mentioned by dynamic optimization. Next some of the previously and frequently used solution techniques along with their possible drawbacks are reported. In addition it is underlined that although these strategies can achieve good results in some specific problem domains like unconstrained dynamic optimization problem, some other easily applicable approaches are crucially required in order to handle the dynamism factors in real-life problems, which are commonly discrete, constrained and combinatorial. Considering all these aspects, an alternative constructive and multi-start search strategy is proposed for such problems. Finally, this idea and the proposed technique is implemented in the dynamic extension of the well known generalized assignment problem and on the dynamic multi-dimensional knapsack problem. The results indicate the superiority of the proposed approach.

REFERENCES

Abdunnaser, Y. 2006. Adapting evolutionary approaches for optimization in dynamic environments, Phd Thesis, University of Waterloo, Waterloo, Ontario, Canada.

Baykasoğlu, A. and Ozsoydan, F.B. 2014. An improved firefly algorithm for solving dynamic multidimensional knapsack problems, Expert Systems with Applications, 41(8), 3712-3725.

Baykasoğlu, A. and Ozsoydan, F.B. 2015. A constructive search algorithm for combinatorial dynamic optimization problems, In IEEE International Conference on Evolving and Adaptive Intelligent Systems (EAIS), 2015, December 1-3, Douai, France, 34-40.

Branke, J. 1999a. Evolutionary approaches to dynamic optimization problems-a survey. Retrieved March 1, 2016, from http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.45.1576&rep=rep1&type=pdf.

Branke, J. 1999b. Memory enhanced evolutionary algorithms for changing optimization problems. In Proceedings of Evolutionary Computation Congress (CEC), Washington, USA.

Branke, J. 2001a. Evolutionary approaches to dynamic optimization problems-updated survey. Retrieved March 1, 2016, from http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download;jsessionid=336084BE2F2815B4667DC1863ECC364A?doi=10.1.1.10.4619&rep=rep1&type=pdf.

Branke, J. (2001b). *Evolutionary optimization in dynamic environments*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Branke, J., Orbayı, M. and Uyar, Ş. 2006. The role of representations in dynamic knapsack problems, In Applications of Evolutionary Computing, F. Rothlauf, J. Branke, S. Cagnoni, E. Costa, C. Cotta, R. Drechsler, E. Lutton, P. Machado, J. H. Moore, J. Romero, G. D. Smith, G. Squillero and H. Takagi, Eds., 2006, pp. 764–775, Verlag Berlin Heidelberg Springer.

Branke, J. and Schmeck, H. 2003. Designing evolutionary algorithms for dynamic optimization problems. In A. Ghosh, & S. Tsutsui, (Eds.). *Advances in evolutionary computing* (239-262). Berlin Heidelberg: Springer.

Cruz, C., González, J., and Pelta, D. 2011. Optimization in dynamic environments: a survey on problems, methods and measures, Soft Computing, 15(7), 1427-1448.

Feo, T. and Resende, M. 1995. Greedy randomized adaptive search procedures, Journal of Global Optimization, 6 (2), 109–133.

Holland, J. H. 1975. Adaptation in natural and artificial systems, Michigan Ann Arbor: University of Michigan Press.

Jin, Y. and Branke, J. 2005. Evolutionary optimization in uncertain environments-a survey. IEEE Transactions on Evolutionary Computation, 9 (3), 303-317.

Kellerer H, Pferschy U and Pisinger D. 2004, Knapsack problems. Berlin: Springer.

Martello, S. and Toth, P. 1990. Knapsack Problems: Algorithms and Computer Implementations, New York: Wiley.

Mavrovouniotis, M. 2013. Ant colony optimization in stationary and dynamic environments, Phd Thesis, University of Leicester, Leicester.

Morrison, R. W. 2004. Designing evolutionary algorithms for dynamic environments, Berlin: Springer Verlag.

Nguyen, T. T., Yang, S. and Branke, J. 2012. Evolutionary dynamic optimization: A survey of the state of the art, Swarm and Evolutionary Computation, 6, 1-24.

Ozbakir, L., Baykasoglu, A and Tapkan P. 2010. Bees algorithm for generalized assignment problem, Applied Mathematical Computing, 215 (11), 3782-3795.

Storn, R. and Price, K. 1995. Differential evolution-a simple and efficient adaptive scheme for global optimization over continuous spaces, Technical Report TR-95-012, ICSI, March 1995 (Available via ftp from ftp.icsi.berkeley.edu/pub/techreports/1995/tr-95-012.ps.Z.

Weicker, K. 2003. Evolutionary algorithms and dynamic optimization problems, Phd Thesis, Universitat Stuttgart: Stuttgart.

TEKSTİL SEKTÖRÜNDE ÜRETİM VERİMLİLİĞİNİN ANALİZİ: BİR HAZIR GİYİM İŞLETMESİNDE COBB-DOUGLAS ÜRETİM FONKSİYONU UYGULAMASI

Derya Öztürk
Ordu Üniversitesi

Seval Mutlu Çamoğlu
Ordu Üniversitesi

ÖZET

İşletmelerin finansal kaynaklarının kısıtlı ve üretim maliyetlerinin yüksek olması, üretim yönetiminde verimlilik konusunu ön plana çıkarmaktadır. Verimlilik ölçümünde esas amaç, birim çıktı başına harcanan girdi miktarını azaltmaktır. Üretim faktörlerinin verimlilik üzerindeki etkisini ölçmek amacıyla çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden Cobb-Douglas üretim fonksiyonu, faktör esnekliklerinin belirlenmesinde yararlanılan en yaygın yöntemlerden biridir.

Bu araştırmada, Ordu ilinde hazır giyim sektöründe faaliyette bulunan fason bir imalatçı firmanın, Cobb-Douglas üretim fonksiyonu ile girdi-çıktı ilişkisinin belirlenmesi ve verimlilik analizinin yapılması amaçlanmıştır. Araştırma kapsamında, bir hazır giyim firmasının 2015-2016 yıllarına ait üretim faktörleri ve günlük üretim verileri elde edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, girdi- çıktı arasında en anlamlı ilişkinin iplik ve tela giderleri arasındaki ilişki olduğu tespit edilmiştir. Buna göre diğer girdilerin sabit kalması koşuluyla, iplik ve tela giderlerinin %1 artması durumunda, üretimde ortalama yaklaşık %0.80 oranında bir artış meydana gelmektedir.

Anahtar Kelimeler: Cobb-Douglas Üretim Fonksiyonu, Tekstil, Üretim Verimliliği

ANALYSIS OF THE PRODUCTION EFFICIENCY IN TEXTILE SECTOR: CLOTHING BUSINESS IN A COBB-DOUGLAS PRODUCTION FUNCTION APPLICATION

ABSTRACT

Limited financial resources and high production costs in businesses bring the issue of efficiency in production management to the forefront. The primary purpose of efficiency measurement is to decrease the amount of input spent for per output. Various methods are used to measure the efficiency of production factors on efficiency. Cobb-Douglas production function, which is one of these methods, is one of the most common methods used in the determination of factor elasticity.

The purpose of this study is to determine the association between input and output of a contract manufacturer firm in ready-made clothing sector in Ordu by using Cobb-Douglas production function and to conduct efficiency analysis. Within the scope of the research, 2015-2016 production factors and daily production data of a ready-made clothing firm were analyzed. According to the results of the study, the most significant association between input and output was between thread and interlining expenses.

According to these results, on condition that other inputs are fixed and thread and interlining expenses increase by 1%, about 0.80% increase on average occurs in production.
Key Words: Cobb-Douglas Production Function, Textile, Production Efficiency

1. GİRİŞ

Tekstil ve hazır giyim endüstrisi dünyanın en eski, en büyük ve en küreselleşmiş endüstrilerden biridir (Keane ve te Velde, 2008: 7). Dünya genelinde milyonlarca insana istihdam kaynağı sağlamakta (Tandon ve Reddy, 2013: 81) ve birçok gelişmekte olan ülkelerin önemli bir ihracat kalemini oluşturmaktadır (Bashımov, 2015). Bu endüstri, gelişmekte olan ülkelerin sanayi istihdamının %35'ini ve toplam sanayi ürünleri ihracatının da %50'den fazlasını oluştururken, az gelişmiş ülkelerin sanayi istihdamının %80-90'ını karşılamaktadır (Keane ve te Velde, 2008: 11).

Türkiye'de tekstil sektörü, iplikten başlayarak geniş ve güçlü bir üretim yelpazesi ve kapasitesine sahiptir. Kapsadığı hammaddeler dikkate alındığında pamuklu, suni ve sentetik mamulleri, deri ve deri mamulleri, yünlü mamulleri ve hazır giyim gibi sektörlerden oluşan çok geniş ve güçlü bir ürün yelpazesine sahiptir (Orkun, 2007). Bu sektör elyaftan başlayarak iplik, dokuma, örme, boya ve baskı gibi süreçleri kapsamaktadır. Elyaftan iplik ve mamul kumaşa kadar olan kısım tekstil, kumaştan giyim eşyası elde edilene kadar olan süreç ise hazır giyim sektörünün içinde değerlendirilmektedir (DKA, 2011). Tekstil sektörünün ürünleri ağırlıklı olarak hazır giyim sektörünün hammaddesi ve ara malı olarak kullanılmakta ve bu sektör hazır giyim sektörünün tedarik zinciri içinde yer alarak sektörün bir parçası haline gelmektedir. Tekstil sektörünün gelişmesi, Avrupa, Kuzey Amerika ve sanayileşmiş ülkelerde suni ve sentetik elyaf üretimi ile başlamış, özellikle II. Dünya Savaşı'nı izleyen süreçte başta Tayvan, Güney Kore, Çin ve Türkiye olmak üzere birçok gelişmekte olan ülkede de yaygınlaşmıştır (Kök ve Çoban, 2005: 70).

Türkiye'de tekstil sanayii 23 bini aşkın girişimci sayısı, yarattığı 442 bin istihdamı, 69,4 milyar TL üretim değeri, 10 milyar TL katma değeri ile ekonomiye ciddi boyutta katkı sağlamaktadır. Ayrıca 13 milyar dolarlık ihracatı ile dünya tekstil ihracatı içindeki sektörün payı %4'e yaklaşırken, dünya sıralamasında yedinci sırada yer alma başarısını göstermiştir (İGM, 2016). Dünyanın en rekabetçi sektörleri arasında yer alan tekstil imalat sanayii, bu gücünü günümüzde esnek üretim, ürün geliştirme, yenilikçilik, tasarım ve markalaşma yetenekleri ile de desteklemektedir.

Hazır giyim sektörü, tekstil sektöründe imal edilen ürünlerin moda sektörüne yönelik olarak işlendiği, katma değer yaratan emek yoğun bir sektördür. Bu sektörde 35 bin kayıtlı işletme bulunmakta ve toplamda 495 bin kişi istihdam edilmektedir. 46,7 milyar TL üretim değeri, 2,8 milyar TL katma değeri ile ülke ekonomisine önemli katkılar sağlamaktadır. Türk hazır giyim sektörü 2014 yılı itibarıyla %3,4 pay ile dünyanın en büyük 8. hazır giyim ihracatçısı konumundadır. Ocak 2013 tarihli Türkiye hazır giyim ve konfeksiyon sektörel ihracat verilerine göre iller bazında İstanbul 1,05 milyar dolar ile ilk sırada yer almaktadır. İstanbul'u 117 milyon dolar ile İzmir, 91 milyon dolar ile ise Denizli izlemektedir. Ordu ise 2 milyon dolar ile 16. sırada yer almıştır (Özçelik, 2013). AB ülkelerine hazır giyim ihracatında ülkemiz Çin, Bangladeş ve Almanya'nın ardından 4. sırada yer almaktadır. Bugün, hazır giyim sektörü, üretim ve istihdamdaki büyük ağırlığı ile ülkemiz ekonomisinin lokomotif sektörlerinden birisi konumundadır (İGM, 2016). 2015 yılında Türkiye'nin hazır giyim ihracatının toplam ihracat içindeki payı %10,3 olarak gerçekleşmiştir. Bu ihracatın 8,9 milyar doları örme ürün, 5,9 milyar doları da örülmemiş ürün ihracatı şeklinde gerçekleşmiştir. 2,9 milyar dolarla tişörtler, 1,6 milyar dolarla kazaklar, 1,3 milyar dolarla kadın ve kız çocuklar için takımlar ve 1 milyar dolarla çoraplar örme ürünler arasında en öne çıkan ihracat kalemleridir. Yine aynı yıl içerisinde Türkiye, hazır giyim ihracatının %69,5'ini ilk 10'da yer alan Almanya (%19,1), İngiltere (%14,1), İspanya (%11), Fransa (%4,9), Hollanda (%4,7), Irak (%4,7), İtalya (%3,5), Romanya (%3,1), Polonya (%2,8) ve Danimarka'ya (%2,6) gerçekleştirmiştir (brandalize.net/tr/, 2016).

Emek yoğun olması dolayısıyla yatırımın genelde işçiliğin ucuz olduğu gelişmekte olan ülkelerde yapıldığı hazır giyim sektöründe, Türkiye'deki küçük işletmelerin önemli bir kısmının fason üretim zinciri içerisinde yer aldığı bilinmektedir. Bu yapı içerisinde küçük işletmeler bağımsız iş yapma kapasitesine sahip olmaktan ziyade birbirleriyle girdikleri amansız rekabette büyük firmalardan iş alabilmek için maliyetleri daha da düşürmek çabası içine girmektedir (www.xing.com, 2016). Diğer taraftan özellikle Türkiye'de enerji fiyatlarının yüksek olması sektörün üretim maliyetlerini artırmakta ve rekabet açısından dezavantaj yaratmaktadır. Petrol fiyatlarındaki artışlar ve ana pazarımız olan Avrupa Birliği ekonomilerindeki durgunluk gibi dışsal faktörler sektör performansını etkilemektedir. Gerek yukarıda sayılan gerekçeler gerekse işletmelerin finansal kaynaklarının kısıtlı ve üretim maliyetlerinin yüksek olması, verimlilik konusunu ön plana çıkarmakta ve konunun önemini artırmaktadır. Bu araştırmanın amacı, Ordu ilinde hazır giyim sektöründe faaliyette bulunan fason bir imalatçı firmanın

Cobb-Douglas üretim fonksiyonu ile girdi- çıktı ilişkisinin belirlenmesi ve verimlilik analizinin yapılmasıdır. Bu araştırma sektörde faaliyet gösteren firmaların üretim sürecinde mevcut durumlarını ortaya koyması ve üretim planlamalarına yol gösterici bilgiler sunması açısından önem arz etmektedir. Ayrıca araştırma ile işletmenin üretim teknolojisindeki değişmenin gidişatı hakkında bilgi elde edinilebilecektir.

2. İMALATÇI FİRMANIN ÜRETİM VERİMLİLİĞİNİN BELİRLENMESİ

Büyük ölçekli firmalar uzmanlaşmış oldukları tekstil faaliyetlerinin dışında kalan boyama, yıkama, kesim- dikim, ütü, baskı, apreleme, paket vd. işlerini fason olarak çalışan küçük ya da orta ölçekli işletmelere yaptırmaktadır. Araştırmada ele alınan firma, Ordu ili Organize Sanayi Bölgesinde (OSB) 2010 yılında kurulmuştur. HM, Mango ve Zara gibi ünlü yurtdışı markalarına ağırlıklı olarak kadın giyim olmak üzere erkek giyim ürünleri için fason üretim gerçekleştiren küçük ölçekli hazır giyim firmasıdır. Bu üretici firma, kumaş gibi temel hammaddeyi sözleşme yaptığı İstanbul'daki firmadan temin etmektedir. Fason firma, siparişin üretiminden teslimine kadar geçen süreçte planlama, pazarlama, malzeme seçimi ve tedarik gibi konularla ilgilenmemektedir. Bu nedenle riski daha az ve kârı daha düşüktür. Bunun yanında fason üretim yapan işletmelerde üretim için ayrılan süre kısıtlı, kalite ve verimlilik beklentisi ise yüksektir (MEB, 2015). İstanbul'daki firmadan gelen kumaşın atölyede kesimi yapıldıktan sonra gerekli olan tüm işlemlerden geçirilmesi sonucu üretim süreci tamamlanır. Üretim sürecini tamamlayarak müşteri kullanımına hazır hale gelen ürünler sevk edilmesi için paketlenip tekrar İstanbul'daki ihracatçı firmaya geri gönderilir. İhracat usulü çalışan hazır giyim firmalarında, siparişin sevkiyatı gerçekleştirilmeden önce marka kontrolcüleri tarafından onay kontrolü yapılır. Bu kontroller genellikle örneklem yöntemine göre ürünlerin belli bir yüzdesi üzerinden uygulanmaktadır. Kontroller sonucu çıkan hatalar büyük hata ve küçük hata olarak sınıflandırılır ve eğer hatalar belli bir yüzdeyi geçmiyorsa ürünün yurtdışına sevkiyatına onay verilir.

Bu araştırmada böyle bir üretim sürecine sahip olan fason üretici bir firmanın iki yıllık dönemdeki günlük verileri incelenerek Cobb-Douglas üretim fonksiyonu ile girdi- çıktı ilişkisinin belirlenmesi ve üretim verimliliğinin ortaya konulması amaçlanmaktadır.

2.1. Materyal ve Yöntem

Bu araştırmada Ordu Organize Sanayi Bölgesinde hazır giyim sektöründe faaliyet gösteren küçük ölçekli fason üretici bir firmanın, işletme kayıtlarında yer alan üretim, sermaye, çalışan sayısı, boya, elektrik, su, kumaş ve diğer ara girdiler ile ilgili verilerinden yararlanılmıştır. Söz konusu veriler 2015 ve 2016 yıllarının aylarına ait günlük raporları kapsamaktadır.

Bir üretim sürecinde firma, belirli bir çıktıyı üretebilmek için emek, sermaye ve diğer girdileri farklı miktarda birleştirerek kullanır. Birçok üretim fonksiyonu vardır. Bunların içinde en çok bilineni Cobb-Douglas üretim fonksiyonudur. Bu fonksiyon;

$$Q = A.K^{\alpha}.L^{\beta}$$

şeklinde yazılmaktadır. Cobb-Douglas üretim fonksiyonu parametrelerin pozitif, değişkenlerin ise negatif olmayan değerler için tanımlıdır. A, α ve β fonksiyon parametreleri ve sabitleridir. K ve L, fonksiyonun sırasıyla sermaye ve emeği ifade eden değişkenlerini oluşturmaktadır. Bu değişkenlerden, Q bağımlı değişkeni, K ve L açıklayıcı değişkenleri göstermektedir. Cobb-Douglas üretim fonksiyonunun parametrelerinden birisi olan A, boyut katsayısı olarak adlandırılır. Bunun nedeni, bu katsayının alacağı değerin, değişkenlerin ölçü birimlerinden etkilenmesidir. Cobb-Douglas üretim fonksiyonunda verimlilik parametreleri durumunda olan α ve β, üretimin sırasıyla K ve L faktörlerine karşı esneklik katsayılarını göstermektedir. Cobb-Douglas üretim fonksiyonu homojen bir fonksiyondur. Homojen fonksiyonlarda üretim fonksiyonunun homojenlik derecesi, üretim fonksiyonunun çıktı esneklik katsayısını gösterir. Üretim fonksiyonunun faktör esneklik katsayıları toplanarak çıktı esneklik katsayısına ulaşılır. Çıktı esneklik katsayısı birden küçük ise getiri ölçeğe göre azalandır. Buna karşılık üretim fonksiyonunun çıktı esneklik katsayısı bire eşit ise ölçeğe göre sabit getiri ve esneklik katsayısı birden büyük ise ölçeğe göre artan getiri vardır (Bulmuş, 2014).

$Y_i = \beta_1 X_{2i}^{\beta_2} X_{3i}^{\beta_3} e^{u_i}$ şeklinde de ifade edebileceğimiz Cobb-Douglas üretim fonksiyonu, doğrusal olmayan bir formdadır. Bu denklemin logaritmik dönüşümünü yaparsak doğrusal forma çevirmemiz mümkün olur (Gujarati, 2004: 224).

$lnY_i = ln\beta_1 + \beta_2 lnX_{2i} + \beta_3 lnX_{3i} + u_i \quad = \beta_0 + \beta_2 lnX_{2i} + \beta_3 lnX_{3i} + u_i$ şeklinde logaritmik doğrusal bir regresyon modeline dönüşür.

β_2 ve β_3 parametreleri, üretimin kullanılan her bir girdiye göre esneklik katsayılarıdır. Toplamları ise firmanın ölçeğe göre getirisi hakkında bilgi vermektedir. Yani girdideki oransal değişime karşın çıktının

duyarlılığıdır. 1'e eşit ise çıktıya göre sabit getiri, 1'den az ise azalan getiri, 1'den büyük ise artan getiri durumunu ifade etmektedir. Ayrıca X_i değişkeni, üretim sürecinde kullanılan girdi sayısı kadar logaritmik doğrusal modele dahil edilebilir.

Araştırmanın ekonometrik analizi yapılırken birçok değişken regresyon denklemine dâhil edilmiştir. Bu değişkenler içerisinde üretim fonksiyonunu en iyi açıklayan değişkenler tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu değişkenler tespit edilirken R^2, F test sonuçları, Durbin-Watson istatistiği ve her bir değişkenin t test istatistiğine göre anlamlılık düzeyi kriterleri karşılaştırılmıştır.

Tanımlayıcı istatistikler tablosunda serilerin ortalaması, standart sapması, Skewness, Kurtosis ve Jarque-Bera test istatistiği verilmiştir. Skewness serilerin dağılımının asimetrisini ölçmektedir. Pozitif Skewness dağılımının sağ taraflı uzun kuyruklu, negatif ise sol taraflı kuyruklu dağılıma sahip olduğunu göstermektedir. Kurtosis ise normal dağılıma göre serinin dağılımının ne derece tepeli ya da ne kadar düz olduğunu ölçmektedir. Eğer Kurtosis değeri 3'ün üzerindeyse dağılım tepe yapmakta ve buna da leptokurtic adı verilmektedir. Eğer ki 3'ten daha düşük bir değer alırsa da dağılım düz bir şekil almakta ve buna da platykurtic adı verilmektedir. Jarque-Bera test istatistiği ise serinin dağılımının normal bir dağılım olup olmadığını ölçmektedir. Sıfır hipotezi serinin bir normal dağılım gösterdiğini ifade etmektedir. Sonuçların anlamlı olması bu normal dağılım hipotezini red edeceğimiz anlamına gelmektedir (Brooks, 2008: 161).

2.2. Araştırma Bulguları

Bu araştırmada Cobb-Douglas üretim fonksiyonundan yola çıkılarak küçük ölçekli fason üretim yaparak hazır giyim imal eden bir tekstil firmasının üretim fonksiyonu oluşturulmuştur. Veriler 2015 ve 2016 yıllarının aylarına ait günlük raporlardan oluşturulmuştur. Firmadan alınan maliyet tabloları öncelikle analize uygun hale getirilmek için irdelenmiştir. Analiz sonuçlarına geçmeden önce firmanın ekonomik durumunu ortaya koyan bazı değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Firmanın ekonomik durumuna ait bazı değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri

	Ortalama	Standart Sapma	Skewness	Kurtosis	Jarque-Bera
Üretim (TL/gün)	14916,47	5203,93	-1,08*	0,92	3,95
İşçi Sayısı (günlük)	156,41	15,70	-1,52*	0,91	7,12*
Ücret Toplamı (TL/gün)	8268,07	2639,38	-0,87	-0,24	2,22
Elektrik Tüketimi (TL/gün)	278,00	70,49	-0,95	0,41	2,71
İplik ve Tela Gideri (TL/gün)	173,00	65,89	-0,91	0,74	2,71
Toplam Maliyet (TL/gün)	16375,00	3512,97	0,79	0,37	1,84
SSK Giderleri (TL/gün)	3455,00	717,61	-0,68	-0,84	1,82
Kıdem (TL/gün)	1162,00	353,75	-0,67	-0,55	1,51
Amortisman (TL/gün)	276,00	13,08	0,56	-0,55	1,12
Mutfak Giderleri (TL/gün)	256,00	115,58	-0,18	-0,15	0,11
Kar (TL/gün)	-1458,46	6216,95	-0,72	0,46	1,61

*: %5 düzeyinde istatistiki olarak anlamlıdır.

Buna göre firma ortalama yaklaşık 15000 TL'lik günlük üretim yapmaktadır. Ortalama günlük 156 kişi çalıştırmaktadır. Bu işçilere günde ortalama toplam 8268 TL'lik ücret verilmekte, ayrıca firmanın ortalama yaklaşık 3500 TL'lik SSK gideri, 1162 TL'lik kıdem gideri, 256TL'lik mutfak gideri bulunmaktadır. Ortalama 173 TL iplik-tela, 278 TL elektrik, 276TL'lik amortisman harcaması vardır. Toplam maliyeti günlük 16375 TL'dir. Günlük karı ise ortalama yaklaşık -1458 TL ile negatif bir değer aldığı görülmektedir. Veriler, istatistiksel olarak çoğunlukla negatif skewness değerleriyle sol taraflı kuyruklu dağılıma sahip ve kurtosis değeri 3'ten daha düşük bir değer aldığı için dağılım düz bir şekil almakta yani platykurtic'tir. Jarque-Bera test istatistiğine göre seriler, işçi sayısı dışında normal bir dağılım göstermektedir (Brooks, 2009: 12, 57).

İki yıllık periyotta bazı verilerin günlük olarak değişebildiği ortaya konulmuştur. Özellikle yapılan üretime bağlı olarak bazı değişkenlerin günlük değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Örnek olarak iplik-tela kullanımının günlük değişim gösterdiği görülmektedir. Diğer değişkenlerin ise önemli düzeyde sabit kaldığı, önemli değişimler göstermediği tespit edilmiştir. Bazı girdiler üretime bağlı değişim gösterirken, bazı girdilerin ise işçi sayısına bağlı olarak değişim gösterdiği görülmektedir. Örneğin mutfak giderleri, servis ücret giderleri gibi girdi kalemleri.

Tanımlayıcı istatistikleri verilen bu seriler regresyon denkleminde analize tabi tutulmuş, buna göre çalışan başına ücret, elektrik gideri ve iplik-tela giderlerinin üretim fonksiyonunu açıklayabilen en uygun değişkenler olduğuna karar verilmiştir. Ayrıca bu değişkenler dışında da işçi sayısı, ücret, SSK, kıdem, amortisman ve mutfak giderleri gibi maliyet kalemleri üretim fonksiyonu denklemine dahil edilerek

belirtilen kriterlere göre karşılaştırılması yapılmıştır. Regresyon analizi sonuçları Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Parametre tahmin sonuçları ve modelin test istatistikleri

Değişkenler	Katsayı	Standart Hata
Sabit (A)	4.031**	1.337
Çalışan başına ücret (lnW)	0.093	0.141
Elektrik gideri (lnE)	0.214	0.171
İplik – tela gideri (lnIT)	0.782**	0.086
Durbin-Watson istatistiği (d)	2.63	
F test anlamlılık düzeyi	0.00000413	
R^2	0.874	
$\bar{R}^2$	0.845	

**: %1 düzeyinde t istatistiğine göre anlamlıdır.

Çoklu logaritmik doğrusal regresyon modeli, en küçük kareler yöntemi (OLS) ile tahmin edilmiştir (Tablo 2). Modelde Durbin-Watson değeri 2.63 olarak bulunmuştur. Bu istatistik, modelde otokorelasyon varlığını test etmek için kritik değerin, gözlem sayısı ve açıklayıcı değişken sayısına bağlı olarak alt ve üst limit d_L ve d_U sınır değerlerinin neresinde olduğunu tayin ederek model hakkında bilgi vermektedir (Gujarati, 2004: 469). Buna göre bu modelde Durbin-Watson değeri olan 2.63, negatif otokorelasyon bölgesinde (d_L:0.779, d_U:1.900) yer almamakta ancak kararsız bölgede yer almaktadır. Gujarati (2004), kararsız bölgenin gözlem sayısının artırılmasıyla daraldığını belirtmektedir. Bu anlamda OLS tahminleyicilerinin etkinliğinin artırabilmek için gözlem sayısının artırılması önerilebilinir. Gözlemlenen çoklu regresyon modelinin genel anlamlılığının testi için varyans analizi yaklaşımı yani F test kullanılabilir. Bu modelde, F testi %1 anlamlılık düzeyi ile OLS'nin anlamlı bir tahmin yaptığını doğrulamaktadır. Uygulanan regresyon tahmininin uygunluğu tespiti için belirlilik katsayısı olarak adlandırılan $\bar{R}^2$ ve R^2 değerlerine bakılabilir. R^2 değeri açıklayıcı değişken sayısı arttıkça artan bir değeri yansıtmaktadır. Bu da regresyon için iyimser bir tablo çizmektedir. Bu anlamda düzeltilmiş çoklu belirlilik katsayısı olarak adlandırılan $\bar{R}^2$ özellikle gözlem sayısının az, açıklayıcı değişkenin fazla olduğu durumlarda daha doğru bir gösterge olabilmektedir (Gujarati, 2004: 218). Ayrıca modele yeni değişken eklenmesiyle meydana gelen serbestlik derecesi kaybını da dikkate alan $\bar{R}^2$, bağımsız değişken sayısı örnekteki gözlemlere göre büyükse R^2'den daha küçük olacaktır. Modelin gözlemlere uygunluğunu belirlemede, R^2 değerinin yüksek olması arzu edilmekte ve 0,70'in üzerinde ise iyi bir uyum ölçüsü olarak kabul edilmektedir (Tarı, 2011: 76-77). Bu araştırmada $\bar{R}^2$ = 0,845 ve R^2=0,874 olarak bulunmuş ve bu değerler modelin gözlemlerle uyumlu olduğunu göstermektedir.

Bu araştırmada kısa dönemli bir Cobb-Douglas üretim fonksiyonundan hareketle fason üretim yapan bir hazır giyim firmasının üretim fonksiyonu tahminini yapmak amaçlanmıştır. Buna göre üretim fonksiyonumuzu aşağıdaki biçimde oluşturabiliriz.

$$lnQ = e^{4.031}.lnW^{0.093}.lnE^{0.214}.lnIT^{0.782}$$

Tanımlayıcı istatistikler tablosunda yer alan değişkenler ile de OLS tahmini yapılmıştır. Ancak yaklaşık %85 düzeltilmiş R^2 değeriyle, girdi ve çıktı arasındaki en uyumlu fonksiyonel ilişki ortaya konulmuştur. Elde edilen denklemde sabit terim yani boyut katsayısı %1 düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Bulmuş (2014), boyut katsayısının aynı işletme için farklı dönemlerde karşılaştırma yapmak için kullanılabileceğini, iki dönemde anlamlı bir değişme var ise bunun firmanın teknolojik açıdan bir değişmeye işaret edeceğini belirtmiştir. Girdi ve çıktı arasında en anlamlı ilişki iplik ve tela giderleri ile üretim arasındadır. Ünlü markalar için fason üretim yapan hazır giyim firması, kumaş gibi temel hammaddeyi sözleşme yapılan firmadan temin etmektedir. Bu anlamda firma için iplik-tela en temel hammaddesi haline gelmekte ve dolayısıyla üretime bağlı olarak kullanımı da değişken nitelik kazanmaktadır. Logaritmik doğrusal bir regresyon modeli ile ifade edilen Cobb-Douglas üretim fonksiyonunda, iplik ve tela giderlerini ifade eden parametre *lnIT* girdisine göre çıktı esnekliği, 0.782'dir. Araştırılan periyotta, diğer girdilerin sabit kalması koşuluyla, iplik ve tela giderlerinin %1 artırılması üretimde ortalama yaklaşık % 0.782 oranında bir artışa neden olacaktır. Diğer modele dahil edilen değişken ise istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Ancak model içindeki değişkenlerin parametre toplamları olan 1,089 değerinden yola çıkarak ölçeğe göre sabit getirili bir üretim yapısından

bahsedilebilir. İncelemeyi, doğrudan üretim ve iplik-tela giderlerini arasındaki doğrusal-logaritmik formda bir regresyon biçiminde ifade edersek, sonuçlar Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3. Tek Değişkenli Regresyon Parametre tahmin sonuçları ve test istatistikleri

Değişkenler	Katsayı	Standart Hata
Sabit (A)	5.764**	0.401
İplik – tela gideri (lnIT)	0.747**	0.079
Durbin-Watson istatistiği (d)	2.32	
F test anlamlılık düzeyi	0.00000011	
R^2	0.855	
$\bar{R}^2$	0.846	

**:%1 düzeyinde anlamlılık düzeyi (t istatistiği)

İncelenen dönemde, diğer girdilerin sabit kalması koşuluyla, iplik ve tela giderlerinin %1 artırılması üretimde ortalama yaklaşık % 0.747 oranında bir artışa neden olacaktır. Çoklu regresyon ile sonuçlar karşılaştırıldığında oldukça benzer bir sonuç gözlenmekte, Durbin- Watson değerinin ise küçülerek daha iyileştiği tespit edilmektedir. R^2 ise girdi ve çıktı arasındaki ilişkinin %85 oranında ortaya konulduğunu göstermektedir. F testi kurulan modelin genel olarak anlamlı olduğunu işaret etmektedir. Tek değişkenli fonksiyonel ilişki açısından ise ölçeğe göre azalan bir getirinin varlığından bahsetmek mümkündür. Bu araştırma, Cobb-Douglas üretim fonksiyonunun temel üretim faktörleri olan emek ve sermayenin üretime bağlı olarak değişimini ortaya koyabilmemize olanak sağlamamaktadır. Muhtemel nedeni ise incelenen dönemin oldukça kısa bir dönemi kapsadığı bu dönemde, üretimdeki değişim tek bir ara girdi ile açıklanabilmekte, üretimdeki azalmalara ya da artışlara bağlı olarak diğer girdiler daha sabit kalmaktadır.

3. SONUÇ

Araştırmada fason üretim yapan bir hazır giyim firmasının kısa dönemli üretim fonksiyonu Cobb-Douglas yöntemi ile ele alınmıştır. Üretim fonksiyonu logaritmik doğrusal regresyon analizi ile incelenmiş, parametre tahminleri ve model test istatistikleri yorumlanmıştır. Buna göre fason bir hazır giyim üreticisi için üretim ile en ilişkili değişkenin temel girdi niteliğinde iplik tela maliyetleri olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra diğer girdiler ile de ilişkiler araştırılmış ancak istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler bulunamamıştır. İki yıllık dönemde günlük veriler incelenmiş, iplik tela giderleri dışındaki girdilerin üretimdeki değişime göre önemli bir değişim göstermediği neredeyse sabit kaldığı gözlenmiştir. Örneğin, küçük bir sipariş için üretimde olsa aynı işçi sayısı ile üretimin devam ettiği gözlenmektedir. İşçilerin yemek, ulaştırma gideri de karşılanmaktadır. Bu anlamda incelenen dönemin oldukça kısa bir dönem olduğu, Cobb-Douglas fonksiyonunun temel üretim faktörleri olan emek ve sermayenin üretime bağlı olarak değişimini gözlemleyemediğimizi ifade edebiliriz. Bu nedenle çok daha uzun dönemi kapsayan verilerle Cobb-Douglas üretim fonksiyonun daha net bir şekilde ortaya konulabileceği aşikârdır. İşletmenin üretim teknolojisindeki değişmeleri inceleyebilmek için daha önceki bir dönem için aynı işletmenin üretim fonksiyonundaki boyut katsayıları olan sabit terimler arasındaki farklılığı karşılaştırmak gerekmektedir. Bu anlamda bir kısa dönem analizi olan bu araştırma ile üretim teknolojisindeki değişimi görmek mümkün olamamıştır.

Sonuç olarak hazır giyim sektörü yaratığı istihdam olanakları, kazandırdığı döviz geliri ve ürettiği katma değer ile ülkemiz ekonomisi açısından stratejik bir öneme sahiptir. Rekabetin gittikçe yoğunlaştığı günümüz koşullarında bu stratejik avantajın korunabilmesi ancak yeni rekabet koşullarına uyum sağlanması, markalaşma ve ileri teknoloji üretim tekniklerinin kullanılarak ürün çeşitliliğinin artırılması ile sağlanabilir. Türkiye çok önemli bir tekstil üreticisi olmasına karşın Ar-ge faaliyetlerine gereken önemi vermemesi ve dışa bağımlılıktan kurtulamaması nedeniyle üretim teknolojisinde istenilen seviyeye ulaşamamıştır. Bu nedenle Ar-ge araştırmalarının teşvik edilmesi ve hazır giyim ihracatına yönelik devlet teşviklerinin de artırılması bu konuda büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKÇA

Bulmuş, İ., 2014. Mikro İktisat. 7. Baskı, 531s.

Bashımov, G., 2015. Türkmenistan'ın Uluslararası Ticaretteki Karşılaştırmalı Üstünlüğü: Tekstil Endüstrisi Örneği, Adnan Menderes University, Journal of Institute of Social Sciences, Year:2 Volume: 2 (pp. 12-21).

Brooks, C., 2008. Introductory Econometrics for Finance. 2nd Edition, Cambridge University Press, New York.

Brooks, C., 2009. RATS Handbook to Accompany Introductory Econometrics for Finance. First Edition, Cambridge University Press, New York.

DKA., 2011. Batman YDO Hazır Giyim Sanayi Sektörü Analizi, T.C. Dicle Kalkınma Ajansı Batman Yatırım Destek Ofisi: Batman.

Gujarati, D.N., 2004. Basics Econometrics. 4th Edition. McGraw Hill Companies.

İGM, 2016. Hazır Giyim Sektörü Sektör Raporları, Tekstil ve Konfeksiyon Ürünleri Daire Başkanlığı, TC. Ekonomi Bakanlığı, Ankara.

Keane, J., Te Velde, D.W., 2008. The Role of Textile and Clothing Industries in Growing and Development Strategies, Final Draft, Overseas Development Institute, UK.

Kök, R., Çoban, O., 2005. Türkiye Tekstil Endüstrisi ve Rekabet Gücü: AB Ülkeleriyle Karşılaştırmalı Bir Analiz Örneği (1989-2001), İktisat, İşletme ve Finans Dergisi, 20(228), 68–81.

MEB, 2015. Giyim Üretim Teknolojisi Üretim Organizasyonu-2, Ankara.

Orkun, T., 2007. Türkiye'de Tekstil Sektörü ve Enformal İstihdam, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı: Ankara.

Özçelik, M., 2013. AKİB Hazır Giyim Ve Konfeksiyon Sektörü İhracat Rakamları Değerlendirmesi, AKİB Genel Sekreterliği, Ocak 2013.

Tandon, N., Reddy, E.E., 2013. A Study on Emerging Trends in Textile Industry in Indıa, AMET International Journal of Management, 5(5), 81-88.

Tarı, R., 2011. Ekonometri. 7. Baskı, Umuttepe Yayınları.

http://brandalize.net/tr/hakkimizda/ (Erişim Tarihi: 02.07.2016).

https://www.xing.com/communities/posts/fason-ueretimin-finansal-ve-vergisel-boyutu-1005072079(Erişim Tarihi: 03.07.2016).

ÜRETİM SÜREÇLERİNİN VERİMLİLİĞİNİN ARTIRILMASINDA ENDÜSTRİ 4.0'IN ÖNEMİ

Derya Öztürk
Ordu Üniversitesi

Kamuran Turhan
Ordu Üniversitesi

ÖZET

İnternet ve mobil bilgisayarların hayatımıza girmesiyle yüksek teknolojili ürünlerin üretim süreci yavaş yavaş değişmeye başlamıştır. Bir yandan ürünler müşterilerin belirli ihtiyaçlarına göre daha özel bir üretim ile üretilirken diğer yandan da ürünlerin yaşam döngüsü kısalmıştır. Hızla gelişen teknoloji olanakları sayesinde artık daha hızlı, esnek, düşük maliyetli ve verimli üretim süreçlerinin gerçekleştirilmesini hedefleyen yeni bir sanayi devrimine doğru ilerlenmektedir. Bu çalışmada, işletmelerin üretim süreçlerinin verimliliğinin artırılmasında Endüstri 4.0'ın önemi incelenmiştir. Çalışmanın amacı; Endüstri 4.0 uygulamalarının işletmelere üretim sürecinde sağlayacağı avantaj unsurlarını araştırmak ve böylece verimlilik boyutunda sağlayacağı rekabet avantajına dikkat çekmektir. Çalışmada araştırma metodu olarak nitel veri toplama araçlarından biri olan örnek olay incelemesi metodu kullanılmıştır. Dünya'da ve Türkiye'de Endüstri 4.0 uygulamasına yer veren ya da destekleyen firmaların web sayfaları 10 Mayıs 2016- 30 Haziran 2016 tarihleri arasında içerik analizi yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Araştırma sonucunda bu şirketlerin Sanayi 4.0 uygulamaları ile bir yandan üretim süresini, maliyetlerini ve üretim için ihtiyaç duyulan enerji miktarını düşürürken diğer yandan da üretilen üretim miktarı ve kalitesini artırarak daha rekabetçi oldukları görülmüştür.

Anahtar Sözcükler: Endüstri 4.0, Üretim süreçleri, Verimlilik,

THE IMPORTANCE OF INDUSTRY 4.0 IN INCREASING PRODUCTIVITY OF PRODUCTION PROCESS

ABSTRACT

The manufacturing process of high-tech products began to change slowly with the introduction of the Internet and mobile computing to our lives. On the one hand products are produced more featured according to the customers specific needs, on the other hand the life cycle of the products is shortened. With rapidly evolving technology now it is on track towards a new industrial revolution allows for faster, flexible low-cost, and aimed the achievement of efficient production process. In this study, the importance of Industry 4.0 in increasing the productivity of businesses on production processes were examined. The purpose of the study is to investigate the benefits of Industry 4.0 application to be provided to businesses in the manufacturing process and thus to draw attention it will provide a competitive advantage to the efficiency dimension. In this study, case study method, which is one of the qualitative data collection tools, was used as a research method. The web pages of companies which includes or supporting Industry 4.0 applications in the world and Turkey has been analyzed using content

analysis method between May 10 2016 and June 30, 2016. As a result of this study, it was found that these companies both reduce the production time, costs, and the amount of energy needed for production, and be more competitive by increasing the production quantity and quality with the Industry 4.0 applications.
Keywords: Industry 4.0, Production processes, Productivity

1. GİRİŞ

Küresel boyutta yaşanan sosyal, ekonomik ve çevresel değişimler ülkeler ve şirketleri artan rekabet koşullarında bu değişime ayak uydurabilmeleri için çeşitli stratejiler geliştirmeye zorlamaktadır. 2011 yılında Almanya'nın Hannover Fuarı'nda ilk kez gündeme gelen ve kısa sürede tüm dikkatleri üzerine çeken "Endüstri 4.0" ya da diğer adıyla "Dördüncü Sanayi Devrimi" de bu stratejilerden biridir. Endüstri 4.0; geleneksel boyuttaki endüstri üretiminin ileri teknoloji ile donatılarak bilişim çağının modern yüzünün, üretim süreçlerine yepyeni bir boyut kazandırdığı yeni bir süreç olarak tanımlanabilir. Bu yeni süreç, üretim ve tüketim ilişkilerini bütünüyle değiştirecek bir yapı içermektedir. Bir yanda tüketicinin değişen ihtiyacına anlık olarak uyum sağlayan üretim sistemleri, diğer yanda ise birbirleriyle sürekli iletişim ve koordinasyon halinde olan otomasyon sistemleri içine girilmekte olan yeni dönemin karakteristik yapısını betimlemektedir (Alçın, 2016).

Üretim süreçlerinin her aşamasında teknolojinin kullanıldığı bu yeni dönemde, her biri farklı bilgisayar tarafından yönlendirilen makineler artık bir bütün olarak ana bilgisayarların kontrolü altında bulunacaktır. Endüstri 4.0, üretim anındaki fabrikalarda makinelerin, bilgisayarların ve diğer tümleşik bilgisayar sistemlerinin hem internet ile hem de birbirleriyle bilgi alışverişinde bulunduğu ve üretim süreçlerinin tamamen dijitalleştiği bir dönemi ifade etmektedir. Bilgisayarların fabrikaları yönettiği bu döneme "Akıllı Fabrika Dönemi" ya da "Akıllı Üretim Dönemi" (Intelligent-Smart Factories) de denilmektedir (haber.tobb.org.tr, 2016).

Akılı fabrika oluşturmak ise ancak "Siber-Fiziksel Sistem" ve "Nesnelerin interneti" ile mümkün olabilmektedir. Fiziksel makinelerin siber teknoloji ile iletişim ve koordinasyonu sonucu çok daha akıllı hale getirilme sürecine ***Siber- Fiziksel Sistem*** *(CPS - Cyber-Physical Systems),* nesnelerin internet aracılığıyla birbirleriyle iletişim halinde olmaları ve kendilerini yönetmelerine de ***Nesnelerin İnterneti*** (IoT – Internet of Things) denilmektedir (www.ebso.org.tr, 2016). Yeni endüstri çağında akıllı fabrikalarda kullanılacak olan akıllı robotlar üretim bandındaki hareket eden malzemeleri sensör teknolojileri sayesinde tanıyıp ürünün hangi işlemlerden geçmesi gerektiğine karar verebilecektir. Bu sayede her bir ürünün aynı üretim hattında sıfır hata ile işlenmesine olanak sağlanacaktır. Bir sonraki aşamada ise birbiriyle konuşan, bağlantılı makineler ürünün kalite kontrolünü yapıp üretim sürecindeki hataları daha hızlı tespit edebilecektir. Tüm bu sürecin birbirine bağlı siber fiziksel sistemler tarafından idare edilmesi planlanmaktadır.

Endüstri 4.0 devrimi Siber Fiziksel Sistem içeren üretim ve servis yeniliği üzerinde yoğunlaşmaktadır. Siber Fiziksel Sistemlerde, Bulut Bilişim gibi modern bilgi ve iletişim teknolojileri, imalat sektöründe verimliliği, kalite ve esnekliği artırmak için sistemlere entegre edilecek, olası verim durumlarını analiz ederek rekabet ortamında avantaj sağlayacaktır (Çeliktaş vd., 2015). Optimizasyonun sağladığı avantajlar sayesinde, üretim süresinin, maliyetlerin ve üretim için ihtiyaç duyulan enerji miktarının düşmesi ve buna karşın üretim miktarının ve kalitesinin yükselmesi öngörülmektedir (Imtiaz ve Jasperneite 2013).

Bu çalışmada, işletmelerin üretim süreçlerinin verimliliğinin artırılmasında Endüstri 4.0'ın önemi ortaya konulmaya çalışılmaktadır. Bu kapsamda öncelikle geçmişten günümüze Endüstri döneminin tarihsel gelişimi ve Endüstri 4.0 üzerinde durulmuştur. Daha sonra ise, üretim süreçlerinin verimliliğinin artırılmasında Endüstri 4.0'ın önemi Dünya'da ve Türkiye'de uygulanan sektörler örnek verilerek değerlendirilmeye çalışılmıştır.

2. ENDÜSTRİ DEVRİMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ ve ENDÜSTRİ 4.0

Sanayi devriminin başlangıcından bu yana üretim süreçlerini kökten değiştiren üç büyük endüstri devrimi yaşanmıştır. Günümüzde ise Endüstri 4.0 adıyla bilinen yeni bir sanayi devrimine doğru yelken açılmış durumda. 18. yüzyılın sonlarından günümüze doğru Endüstri Devrimi'nin geçirmiş olduğu tarihsel gelişim dönemi özellikleri itibariyle aşağıda özetlenmiştir.

Birinci Endüstri Devrimi, üretimin insan emeğinden makine gücüne doğru bir evrim geçirdiği devrim olarak kabul edilmektedir. Bu devrim 18. yüzyılın sonunda su ve buhar gücünün daha verimli kullanılmasını sağlayan ilk mekanik dokuma tezgâhlarının bulunmasıyla başlamıştır. İlk endüstri devrimi zamanındaki makineler; dişli, piston, kayış ve kasnak yardımıyla çalışan basit mekanik aletlerden oluşmaktadır (Ayvaz vd., 2010). İngiltere'de başlayan ve çok kısa sürede hızlı bir ilerleme kaydeden bu Endüstri Devrimi, kısa sürede tüm Avrupa'ya ve ABD'ye yayılmıştır. Üretim yapısının köklü değişimi

ile fabrikalarda makineli üretimin hız kazandığı bu dönemde üretilen ürün sayısında büyük bir artış kaydeden Avrupa, bu ürünleri pazarlayabileceği yeni pazarlar arayışına girmiştir.
1860 yılında İngiliz bilim adamı Bessemer'in icat ettiği ucuz çelik üretim yöntemiyle teknoloji devrimi olarak da bilinen ***İkinci Endüstri Devrimi*** temellerinin atıldığı kabul edilmektedir. Elektrik teknolojisinin gelişmesi ile birlikte üretim tesislerinde elektrik enerjisi kullanılmaya başlanmıştır. Bu sayede imalatta iş bölümü ve seri üretim kabiliyeti ortaya çıkmıştır. Seri üretimin en bilinen ve çarpıcı örneklerinden biri, Henry Ford'un, Ford Motor Şirketi olmuştur. Ford'un 1913'te başlattığı "üretim bandı" tekniğinin diğer sektörlerde de kullanılmasıyla üretim verimi oldukça arttırılmıştır (Kagermann vd., 2013).
Üçüncü Endüstri Devrimi ise 1970'lerde üretimde mekanik ve elektrik teknolojilerin yerini dijital teknolojiye bırakmasıyla başlamıştır. Söz konusu bu devirde bilgi, iletişim ve elektronik teknolojilerinin gelişimiyle birlikte ilk programlanabilir otomasyon sistemleri devreye girmeye başlamıştır. Böylece üretimde tam otomasyon aşamasına geçilmiştir. Bu devrim, ilk iki endüstri devrime göre nitelik bakımından biraz daha farklıdır. Bilgi işlem teknikleri, haberleşme teknikleri ve bunların ortak gerçekleştirme aracı olan mikro-elektronik bu devrimin temel bileşenleridir (Çeliktaş vd., 2015).
Günümüzde ise Siber-Fiziksel Sistemlere dayalı üretimin devreye gireceği yeni bir endüstriyel devrim olan ***Dördüncü Sanayi Devrimi'***ne doğru gidilmektedir. ***Endüstri 4.0*** olarak adlandırılan bu yeni devrim, makinelerin insan gücüne gerek kalmaksızın kendilerini ve üretim süreçlerini yönetmeye başlamaları ile ortaya çıkmıştır. Endüstri 4.0 ifadesi, Alman Hükümeti'nin imalat endüstrisini ileri teknoloji ile donatarak üretim endüstrisinin yakın gelecekteki konumunu güvence altına alabilmek amacıyla ilk olarak 2011 yılında Almanya'nın Hannover Fuarı'nda kullanılmıştır. Bu amaç doğrultusunda 2012 yılında oluşturulan çalışma grubu, 2013 yılında hazırladığı nihai raporu geliştirerek araştırma gündemine dönüştürmüştür. Gelişmiş ülkelerin üretim çoklemi adını verdikleri bu yeni yaklaşımda; kişiselleştirme, görselleştirme, hibritleştirme ve kendince en iyileştirme olarak tanımlanan kurgusal mükemmelliğe bir yolculuk başlamıştır (Brettel, vd., 2014).
Bu üretim tekniği sayesinde müşteriye özel ürünler kısa sürede tasarlanıp, hazırlanıp müşteriye teslim edilebilecektir. Ayrıca bu istekler birbirinden bağımsız ve kilometrelerce uzakta olan insanların katılımı sayesinde olacaktır. Bu optimizasyonun sağladığı avantajlar sayesinde üretim süreci, maliyetler ve üretim için gerekli olan enerji miktarı azalırken üretim miktarı ve kalite hiç kuşkusuz artacaktır. Endüstri 4.0 işletmelerin üretim maliyetlerini düşürüp verimliliklerini artırırken, yepyeni mesleklerin doğuşuna da neden olabilecektir. Bu yeni sanayi devrimi hayatımızı fethettikçe yazılım, bilişim teknolojileri ve geleneksel mühendislik yetkinliklerini iletişimle birleştirebilen inter-disipliner yeni rollerin ortaya çıkması beklenmektedir. Bunun yanı sıra analitik platformlar, algoritmalar geliştirecek, istatistik, veri mühendisliği, ileri programlama, belirsizlik modelleme, döngü tanıma ve öğrenimi, veri yönetimi ve görselleştirme; özetle "ileri analitik" konularında yetkinlik sahibi kişiler de bu sayede öne çıkabilecektir (www.atayatirim.com.tr, 2016). Nesnelerin interneti sisteminin aktif olarak kullanıldığı bir fabrikada, üretim süreci makine ve robotlar tarafından yönetileceğinden, fabrikada üretim esnasında herhangi bir terslik söz konusu olduğunda süreç, makineler veya robotlar tarafından gerekli müdahale yapılarak otomatik olarak durdurabilecektir. Endüstri 4.0 sayesinde sadece üretim süreci pratik hale gelmekle kalmayacak, tedarik zinciri yönetimi de daha akıllı hale gelecektir. Ürünlerin üzerine yerleştirilecek sensörler ve akıllı etiketler sayesinde tedarik zinciri boyunca ürünlerin kendi kendini yönetebilmesine imkân sağlanabilecektir. Robotlar gelecekte daha akıllı olup, bulundukları ortama daha kolay adapte olabilecek, iletişim kurabilecek ve etkileşimde bulunabilecekler. Robotların üretimin başına geçmesi, oluşan veriyi analitik şekilde değerlendirebilen ve gerçek zamanlı olarak sisteme müdahale edebilen insan gücü gereksinimini ortaya çıkaracaktır (www.atayatirim.com.tr, 2016).

3. ÜRETİM SÜREÇLERİNİN VERİMLİLİĞİNİN ARTIRILMASINDA ENDÜSTRİ 4.0'IN ÖNEMİ

Önceki bölümlerde geçmişten günümüze Endüstri devriminin tarihsel gelişimi ve Endüstri 4.0'ın ortaya çıkışına yer verilmişti. Bu bölümde ise konunun önemli bir noktası olan Endüstri 4.0'ın firmalara üretim sürecinde nasıl bir değişim getireceği üzerinde durulacaktır.
Endüstri 4.0, ilk olarak Almanya'da ortaya çıktığından, bu kavram Avrupa'da yaygın biçimde bilinmekte ve küresel ölçekte de her geçen gün daha çok tanınmaktadır. Bilişim teknolojileri ile endüstriyi bir araya getirmeyi hedefleyen Endüstri 4.0, üretim sürecinde kendi başına anlık kararlar alabilmenin ötesinde diğer üretim alanlarıyla da entegre çalışabilen esnek bir üretim yapısına sahip olabilecektir. Akıllı fabrikalar, nesnelerin interneti, 3D yazıcılar, artırılmış gerçeklik, bulut bilişim sistemi, sistem entegrasyonu, simülasyon, otonom robotlar, büyük veri ve analizi ile siber-fiziksel sistemler bu devrimin tetiklenmesinde rol oynayan çok önemli teknolojik unsurlardır (www.ebso.org.tr, 2016). Endüstri 4.0 döneminde bu sistemler yaygınlaşarak, daha hızlı, esnek ve verimli süreçler oluşmasını sağlayacak ve daha yüksek kalitedeki malları, daha düşük maliyetle üretmeyi mümkün kılacaklar. Böylece de üretimde

maliyetler düşürülüp verimlilik artırılacaktır (tusiad.org.tr, 2016). Bu bağlamda bakıldığında; Endüstri 4.0'ı tetikleyen bazı teknolojik unsurların üretim sürecine etkileri Sanayiden örnekler verilerek Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Endüstri 4.0'ı Tetikleyen Bazı Teknolojik Unsurlar ve Üretim Sürecine Katkısı

Teknolojik Unsur	**Sanayiden Örnek**	**Üretim Sürecine Etkisi**
Büyük Veri ve Analizi	Infineon Technologies	Üretim sürecinde ürün hatalarının azaltılması ve üretim kalitesinin arttırılması
Akıllı Robotlar	Kukla ve A38	Üretim hattında bir sonraki ürün montajına hazır olmak için davranışlarını ayarlayabilen robotların hem kendi aralarında hem de insanlarla etkileşime girebilmesi ve parçaları tanıyabilmesi
Simülasyon	Siemens	Parçaların işlenmesini simüle eden bir sanal makine sayesinde işleme süreci için gerekli hazırlık süresinin % 80 azalması
Dikey ve Yatay Sistem Entegrasyonu	Dassault Systèmes	Tasarım ve üretim konularında bulut tabanlı bir hizmet sunan platformun, birçok iş ortağının ürün ve üretim verilerini paylaştığı karmaşık operasyonları verimli şekilde yönetebilmesi
Nesnelerin İnterneti	Bosch Rexroth	Ürünlerin radyo frekanslı kodlarla işaretlendiği bu süreçte, her bir ürünün hangi üretim aşamalarından geçmesi gerektiğini "biliyor" ve yapılması gerekene göre hareket edebiliyor olması
3D Baskı	Havacılık şirketleri	Hammaddeler için yaptıkları harcamaları düşürmek ve hava taşıtının ağırlığını azaltmak için yeni tasarımlar yaparken eklemeli üretim tekniklerinden yararlanılması
Zenginleştirilmiş Gerçeklik	Siemens'te Sanal Eğitim	Operatörlerin, siber model üzerinden diğer makinelerle etkileşip, parametreleri değiştirebilmesi, operasyonel bilgilere ve bakım talimatlarına erişim sağlayabilmesi

Kaynak: tusiad.org.tr, 2016.

Endüstri 4.0'ın temelleri Almanya'da atılmış olup, ilk olarak Avrupa'da yaygınlık göstermiştir. Daha sonra da ABD ve Japonya gibi sanayileşmiş ülkeler tarafından kısa süre içerisinde kendine yaygınlık sahası bulmuştur. UBS'in World Economic Forum (WEF) Rekabetçilik Endeksinin yaptığı bir hesaplamaya göre, 45 değişik ülkenin Endüstri 4,0'a ne kadar hazırlıklı oldukları ölçülmüş ve elde edilen sonuçlara göre ilk beş içinde İsviçre, Singapur, Hollanda, Finlandiya ve ABD'nin olduğu görülmüştür. Endüstri 4.0'ın temelleri Almanya'da atılmış olmasına rağmen sıralamada Japonya'nın hemen arkasında 13. sırada yer almaktadır (www.atayatirim.com.tr, 2016). Almanya'nın yeni endüstri devrimi sürecinde başarılı olabilmesi için mevcut internet alt yapısını geliştirmesi, AR-GE harcamalarına daha fazla ödenek ayırması ve kalifiyeli personel sayısını artırması gerekmektedir (Thobena vd., 2014). Türkiye'nin yeri ise listede sondan yedinci sıradadır (www.atayatirim.com.tr, 2016). Endüstri 4.0'ı destekleyen bazı firmalar faaliyet alanları/sektörleri ve menşeileri ile birlikte Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo-2: Endüstri 4.0'ı Destekleyen Firmalar

Firma Profili	**Faaliyet Alanı/Sektörü**	**Menşei**
Siemens	Endüstri Sektörü	Almanya
Bosch	Elektronik ve Mühendislik Sektörü	Almanya
SAP Yazılım Şirketi	Yazılım Şirketi	Almanya
Beckhoff	Otomasyon teknolojisi Şirketi	Almanya
General Elektrik	Elektronik ve Bankacılık Sektörü	Amerika
Mitsubishi Elektrik	Elektrik ve Elektronik Sektörü	Japonya
Atos	IT Hizmet ve IT Danışmanlık	Fransa- Almanya
Boğaziçi Yazılımı	Yazılım Sektörü	Türkiye
Arçelik A.Ş	Beyaz Eşya ve Teknoloji	Türkiye
CMS Jant ve Makine	Jant ve Otomotiv Yan Endüstri Sektörü	Türkiye
Başöz Enerji	Enerji Sektörü	Türkiye
FESTO	Endüstriyel Otomasyon Sektörü	Almanya
Artesis	Yazılım ve Teknoloji Şirketi	Türkiye
Ermaksan	Makine ve Motor Sektörü	Türkiye
Çalık holding	Enerji, Telekom, Tekstil, İnşaat, Finans ve Madencilik Sektörleri	Türkiye
Ektam	Şişeleme Tesisleri İmal Sektörü	Türkiye
Frekans Mak.	Makine ve Otomasyon Sektörü	Türkiye
MCS	Yazılım ve Otomasyon Sektörü	Türkiye
İBA Group	IT Servis ve Yazılım Sektörü	Çek Cumhuriyeti

Volkan Müh.	Makine İmalat ve Yan Endüstri Sektörü	Türkiye
SGS Otoumation and Drive	Demir-Çelik ve Döküm, Kimya, Havacılık, Otomotiv ve Kâğıt Sektörleri	Türkiye
Scheer	Yazılım ve Danışmanlık Sektörü	Almanya
BMV	Otomotiv Sektörü	Almanya
ABB	Enerji ve Otomasyon Sektörü	İsviçre
AUDİ	Otomotiv Sektörü	Almanya
Mercedes	Otomotiv Sektörü	Almanya
Lodos Teknik	Endüstriyel Makine ve Otomasyon Sektörü	Türkiye
Zorlu Holding	Tekstil, Enerji, Beyaz Eşya, Elektronik ve Finans Sektörleri	Türkiye

Türkiye'de, beyaz eşya, makine sistemleri, otomotiv ve kimyasallar olmak üzere dört pilot sektörde yürütülmekte olan Endüstri 4.0 uygulamalarının entegre, otomasyonlu ve mükemmel üretim akışı, sanal ürün tasarımı, esnek üretim, akıllı ve optimize lojistik ve öğrenen süreçler gibi Endüstri 4.0 göstergelerine göre uygulama örnekleri Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3. Türkiye'de Pilot Sektörlerde Endüstri 4.0 Uygulamaları

Endüstri 4.0 Göstergeleri	**Sektör**	**Örnekler**
Entegre, Otomasyonlu ve Mükemmel Üretim Akışı	Beyaz Eşya	**Entegre kalite yönetimi** Ürünler üretim süreci sırasında takip edilerek ve ön üretim sonrasında yapılan testlerde çıkan hata verilerine dayanılarak fire azaltılıyor ve işleme süreci iyileştiriliyor
	Makine Sistemleri	**Entegre tasarım verileri** Üretim sürecinde, operasyonları optimum hale getirmek için tasarımdan üretim hattı sonuna kadar dikey veri entegrasyonundan faydalanılıyor
	Beyaz Eşya	**Yatay veri entegrasyonu** Tedarikçilerin bazı ERP verilerini görmesi sağlanarak entegre üretim sürecine daha yaklaşılmış oluyor
Sanal Ürün Tasarımı	Otomotiv	**Sanal fabrika ve ürün tasarımı** Gerçek üretim ihtiyaçlarına dayanan fabrika simülasyonlarıyla üretimi optimum hale getirmek için, fabrika ve ürün tasarımını entegre eden bir ortak çözüm sunuluyor
Esnek Üretim	Beyaz Eşya	**Esnek üretim robotları** RFID tabanlı akıllı ürünlerle iletişim kuran ve aletleri ve üretim görevlerini ürün çeşidine göre ayarlayan bir üretim hattı uygulamaya geçirildi
Akıllı ve Optimize Lojistik	Otomotiv	**Lazer yönlendirmeli otomatik yönlendirmeli araç(AGV)** Sunucu bilgisayarın envanteri ve üretim programını ve teslimatları kontrol ettiği ve AGV'leri yönlendirdiği lazer yönlendirmeli lojistik sistemler kullanılıyor
Öğrenen Süreçler	Kimyasallar	**Kendini optimize eden süreç akışı** BT algoritması kullanılarak, temel malzeme karışımındaki sorunlar tanınarak, nihai ürün sürecinin kalitesi optimize ediliyor

Kaynak: tusiad.org.tr, 2016.

TÜSİAD tarafından 2016 yılında Türkiye'deki sektör verileri, şirketlerden toplanılan bilgiler ve doğrulamalardan yararlanarak hazırlanan Endüstri 4.0 Raporuna göre; Endüstri 4.0'ın başarılı şekilde uygulandığı durumda, günümüz ekonomik büyüklüğünde, Türkiye'deki üretim sektörlerinin verimliliğinde 50 milyar TL'ye varabilecek bir fayda yaratılma potansiyelinin mevcut olduğu düşünülmektedir. Bu faydanın yaratılmasında, toplam üretim maliyeti göz önüne alındığında, verimlilikteki artışın % 4-7 arasında olacağı beklentisi yatmaktadır. Sadece dönüşüm maliyeti (malzeme maliyetleri hariç üretim maliyeti) değerlendirildiğinde, verimlilik artışının % 5-15 arasında olması beklenmektedir. Türkiye'nin Endüstri 4.0 dönüşümünün pilot sektörler itibarıyla potansiyel faydaları ise; ***otomotiv sektöründe*** %10-15 oranında potansiyel verimlilik artışı sağlanırken toplam maliyette bu oran %5-7 arasında, ***beyaz eşya sektöründe*** %9-14 oranında potansiyel verimlilik artışı sağlanırken toplam maliyette bu oran %6-9 arasında, ***tekstil sektöründe*** %10-16 oranında potansiyel verimlilik artışı sağlanırken toplam maliyette bu oran %4-9 arasında, ***kimyasallar sektöründe*** % 8-12 oranında potansiyel verimlilik artışı sağlanırken toplam maliyette bu oran %3-4 arasında, ***yiyecek ve içecek sektöründe*** %9-12 potansiyel verimlilik artışı sağlanırken toplam maliyette bu oran %5-9 arasında ve ***makine sektöründe***

%9-12 oranında potansiyel verimlilik artışı sağlanırken toplam maliyette bu oran %4-8 arasında verimlilik artışı şeklinde mümkün olabilmektedir (tusiad.org.tr, 2016).

4. SONUÇ

Dördüncü Sanayi Devrimi anlamına gelen Endüstri 4.0 yaklaşımın esas amacı, akıllı fabrikalarda esnek bir üretim süreci, minimum maliyetli ve maksimum verimli üretimler gerçekleştirmektir. Endüstri 4.0 ile üretim esnasında fabrikalardaki makinelerin, bilgisayarların ve nesnelerin insanlardan tamamen bağımsız birbiriyle internet aracılığıyla bilgi alışverişinde bulunması amaçlanmaktadır. Bu yeni yaklaşım ile birlikte fabrikalar tamamen teknolojik bir altyapı üzerine kurulacaktır. Akıllı fabrikalarda üretim sürecinde insan emeğinin yerini akıllı robotlar ve akıllı makineler alacaktır. Böylece insanların yapmış olduğu hatalar minimize edilerek daha kısa sürede daha kaliteli ve daha çok sayıda üretim yapılabilecektir. Fabrikadaki üretim bandı da bu süreçte daha akıllı hale gelecektir. Örneğin, bir müşteri ürün siparişi verdiğinde bu sipariş otomatik olarak fabrikaya ulaşacak ve fabrikada ihtiyacı olduğu kadar ürünü üretebilecektir. Bu esnada bu ürünlerin tedarik zinciri ve lojistiğinin yapılması da bu süreçlerin içerisinde ayrı bir şekilde ilerleyecek ve süreç ürünlerin müşteriye teslimatı ile son bulacaktır. Böylece Dördüncü Sanayi Devrimi ile son derece akıllı ve düzenli işleyen sorunsuz bir üretim sistemi ortaya çıkmış olacaktır.

İşletmelerin Endüstri 4.0'a başarılı bir şekilde ayak uydurabilmeleri için tüm paydaşlara önemli görevler düşmektedir. Sanayi kuruluşlarının ve tedarikçilerinin Sanayi 4.0 teknolojilerini yakından takip etmesi gerekmektedir. Kurumsal gelişim süreçlerinde iş gücü ihtiyacının net bir yol haritası çıkartılarak buna göre hareket edilmesi önemlidir. Kamu açısından bakıldığında ise ülke çapında teknolojik altyapının Endüstri 4.0 bünyesinde gelişmesini desteklemek gerekmektedir. Bununla beraber gerekli olan yatırım ve teşvik ortamını hazırlamak ve uzun vadeli eğitim politikaları ile ihtiyaç duyulan kaliteli çalışan ihtiyacının karşılanmasını sağlamak diğer önemli öncelikler arasında sayılabilir. Türkiye'nin bu değişime ayak uydurabilmesi için Endüstri 4.0 aşamasını etkileyen bütün bilimsel ve teknolojik gelişmeleri, ürün ve üretim yapısındaki değişmeleri önemsemeli ve buna göre stratejiler geliştirmesi gerekmektedir. Ülkenin kaynakları, teşvikleri, inovasyon ve AR-GE planlamaları bu endüstri devrimine göre yönetilmelidir.

KAYNAKÇA

Alçın, S., 2016. Üretim İçin Yeni Bir İzlek: Endüstri 4.0. Journal of Life Economics Dergisi, Sayı:8. ss. 19-30.

Ayvaz, R. Z., Kırbaşlar, F. G., Özsoy, G. Z. 2010. "Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Kimya Öğretiminde BDE Materyali Kullanımına İlişkin Düşünceler," İstanbul Üniversitesi, Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi Dergisi, sayı 14.

Brettel, M., Friederichsen, N., Keller, M., Rosenberg, M. 2014. "How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective," World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Mechanical, vol. 8, no.1.

Çeliktaş, M. S., Sonlu, G., Özgel, S., Atalay., Y. 2015. Endüstriyel Devrimin Son Sürümünde Mühendisliğin Yol Haritası. Endüstri ve Mühendislik Dergisi, Cilt: 56, Sayı: 662. ss.24-34.

Imtiaz, J., Jasperneite, J. 2013. "Scalability of OPC-UA Down to the Chip Level Enables "Internet of Things. 11th IEEE International Conference on Industrial Informatics. Bochum, p. 500-505.

Kagermann, H., Wahlster, W., Helbig, J. 2013. "Recommendations for Implementing the Strategic Initiative Industrie 4.0," Acatech. p. 13-78.

Thobena, K. D., Busseb, M., Denkenac, B., Gausemeierd, J. 2014. "Editorial: System-Integrated Intelligence-New Challenges for Product and Production Engineering in the Context of Industry 4.0," Procedia Technology, vol. 15, p.1–4.

İnternet Adresleri

http://www.capital.com.tr/gelecek-trendler/kendi-kendini-organize-edebilen-fabrikalarin-temelini-atmak-haberdetay-10268 (Erişim Tarihi: 25.06.2016).

http://www.ebso.org.tr/ebsomedia/documents/sanayi-40_81017283.pdf (Erişim Tarihi: 27.06.2016).

http://www.tusiad.org/tr/tum/item/download/7494_67a3aa94bcfce900229f42280fa1ba68 (Erişim Tarihi: 27.06.2016).

http://www.atayatirim.com.tr/haber-detay--20160127105648.html (Erişim Tarihi: 27.06.2016).

http://haber.tobb.org.tr/ekonomikforum/2016/259/016_027.pdf (Erişim Tarihi: 27.06.2016).

ANALİTİK AĞ SÜRECİ YÖNTEMİYLE LOJİSTİK RİSK FAKTÖRLERİNİN ÖNCELİKLENDİRİLMESİNE YÖNELİK BİR ÇALIŞMA: FORTUNE 500 ÖRNEĞİ

İskender Peker
Gümüşhane Üniversitesi

Selçuk Korucuk
Gümüşhane Üniversitesi

Birdoğan Baki
Karadeniz Teknik Üniversitesi

ÖZET

Risk, günümüzün hızlı ve karmaşık küresel olguları dikkate alındığında firmalar için önemli bir konu haline gelmiştir. Özellikle her firma günümüzde farklı risk unsurlarını barındırmakta ve bu risk unsurlarına yönelik tedbirler almaktadır. Son yıllardaki gelişimi göz önünde bulundurulduğunda bu riskler içerisinde en fazla dikkate alınması gerekenlerden birisinin "lojistik riskler" olduğu açıktır. Bu doğrultuda çalışmanın amacı; Analitik Ağ Süreci (AAS) Yöntemi kullanılarak lojistik risk faktörlerinin lojistik firmalarının bakış açısına göre ağırlıklandırılmasıdır. Çalışmanın sonuçları en önemli lojistik risk faktörlerinin "müşteri" ve "tedarikçi" olduğunu göstermektedir.

Anahtar Sözcükler*: *Risk, Lojistik Risk Faktörleri, Analitik Ağ Süreci.

ABSTRACT

Risk has made important issue for companies in fast and complex global phenomena. In particular, each company hosts different risk factors and takes measures for them. Considering the development in recent years, it is clear that "logistics risks" is one of them that should be taken into account the mostly. In this context, the aim of this study is to weight logistics risk factors using Analytic Network Process (ANP) from the viewpoint of logistics companies. The results show that the most important logistics risk factors are "customer" and "supplier".

Keywords: Risk, Logistics Risk Factors, Analytic Network Process.

1. GİRİŞ

Günümüz rekabet ortamında işletmelerin performanslarının artmasında lojistik kavramı ve tedarik zinciri içerisindeki belirsizlikleri azaltmak düşüncesi (Vanany vd., 2009) her geçen gün önemini artırmaktadır. Bu belirsizlikler; lojistik sistem içerisinde tanımlanmamış görevleri, planlanmamış zamanı, gereksiz maliyet ve çaba gerektiren faaliyetleri ifade etmekte olup "risk" olarak adlandırılmaktadır (Fuchs ve Wohinz, 2009). Lojistik risk ise doğru ürünlerin doğru kalitede, doğru zamanda ve doğru yerde bulundurulmasına (Lojistiğin 4R'si) engel olabilecek şekilde, planlanmadan yapılan her türlü iş, bilgi ve malzeme akışında aksaklığa sebep olacak fiziksel olaylar veya paydaşlar olarak adlandırılmaktadır (Fuchs ve Wohinz, 2009). Bir başka tanımlamada ise işletmeler için lojistik riskler; tedarik zinciri sürecini aksatan ve müşteri kaybına sebep olan, özellikle işletmelerin temel yeteneklerinde ortaya çıkan eksiklikler (Demirdöğen ve Küçük, 2009) olarak ifade edilmektedir. Bu açıdan bakıldığında işletmeler için lojistik risk faktörlerinin belirlenmesi, hangi risk faktörlerinin öncelikli olarak çözümlenmesi gerektiği, stratejiler ve planlar geliştirilerek uygulanması önemli hale gelmiştir.

İlgili literatür incelendiğinde lojistik risklerin sınıflandırılmasında farklı faktörlerin dikkate alındığı göze çarpmaktadır. Buna göre Van Landeghem ve Vanmaela (2002) tedarik zincirindeki belirsizliğin kaynaklarını gümrük düzenlemeleri, fiyat değişiklikleri, bilgi gecikmeleri, tedarikçi kalitesi, üretim verimliği olduğunu ifade etmiştir. Cavinato (2004) lojistik riskleri; fiziksel, finansal, bilgisel, ilişkisel ve yeniliksel olmak üzere beş kategori altında incelemiştir. Giunipero ve Eltantawy (2004) ürün teknoloji derecesi, güvenlik ihtiyacı, tedarikçilerin önemi ve satıcıların tecrübesi faktörlerini göz önünde bulundurmuşlardır. Gaudenzi ve Borghesi (2006) zamanında teslimat, sipariş tamamlama, sipariş doğruluğu ve hata faktörlerini taşıma, üretim, sipariş süreci, depolama ve tedarik süreci için ayrı ayrı değerlendirmiştir. Sheffi vd. (2006) taşıma kesintisi, nakliye sorunları, tedarik kesintileri, iletişim kesintileri, talep kesintileri gibi faktörlerin risk oluşturduğunu belirtmişlerdir. Manuj ve Mentzer (2008) kalite, güvenlik, taşıma zamanı, tahmin ve kültür gibi faktörleri dikkate almışlardır. Fuchs ve Wohinz (2009) lojistik riskleri sıralarken kaynakları, hataları, ürün ve ilişki özelliklerini dikkate almıştır. Olson ve Wu (2010) kurumsal imaj, sorumluluk, işçi sağlığı ve güvenliği, maliyet azaltımı, halkla ilişkiler, müşteri ilişkileri ve ürün gelişimi faktörlerini göz önünde bulundurmuşlardır. Blome ve Schoenherr (2011) güvenlik, iç geçerlilik, dış geçerlilik ve yapı geçerlilik faktörleri ile risk analizi gerçekleştirmişlerdir. Pfohl vd. (2011) lojistik riskleri tedarikçi, 3PL firma ve müşteri açısından değerlendirmiştir. Ho vd. (2015), tedarik, talep, üretim, finansal, makro, bilgisel ve taşımacılık başlıkları altında lojistik riskleri irdelemişlerdir. Ayrıca bir başka sınıflandırmada ise lojistik riskler; stok yönetimi sürecinde oluşan riskler, depolama riski, taşıma riski ve bilgi teknolojilerinden kaynaklanan riskler olarak karşımıza çıkmaktadır (URL-1). Bu çalışmalarda lojistik risk faktörleri değerlendirilirken bulanık mantık, istatistiksel yöntemler ve matematiksel tekniklerden faydalanıldığı görülmektedir.

İlgili çalışmalarda kullanılan risk faktörleri incelendiğinde söz konusu faktörlerin karmaşık bir yapı içerisinde yer alan, birbirlerinden etkilenen, sayısal ve sayısal olmayan kriterlerden oluştuğu görülmektedir. Bu doğrultuda lojistik risk faktörlerinin değerlendirilmesi sorunsalının çok kriterli bir karar verme problemi olduğu ifade edilebilir. Bu düşünce ile mevcut çalışmanın amacı, Fortune 500 Türkiye listesinde yer alan lojistik firmaları açısından lojistik risk faktörlerinin Analitik Ağ Süreci (AAS) yöntemi ile ağırlıklandırılması olarak belirlenmiştir.

Çalışmanın ikinci bölümünde AAS Yöntemi tanıtılarak takip eden aşamada lojistik risk faktörlerinin önceliklendirildiği uygulama kısmına yer verilmiştir. Ardından sonuç ve önerilerle çalışma sonlandırılmıştır.

2. YÖNTEM

2.1. Analitik Ağ Süreci

Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS); Saaty tarafından geliştirilen, ÇKKV problemlerinde karar vericinin tecrübelerini, bilgisini ve sezgisini karara hiyerarşik bir yapı şeklinde dâhil eden bir yöntem olup önceliklendirmede sıkça kullanılmaktadır (Cheng ve Li, 2004). Analitik Ağ Süreci (AAS) ise, AHS'nin daha genelleştirilmiş bir hali olup kriterler arası karşılıklı bağımlılık ilişkileri ve geri besleme imkânı sağlayarak bu ilişkiyi bir ağ şeklinde göstermektedir. AAS yöntemi bu özellikleriyle, karar verme problemlerinin daha etkin ve gerçekçi bir şekilde analiz edilmesini kolaylaştırdığından bu çalışmada tercih edilmiştir. AAS temel olarak üç aşamadan meydana gelmektedir (Nimiera ve Saaty, 2004; Saaty ve Vargas, 2006; Önüt vd., 2008):

1. Adım: Karar Probleminin Tanımlanması ve Modelin Kurulması: Karar probleminin amacı, kriterleri, alt kriterleri, karar vericileri, bu karar vericilerin hedeflerini ve ortaya çıkarılacak kararın olası sonuçlarını içerecek şekilde detaylı olarak tanımlanması gerekmektedir. Kısaca karar probleminin ayrıntılı olarak tanımlandığı aşamadır.

2. Adım: İkili Karşılaştırma Matrisleri ve Öncelik Vektörleri Belirlenmesi: Modelin içerisinde yer alan ve ilişkiler matrisinde görülen ikili ilişkiler karar vericiler tarafından Saaty'nin geliştirdiği AHS içinde kullanılan önem skalası (Tablo 1) kullanılarak değerlendirilerek ana kriter ve alt kriter ağırlıkları belirlenir ve tüm ikili karşılaştırmaların yer aldığı Ağırlıklandırılmış Süper matris oluşturulur.

Tablo.1. Önem Skalası

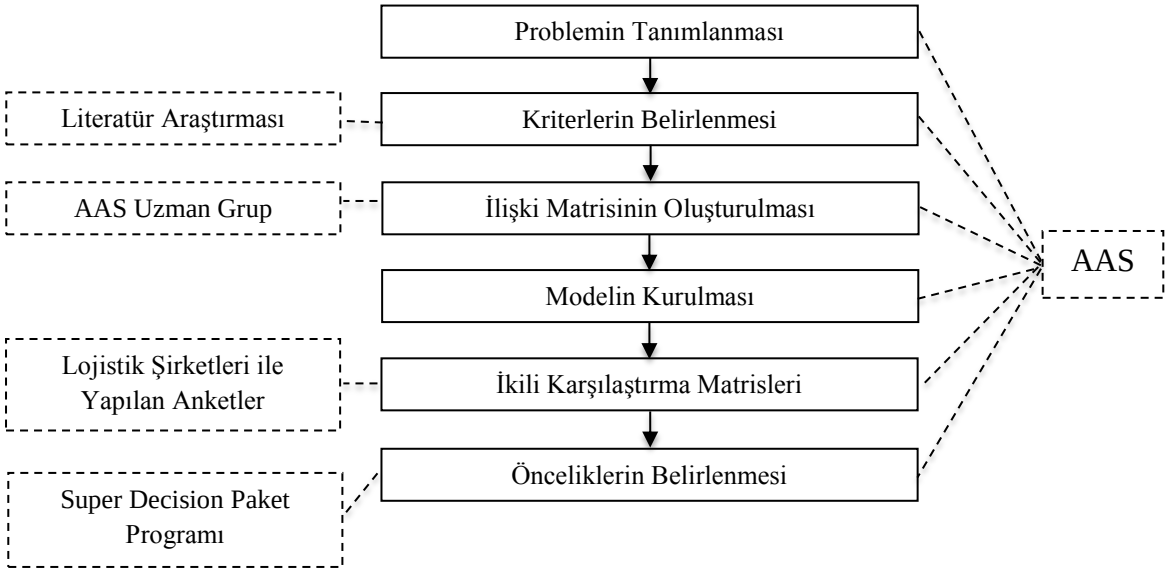
Önem Derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit Önem	İki faktör eşit düzeyde öneme sahiptir.
3	Orta Düzeyde Önem	Bir faktör diğerine göre biraz daha önemlidir.
5	Orta Düzeyden Daha Fazla Önem	Bir faktör diğerine göre oldukça önemlidir.
7	Kuvvetli Düzeyde Önem	Bir faktör diğerine göre kuvvetli düzeyde önemlidir.
9	Çok Kuvvetli Düzeyde Önem	Bir faktör diğerine göre kesinlikle çok daha önemlidir.
2,4,6,8	Orta Değerleri	Ara değerler, ifadelerde uzlaşma gerektiğinde kullanılır.

Kaynak: **(Saaty ve Vargas:2006)**

3. Adım: Süpermatrisin oluşturulması ve çözümlenmesi: Ağırlıklandırılmış Süper matrisin sütunları toplamı bire eşit olmaması durumunda sütunların toplamı bire eşit olacak şekilde normalleştirme işlemi yapılır. Ardından önem değerlerinin bir noktada eşitlenmesi için supermatrisin (2k+1) kuvveti alınır ve bu matris limit matris olarak adlandırılır. Bu matris, her bir kriterin öncelik değerlerinin tespit edildiği matristir.

3. UYGULAMA

Lojistik firmaları açısından lojistik risk faktörlerinin önceliklendirilmesi amaç edinilmiş olan bu çalışmada Şekil 1'deki uygulama adımları sırasıyla takip edilmiştir.



Şekil 1. Araştırma Yönteminin Aşamaları

3.1. Problemin Tanımlanması ve Kriterlerin Belirlenmesi

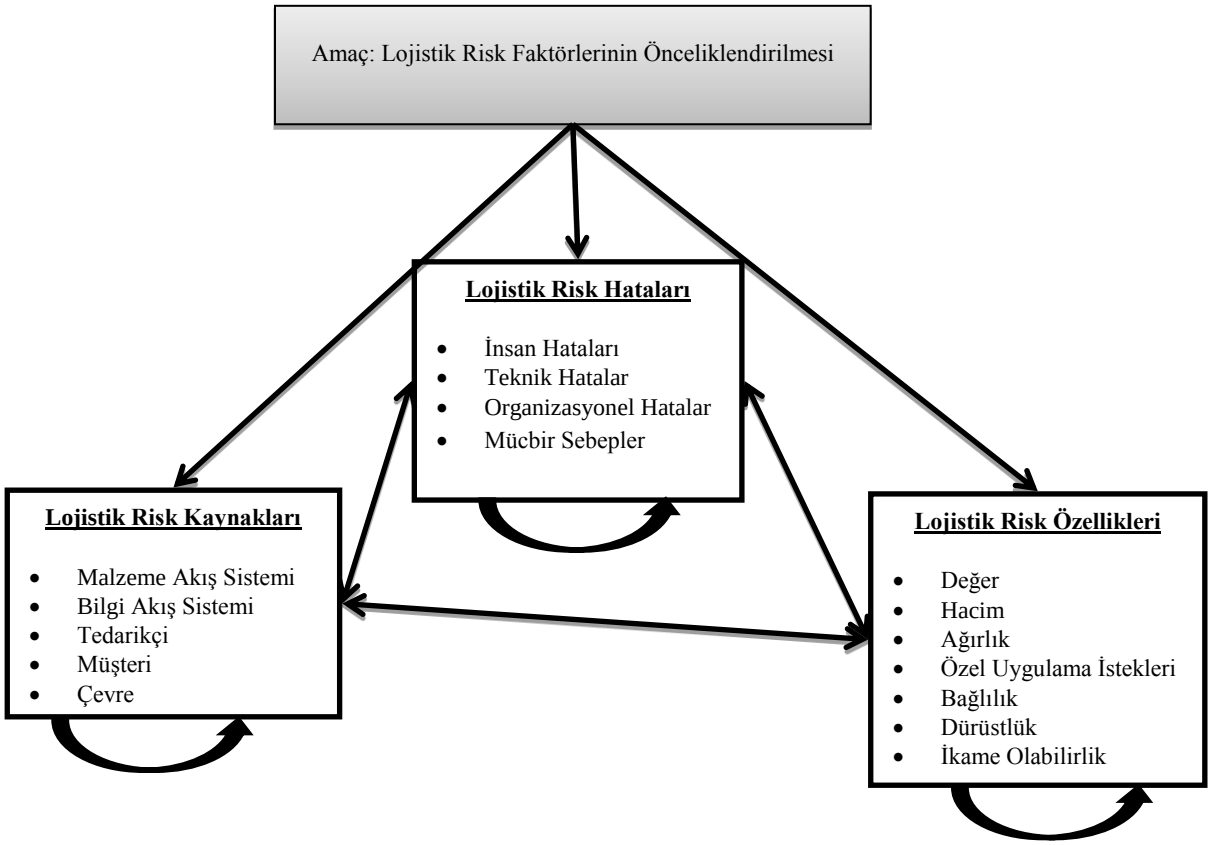
Bu çalışmada lojistik şirketleri açısından lojistik risk faktörlerinin önceliklendirilmesi amaç edinilmiştir. Bu amaçla gerçekleştirilen geniş çaplı literatür araştırması sonucunda makalenin yazarlarının görüşleri ve lojistik sektör paydaşlarının onayı ile Fusch ve Wohinz (2009) yılındaki çalışmalarında kullandıkları ve Tablo 2'de gösterilen kriterlerin AAS yöntemi ile ağırlandırılmasına karar verilmiştir.

Tablo 2: Lojistik Risk Faktörleri

Lojistik Risk Kaynakları	Lojistik Risk Hataları	Lojistik Risk Özellikleri
Malzeme Akış Sistemi	İnsan Hataları	Değer
Bilgi Akış Sistemi	Teknik Hatalar	Hacim
Tedarikçiler	Organizasyonel Hatalar	Ağırlık
Müşteriler	Mücbir Sebepler	Özel Uygulama İstekleri
Çevre		Bağlılık
		Dürüstlük
		İkame Olabilirlik

3.2. İlişki Matrisinin ve Araştırma Modelinin Oluşturulması

Kriterler arasındaki etkileşimi gösteren ve AAS anketinin oluşturulmasında temel teşkil eden İlişki matrisi, çalışma yazarlarından ilk ikisi ve lojistik hizmet sağlayıcı iki firma temsilcisi ile belirlenmiştir. Bunun sonucunda araştırma modeli Şekil 2'deki gibi oluşturulmuştur.



Şekil 2. Araştırma Modeli

3.3. İkili Karşılaştırma Matrisleri ve Önceliklerin Belirlenmesi

Bir önceki aşamada oluşturulan AAS anket formu Fortune 500 Türkiye-2015 listesinde yer alan 9 adet firmanın lojistik şirket yöneticilerine yöneltilmiş ve elde edilen sonuçların Super Decision Paket Programına aktarılması ile öncelikler Tablo 3'teki gibi tespit edilmiştir.

Tablo 3. Lojistik Risk Faktörlerinin Göreli Önem Dereceleri

Kriter ve Alt Kriterler	***Normalleştirilmiş Öncelikler***	***Sınırlandırılmış Öncelikler***
Lojistik Risk Kaynakları (0,428)		
• Malzeme Akış Sistemi	0,110	0,047
• Bilgi Akış Sistemi	0,141	0,060
• Tedarikçi	0,248	0,106
• Müşteri	0,266	0,114
• Çevre	0,235	0,101
Lojistik Risk Hataları (0,337)		
• İnsan Hataları	0,371	0,097
• Teknik Hatalar	0,302	0,094
• Organizasyonel Hatalar	0,201	0,088
• Mücbir Sebepler	0,126	0,058
Lojistik Risk Özellikleri (0,235)		
• Değer	0,116	0,027
• Hacim	0,138	0,032
• Ağırlık	0,154	0,036
• Özel Uygulama İstekleri	0,179	0,042
• Bağlılık	0,134	0,031
• Dürüstlük	0,158	0,037
• İkame Olabilirlik	0,121	0,028

Tablo 3'e bakıldığında ana kriterler önem derecesine göre "lojistik risk kaynakları, lojistik risk hataları ve lojistik risk özellikleri" şeklinde sıralanmaktadır. Ayrıca "müşteri" alt kriteri en yüksek öneme sahip lojistik risk faktörü olurken bunu sırasıyla "tedarikçi", "çevre", "insan hataları" ve "teknik hatalar" alt kriterleri takip etmektedir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

1990'lı yılların ardından işletmeler etkinliklerini artırmanın yolunu tedarik zincirleri içerisindeki belirsizlikleri (riskleri) azaltmakta aramışlardır (Vanany vd., 2009). Bu arayış işletmelerin lojistik faaliyetlerini gerçekleştirirken nasıl daha az riskle çalışabiliriz? sorusunu gündeme getirmiştir. Bu sorunun doğru bir şekilde cevaplanabilmesi için lojistik faaliyetlerinde ortaya çıkabilecek tüm risklerin birlikte değerlendirilmesi gerekir düşüncesiyle gerçekleştirilen bu çalışmada lojistik risk faktörlerinin önem düzeyinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla risk faktörlerinin ağırlıklandırılmasında AAS Yöntemi'nden faydalanılmıştır. Daha önceki çalışmalar incelendiğinde AAS yöntemiyle gerçekleştirilen lojistik risk faktörlerinin önceliklendirildiği bir çalışmaya rastlanılmamış olması çalışmanın diğerlerinden olan farklılığını ifade edilebilir.

AAS sonuçlarına göre en yüksek öneme sahip lojistik risk faktörleri "müşteri" ve "tedarikçi" olmuştur. Lojistik hizmet yöneticileri ile yapılan görüşmeler esnasında, lojistik faaliyetlerinin eksiksiz bir biçimde meydana gelmesine engel olarak en büyük faktörün müşteri olduğu ifade edilmiştir. Buna sebep olarak müşteri tutumlarının kontrol edilemez bir yapıda olduğu ve sürekli değişen beklentilere sahip olmaları olarak gösterilmiştir. Manuj ve Mentzer (2008) mevcut çalışmaya benzer şekilde müşteri ve tedarikçinin lojistik risk açısından önemine vurgu yapmışlardır. Ayrıca "ikame olabilirlik" ise en az öneme sahip alt kriter olmuştur.

Çalışmada kullanılan lojistik risk faktörlerinin tek bir çalışmadan elde edilmiş olması önemli bir kısıt olarak ifade edilebilir. Bu noktada belirtmek gerekir ki, ilgili literatür incelendiğinde neredeyse her çalışmada farklı bir lojistik risk faktörü dikkate alınmış bu da lojistik risk faktörlerine dair birlikteliğin oluşmasının önüne geçmiştir.

Gelecekte bu konu üzerinde çalışmayı düşünen araştırmacılara yol göstermesi açısından lojistik sektör paydaşlarının (lojistik hizmet alan firmalar, lojistik hizmet veren firmalar, sivil toplum kuruluşları, akademisyenler ve kamu kuruluşları temsilcileri) düşüncelerinin bir araya getirildiği bir çalışma gerçekleştirerek lojistik risk faktörlerine dair genel bir çerçeve çizilmelidir. Bunun yanında AAS yönteminin doğal yapısından kaynaklanan değerlendiricilerin sübjektif cevaplarının her an farklılaşabileceği unutulmamalıdır. Ayrıca, farklı ÇKKV teknikleri (AHS, TOPSIS, VIKOR gibi) kullanılarak veya bu yöntemlere bulanık mantık dahil edilerek geliştirilebilir ve sonuçları mevcut çalışma ile kıyaslanabilir. Bunun yanında gelecekteki çalışmalarda lojistik firmalarının lojistik risk düzeyine göre sıralaması da yapılabilir.

KAYNAKÇA

Blome, C. ve Schoenherr, T. (2011), "Supply Chain Risk Management in Financial Crises-A Multiple Case-Study Approach". International Journal of Production Economics, 134,43-57.

Cavinato, J.L. (2004). " Supply Chain Logistics Risks From the Back Room to the Board Room". International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 34(5), 383-387.

Cheng, E.W.L. ve Li. H. (2004). "Contractor Selection Using the Analiytic Network Process". Construction Management and Economics, 22, 1021-1032.

Demirdöğen, O. ve Küçük, O. (2009). Meslek Yüksek Okullar için Üretim Yönetimi, Ankara: Detay Yayıncılık.

Fuchs, H. ve Wohinz, J. W. (2009), " Risk Management in Logistics Systems". Advances in Production Engineering & Management, 4,233-242.

Gaudenzi, B. ve Borghesi, A. (2006), " Managing Risks in the Supply Chain Using the AHP Method". The International Journal of Logistics Management, 17(1), 114-136.

Guinipero, L.C. ve Eltantawy, A.L. (2003) "Securing the Upstream Supply Chain: A Risk Management Approach". International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 34(9), 698-713.

Ho, W, Zheng, T, Yıldız, H, ve Talluri, S. (2015). "Supply Chain Risk Management: A Literature Review". International Journal of Production Research, 53(16), 5031-5069.

Manuj, I. ve Mentzer,T,J. (2008). " Global Supply Chain Risk Management Strategies". International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 38(3), 192-223.

Niemira, P.M. and Saaty, L.T. (2004)."An Analytic Network ProcessModel for Financal-Crisis Forecasting". International Journal of Forecasting, 20, 573-587

Olson, L, D. ve Wu, D, D. (2010) " A Review of Enterprise Risk Management in Supply Chain". Kybernetes, 39(5), 694-706.

Önüt, Z. Tuzkaya,R. U. ve Kemer, B. (2007)." Hastane Yeri Seçimine Bir Analitik Ağ SüreciYaklaşımı". Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, 25(4), 367-379.

Pfohl, H,C., Gallus, P, ve Thomas, D. (2011)."Interpretive Structural Modeling of Supply Chain Risks". International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 41(9), 839-859.

Saaty, T. L. ve Vargas, L. G. (2006). "Decision Making with the Analytic Network Process: Economic, Political, Social and Technological Applications with Benefits, Opportunities, Costs and Risks". Springer Science+Business Media, LLC, New York, USA.

Sheffi, Y. Rice,J.B. Fleck, J.M. ve Caniato, F.(2006). ''Supply Chain Response To Global Terorism: A Situation Scan''. EurOMA POMS Joint International Conference, Milano web.mit.edu/scresponse (01.06.2016).

Vanany, I. Zailani, S. and Pujawan, N.(2009)." Supply Chain Risk Management: Literature Review and Future Research". Journal of Information Systems and Supply Chain Management, 2(1), 16-33.

Van Landeghem. H. ve Vanmaele, H.(2002). "Robust Planning: A New Paradigm for Demand Chain Planning". Journal of Operations Management, 20(6), 769-783.

www.endustrimuhendisimiz.blogspot.com.tr/2015/03/lojistik-risk-turleri-nelerdir.html

NESNELERİN İNTERNETİ VE BULUT BİLİŞİM ENTEGRASYONUNUN AKILLI LOJİSTİK UYGULAMALARI KAPSAMINDA DEĞERLENDİRİLMESİ

Ömür Yaşar Saatçioğlu
Dokuz Eylül Üniversitesi

Çağlar Aktepe
Dokuz Eylül Üniversitesi

ÖZET

Nesnelerin interneti ve bulut bilişim yakın zamanda hayatımıza giren yenilikçi iki kavramdır. Hızlı bir şekilde ilk olarak endüstriyel kapsamda uygulamaya başlanan bu yenilikçi hizmetlerin gün geçtikçe bireysel kullanımı da artmakta, bu durum sürekli ve çok yoğun bir şekilde artan veriden elde edilen verimi düşürme tehlikesini beraberinde getirmektedir. Dolayısı ile çoğu alanda olduğu gibi burada da süreçler arası entegrasyonun gerekliliği gün yüzüne çıkmaktadır. Buradan hareketle çalışmanın amacı, akıllı lojistik uygulamaları için nesnelerin interneti ve bulut bilişimin entegre bir şekilde kullanımı ile elde edilecek faydaların ve karşılaşılabilecek zorlukların belirlenmesidir. Bu çaba gerçekleştirilirken literatürde alana yönelik yer alan ve çalışmanın amacı ile uyumlu 4 adet vaka çalışması incelenmiştir. Sonuç olarak giderek karmaşık lojistik süreçlerin şefaf, düşük maliyetli, esnek, ölçeklenebilir ve yüksek katma değer yaratan akıllı bir yapıya dönüşeceği ifade edilebilmektedir. Bu dönüşüm sırasında bilgi güvenliği, son kullanıcı uyumu ve büyük verinin yönetimi gibi ortaya çıkabilecek zorluklara karşı güçlü önlemler alınması gerekliliği de belirtilmektedir.

Anahtar Sözcükler: Nesnelerin İnterneti, Bulut Bilişim, Akıllı Lojistik.

EVALUATON OF THE INTEGRATION OF INTERNET OF THINGS AND CLOUD COMPUTING WITHIN THE CONTEXT OF SMART LOGISTICS APPLICATIONS

ABSTRACT

Internet of things and cloud computing are two innovative concepts that come into our daily lifes recently. These concepts have being used in the industrial context fisrt and then their individual usage have started to raise, hence it brings with the possible threat of lower efficiency gaining from the data increasing intensely. Therefore, necessity of the interprocess integration comes to light. The main purpose of this study is to specify advantages and challenges get with the integrated usage of internet of things and cloud computing within the scope of smart logistics applications. So, 4 case studies are analysed which are stated in the literature related with this area. Consequently, it is stated that the complex logistics processes are transforming into a transparent, low-cost, flexible, scalable and value-added structures. During this process, it is also important that to guard against challenges such as information security, end-user compatibility and management of big data.

Keywords: Internet of Things, Cloud Computing, Smart Logistics.

1. GİRİŞ

Yakın zaman içerisinde fiziki tüm yapılara yayılması beklenen nesnelerin interneti (Internet of Things – IoT) ile akıllanan her nesne arasında dünya çapında sağlanacak bağlantılar sayesinde özellikle günlük yaşamın kalitesini arttıracak sınırsız gelişmelerin yaşanması beklenmektedir (Arzori, Iera ve Morabit, 2010; Ziegeldorf, Garcia Morchon ve Wehrle, 2012). Bu doğrultudaki ilk adımlar ise Eylül 2009'da Avrupa Birliği tarafından bu alanda gerçekleştirilecek araştırma projelerini teşvik etmek, paylaşmak ve yayılımını sağlayacak çalışmalar yürütmek üzere özellikle sensör teknolojileri uygulamalarının geliştirilmesi (akıllı ulaştırma sistemleri, giyilebilir teknolojiler, akıllı ev ve şehirler) amacıyla atılmıştır (Rudin-Brown, 2010; Vermesan vd., 2011). Ancak devamındaki gelişmeler göstermiştir ki bu akıllı cihazlar, işleme ve depolama kaynakları tarafından yeterli beslenememeye başlamış ve özellikle enerji kısıtlamaları ile karşı karşıya kalınmıştır. Ortaya çıkan zorluklara çözüm sağlayacak hizmet modeli olarak ise bulut bilişim görülmüştür. Esnek, ölçeklenebilir, güvenilir, verimli ve kullandıkça ödeme prensibine dayalı ve internetin sağlandığı her yerden, her an erişimin mümkün olduğu bulut bilişim hizmet modeli, IoT'nin ihtiyaç duyduğu kaynakları sağlayarak bu iki yenilikçi yapıdan birlikte faydalanılmasını sağlamıştır (Aazam vd., 2014; Botta, Donato ve Persico, 2014; Henze vd., 2013; Hummen vd., 2012; Li vd., 2013). Tüm bunlar ışığında ise bulut bilişimin akıllı nesneleri internete bağlayan bir yazılım görevi gördüğü söylenebilir. Aynı zamanda akıllı nesneler ile kullanıcıları arasındaki iletişimi de verimli kılacak (Jamthe, 2015), bulut tabanlı IoT ile toplanan verilerin depolama ve işleme süreçleri daha kolay gerçekleştirilebilecek, verilere çok sayıda kullanıcı tarafından erişim olanaklı kılınacak ve kullanıcı dostu arayüzler sayesinde uyum süreci çabuk atlatılabilecektir.

Son yıllarda günlük yaşantımıza kadar hızla nufüz eden bu iki yenilikçi modele yönelik ayrı ayrı çeşitli çalışmalar gerçekleştirilmiş, kendilerine has karakteristikleri, kullanım şekilleri, kullanıcıların bakış açıları ve kullanma niyetlerine yönelik veriler elde edilmiştir. Ancak birbirini tamamlar niteliğe sahip bu iki modelin çeşitli alanlarda birlikte kullanımına dair az sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu noktadan hareketle, çalışmanın amacı Nesnelerin İnterneti ve bulut bilişimin birlikte kullanımının doğuracağı sonuçları akıllı lojistik uygulamaları çerçevesinde değerlendirmek olmuştur.

2. BULUT BİLİŞİM VE NESNELERIN INTERNETI ENTEGRASYONU

Bulut bilişim ve nesnelerin interneti kavramlarının entegrasyonunu ilk olarak bir mümkün kılıcı, daha sonra ise ihtiyaç ve gereklilik olarak gösteren çeşitli etmenler bulunmaktadır. Bu etmenler Botta Vd(2016) tarafından üç ana başlık altında ifade edilmiştir. İlk olarak *iletişim* kategorisi altında verilerin ve uygulamaların bireysel kullanıcı düzeyinde, düşük maliyetle ve kolay yönetilebilir bir şekilde paylaşımı ifade edilmiştir. Bulut bilişim, nesnelerin haberleşme kapasitelerini arttıracak ve basitleştirecek, tüm haberleşme sürecinin izlenebilirliğini sağlayacaktır. İkinci etmen olarak *depolama* kategorisi kapsamında ise, nesneler arasındaki iletişim sonucu ortaya çıkan büyük verinin yönetimi konusunda bulut bilişimin sanal olarak limitsiz, düşük maliyetli ve talebe bağlı kapasite yapısı ile ortaya koyacağı yarar ifade edilmiştir. *Hesaplama (işlem)* kategorisi altında bulut bilişimin nesneler tarafından toplanan verinin işleme sürecine sağlayacağı fayda ifade edilmiştir. Tüm bu etmenler sonucu oluşan birbirini tamamlayıcı unsurlar Tablo 1'deki gibi ifade edilmiştir.

Tablo 1. Bulut Bilişim ve Nesnelerin İnternetinin Birbirini Tamamlayıcı Yönleri

	Nesnelerin İnterneti	Bulut Bilişim
Hareket	Yayılmış	Merkezi
Erişilebilirlik	Limitli	Her yerden
Bileşenleri	Somut nesneler	Sanal kaynaklar
İşlemsel kapasiteleri	Limitli	Sanal olarak sınırsız
Depolama	Limitli veya yok	Sanal olarak sınırsız
İnternetin rolü	Birleşme noktası	Servisleri dağıtma
Büyük veri	Kaynak	Yönetim aracı

Kaynak: Botta vd., 2016.

Bulut bilişim ve Nesnelerin Interneti uygulamaların uygulamalarının entegre olarak kullanım alanlarından biri akıllı lojistik sistemlerdir. Lojistik kaynakların çeşitli, coğrafi olarak dağılmış, heterojen ve biçimsel olarak farklı yapıları, onların sadece fiziki tabanlı sistemlerle yönetimini gün geçtikçe daha güç kılmaktadır. Bu nedenle son yıllarda fiziki yapıya sanal olarak destek verecek sistemler geliştirilmekte ve daha ileriye taşımak için yeniliklere ağırlık verilmektedir. Bulut bilişim destekli nesnelerin interneti teknolojisi ile akıllı lojistik sistemlerine geçiş süreci yaşanmakta, bu doğrultuda çalışmalar gerçekleştirilmektedir (Li vd., 2013; Wang vd., 2014). Bulut tabanlı nesnelerin interneti teknolojisi, mal ve hizmetlerin üretim noktasından tüketim noktasına daha kolay ve otomasyon ağırlıklı akışını zaman ve maliyet faydası yaratacak şekilde mümkün kılacak bir yenilik olmaktadır. Lojistik kaynakların sanallaştırılması, süreçlerin akıllı hale getirilmesi ile kaynak paylaşımı ve dinamik bir şekilde dağıtımı esnek ve yönetimi daha kolay bir sistem ortaya çıkaracaktır. Dolayısı ile sürece dışarıdan dahil olan tedarikçiler, müşteriler gibi unsurlar da özellikle güven ve uyum konularındaki endişelerden kurtularak sürece katma değer sağlayacaklardır.

Akıllı lojistik süreçleri açısından daha detaylı bir şekilde ifade etmek gerekirse geniş bir sınıflandırma yapmak mümkün olabilecektir. *Akıllı stok yönetimi* açısından ele aldığımızda ortaya çıkacak faydalar şu şekilde olacaktır; varlık kaybında, ulaştırma maliyetlerinde, temin edilemeyen ürünlerde ve stok fazlası ürünlerde azalma sağlanırken ürüne yönelik kalite garantisi verme ve tüketim alışkanlıklarını analiz etme yetenekleri kazandırılmaktadır. *Akıllı üretim* açısından ise üretim sürecinin tüm aşamalarında yer alacak küçük ve sayıca fazla sensörler sayesinde toplanacak veri ve bunların işlenmesi sonucu elde edilecek bilgi, anlık takip edilebilen, esnek ve hata payı azalan üretim süreçleri ortaya çıkacaktır. *Akıllı ulaştırma* aşamasında, hammaddelerin işletmeye getirilmesi, işletme içi süreçler ve tüketime doğru ulaştırma kararlarında zaman, maliyet ve kaynakların etkin yönetimi sağlanacaktır. *Akıllı depolama*dan bahsederken ise tedarik zincirinin tüm tarafları açısından her bir stok kalemi için depolama süreçleri daha verimli hale getirilebilecek ve tam zamanlı izleme imkanı sağlanabilecektir. Son olarak *akıllı yönetim* aşamasında ise önemli unsur bilginin yönetimidir. Ürüne, sürece, tüketime vs. yönelik işletmenin sahip olduğu bilgi düzeyi ve sağlıklı bilgi miktarı arttıkça rekabet edilebilirlik seviyesi de artacaktır (Miller, 2015).

Bulut bilişim ve nesnelerin interneti entegrasyonunun çeşitli alanlarda getireceği faydaları yanında her yenilikçi hizmette olduğu gibi çeşitli zorluklara da sahip olduğu ifade edilmektedir. Bu zorluklar ise genel olarak gizlilik, güvenlik, güvenilirlik, büyük ölçeklilik, heterojenlik, performans ve yasal süreçler kapsamında ortaya çıkabilmektedir (Botta vd., 2016).

3. AKILLI LOJİSTİK UYGULAMALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Çalışma kapsamında, literatürde yer alan çalışmalarda inceleme alanı olan vaka çalışmaları, nesnelerin interneti ve bulut bilişimin entegrasyonu sonucu doğurdukları fayda ve riskler açısından ve ayrı ayrı kullanım alanı bulduklarında birbirlerine karşı ortaya çıkan ihtiyaçlar açısından ele alınmıştır.

Chen, Chen ve Ysu (2014), mevcut lojistik sistemlerin esneklik ve süreklilik yönlerinden eksik olduğunu ve tüm durumlara cevap verebilen yapılar yerine mevcut durumla uyuşacak şekilde yapılandırıldığını ifade ederek buna eksikliklere yönelik çözüm önerileri getirmişlerdir. IoT ve bulut bilişimin entegre olduğu bir "Lojistik Bulutu" geliştirerek bunun simülasyonunu bir işletme üzerinde gerçekleştirmişler ve gerçek hayat uygulamaları için de geçerli olduğunu ortaya koymuşlardır. İşletme tarafından elde edilen geri bildirimler sayesinde kullanılan bu sistemin faydaları şu şekilde ifade edilmiştir; kurulum ve ayarlama süreçleri kolaylaşmış, üreticiler için bilgi teknolojileri tek bir havuzda toplanarak kullanımı kolaylaşmış, daha düşük maliyetli ve kullandıkça ödeme yapılan sistemlere sahip olunmuş, başka uygulamalara entegrasyon kolaylaşmış ve farklı lojistik uygulamaları ile uyumlu olduğu görülmüştür.

Yan vd (2014), tedarik zinciri performansının yüksek olması için bilgi paylaşımı, işbirliği ve hız konularında atılacak adımların tüm tedarik zincirinin başarılı entegrasyonu açısından temel unsurlar olduğunu ifade etmişlerdir. Ancak farklı ve çok sayıdaki noktalara dağılmış heterojen haldeki kaynakların gerçek zamanlı bilgi sağlama, cevap verme hızı ve esneklik aşamalarında yetersizlik yaşamaya başladığı görülmektedir. Ortaya çıkan bu problemlere çözüm yaratabilmek ve sürekli gelişen şartlara uyum sağlayabilmek için bulut bilişim ve IoT tabanlı yeni bir akıllı tedarik zinciri yönetim sistemini vaka çalışması çerçevesinde tanıtmışlardır. Böylece 'Nesnelerin Bulutu' olarak ifade ettikleri entegre sistem ile bulut bilişim ve nesnelerin interneti kavramlarını birlikte kullanarak büyük veri yönetim stratejilerinden yararlanılmasını, verinin toplanması ve yapılandırılarak yönetilmesinin sağlanmasını mümkün kılmışlardır. Vaka çalışması kapsamında, tedarik zinciri işlem sürecini 4 bölüme (tedarik, depolama, ulaştırma, müşteri) ayıran yazarlar tüm bölümler arasında etkin işbirliğini ve bilgi paylaşımını ön planda tutmuşlardır. Sonuç olarak, eski sistem ile bir ürünün giriş-işletme içi-çıkış lojistiği süreçlerindeki yaklaşık 120 saniye olan işlem süresi, 'Nesnelerin Bulutu' ile yaklaşık olarak 50 saniyeye düşmüştür. Mallara ait bilgiler anlık olarak tüm taraflara dağıtılmış ve esnek bir yapı ortaya çıkmıştır. Geleneksel tedarik zinciri yönetim sistemlerinde en düşük maliyetle en hızlı hizmete odaklanılırken, bulut tabanlı

akıllı tedarik zinciri yönetim sisteminde ise tüm zincirin etkin entegrasyonu,gerçek zamanlı takip yeteneği, hızlı ve esnek bir şekilde taleplere cevap verebilme yeteneği gibi uygulamalara ağırlık verildiği görülmektedir.

Slama ve arkadaşları (2015), soğuk zincir yönetimi için ele aldıkları vaka çalışması kapsamında Şili'den Avrupa'ya gelecek yabanmersini sevkiyatının daha verimli hale getirilmesi amacıyla oluşturulan sistemi ifade etmişlerdir. Soğutmalı konteynerlerin ve bu alanda yapılan taşımacılığın gün geçtikçe büyüyen pazarı, tüketi istek ve ihtiyaçlarının sürekli daha fazla önem kazanması ile hizmet düzeylerindeki artışlar daha hızlı ve daha güvenilir lojistik hizmetleri gerekli kılmıştır. Yaklaşık olarak 6 hafta süren bu operasyonun herhangi bir aşamasında oluşacak en ufak hata, dayanıksız mal olan yabanmersininin tüketilmesini olanaksız kılacak ve taraflara büyük miktarlarda maliyetler çıkarak müşteri ihtiyaçları da karşılanamayacaktır. Bu nedenle, soğuk zincir yönetiminin daha verimli yürütülebilmesi amacıyla oluşturalan sistemle; konteyner kaynak planlaması (tahmin, planlama, performans analizi vs.), tamir-bakım-operasyon yönetimi ve akıllı soğuk zincir yönetim sistemi çözümleri sunulmuştur. Bu çözüm ile lojistik süreçler boyunca yaşanan kayıp oranı %50 seviyelerinde azalırken, tüm taraflarca anlık bilgi paylaşımı ve etkin sistem yönetimi sayesinde müşteri hizmet düzeyi artmaktadır. Bu yenilikçi sistemin ortaya çıkardığı başlıca zorluk ise, karmaşık lojistik sistemlerin entegre ve işletilmeye hazır hale getirilmesi olmuştur. Bu süreçte IoT ve bulut bilişimin sağladığı olanaklar ile uyum süreci de hızlı bir şekilde atlatılmıştır. Böylece statik bir konteyner filosu yönetiminden dinamik ve uzaktan kontrol edilebilen akıllı konteyner filo yönetim sürecine geçilmiştir. Vaka çalışması kapsamında ortaya konan bu sistem ile akıllı nesnelerin ve sensörlerin yönetimi, iletişim altyapısı, bulut bilişim desteği, kullanıcı eğitimi ve organizasyonel değişim unsurlarının başarı sağlayan ana faktörler olduğu ortaya konmuştur.

Qu ve arkadaşları (2016), bulut tabanlı üretim ile IoT'nin birbirini tamamlayıcı niteliklerini bir araya getirmeyi amaçladığı çalışmaları ile 'Akıllı Bulut Üretim Sistemi'ni ortaya koymuşlardır. Bu sistemi, üretim lojistiği süreçlerinde ortaya çıkan problemlere çözüm olması için Çin'de bulunan büyük ölçekli boya üretim işletmesinde vaka çalışması kapsamında işletmişlerdir. Çin pazarlarındaki hızlı gelişim sonucu boya gibi dekorasyon malzemelerine olan talebin artışı sonucu işletme için üretim kapasitesini ve lojistik kaynaklarının yeterliliklerini arttırma ihtiyacı doğmuştur. Bu kapsamda ortaya çıkan genel promlemler şu şekilde olmuştur; üretim lojistiği kaynaklarının dinamik olarak yönetileceği ve kullanılacağı bir platformun eksik olması, talepteki değişimlere hızlı cevap verebilecek tam zamanlı bir işletim yönetimi sisteminin ve dağıtım süreçlerinin kontrolünü sağlayacak yapının eksik oluşu. Bunlarla birlikte fazla mesai, lojistik araçlarının bekleme süreleri gibi ek maliyet getiren sorunlarla da sürekli karşı karşıya kalınmaktadır. Tüm bu eksiklere yönelik olarak önerilen akıllı üretim sistemi, dinamik operasyon süreçlerine ihtiyaç duyulan günümüz şartlarında etkin üretim lojistiği sistemi yönetimini mümkün kılacaktır. Ortaya konulan problemler sonrası sistem altyapısı ve genel karakteristikleri oluşturularak adım adım uygulama aşamasına geçilmiş ve elde edilen sonuçlar ortaya konmuştur. İlk olarak gerçek zamanlı gelişmelere anlık olarak cevap verebilen esnek bir yapıya sahip olunmuştur. Bununla birlikte üretim lojistiği ekipmanına ayrılan maliyet kısmında önemli miktarda azalma gerçekleşmiştir. Bir yıl içerisinde toplam nakliyat miktarı ve forklift ve depo kullanım verimliliği %10 artış göstermiş, lojistik bekleme maliyetleri ve fazla mesai yaklaşık %50 azalmıştır. Böylece üretim lojistiğinde bulut tabanlı üretim sisteminin kullanımı ile, IoT tarafında eksik kalan esnek kaynak yönetimi, dinamik sistemlerin entegre bir şekilde yönetimi ve kullanışlılık gibi problemlere çözüm sağlandığı görülebilmektedir.

Tablo 2: Akıllı Lojistik Uygulamalarında Bulut Bilişim ve Nesnelerin Interneti Entegrasyou ile Elde Edilen Faydalar ve Karşılaşılan Zorluklar

	Faydalar	Karşılaşılan Zorluklar
Chen, Chen ve Ysu (2014)	Platformlar arası işbirliği desteği ile üretim süreçlerinin verimliliğinde artış, Kayıp ürün oranında düşüş, Karar vericilerin gerçek zamanlı ürün bilgisinin doğruluğunu sağlama ve tahminleme yeteneklerinin gelişmesi,	Uygulama seviyesinin belirlenmesi, Bilgi Güvenliği, Kullanıcıların uyumu ve eğitimi, İş süreçlerinin yeni sistem ile uyumu İşletmenin organizasyon yapısı ile uyumu,

Yan vd (2014)	Bilgi paylaşımı Gerçek zamanlı takip yeteneği Hızlı ve esnek bir şekilde taleplere cevap verebilme	Heterojenlik nedeniyle kaynak paylaşımı ve yönetiminde komplekslik
Slama vd(2015)	Kayıp oranının %50 azalması Anlık bilgi paylaşımı ve etkin sistem yönetimi sayesinde müşteri hizmet düzeyinin artması	Karmaşık lojistik sistemlerin entegrasyonu ve işletimi
Qu vd(2016)	Gerçek zamanlı gelişmelere anlık olarak cevap verebilen esnek bir yapı Kaynakların görselleştirilerek kontrolun sağlanması Verimlilikte artış, maliyetlerde düşüş	Heterojen kaynaklardan veri elde etme ile ilgili zorluklar Performans Güvenlik

Gerçekleştirilen vaka çalışmalarının ortaya koyduğu sonuçlar neticesinde ifade edilmesi gereken başlıca hususlardan bahsetmek mümkün olacaktır. İlk olarak, vaka çalışmalarının lojistik süreçlerde ve yönetim aşamalarında IoT ve bulut bilişim entegrasyonundan sağlanan faydalar ifade edilmiştir. Hammadde aşamasından müşteriyle buluşan noktaya kadar tüm sürecin akıllı hale getirilerek başta maliyet ve zaman tasarrufu sağlandığı görülmektedir. Bununla birlikte performans göstergelerinde ciddi artışlar yaşanmış, işbirliği ve koordinasyonun daha verimli hale getirilmesi sağlanmış, süreçlerdeki şeffaflık ve güvenilirlik artmış, gelişen teknolojilere ayak uydurma ve ondan yararlanma aşamalarında kolaylık yaratılmış, sistem karışıklıklarından dolayı oluşan darboğazlar giderilebilmiştir. Tüm bu faydalarının yanında IoT ve bulut entegrasyonunun ortaya çıkardığı zorluklar da göz ardı edilmemesi gereken unsurlar olarak belirmiştir. Bu zorluklar arasında, yapılandırılmamış büyük verinin hacminin sürekli artışı, kaynakların çok sayıda noktaya yayılması, yeni girilen yasal ve sosyal kapsamlara uyum ve son kullanıcı düzeyinde adaptasyon konularında henüz atılması gereken adımların olduğu ifade edilebilmektedir.

4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Günümüzde ağırlıklı olarak teker teker değerlendirilme alanları bulan IoT ve bulut bilişim entegrasyonunun yakın geleceğin en önemli ve mümkün kılıcı internet teknolojisi olması beklenmektedir. Bu entegrasyon ile ortaya çıkan yeni uygulama alanları sayesinde iş yapma süreçleri de yeni boyutlar kazanmakta, hacmi büyüyen ve karmaşıklaşan bu süreçlerin yönetimi kolaylaşabilmektedir.

Gerçekleştirilen bu çalışmada, yavaş yavaş hem akademik alanda hem de sektörel uygulama alanında ismi daha sık telaffuz edilmeye başlanan 'Nesnelerin Bulutu' diye tabir edebileceğimiz IoT ve bulut bilişim entegrasyonuna yönelik literatürde gerçekleştirilen çalışmalardan bahsedilmiştir. Daha çok bu entegrasyonun gerekliliğinden ve elde edilebilecek faydalardan bahsedilen çalışmalar kapsamında her iki kavramın birbirini tamamlayıcı özelliklerine yer verilerek yıkıcı bir yenilik olma özelliğine vurgu yapılmıştır. Aktarılan literatür çalışmalarının ardından, IoT ve bulut bilişim entegrasyonunun akıllı lojistik uygulamalarında kullanımına yönelik gerçekleştirilen 4 adet vaka çalışması, hangi problemlerden yola çıkıldığı ve neden 'Nesnelerin Bulutu' uygulamalarına ihtiyaç duyulduğu sorularına cevap aranarak incelenmiş, neticesinde ortaya konan fayda ve zorluklar ifade edilmiştir.

Lojistiğin hem günlük yaşamın hem de küresel iş yaşamının en önemli yapı taşlarından biri olduğu düşünüldüğünde, günümüz teknolojik gelişmelerine kayıtsız kalamayacağı ve sonunda 'Akıllı' süreçlerden oluşan bir alana dönüşeceği görülebilmektedir. Bu dönüşümün, mümkün kılıcı teknolojilerden birlikte yararlanılarak daha çabuk ve daha etkin bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlayacak bulut tabanlı IoT uygulamaları sayesinde maliyet etkin, esnek, son teknolojiye uyumlu, kullanıcı dostu, ölçeklenebilen ve yüksek performanslı akıllı lojistik süreçlerle olacağı ortaya konmuştur. Ancak her yenilikçi uygulamada olduğu gibi, geçiş sürecinin sağlıklı bir şekilde tamamlanabilmesi için ortaya çıkan zorlukların göz ardı edilmeden, etkin ve hızlı çözümlerle müdahale edilmelidir. Açıklanan vaka çalışmalarında hali hazırda önemli gelişmeler elde edilmekle birlikte çözülmesi gereken bir çok problem bulunmaktadır. Yeni bir teknoloji olan nesnelerin interneti ile ilgili uygulamaların geliştirilmesinde bulut bilişim önemli rol oynamaktadır. Bununla birlikte halen daha çözülmesi gereken

birçok konu bulunmaktadır. Bunlardan en önemlileri farklı kaynaklardan elde edilen verilerin birleştirilmesi ile ilgili çözümler geliştirilmesi, farklı aygıtlar kullanılması sonucu ortaya çıkan performans sorunlarının çözümüne yönelik çalışmalar yapılması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

Aazam, M., Khan, I., Alsaffar, A. A. ve Huh, E. N. (2014). "Cloud of things: Integrating internet of things and cloud computing and the issues involved." 11th International Bhurban Conference on Applied Sciences & Technology içinde, *IBCAST* 2014: 414-419.

Atzori, L., Iera, A. ve Morabit G. (2010). "The internet of things: A survey." *Comput. Netw*. 54 (15): 2787–2805.

Botta, A., de Donato, W., Persico, V. ve Pescape, A. (2014). "On the integration of cloud computing and internet of things." 2014 International Conference on Future Internet of Things and Cloud içinde, *IEEE* 2014: 23–28.

Botta, A., de Donato, W., Persico, V. ve Pescape, A. (2016). "Integration of cloud computing and Internet of Things: A survey." Future Generation Computer Systems, 56: 684-700.

Chen, S. L., Chen, Y. Y. ve Hsu, C. (2014). "A new approach to integrate Internet-of-Things and Software-as-a-Service model for logistics systems: A case study." *Sensors*, 14: 6144-6164.

Chen, S. Y., Lai, C. F., Huang, Y. M. ve Jeng, Y. L. (2013). "Intelligent home-appliance recognition over IoT cloud network." *IEEE* 2013: 639-643.

He, W., Yan, G. ve Xu, L. D. (2014). "Developing vehicular data cloud services in the IoT environment." *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 10 (2): 1587-1595.

Hummen, R., Henze, M., Catrein, D. ve Wehrle, K. (2012). "A cloud design for user-controlled storage and processing of sensor data." 2012 IEEE 4th International Conference on Cloud Computing Technology and Science içinde, *CloudCom, IEEE* 2012: 232–240.

Im, J., Kim, S. ve Kim, D. (2013). "IoT mashup as a service: Cloud-based mashup service for the Internet of Things." 10th International Conference on Services Computing içinde, *IEEE* 2013: 462-469.

Jamthe, S. (2015). *The Internet of Things business primer: How to build an IoT business*. Stanford Edition: Sudha Jamthe.

Ji, Z., Ganchev, I., O'Droma, M., Zhao, L. ve Zhang, X. (2014). "A cloud-based car parking middleware for IoT-based smart cities: Design and implementation." *Sensors*, 14: 22372-22393.

Jiang, L., Xu, L. D., Cai, H., Jiang, Z., Bu, F. ve Xu, B. (2014). "An IoT-Oriented data storage framework in cloud computing platform." *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 10 (2): 1443-1451.

Li, F., Voegler, M., Claessens, M. ve Dustdar, S. (2013). "Efficient and scalable iot service delivery on cloud." 2013 IEEE Sixth International Conference on Cloud Computing içinde, *CLOUD, IEEE* 2013: 740–747.

Li, W., Zhong, Y., Wang, X. ve Cao, Y. (2013). "Resource virtualization and service selection in cloud logistics." *Journal of Network and Computer Applications*, 36: 1696-1704.

Miller, M. (2015). *"The Internet of Things – How smart TVs, smart cars, smart homes, and smart cities are changing the world."* Indiana: Pearson Education, Inc.

Qu, T., Lei, S. P., Wang, Z. Z., Nie, D. X. ve Chen, X. (2016). "IoT-based real-time production logistics synchronization system under smart cloud manufacturing." *International Journal of Advanced Manufacturing Systems*, 84: 147-164.

Rudin-Brown, C.M. (2010). "'Intelligent' in-vehicle intelligent transport systems: Limiting behavioural adaptation through adaptive design." *IET Intell. Transp. Syst.* 4: 252–261.

Slama, D., Puhlmann, F., Morrish, J. ve Bhatnagar, R. M. (2015). "Enterprise IoT." USA: O'Reilley Media, Inc.

Wang, C., Bi, Z. ve Xu, L. D. (2014). "IoT and cloud computing in automation of assembly modeling systems." *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 10 (2): 1426- 1434.

Vermesan, O., Friess, P., Guillemin, P., Gusmeroli, S., Sundmaeker, H., Bassi, A., Jubert, I.S., Mazura, M., Harrison, M. ve Eisenhauer, M. (2011). "Internet of things strategic research roadmap." *Int. Things-Global Technol. Soc. Trends* 1: 9–52.

Yan, J., Xin, S., Liu, Q., Xu, W., Yang, L., Fan, L., Chen, B. ve Wang, Q. (2014). "Intelligent supply chain integration and management based on Cloud of Things." International Journal of Distributed Sensor Networks, 2014, http://dx.doi.org/10.1155/2014/624839.

Yu, X., Sun, F. ve Cheng, X. (2012). "Intelligent urban traffic management system based on cloud computing and Internet of Things." International Conference on Computer Science and Service System içinde, 2012: 2169-2172.

Ziegeldorf, J.H., Garcia Morchon, O. ve Wehrle K. (2014). "Privacy in the internet of things: threats and challenges." *Secur. Commun. Netw.* 7 (12): 2728–2742.

ÜRETİM SİSTEMLERİNDE İYİLEŞTİRMELER: MAKARNA ÜRETİM SÜRECİ İÇİN KAİZEN UYGULAMASI

Emre Bilgin Sarı
Dokuz Eylül Üniversitesi
İİBF, İşletme Bölümü

Serkan Genç
Dokuz Eylül Üniversitesi
İİBF, İşletme Bölümü

Özlem İpekgil Doğan
Dokuz Eylül Üniversitesi
İİBF, İşletme Bölümü

ÖZET

Yoğun rekabet şartları altında yaşanan değişim ve dönüşüm işletmeleri gelişmeye zorunlu kılmaktadır. Gelişimin takip edilmesi, üretimin iyileştirilmesi ile uygulanabilir hale gelmektedir. Üretimin yavaş ve dengesiz ilerlemesi, malzeme ihtiyacının planlanamaması gibi sorunlar işletmeler içinde ele alınabilecek iyileştirme konularıdır. İşletme maliyetlerinin büyük kısmını oluşturan stokları azaltacak yöntemler geliştirmek; değişen dünyada değişimi yakalamak, en üst düzeyde müşteri memnuniyetini sağlamak ve maliyetleri minimuma indirmek için oldukça önemlidir. Üretimde maliyetleri düşürmek için var olan çalışma yöntemlerinde yapılacak iyileştirmeler Kaizen felsefesi ile sağlanmaktadır. Bu çalışmada makarna üretim tesisinde yapılan kaizen çalışmaları araştırılmaktadır. Üretim ve paketleme hatlarında oluşan sorunlar ele alınarak, endüstriyel uygulamalar ile çözüm getirilmektedir. Ayrıca sevkiyat ve kalite sorunları gibi işletmenin operasyonlarına yönelik iyileştirmeler de çalışmaya dahil edilerek, elde edilen kazanımlar çalışmanın sonunda ortaya çıkarılmaktadır. İşletmenin iyileştirmelere yönelik 30 günlük kaizen hedefleri ve iyileştirme önerileri ile sektöre yönelik benzer uygulamalara yol göstermek hedeflenmektedir.

Anahtar Sözcükler: Kaizen, Üretim Maliyetleri, Üretim Sistemleri

ABSTRACT

Change and transformation that took place under intense competition requires businesses to develop. Following the development becomes applicable with improving production. Like slow and uneven production and false material requirement planning problems are the improvement subjects that can be discussed within the company. Developing methods to reduce stock which creates the greater part of operating costs is important to catch the change in a changing world, to ensure customer satisfaction at the highest level and to minimize costs. Improvements to be made in existing work methods in order to reduce costs in production provided by Kaizen philosophy. This study seeks the Kaizen studies that made in pasta production plant. By considering the problems that occur in production and packaging lines, solution is brought with industrial applications. In addition, improvements to the business operations like shipping and quality problems are included to this study and the gains from these are revealed at the end of the study. It's aimed to lead to similar applications for the industry with business' improvement oriented 30-day Kaizen goals and improvement recommendations.

Keywords: Kaizen, Production Costs, Production Systems

1. GİRİŞ

İşletmeler hızla değişen ve artan bir rekabet ortamında faaliyetlerini sürdürmeye çalışmaktadır. İşletmelerin bu ortamda rekabet edebilmeleri için ürünlerinin kalite, fiyat/maliyet ve müşteri memnuniyeti açısından rekabet edebilir düzeyde olması gerekmektedir. Ayrıca işletmelerin, kendi kontrolleri altındaki tek değişken olan maliyetleri etkin bir şekilde kontrol etmeleri, maliyet etkinliği ve minimizasyonu sağlamaları gerekir. İyileştirme faaliyetleri ile maliyetleri düşürme sağlanacağı gibi kalitede artış ve müşteri beklentilerini karşılama da sağlanmış olacaktır. Kaizen yaklaşımı bu konuda en temel yaklaşım olarak ele alınmaktadır.

2. KAİZEN YAKLAŞIMI

Kaizen Japonya'nın rekabetteki başarısının anahtarıdır ve iş, özel, sosyal yaşamdaki sürekli iyileştirme faaliyetleridir. Japoncada; Kai (değişim) ve zen (daha iyi) kelimelerinin bir araya getirilmesinden oluşan Kaizen kavramı, Türkçe'de sürekli iyileştirme, sürekli gelişme olarak kullanılmaktadır. Bu felsefeyi ilk ortaya koyan Masaaki Imai Kaizen'i, 'Kaizen, Japonya'da gelişip sonradan bütün dünyaya yayılan birçok yönetim uygulamasını, üretkenlik artırımı, TKK, kalite kontrol çemberleri ya da işçilerle olan ilişkileri kapsayan bir şemsiyedir', şeklinde açıklamaktadır (Imai, 2003: 4).

Kaizen'i gerçekleştirmek için üç temel koşulu sağlamak gereklidir. Bunlar (Kavrakoğlu, 1994: 13):

- **Mevcut durumu yetersiz bulmak:** Bir sistem kusursuz bir şekilde çalışıyor olsa dahi, geliştirilebilecek ve iyileştirilebilecek yönleri muhakkak vardır. Hedef belli bir standardı tutturmak değil, seviyeyi sürekli olarak geliştirmektir. Mevcut durumla yetinmek Kaizen'in baş düşmanıdır. Dolayısıyla Kaizen problemlerin bilincinde olmayı öngörür ve bu problemleri tanımlayabilmek için ipuçları sağlar.
- **İnsan faktörünü geliştirmek:** Kaizen stratejisinde en başta gelen "insan kalitesidir". Bir işin üç yapı taşı vardır. Bunlar donanım (hardware), uygulama kuralları (software) ve insandır (humanware). Her şeyi yapan "insan" olduğuna göre ancak insan kaynağı yerine oturduğunda donanım ve uygulamadan söz edilebilir. İnsan kaynağı bir kuruluş için en değerli varlıktır. Bu nedenle yönetimin, çalışanların da yaptıkları işlerle ilgili sorunlarda problem çözücüler olarak Kaizen'e katılmaları konusunda yoğun çaba göstermesi gerekir.
- **Problem çözme tekniklerini yaygın biçimde kullanmak:** İşletmelerde karşılaşılan problemlerin çoğunu çözmek için basit istatistik ve karar verme teknikleri yeterli olmaktadır. Yapılan araştırmalar çok ileri tekniklerin nadiren gerekli olduğunu ortaya koymaktadır. Sistem geliştirmek için de aynı teknikler kullanılmaktadır, ancak bu teknikleri tüm çalışanlara öğretmek ve uygulanmasını sağlamak ise yöneticilere düşen bir sorumluluktur

Kaizen çalışmaları bu üç temel altında sağlanmaktadır. Uygulamaya yönelik çalışmalarda bu başlıklar göz önünde bulundurulmaktadır.

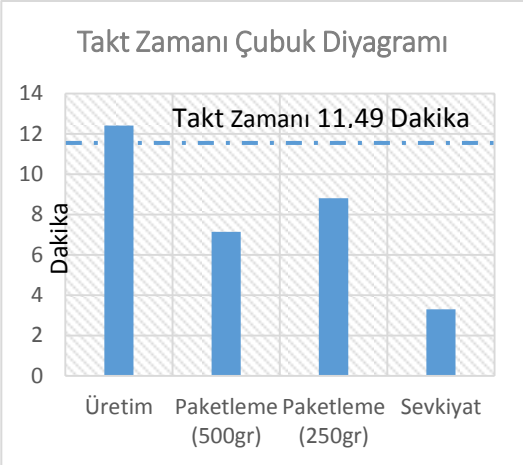
3. UYGULAMA

Uygulamanın yapıldığı makarna üretim işletmesi, 1928 yılından bu yana makarna sektöründe var olan, çevre kalite ve verimlilik konularında çalışmalarını sürdüren köklü bir işletmedir. Kurulduğu dönemde günlük 500 kg makarna üretimiyle faaliyete başlayıp, şimdilerde üretim kapasitesini günlük 300 ton buğday işleme ve 200 ton makarna üretme seviyesine ulaştırmıştır. Farklı lezzeti ve ürün alternatifleriyle en kalite buğdaylardan elde edilen makarnalar, hiçbir koruyucu ve katkı maddesi içermeden, el değmeden hazırlanmaktadır.

Çalışma sırasında, makarna üretim tesisinde incelemeye alınan bölümler; makarna üretim, makarna paketleme ve sevkiyat bölümleridir. Müşteri talebi makarna için 40600 ton/yıl, irmik için 45500 ton/yıl'dır. Talebi karşılamaya yönelik çalışma süresi ve üretim hızının bulunabilmesi için takt zamanı hesaplanmıştır. Tam zamanında üretimde (JIT) üretim oranının müşteri talep hızına uydurulmasında kullanılan takt zamanı,

Takt Zamanı = Net Çalışma Zamanı(period) / Müşteri Talebi (Period) formülü ile bulunmaktadır. Tablo 1'de makarna üretim tesisinin üretim hızının bulunabilmesi için takt zamanı hesaplanmaktadır.

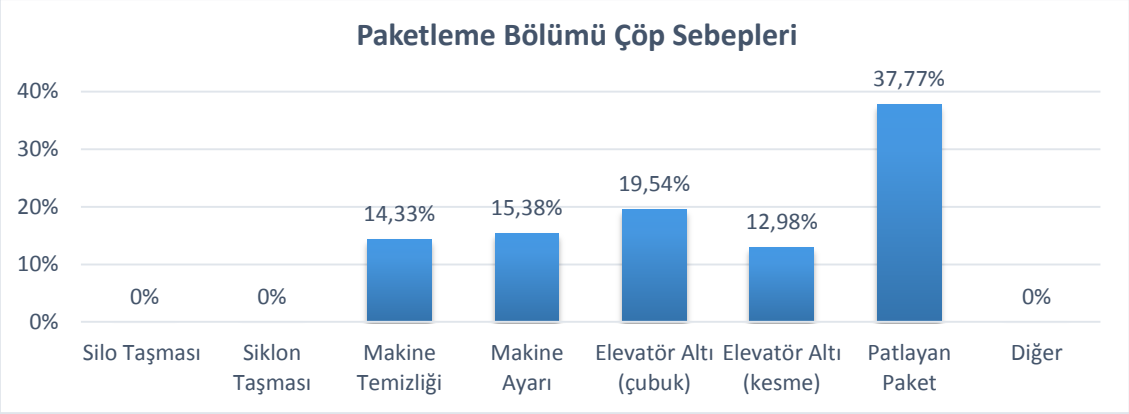
Tablo 1. Makarna Üretim Tesisi Takt Zamanı Hesaplanması

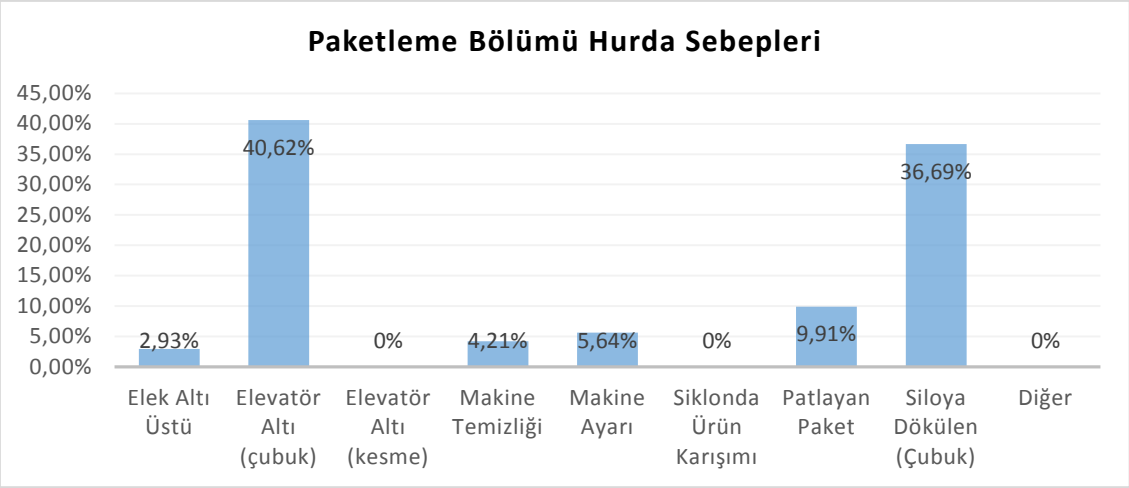
Net Çalışma Zamanı	**Toplam Müşteri Talebi**	
1 Vrd. 480 dakika 3 Vrd. 3 x 480= 1440 dakika Aylık Net Çalışma = 27 gün / ay Aylık Net Çalışma = 38.880 dak / ay	Makarna: 40.600 ton / yıl = 3383 ton / ay İrmik: 45.500 ton / yıl = 3792 ton / ay	
Takt Zamanı = Net çalışma süresi(dk) / Müşteri talebi(ton) Takt Zamanı (makarna) = 38.880 / 3383 = 11,49 dk Takt Zamanı (irmik) = 38.880 / 3792 = 10,25 dk		

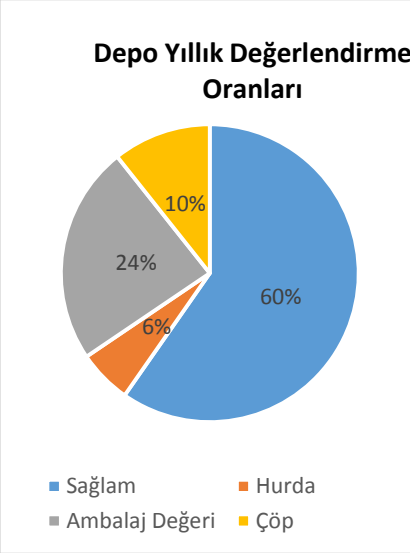
3.1. Sorunların Ortaya Çıkarılması ve İyileştirme Önerileri

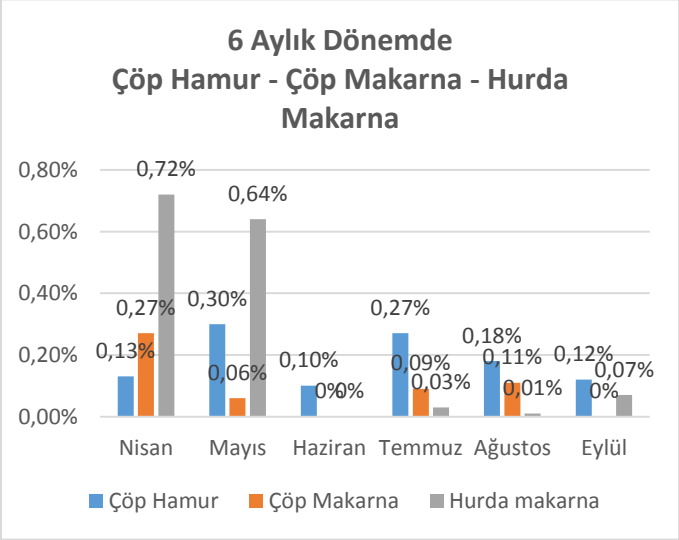
Makarna Üretim ve Paketleme Hatlarında Oluşan Sorunlar ve Çözüm Önerileri	
1. İş görenin arızaya müdahalesinde veya ilk ayar anında gerekli takım/aparata ulaşamaması.	1. İş görene, çalıştığı bölgeye göre en fazla ihtiyaç duyduğu takım/aparatların tespit edilerek bel çantaları ile zimmetlenmesi.
2. Paketlemede iş görenin yalnız olması durumunda çalışan tüm makineleri kontrol edememesi.	2. Yardımcı iş görensiz çalışmadan mümkün olduğunca kaçınılması.
3. Vardiya bilgilerinin farklı bölümler tarafından tekrar yazılması.	3. Vardiya bilgilerinin sadece sorumlusu tarafından yazılması ve raporlamanın sadeleştirilmesi.
4. Kalıp değişimlerinde kullanılan arabanın yükseklik açısından ergonomik olmaması.	4. Seyyar sehpa ile yüksekliğin ergonomik hale getirilmesi
5. Kalıp değişimlerinde ayar ve malzeme taşıma sürelerinin uzun olması.	5. SMED (tek dakika zamanlı kalıp değişimleri) eğitimleri ile aşağı çekilmesi, hızlı ve paralel sökme/bağlama sistemlerinin devreye alınması. Kalıp değişim zamanlarının aşağı çekilmesi
6. Üretim personellerinin yoğun tempoda çalışıyor olması, iş yükünün aşırı olması.	6. Çalışan makinelerde verimliliğin sürekli hale getirilebilmesi için üretim birimi personel görev dağılımının yeniden gözden geçirilmesi.
7. Üretim Planlamanın, zaman zaman, gelen siparişlere göre üretim çeşitlerini birleştirerek üretilmesini sağlayamaması	7. Aynı kalıp ve aparatların kullanıldığı çeşitlerin ardışık çalışması sağlanarak kalıp değişim zamanlarının kısaltılması
8. Koruyucu bakım uygulamalarının zaman zaman aksaması	8. Koruyucu bakım ve temizliğinin hatlarda ve ilgili makinelerde sistemli bir şekilde aylık uygulanması
9. Haberleşme sisteminden dolayı iş gören veriminin düşmesi.	9. Belirlenecek iş görene telsiz telefon verilmesi.
10. Mevcut palet sisteminde istif aralarına karton serilip, bu kartonların paketleme alanında ve sevkiyat alanında olumsuzluklara neden olmakla birlikte dağınıklığa yol açması. Ayrıca depoda patlak paket oluşumunun engellenmesi için paketleme alanında paletlere strech çekilip, bu strechlerin sevkiyat öncesi açılıyor olması. Personelin karton sermek için sarfettiği zaman ve kullandığı Strechin israf olması.	10. Kafesli palet sistemine geçilmesi. Bu sistem sayesinde karton serme ile birlikte strech çekme işçiliğinin de ortadan kaldırılması.
Değirmen Hatlarında Oluşan Sorunlar ve Çözüm Önerileri	
1. Buğday arabalarının fabrika içine alınmasında ortalama 15 dk kayıplar oluşması.	1. Güvenliğin araçları mesai başlamadan kantara alması bu kayıp zamanın ortadan kaldırılması.
2. Buğday numune alımını gerçekleştiren personelin	2. Uygun bir bölgeye ön laboratuvar yapılması

	numuneleri laboratuvara getirmek için her iki arabada bir ortalama 23.5 dk zaman harcaması.		
3.	Buğday stokunda zaman zaman gereksiz taşımalar oluşması.	3.	Stokların ihtiyaca göre yapılması, çeşitliliğin azaltılması.
4.	Temizleme ünitesinde 2 saatte bir farklı ürün yıkanması	4.	Uygun olduğu sürece 2 ünitede de aynı ürünün çalıştırılması.
5.	İşgören tarafından 4 ayrı bölümden (posta, temizleme, değirmen ve sevkiyat) merkezi bilgi işleme gelerek işlem yapılması. Bu durumun işgören veriminin düşmesine neden olması	5.	Belirlenecek bölgelere paralel bilgi işlemin konulması ve iş gören veriminin artırılması
Sevkiyatta Oluşan Sorunlar ve Çözüm Önerileri			
1.	Kamyonların zamanında fabrikaya gelmemesi	1.	Lojistik kuruluşlarla anlaşma yapılarak kamyonların zamanında fabrikaya gelmesinin sağlanması, sözleşmeli araçların sayısının artırılması.
2.	Aracın kantarda tartılmasının beklenmesi.	2.	Güvenlik görevlileri tarafından araçların mesaiden önce fabrikaya alınması.
3.	Depodan gelen mamüller ile yükleme personelinin arasında zaman farkı bulunması	3.	Kayıp sürelerin ortadan kaldırılması ve forkliftlerin hızlandırılması
4.	Yeni düzenlenen depo yerleşiminde forklift yükleme kapasitesinin düşmesi	4.	Mevcut depo yerleşiminin kayıp süreleri ortadan kaldıracak şekilde yeniden düzenlenmesi.
5.	Yarım palet uygulamasında (iç piyasa) kalan ürünün depoya dönmesiyle zaman kaybının oluşması.	5.	Yeni yerleşim sisteminin gözden geçirilmesi
6.	Otomatik kapının, eski depodan gelen forkliftlerin geçişinde zaman kaybına neden olması.	6.	a)Uzaktan kumanda menzilinin artırılması. b)Mevcut kapının paketleme girişine monte edilmesi.
7.	Deponun 5 ve 6. katlarındaki ürünlerin okunamaması	7.	Görünen tanımlayıcı bilgilerin daha büyük yapılması.
8.	Forkliftlerin sık sık arıza nedeni ile durması, sevkiyatın bu sebeple aksaması.	8.	Mevcut forkliftlerin incelenmesi ve koruyucu bakım sisteminin uygulanması
9.	Akü değişim aparatlarının ergonomik olmaması ve 2. bir kişiye ihtiyaç duyulması.	9.	İlgili aparatların ergonomik ve bir kişi ile kolaylıkla değişimin yapıldığı şekilde yeniden tasarlanması
10.	İhracat ürünlerinin teyidi için (forkliftçi ile işgören) zaman kaybedilmesi.	10.	Barkod sistemine geçilerek bu kayıpların ortadan kaldırılması.
11.	Mevcut depo sistemi nedeni ile ürünlerde patlamaların oluşması.	11.	Kafes sistemine geçilerek ürünlerin kafesle taşınması. Bu sayede ürünün tekrar işlenmesi maliyeti ile birlikte strech ve istif arası karton koyma işçiliği de ortadan kaldırılması.









3.2. İyileştirme Kazanımları

Yapılacak İşler / İyileştirilmeler	**Kazanç (%)**	**Açıklama**
Paketlemede iş görenin arızaya acil müdahalesi için gerekli olan takımların tespit edilmesi	5	Gerekli olan takımların tespit ve tedarik edildikten sonra bel çantasıyla birlikte işgörene zimmetlenmesi.
Tüm çalışan makinelerin sağlıklı kontrol edilmesi	10	Makinelerin verimli çalışabilmesi için mümkün oldukça yardımcı işgörenle çalışmak
Vardiyalarda üretim girdilerinin farklı birimler tarafından mükerrer doldurulmasının önlenmesi	10	Bilgilerin sadece sorumlusu tarafından yazılması, israfın minimize edilmesi, işgörenin veriminin artırılması
Kalıp değişim zamanları uzun, bu sürenin tekli dakikalara indirilmesi	30 - 50	SMED (tekli dakikada kalıp değişimi) için eğitim, hızlı sökme – bağlama sistemlerinin hızlandırılması
Kalıp değişim sürelerinin 20-30-40 dak.'dan aşağı çekilmesi için paralel faaliyetler sürdürülmesi	30- 50	Pres sorumlusu ve vardiya sorumlusunun kalıp değişimlerinde paralel iş yapmaları sonucu sürenin düşürülmesi
Kalıp değişimlerinde arabanın daha verimli kullanılabilmesi için, yüksekliğinin ergonomik hale getirilmesi	5	Seyyar sehpa ile yüksekliğin ergonomik hale getirilmesi
Üretim planlamada siparişlerin üretime	30 - 50	1- kalem-yüksük-o.uzun

gruplandırılarak verilmesi		2- i.uzun-boncuk 3- kelebek-fiyonk gibi mamülleri aynı kalıp-aparat ile üretilen çeşitlerin ardışık verilmesi kalıp değişim sürelerini azaltacaktır.
Koruyucu bakım sistemi(TPM) uygulanması	20	Aylık koruyucu bakım programına göre TPM uygulanması
Haberleşme sisteminde işgörenlerin verimlerinin yükseltilmesi	5	İşgörenlerle hızlı haberleşmenin sağlanması ve iş kayıplarının ortadan kaldrılması için işgörene telsiz telefon verilmesi
Mevcut palet sistemiyle istif arasına karton serilmesinin iptali	10	Sevkiyatın sağlıklı yapılması, patlamanın önlenmesi için yapılan işlem mudadır. Kaldırılması.
Buğday arabalarının fabrikaya alınmasında kayıp sürelerin kaldırılması	5	Güvenliğin araçları mesai başlamadan kantara almaya başlaması, 15 dk kayıp zamanın ortadan kaldırılması.
Buğday numune alma işi için elemanın harcadığı ortalama 23,5 dk nın minimuma indirilmesi	10	Bu sürenin azaltılması için uygun bir yere ön laboratuvar kurulması, işgören veriminin artırılması.
Buğday stoklamalarda oluşan sorunların giderilmesi		Buğday satın almanın ihtiyaca göre yapılması, buğday çeşidinin azaltılması.
Temizleme ünitesinde 2 saatte bir farklı ürün yıkanmasının önüne geçilmesi	10	Uygun olduğu sürece vardiyada 2 üniteninde üründe çalıştırılması.

3.3. İyileştirme Kazanımları Parasal Karşılığı

Mevcut Stok Tutarı	2380 ton x 0,950 YTL / kg	2261 TL
Kamyonların zamanında gelmemesi	194 adam/saat x 60 dk x 12 ay x 0,074 TL / dk	10336 TL
Araçların tartılmasındaki bekleme	30 dk x 6 kişi / gün x 22 gün x 12 ay x 0,074 YTL / dk	3516 TL
Yükleme personelinin forklift beklemesi	160 dk / gün x 22 gün x 12 ay x 0,074 YTL / dk	3125 TL
Yeni depo sistemi yükleme kayıpları	45 dk/ araç x 8 araç x 22 gün x 12 ay x 0.074 YTL / dk	7032 TL
Yarım paletli ürünler sebebi ile oluşan kayıp zamanlar	240 dk x 22gün x 12 ay x 0,074 YTL / dk	4688 TL
Otomatik kapı geçişindeki forklift beklemesi	6 sn / 60 x 100 sefer x 2 forklift x 22 gün x 12 ay x 0,074 YTL / dk	390 TL
Akü değişiminde oluşan kayıplar	6,5 dk x 2 kişi x 2 sefer x 2 forklift x 22 gün x 12 ay x 0.074 YTL / dk	1015 TL
Vardiyalarda miktar teyidi için oluşan zaman kaybı	10dk x 4 farklı ür. x 1,5 vrd. X 2 kişi x 22gün x 12ay x 0,074 YTL / dk	2344 TL
Depoda oluşan patlak ürün maliyeti	1 kişi x 540 dk x 22 gün x 12 ay x 0,074 YTL / dk = 10.550 YTL 20 kg iç amb. X 12 ay x 5,3 YTL + (catering 126 YTL) = 1398 YTL Strech : 0.875 YTL / ton x 16600 (pe) ton = 14525 YTL Strech işçiliği = 2456 YTL	28929 TL
Buğday numune alma ve analiz	23,5 dk x 6 araç x 22 gün x 12 ay x 0,074 YTL / dk	2754 TL
	GENEL TOPLAM (Stok maliyeti hariç)	**64.129 TL**

4. SONUÇ

Makarna üretim tesisinde yapılan çalışmanın, makarna üretim, paketleme, depolama ve sevkiyat bölümlerinde gerçekleştirilen iyileştirmeler ile kazanımları ortaya çıkarılmıştır. Yapılan incelemeler, gözlemlenen durumlar ve sahadan toplanan sorunlar sonucunda iyileştirme önerileri geliştirilmiştir. Bu öneriler neticesinde iyileştirme kazanımları hesaplanmıştır. Yapılacak iyileştirmelerin stok maliyeti hariç 64.129 TL olmak üzere toplamda 66.390 TL'lik bir fayda sağlayacağı ortaya çıkarılmaktadır.

KAYNAKÇA

Doğan, Ü. (1991). *Kalite Yönetimi ve Kontrolü.* İzmir: İstiklal Matbaası.

Imai, M. (2003). *Kaizen Japonya'nın Rekabetteki Başarısının Anahtarı*. İstanbul: Kalder Yayınları: 112-115; 260-264.

Kavrakoğlu, İ. (1996). *KalDer Yayınları Kalite Cep Kitabı*, 4(3):12' den aktaran Şahin, A. (2004). Yönetim Kuramları ve Motivasyon İlişkisi. Konya. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 4(11): 32.

Kavrakoğlu, İ. (1994). *Toplam Kalite Yönetimi*, İstanbul: KalDer Yayınları.

Kobu, B. (2003). *Üretim Yönetimi*. İstanbul: Avcıol Yayın.

SİVİL TOPLUM KURULUŞLARINDA PERFORMANS ÖLÇÜMÜNÜN KAPSAMI: DENİZLİ ÖRNEĞİ

Halil Savaş
Pamukkale Üniversitesi

Zinnet Karakaş
Pamukkale Üniversitesi

ÖZET

Günümüze kadar geçen sürede ekonomiden politikaya geniş bir yayılma alanı içerisinde dünyanın yeniden tasarlanmasında önemli rol üstlenmekte olan sivil toplum kuruluşları (STK), insanlar etrafında gerçekleşen olayları daha iyi anlayabilmek için çalışmalar yürütmesi yönüyle devlet dışı sosyal organizasyonlar olarak da adlandırılabilen; özlerinde dostluk, arkadaşlık, birlikte bir şeyler başarma duygusu ve benzeri kavramları barındıran kuruluşlardır. STK'lar varlıklarını sürdürebilmek, çalışma verimlerini istenilen düzeye çıkarmak ve o düzeyde devamlılığını sağlamak için kâr amacı güden işletmeler gibi performans ölçümüne ve yönetimine ihtiyaç duymaktadırlar. Ayrıca STK'ların başarısı onların destek gruplarının ihtiyaçlarıyla ne oranda verimli ve etkin bir şekilde buluştuğu ile ölçülmektedir. Ancak STK'lar için oldukça önemli olan sosyal refah, yaşam standardı gibi sosyal değerleri ölçmede bir takım zorluklar bulunmaktadır.

Bu çalışmada STK'lar için performans ölçümünün kapsamının tanımlanması amacıyla Denizli ilinde bulunan altı adet STK ile yarı yapılandırılmış mülakatlar yapılmış, elde edilen veriler ölçme sürecine dair parametrelerin belirlenmesi amacıyla QSR NVIVO 10 programından faydalanılarak analiz edilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Sivil toplum, sivil toplum kuruluşları, performans ölçümü

THE SCOPE OF PERFORMANCE MEASUREMENT IN NON GOVERNMENTAL ORGANIZATIONS: THE EXAMPLE OF DENİZLİ

ABSTRACT

Non-Governmental Organizations (NGOs) has played an important role in redesign of the world to present day in a wide range from economy to politics performed a work to gain better understanding of the events that are occurred around people. Also NGOs have fundamentally neighborliness, friendship, a sense of accomplishment doing something together and more of the same things. NGOs are in need of performance measurement and management like businesses to sustain their existence, bring their efficiency to the desired level and ensure continuity at that level. In addition, the success of NGOs is measured with how efficient and effective their support meets the needs of support groups.

In this study, semi-structured interviews were made with 6 NGOs in Denizli, Turkey to define the scope of performance measurement for NGOs. After this, obtained data were analyzed by using the program QSR NVIVO 10 to determinate of the parameters of the measurement process.

Key Words: Civil society, non-governmental organizations, performance measurement

1. GİRİŞ

Tarihsel olarak Aristoteles'e kadar dayanan sivil toplum kavramı (Onbaşı, 2005), günümüze gelene kadar etrafında meydana gelen değişikliklere paralel olarak farklı değişimler yaşamıştır. Bu süreç içerisinde oluşan sivil toplum kuruluşları (STK) günümüze gelindiğinde toplumun her kesimi için, siyasal, sosyal, ekonomik ve daha birçok alanda etken olan önemli bir kavram halini almıştır. STK'ların bu önemli konumu üstlenmelerinde dünyanın yeniden tasarımında sergilediği rol, diğer bir anlatımla küreselleşmenin en temel saç ayaklarından biri olması etkili olmuştur.

Bu süreçte STK'ların hem nitel hem de nicel olarak artış göstermiş olması, kâr amacı güden işletmelere benzer olarak, varlıklarını koruma, çalışmalarını maksimum verimlilikte yürütme ve bunun devamlılığını sağlama arzusu oluşturmuş bu da bir değerlendirme, kontrol sürecine ihtiyacı doğurmuştur (Coşkun, 2010). Bu ihtiyacın karşılanması aynı zamanda kurumun şeffaflaşmasına katkı sunarak, misyon ve vizyonuna ne kadar uygun faaliyet gösterdiği gibi birçok konuda yetkililere bilgi temin edecek, bununla birlikte kuruluşa maddi ya da manevi destek sağlayan ya da alan bütün paydaşlarının tatminini sağlayacaktır.

Bu çalışmada yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılarak elde edilen verilerin analiz edilmesi ile STK'larda performans ölçümünün kapsamı açıklanmaktadır.

2. SİVİL TOPLUM KURULUŞLARINDA PERFORMANS ÖLÇÜMÜ

Sivil Toplum Endeksi Projesi (STEP), dünyada sivil toplumun durumunu değerlendirmeyi ve bulgularını sektörün zayıf ve güçlü yönlerini de ele alarak sivil toplum paydaşlarının analizleri ve faaliyet planları ile birleştirmeyi amaçlamakta ve eş zamanlı olarak elli üç ülkede gerçekleştirilmektedir (İçduygu vd, 2011). Bu proje kapsamında sivil toplum kavramı için en doğru tanımın "devlet iktidarının baskısı ve denetimi altında olmayan gönüllü örgütlerin yer aldığı alan" olduğu ifade edilmiştir (Bikmen ve Meydanoğlu, 2006). Diğer bir anlatımla sivil toplum iktidarı ele geçirme amacı gütmemekle birlikte devletle ilişkili olan, vatandaşların aile veya devlet tarafından temsil edilmeyen ortak çıkarlarının devletten bağımsız bir toplumsal alanı şeklinde tanımlanmaktadır (Aslan, 2010).

Zaman içerisinde bu alanlarda meydana gelen kurumsallaşmalar ile ortaya çıkan STK kavramı, ilk defa 1945 yılında kabul edilerek Birleşmiş Milletler Sözleşmesinde yer almıştır (Reibaldi ve Grimard, 2015). 2. Dünya savaşı sonrası açıklanmış olan bu terim, Birleşmiş Milletler Sözleşmesi Madde 71 uyarınca STK'ların, Birleşmiş Milletler Ekonomik ve Sosyal Konseyi'nde (United Nations Economic and Social Council (ECOSOC)) danışman statüsüne sahip olduğu ve resmen tanınmış olduğu belirtilmiştir (Martens, 2002; www.unrol.org). Genel anlamda STK'lar toplum yararına çalışan ve bu yönde kamuoyu oluşturan, kâr amacı gütmeyen sorunların çözümüne katkı sağlayarak çoğulculuk ve katılımcılık kültürünü geliştiren, demokratik işleyişe sahip, bürokratik donanımdan yoksun ve gönüllü olarak bir araya gelen bireylerden oluşan örgütlenmeleri ifade etmektedir (Aslan ve Kaya, 2004). Ülkelere göre değişiklik göstermekle birlikte, STK'lar Türkiye'de dernekleri, sendikaları, meslek odalarını ve yurttaş girişimleri gibi ekonomik amaç gütmeyen birleşmeleri; kooperatifler gibi ekonomik amaçlı birleşmeleri; siyasi partiler gibi siyasi amaçlı birleşmeleri ve ayrıca kâr amacı gütmeyen kültür amaçlı şirketleri kapsamaktadır (Gönel, 1998).

Her bir STK türü farklı alanlara odaklanmaktadır. Ancak genel yapıya baktığımızda; Lewis (2007) STK'ların rolü genellikle uygulayıcı, katalizör ve paydaş (ortak) olmak üzere sahip olduğu üç ana bileşen üzerinden açıklanmaktadır. Uygulayıcı rolü içerisinde STK'lar işi yapan konumunda yer almakta ve ihtiyaç duyan insanlara mal ve hizmetleri sağlamak için kaynakları harekete geçirmektedirler. Hizmet gönderimi sağlık hizmetleri, mikro finans, tarım yayılımı, acil yardım, insan hakları gibi geniş çaptaki alanlarda STK'lar tarafından yürütülmektedir. Katalizör rolü STK'ların sosyal dönüşümü desteklemek için düşünce ve aksiyon geliştirmeye ilham verme, destekleme ve katkı sağlama yetenekleri olarak tanımlanmaktadır. Bu çaba yerel kuruluşlardaki gruplar veya bireyler doğrultusunda veya kalkınmada amacı güden hükümet, işletme veya bağışçılar gibi diğer oyuncular arasında yönlendirilebilmektedir. Paydaş rolü ise STK'ların farklı çevrelerde yer aldığı konumu; diğer bir anlatımla devlet, bağışçılar veya özel sektör ile çalışmalarında büyüyen trendi ifade etmektedir (Lewis, 2015).

Sosyal refah, yaşam standardı gibi sosyal değerleri ölçmede bir takım zorluklar bulunmaktadır. STK'ların aracılık ve müdahalelerinin etkileri yaşam standardı, gelir üretme, altyapıya ulaşmada değişiklik ve okuryazarlık oranındaki değişmeler gibi birçok noktada görülebilmektedir. Bu da hak sahipleri için hayatları üzerinde ya pozitif ya da negatif etkiye yol açmaktadır. Farklı STK'lar farklı hedeflere ve farklı çeşitlilikteki gruplara sahip olduğundan dolayı insanlar üzerinde farklı türde etkilerinin olması muhtemeldir. Sahip oldukları etkinin türü ne olursa olsun, şu ya da bu şekilde, hedef grubun yaşam standartları ve genel refahını etkilemektedir (Olujide, 2005). Ethics Resource Centre'nin 2007 yılında yapmış olduğu ulusal bir araştırmada üzerinde oynanmış finansal kayıtları, kâr amacı güden kuruluşlar ve kamu sektöründe olduğu gibi STK'larda da paydaşlara yalan beyanlarda bulunmayı da içeren sahtekârlık

örnekleri rapor edilmiştir. Bu sadece onların mevcut finansal sürdürülebilirliğini harap etmekle kalmamakta bunun yanında mevcut bağışçıları ile arasındaki güvenilirliği azaltmakta ve uzun dönemde misyonlarına ulaşmalarını tehlike altına sokmaktadır. Misyon bildirisi nihai hedef olarak neyi özetliyor olursa olsun hileli davranışların etkisinin ölçülmesi ve bildirilmesinin sağlanmasına ihtiyaç duymaktadır (Epstein ve Buhovac, 2009).

Fine, Thayer ve Coghlan (2000) yaptıkları çalışma sonucunda elde ettikleri verilere göre faydalı ve güvenilir değerlendirmeler öneriler içermeli, programlarıyla ilgili başarıları belgelemeli, geçerli ve odaklanmış bir tasarımı çalıştırmalı, program planlama için bir araç üretmeli, harici üstleniciler kadar paydaşları da içermeli, hesaplarda üstlenici veya acentelerin itibarını kazanmalıdır. Bununla birlikte performans ölçümü belirli adımlar sonucunda meydana gelmektedir. İlk olarak amaçlar tanımlanmakta bunu takip eden süreç içerisinde amaçlarla ilişkili olarak performans göstergeleri tanımlanmakta, gerçek sonuçları meydana getirecek şekilde bilgiler ve veriler toplanmakta, performans göstergeleri analiz edilmekte ve son aşama olarak ölçüm yapılmakta ve gerekli görülmesi durumunda düzeltici işlemler gerçekleştirilmektedir (Ramadan ve Borgonovi, 2015).

Performans ölçüm sistemleri stratejilerinin uygulanmasına kolaylık sağlama, hem yönetici hem de çalışanları örgüt hedeflerine ulaşmaya teşvik etme ve son olarak bu hedeflere ne oranda ulaşıldığının ölçülmesi amaçlarını taşımaktadır. Ölçümün doğruluk ve güvenilirliği seçilen ölçütlerin doğruluk ve güvenilirliği ile doğru orantılıdır (Akal, 2005).

3. ARAŞTIRMANIN AMACI, KAPSAMI

Sivil toplum kuruluşları performans ölçümleri yaparak hem kendi içindeki hem de dışındaki paydaşlarına karşı şeffaflığı sağlamaktadır. Yani performansın ölçümü ile finansal kaynak sağlayanlara desteklerinin nerelerde, ne şekilde harcandığı ve sonuçları; faaliyetlerde görev alan gönüllü çalışanlara dahil oldukları aktivitelerin içeriği ve etkileri; ücretli çalışanlara ve özellikle yöneticilere ise kendilerini değerlendirme imkanı sağlamasının yanında verilen maddi ve manevi emeklerin sonuç ve yansımaları hakkında bilgi sunulmuş olacaktır. Performansı değerlendirmesi sonucunda iyi konumunda görülen STK'lar ise hem kendilerine hem de paydaşlarıile birlikte dış çevreye karşı kendilerini kanıtlamış olacaklardır. Bu da maddi ya da manevi destek sağlayan veya sağlamayan herkesin ilgili STK'ya olan güvenini artırarak, verilen desteklerin gönül rahatlığı ile verilmesine bunun yanında yeni desteklerin de ulaştırılmasına zemin sunacaktır.

Buradan hareketle, bu çalışmada STK'larda performansı ve ölçümü kavramlarının kapsamlarının belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda Denizli ilinde yer alan, kurumsal yapıya sahip olan STK'lardan görüşme talep edilerek kabul eden 6 STK ile yüzyüze mülakatlar yapılmıştır. Dolayısıyla çalışma sonucunda elde edilecek verilerin kaynağı, bu kurumların görüşmeler esnasındaki söylemleri ile kısıtlı olacaktır. Daha sonra yapılacak olan çalışmalarda bu görüşmelerin Türkiye genelinde ve daha fazla sayıda kurumla yürütülmesi elde edilecek verilerin doğruluk ve geçerliliğini artırmakla birlikte genelleme yapılmasına fayda sağlayacaktır.

4. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

Çalışmada verilerin toplanması süreci için yarı yapılandırılmış mülakat yöntemi kullanılmıştır. Bu düşünce ile öncelikli olarak araştırma konusuyla bağlantılı olan yabancı ve yerli literatür taranmıştır. Tarama sonucunda elde edilen verilere araştırmanın sorununa cevap sağlayacağı düşünülen sorular da eklenerek 26 sorudan oluşan bir form hazırlanmıştır. Başlangıç olarak bir kurumun STK olması için taşıması gereken özellikler, sonrasında kurumun işleyiş süreçlerine dair veriler ve nihai olan STK'lar için performans kavramının kapsamına sorgulanmıştır. Daha sonra ise 3 adet farklı alanlarda çalışan vakıf, 1 sendika, 1 meslek odası ve 1 dernek olmak üzere 6 STK ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. 8 Aralık 2015 ile 12 Şubat 2016 tarihleri arasında yüzyüze yapılan görüşmelerin en kısa olanının süresi 35:55, en uzun olanının süresi 01:09:53'dir. Ayrıca görüşmelerin ortalama süresi yaklaşık olarak 45 dakika 50 saniyedir.

Yapılan mülakatlar sonucunda elde edilen verilerin analizi için QSR NVIVO 10 paket programından faydalanılmıştır. QSR International tarafından üretilen bir nitel veri analizi yazılım paketi olan NVIVO, verileri yönetme ve düzenleme, yorumları yönetme, verileri sorgulama, verilerden oluşturulan kavramları ve yorumları grafiksel olarak modelleme ve son olarak verileri rapor etme olmak üzere ben ana işlem üzerinden çalışmaktadır (Bergin, 2010: 7). Bununla birlikte NVIVO, nitel araştırma sürecindeki manuel kodlama, referans verme, derleme ve sınıflandırma ve benzeri işlemlerde yaşanan zorlukların aşılmasında güçlü araçlar sunmaktadır (Baş ve Akturan, 2008).

Bu çalışma kapsamında öncelikli olarak mülakatlar yazıya dökülerek, programa kaynak olarak eklenmiştir. Daha sonra oluşturulan 15 adet "nodes" yardımı ile kodlama yapılarak çalışmanın amacına yönelik olarak belirlenmiş kavramlar hakkındaki bütün verilerin bir araya getirilmesi sağlanmıştır.

Kaynaklar STK'lar ile yapılan görüşmelerin dökümünden oluştuğu için sınıflandırma STK türüne göre yapılmıştır.

5. ARAŞTIRMANIN BULGULARI

Araştırmaya dair bulgular, yapılmış olan kodlamalar üzerinden ele alınmıştır. Bu doğrultuda her bir kodlama için seçilen özelliğe göre mülakatlar içerisinde verilen cevaba ulaşmak amacıyla "Coding Query" (Kodlama Sorgulaması) yapılmıştır.

İlk olarak, görüşme yapılan kurumlara dair, yine görüşmeler esnasındaki ifadeler yardımıyla elde edilen demografik verilerin açıklanması uygun görülmüştür (yalnızca vakıf sayısı birden fazla olduğu için; bu kurumlar V1, V2 ve V3 olarak adlandırılmıştır):

- Bu kurumlardan sendika 60'lı yıllarda, vakıflar sırasıyla (V1, V2, V3) 1979, 1992 ve 1996 yıllarında, dernek 1991 yılında ve son olarak da meslek odası 1994 yılında kurulmuştur.
- Görüşme yapılan yetkililerden 5 tanesi bay, kalan 2 tanesi bayandır. 6 kurum ile görüşülmüş olmasına rağmen toplam 7 yetkiliden bahsedilmesinin sebebi bir kurumda iki yetkilinin görüşmeye dâhil olmuş olmasıdır.
- Yetkililer en az 4, en fazla ise 13 yıldır bu görevi yürütmektedir.
- Kurumun kuruluş sebebi için genel olarak kurumun çalışma alanındaki ihtiyacın birkaç kişi tarafından fark edilmesi, bu kişilerin örgütlenmesi ve zamanla resmi bir bünye de kazanarak genişlemesi olarak ifade edilmiştir.
- STK'ların büyük paydaşları olan gönüllü/ üye sayısına baktığımızda; sendika 1500'ün üzerinde üyesi bulunduğunu, vakıflar sırasıyla yasal nedenlerle kayıtlı gönüllüsü bulunmadığını, 7000 civarı ve 1080 tane gönüllüsü bulunduğunu, dernek 400'e yakın üyesi bulunduğunu son olarak meslek odası 3900 üyesi bulunduğunu ifade etmiştir.
- Diğer bir paydaş olan ücretli çalışan personel sayısı yasal olarak bazı işlemleri yürütme görevine sahip olduğu için en fazla meslek odasında olmak üzere 30 kişidir. Dernek ve sendikada bu sayı 3, vakıflarda ise sırasıyla 0, 4 ve 0'dır. V1'in il içerisinde ofisi de bulunmadığı, diğer kurumların ise farklı boyut ve özellikte ofise sahip olduğu görülmüştür.
- Kurumlar gönüllü / üyeleri ile iletişimini e-posta ve / veya telefonuna mesaj gönderme, sosyal medyalar ve / veya kurumun internet sitesi üzerinden paylaşarak sağlamaktadır. Ücretli çalışan personeli olan kurumlar ise iletişimi yüz yüze ve telefonla sağladıklarını ifade etmişlerdir. Yalnızca yönetim kurulundan çıkan kararlar e-posta yolu ile iletilmektedir.
- STK'ların finansal kaynaklarında farklılık görüldüğü gibi, bu finansal kaynakları harcama alanlarında da farklılık görülebilmektedir. Ancak genel olarak faaliyet (eğitim, seminer, gezi vb.) maliyetlerinin, personel ücretlerinin giderleri oluşturduğu görülmektedir. Bununla birlikte bütün kurumlar aldıkları bağışlarda, bağış yapan kişinin kullanılmasını istediği alanı belirtmesi durumunda, o bağışın o alanda kullanıldığını beyan etmişlerdir.

Sivil toplum kuruluşları kavramının hangi özellikleri taşımasının gerekli olduğuna dair literatürde farklı görüşlerin bulunmasından dolayı mülakat yapılan kurumların bu konudaki düşüncelerinin öğrenilmesine gerek duyulmuştur. Bu konuda sendika kurumun bir siyasi partinin ardından gitmemesi gerektiğini, gönüllülük esaslı ve hareket ettiği noktaya odaklı olması gerektiğini ifade etmiştir. Vakıflar ise benzer şekilde zorunlu üyelik ve aidat ödemesi olmaması gerektiğini ve kurumun bağımsız bir karar mekanizmasının olması gerektiği beyan etmişlerdir. Ek olarak "….diklenmeden dik durmalı…" ifadesi ile her şeye karşı gelen değil yanlışlıkları ifade edip çözüm arayan konumda olması gerektiklerini ifade etmiştir. Dernek ise benzer şekilde STK olabilmek için gönüllü ve ortak bir amaca yönelik olarak faaliyetlerin yürütülmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Özetle görüşmeler sonucunda genel anlamda bir kurumun STK olarak adlandırılabilmesi için gönüllülük esaslı, paydaşlarına ve kuruluş misyon ve vizyonuna odaklı ve ayrıca iktidara göre duruşu değişmeyen bir kurum olunması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Çalışma kapsamında STK'lar adına görevlerini ne kadar iyi yerine getirdikleri diğer bir anlatımla ne oranda etin oldukları amaç ve hedeflerini gerçekleştirme dereceleri ile ifade edilmiştir. Bu amaç ve hedefler ise STK'ların kuruluşları esnasında belirlenen misyon ve vizyonu merkez alarak ve içinde bulunulan zaman ve çevreye göre yönetim kurulunca ya da genel merkezle birlikte belirli dönemlerde yapılan toplantılar içerisinde uzun ya da kısa vadeli olarak belirlendiğini ve gerek duyulduğunda revize edildiğini belirtilmiştir.

STK'lar da kâr amacı güden işletmelere benzer şekilde, ellerindeki işgücü ve finansal kaynağa da bağlı olarak faaliyetlerini farklı boyutlarda yürütmektedirler. Görüşme yapılan dernek faaliyetlerini yalnızca il genelinde; sendika ve V3 Türkiye genelinde; meslek odası, V1 ve V2 ise küresel boyutta yürüttüğünü belirtmişlerdir. Bununla birlikte bütün kurumlar ulusal boyutta farklı kurumlarla ortak çalışmalarda

bulunduklarını; kürese boyutta faaliyet gösterenler ise bunun yanında uluslararası boyutta farklı kurumlarla ortak çalışmalarda bulunduklarını ifade etmişlerdir. Kurumlara ayrıca onlara yüksek miktarlarda hibe sunabilecek olan kalkınma ajanslarına herhangi bir proje sunup sunmadıkları sorulmuştur. Görüşülen hiçbir kurum böyle bir proje sunmamış olduklarını, meslek odası ve V3 böyle bir ortak çalışmaya dâhil olmayacaklarını, diğer kurumlar ise bu konuda hazırlıklar içerisinde olduklarını ifade etmişlerdir.

Kurumların kendilerinin tek başına ya da farklı kurumlarla ortaklaşa yürüttükleri faaliyetler onlara tecrübe sağlamaktadır. Kurumun bu tecrübeleri sonraki yetkili ve gönüllülere de aktarabilmesi açısından faaliyetlerin raporlanması ve arşivlenmesi büyük önem arz etmektedir. Bu sayede kurumun tarihi de kayıt altında tutulmuş olacaktır. Bu konuda kurumlar farklı periyodlar aralığında olsa da genel merkezlerine yürüttükleri faaliyetlere dair hazırladıkları raporları sunduklarını, arşivlemenin ise hem dosyalama olarak hem de bilişim ortamında yapıldığını beyan etmişlerdir. Bir vakıf bu konunun önemini "… yani bugün baktığın yarın olmayabilir. Mehmet gelir buraya. O zaman bu kişi bu vakfı siz geldiğinizde benim anlattığım gibi anlatabilmesi için geçmişte ki arşivi, onun bir kaynağı. O nedenle hem arşiv hem yasal sorumluluklarımız açısından olan bir şey, hem de gelecekte yapılabilecek faaliyetlerin bir kaynağı olarak ta görebiliriz. Bu arada hem mali olarak hem de faaliyetlerimizin bütün verilerin arşiv olarak dosya halinde, bunlar yedeklemesi yapılarak tutuluyor…" ifadeleri ile anlatmıştır.

Kurumların performansının ana temasını oluşturan faaliyetler dâhili ve harici koşullarda meydana gelen değişikliklerden etkilenebilmektedir. Görüşme yapılan kurumların bu konuda farklı beyanları olmuştur. Dernek üye sayısının artması durumunda yurt içinde düzenledikleri faaliyetlerde değişiklik meydana gelmeyeceğini, yalnızca yurt dışı faaliyetlerini daha kolaylıkla yapacaklarını; üyelerin faaliyetlere kaşı memnuniyet düzeylerinin ise faaliyetlerin içeriğinde düzenleme yapılmasına yol açtığını belirtmiştir. V3 önemli olanın üye sayısından ziyade aktif üye sayısında meydana gelecek olan artış olduğunu; çünkü yalnızca üye sayısında meydana gelecek değişikliğin yapılan sosyal medya paylaşımlarının ve sunulan bildirilerin daha fazla kişi tarafından görülerek farkındalığın artmasını sağlayacağını ama faaliyetlere katılımında değişiklik olmayacağı için faaliyetlerde de değişiklik olmayacağını belirtmiştir. Meslek odası ise bu konuda örgütlü üye sayısında meydana gelen artışların kurumu daha güçlü kılacağını; V' fon kaynağında meydana gelecek değişikliklerin faaliyetlerde değişiklik doğurmayacağını ve V1 fonlarındaki artışın tabi ki faaliyetlerinde değer artışı sağlayacağını ama aslında iyi bir faaliyetin ya da raporun kendi fon kaynağını da yaratacağını ifade etmiştir.

STK'ların bu faaliyetleri yürütme süreci ve sonrasına dair kurum içinde yapılan görüşmelerde ve genel merkezle yapılan görüşmelerde hedeflenenler ve ulaşılanlara dair görüşmeler yapılmaktadır. Görüşme yapılan sendika buna ek olarak devlet tarafından yeterli denetlemenin de yapılması gerektiğini, kendi içlerinde genel merkezce, gerektiğinde de mali müşavir kontrolünde, yapılan denetlemelerin yeterli olmadığını; meslek odası ise ek olarak genel merkezin denetleme kurulu tarafından belli periyodlarla yapılan ziyaretlerde de denetlendiklerini ifade etmişlerdir.

Ek olarak görüşme yapılan kurumlara bir STK ne yaparsa etkin olabileceği diğer bir anlatımla performansının iyi olabileceği sorulmuştur. Dernek bu konuda üye sayısının artmasının çok da önemli olmadığını, üyeleri faaliyetlere çekmenin ve memnun ayrılmalarını sağlamanın asıl önemli etmen olduğunu; V3 bu konuda kurumsal şeffaflığı sağlanması ile birlikte hem personel hem de gönüllülerine sadece faaliyet alanında değil günlük yaşam hayatlarında da toplumun değerlerine, doğaya, çevreye, insanlara vb. saygılı olmayı aşılayabiliyorsa etkin olabileceğini söylemiştir. V1 ise kurum asıl amacını gerçekleştirebiliyorsa; meslek odası genel kurula olan katılım artıyorsa, sendika paydaşları olan insanların arkasında duruyor, hakları için mücadele ediyorsa asıl işlevini gerçekleştirmiş olacağını beyan etmiştir.

Son olarak QSR NVIVO 10 programı aracılığıyla kelime sıklıklarına bakılmıştır. Analiz yapılırken "ve, veya, gibi,.." vb. bağlaçların sıralamaya dâhil olmaması istendiğinden kelime minimum karakter sayısı 5 olarak seçilmiştir. Ancak yine da sıralamada "acaba, değil, mesela,.." gibi kelimeler karakter kısıtına uygun oldukları için sıralamaya dâhil olmuşlardır. Bu ve benzeri kelimeleri yok saydığımızda görüşmelerde genel olarak "Denizli" ifadesi 112 defa; "toplum" 111; "sivil" 106; yönetim; 103 "kurulu" 60; "gönüllü; 57 defa kullanılmıştır. Kurumlar bazında bakacak olursak dernek en çok "yönetim kavramını; sendika "çalışan"; meslek odası "makine"; V1 "vakfı"; V2 "Denizli" ve son olarak V3 ise "toplum" kavramını kullanmıştır.

KAYNAKÇA

Akal, Z. (2005). *İşletmelerde Peformans Ölçüm ve Dnetimi Çok Yönlü Performans Göstergeleri* (6. b.). Ankara: Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları.

Aslan, M., & Kaya, G. (2004). 1980 Sonrası Türkiye'de Siyasal Katılımda Sivil Toplum Kuruluşları. *C. Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 5*(2), 213-223.

Aslan, S. (2010). Sivil Toplum ve Demokrasi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 15*(2), 357-374.

Baş, T., & Akturan, U. (2008). *Nitel Araştırma Yöntemleri NVIVO 7.0 ile Nitel Veri Analizi.* Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Bergin, M. (2010). NVivo 8 and Consistency in Data Analysis: Reflecting on the Use of a Qualitative Data Analysis Program. *Nurse Researcher, 18*(3), 6-12.

Bikmen , F., & Meydanoğlu, Z. (2006). *Türkiye'de Sivil Toplum: Bir Değişim Süreci Uluslarası Sivil toplum Endeksi Projesi Türkiye Ülke Raporu.* Sena Ofset Ambalaj, Matbaacılık Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti.

Coşkun, A. (2010). STK'ların Stratejik Performans Artırma Yöntemleri. *Her Yönüyle Dernekler Dergisi*(11), 14-17.

Epstein, M. J., & Buhovac, A. R. (2009). Performance Measurement of Not-For-Profit Organizations. *Strategic Finanse*, 27-34.

Gönel, A. (1998). *Araştırma Raporu Önde Gelen STK'ar.* İstanbul: Türkiye Ekonomik ve Toplumsal Tarih Vakfı Yayınları.

İçduygu, A., Meydanoğlu, Z., & Sert, D. (2011). *Türkiye'de Sivil Toplum: BİR DÖNÜM NOKTASI Uluslarası Sivil Toplum Endeksi Projesi Türkite Ülke Raporu II.* İstanbul: Uzerler Matbaacılık veTanıtım Sanayi Tic. Ltd.

Lewis, D. *Nongovernmental Organizations, Definition and History.* http://citeseerx.ist.psu.edu

Martens, K. (2002). Mission Impossible? Defining Nongovernmental Organizations. *International Journal of Voluntary and Nonprofit Organizations, 13*(3), 271-285.

Olujide, M. G. (2005). Non-Govermental Organisations Self-evaluation: Issue of Concern in Nigeria. *The Journal of Agricultural Education and Extension, 11*(1-4), 63-72.

Onbaşı, F. (2005). *Sivil toplum.* İstanbul: Leyla ile Mecnun Yayınları.

Ramadan, M. A., & Borgonovi, E. (2015). Performance Measurement and Management in Non-Governmental Organizations. *IOSR Journal of Business and Management, 17*(2), 70-76.

Reibaldi, G., & Grimard, M. (2015). Non-Governmental Organizations Importance and Future Role ın Space Exploration. *Acta Astronautica*(114), 130-137.

United Nation Rule of Law : http://www.unrol.org

KOBİ'LERDE İŞÇİ SAĞLIĞI VE İŞ GÜVENLİĞİ VE HYUNDAI YETKİLİ SERVİSİNDE ÖRNEK UYGULAMA

Ahmet Alper Sayın
Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi

Murat Arslandere
Selçuk Üniversitesi

ÖZET

İşçi sağlığı ve güvenliği dünyada olduğu gibi ülkemizde de en önemli konular arasında yer almaktadır. Her yıl çalışma bakanlığı tarafından yayınlanan verilere göre, iş kazaları ve meslek hastalıkları nedeni ile yüzlerce çalışanımız hayatını kaybetmekte, bunun yanında önemli sayıda çalışanımız iş göremez hale gelmektedir.

Çalışmanın birinci kısmında genel olarak iş sağlığı ve güvenliğinin kavramsal tanımı yapılarak öneminden bahsedilmiştir. İkinci kısmında iş kazaları ve meslek hastalıklarından bahsedilerek nedenleri hakkında bilgi verilmiştir. Üçüncü bölümde, Hyundai firmasının yetkili servisinde iş sağlığı ve güvenliği uygulamaları incelenerek tespitler yapılmıştır.

Anahtar Sözcükler: İşçi sağlığı ve iş güvenliği, İş kazaları, Meslek hastalıkları

OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY IN SME'S AND CASE STUDY IN HYUNDAI AUTHORIZED SERVICE

ABSTRACT

Occupational health and safety issues in our country and in the world is among the most important issues. According to datas, released by the Labor Department, work accidents and occupational diseases caused to hundreds of deaths, and additionally considerable number of employees are becoming unable to work.

In the first part of the study it was made a conceptual definition of occupational health and safety, and mentioned its importance. In the second part of the study, information was given about the causes of work accidents and occupational diseases. In the third section, the Hyundai firm was examined about its occupational health and safety practices.

Keywords: Occupational health and safety, occupational accidents, occupational diseases

1. GİRİŞ

Teknolojinin ve sanayileşmenin gelişmesi ile birlikte, çalışma ortamında değişen araç gereçler ve rekabet ortamından kaynaklanan hızlılık, çalışma ortamları işletmelerde işçi sağlığı ve iş güvenliği konularında bazı problemleri de ortaya çıkarmıştır. Çıkarılan yasalar ve uygulanan cezalar ile birlikte işyerlerinde eskisine nazaran daha iş güvenliği uygulamalarında daha dikkatli olunmaya başlanmıştır. Şirketler genelde işin maddi ceza veya kaybı ile ilgilenirken, buz dağının diğer tarafını görmekten kaçınmaktadırlar. Çalışma bakanlığının verilerine göre :

Her yıl ortalama 140.000 iş kazası, 2700 maluliyet, 1500 ölümlü iş kazası meydana gelmektedir. Sosyal Sigortalar Kurumu istatistiklerine göre 2010 yılında 62.903 iş kazası, 533 meslek hastalığı meydana gelmiş bunların 1454 tanesi ölümle sonuçlanmıştır. İş kazalarının 59.011 tanesi erkek, 3892 tanesi kadın; Meslek haslıklarının 514 tanesi erkek 19 tanesi kadın; ölümle sonuçlanan olaylarda 1431 tanesi erkek ve 23 kadın işçilerden meydana gelmiştir. 2010 yılında iş kazaları ve meslek hastalıkları sonucu kaybedilen iş gücü sayısı 1.502.871'dir.

Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) tarafından yapılan çalışmaya göre her üç dakikada bir işçi, işyerinde kaza sonucu hayatını kaybetmekte ve her saniyede üç kişi yaralanmaktadır.

Türkiye'de ise 1946 – 2007 yılları arasında 145.141 kişi iş kazası ve meslek hastalığı sonucu hayatını kaybetmiştir(Kahraman ve Demirer, 2010).

İstatistiklere göre hem ülkemizde hem dünyada işçi sağlığı ve iş güvenliğinin ne kadar önemli olduğu ortaya çıkmaktadır. Durum gerçekten vahim bir tabloyu bize göstermektedir. Bu sayıların yanında ailelerin yaşamış olduğu psikolojik travmalar ise hiç hesaba katılmamaktadır.

İş kazaların geneli Küçük ve Orta Ölçekli (KOBİ) işletmelerinde meydana gelmektedir. Daha çok kar amaçlı odaklı ve kurumsal yapısı olmayan bu işletmelerde, iş güvenliği sadece denetlemeleri atlatmak için yapılan bir konu olarak görünmektedir. Alınan tedbirler ise çok düşük maliyetli günü kurtarma amaçlı alınmış önlemlerdir. Halbuki üretim yapan firmaların iş kazası nedeni ile çalışanının iş göremez hale gelmesi durumunda üretimin ve siparişlerin aksamasına, kazaya maruz kalan işçinin yerine yeni işçinin ikame edilmesi ve eğitilmesi gibi durumlarla karşı karşıya kalınmaktadır.

2. İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİNİN TANIMI VE ÖNEMİ

2.1.İşçi Sağlığının Tanımı

Geçmiş yıllarda çok fazla dikkate alınmayan işçi sağlığı ve iş güvenliği konuları kazaların neticesi olarak iş verimini, kârını ve işletmenin pazardaki marka değerini sıkıntıya sokması ile işletmelerin gündemine girmeye başladı. İşletmeler her ne kadar bu bahsedilenlerden dolayı gündeme almış olsalar da, aslında konulan yasalar işletme sahiplerine bu uygulamaları yapmaya neden olmaktadır. Yasalarda en büyük sıkıntılardan bir tanesi, ilerleyen teknik ve teknolojik gelişmelerin yakından takip edilmemesi olmaktadır.

İşçi sağlığı ile ilgili birkaç tanıma bakacak olursak;

Çalışanların, işyerinde ki iş koşullarından başlayarak, kullandıkları tüm ekipmanlardan ortaya çıkabilecek tehlikeleri ortadan kaldırılmasıdır. Bunun yanında işyeri ortamında çalışanların huzurlu ve verimli bir şekilde çalışmalarını sağlamak için kendilerinin güvende olduğunu hissettirmektir (Demircioğlu, 2003).

Yapılan genel tanıma göre; İşin yapılması esnasında, sebebi ne olursa olsun kaynaklanan ve işçi sağlığına zarar verebilecek durumlardan korunmak amacıyla yapılan çalışmaların tamamına denir (ÇSGB, 1998).

2.2.İş Güvenliğinin Tanımı

İş Güvenliği işçilerin sağlığı yanında çalışılan ortamdaki işin yapılması esnasında oluşan tehlikelerden uzaklaştırılması ve sağlığa zarar verebilecek koşulların arındırılmasıdır. Bu yapılan çalışmaların tamamını düzenli ve sistemli olarak yapılmasını gaye edinir (Gerek, 2000).

Uluslar arası Çalışma Örgütü (ILO) ve Dünya Sağlık Örgütünün (WHO) 1950 yılında İşçi sağlığı ve iş güvenliği tanımlamasını şu şekilde yapmıştır: "Tüm mesleklerde işçilerin bedensel, ruhsal, sosyal iyilik durumlarını en üst düzeye ulaştırmak, bu düzeyde sürdürmek, işçilerin çalışma koşulları yüzünden sağlıklarının bozulmasını önlemek, işçileri çalıştırılmaları sırasında sağlığa aykırı etmenlerden oluşan tehlikelerden korunmak, işçileri fizyolojik ve psikolojik durumlarına en uygun mesleksel ortamlara yerleştirmek ve bu durumları sürdürmek, özet olarak işin insana ve her insanın kendi işine uyumunu sağlamaktır."

Genel olarak işletmeler sadece işçi sağlığı ve iş güvenliği tanımlamasını, çalışanların güvenli bir ortamda çalışmalarını sağlamaktan ibaret olduğunu bilmektedirler. Halbuki çalışanların sosyolojik ve psikolojik özelliklerine göre en verimli çalışmayı yapabilecekleri doğru işe yerleştirilmeleri sürecini de kapsamaktadır.

2.3.İş Sağlığı Ve Güvenliğinin Önemi

2.3.1. İşçi Açısından Önemi

İş kazaları ve meslek hastalıkları neticesinde ailenin yaşayacağı olumsuz durumlar özetle şu şekildedir:

- Çalışanın normal tedavi dışında evde bakım, bakıcı temin etme, tedavi veya protez uygulama için sağlık merkezlerine gidip gelme masrafları,
- Çalışanın işyerinde çalışamadığı süre içinde ücret kaybı,
- Eğer kaza ya da mesleki hastalık neticesinde çalışan mesleğinde normal çalışmasını ayrıca kariyerinde yükselmeye mani olmuş ise gelecekte makamlardan alacağı ücret kayıpları,
- Çalışanın fiziksel yapısının bozukluğundan kaynaklanan sosyal yaşamındaki değişiklikler,
- İş kazası neticesinde görev değişikliği nedeni ile ortaya çıkan psikolojik durumlar,
- İş kazası nedeni ile organlarda oluşabilecek kayıplarda dikkat ve refleksin azalması,
- İş kazası neticesinde çalışan özel bakıma muhtaç duruma geldi ise, ailenin diğer bireylerinin ona bakabilmek amacıyla çalışamaması durumunda oluşabilecek maddi kayıplar,
- En önemli sıkıntılardan birisi olan aile üyelerinin moral kaybı ve diğer sosyal ilişkilerinin bozulması,
- Eğer isçi ölmüş ise, esi ve çocuklarının maruz kaldığı ya da gelecekte ortaya çıkabilecek her türlü sosyal ve ekonomik kayıplar (Tekin, 1991).

2.3.2. İşveren Açısından Önemi

Şüphesiz işyerinde oluşacak küçük veya büyük kazalar sadece işçi tarafını etkilememekle kalmayıp işveren açısından da büyük önem taşımaktadır. Meydana gelecek en ufak kaza işin akışını yavaşlatıp üretim ve verimlilik kaybına neden olmaktadır. Çalışma ortamında sağlanacak iş güvenliği sayesinde çalışanların, makinelerin, malzemelerin, ürün ve zaman kaybına neden olan koşulların ortadan kalkmasını ya da minimize edilmesini getirecek, yüksek verimlilik ve etkinlik sağlayacaktır. İş güvenliğine yönelik çalışmalar aynı zamanda maliyetlerin düşmesini ve ürün düzeyinde artışı da beraberinde getirecektir. İş kazalarının minimize edilmesi işyerinde verimlilik ve üretim artışına yol açmaktadır (Aksoy, 1982).

6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Yasası;

Türkiye'de 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Yasası'nın kabul edilmesiyle çalışanlar ve iş dünyası açısından önemli bir dönem başlamış oldu. 6331 sayılı kanun, iş sağlığı ve güvenliği bakımından önemli düzenlemeler getirmekte, iş sağlığı ve güvenliğinde "tazmin edici" yaklaşım yerine daha çok "önleyici" bir yaklaşım sergilemektedir. Böylece iş kazaları ve meslek hastalıklarının sonuçlarıyla mücadele etmenin zorluğu ve maliyeti karşısında bu kaza ve hastalıklar ortaya çıkmadan önlemeyi, kaynağında yok etmeyi hedef alan çağdaş standartlarda bir düzen kurgulamaktadır. İş sağlığı ve güvenliği konusunda işverenlerin mutlak anlamda sorumluluklarını açıkça düzenleyen kanun, ayrıca, işyerlerinde ve ulusal düzeyde iş sağlığı ve güvenliği konusunda işçiler ile işverenler arasında etkin diyalog mekanizmaları da getirerek ülkemizin en önemli sorunlarından birisi olan iş kazalarının ve meslek hastalıklarının sayısının azaltılmasında tarafların rollerini ve sorumluluklarını arttırmaktadır. Devletin de, küçük işletmelerin (1-9 işçi çalıştıran işletmeler) iş sağlığı ve güvenliği maliyetlerine katılması da uygulamanın yaygınlaştırılması bakımından büyük önem taşımaktadır (Korkmaz ve Avsallı, 2012).

3. KOBİLERDE İŞ GÜVENLİĞİ VERİLERİ

Genellikle amatör şeklinde faaliyet gösteren KOBİ'lerde işyerinin özellikleri ve kullanmış olduğu üretim teknolojisinden dolayı çalışanların sağlık ve güvenlik sorunları ortaya çıkmaktadır. İşyerinin çalışma şartları ve üretimde kullanılan makine tezgâhlarının yetersizliği, bakımsızlığı vb durumlardan kaynaklanan güvensiz şartlar nedeniyle KOBİ'lerde sıkça iş kazaları görülmektedir.

Uluslar arası çalışma örgütünün verilerine göre her yıl 2.2 milyon kişinin iş kazaları ve meslek hastalıkları nedeniyle hayatını kaybettiği tahmin edilmektedir. Yine aynı kaynaklara göre; her yıl 250 milyon insan iş kazaları 160 milyon insan ise meslek hastalıkları sonucu zarar görmektedir. Bu kayıpların büyük bir bölümü ise KOBİ'lerde meydana gelmektedir.

KOBİ'ler, iş kazalarının sonuçlarından özellikle en çok etkilenen yapılardır. Avrupa İSG Ajansı verilerine göre tüm iş kazalarının %82'si, tüm ölümcül kazaların ise %90'ı KOBİ'lerde meydana gelmektedir (Ovacıllı, 2007).

Bu verilere gayri resmi rakamlarda eklendiği zaman ortaya vahim sonuçların çıkacaktır. Firmaların büyüklüklerine göre bildirim oranlarındaki farklılıklar söz konusu olduğu için bildirim düzeyini olumlu ya da olumsuz etkileyebilir.

4. İŞ SAĞLIĞI VE İŞ GÜVENLİĞİ AÇISINDAN ÖRNEK BİR KOBİ UYGULAMA

4.1.Uygulama Firmasının Tanıtımı

1997 yılında faaliyete başlayan Hyundai yetkili servis, Türkiye'nin en büyük Hyundai bayilerinden biridir. Servis, ISO 9001 kalite belgesine sahiptir ve 40 araç giriş kapasiteli 3000 metrekarelik servis alanı, 600 metrekarelik show room ve 6900 metrekarelik araç park alanı ile toplam 10.500 metrekarelik alanda hizmet vermektedir. Türkiye'nin en çok araç satışı yapan bayilerinden biri olarak satış sonrası hizmetleri de gerçekleştirmektedir.

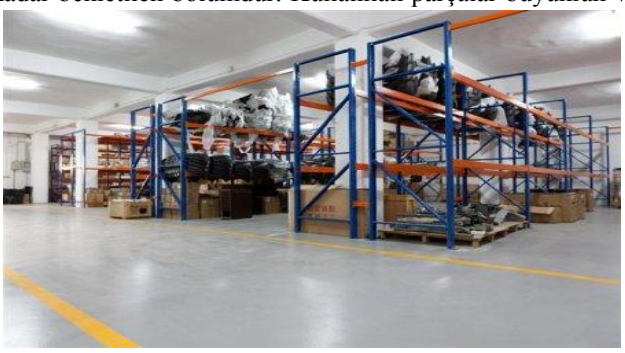
Son görüşmelerimizde serviste 19 teknik olmak üzere toplam 34 personel çalışmaktadır.

4.2.İş Sağlığı ve İş Güvenliği Uygulamaları

Hyundai yetkili servisinde iş güvenliği uygulamaları :

- Depo ve yedek parça kısmında uygulanmakta olan iş güvenliği uygulamaları,
- Servis alanında uygulanmakta olan iş güvenliği uygulamaları,
- Boyahane alanında uygulanmakta olan iş güvenliği uygulamaları,
- Mekanik bölümünde uygulanmakta olan iş güvenliği uygulamalarıdır.

Depo ve yedek parça kısmında araçların tüm yedek parçaları sipariş ve kullanılmaya başlanacak zamana kadar bekletilen bölümdür. Kullanılan parçalar büyüklük ve niteliklerine göre ayrı depolanmaktadır. Raf yükseklikleri çalışanların vücut ölçülerine göre ayarlanmaktadır. Raflardan ağır ve büyük parçaların indirilmesi için forklift kullanılmaktadır. Raflara yerleştirilen parçalar deprem, patlama gibi tehlikeli durumlar göz önüne alınarak raflara uygun şekilde dizayn edilmektedir. Raf aralarında plastik gerdiriciler kullanılarak parçaların yerlere düşmesi önlenmekte, raf önlerinde çalışan personelin dalgınlıkla da olsa yanlış bir harekette bulunması önlenmektedir. Raflar birbirlerine çapraz ve düz olarak montelenmekte ayrıca tabandan ve tavandan beton bloklara monte edilmektedir. Böylece meydana gelebilecek herhangi bir sarsıntıda devrilmeleri önlenmiş olmaktadır. Depo kısmında ürün alınır iken veya yerleştirme sırasında koruyucu paletler ile çelik burunlu ayakkabı kullanılmaktadır.



Servis alanında işlerin gereği tehlike içeren bir bölümdür. Tüm makine, araç ve gereçler tehlikeler önlenecek şekilde düzenlenmiştir. Eskiden kullanılan krikoların yerine yüksek hava basınçlı teknolojik krikolardan yararlanılmaktadır. Böylece oluşabilecek ağır kaldırmalardan dolayı meydana gelebilecek sakatlanmalar önlenmiş olmaktadır. Kullanılan hava basınçlı tabancalar yardımı ile önceden saatlerde 2 kişinin emek harcadığı lastik sökme, aracın ön ve arka kısmının kaldırılması gibi işlemler tek çalışan tarafından yapılmaktadır. Böylece daha kısa sürede ve daha güvenilir şekilde işlemler yapılmaktadır.

Boyahane alanında ise çalışmalarda koruyucu maddeler daha da önemli bir hale gelmiştir. Kullanılan boyaların insan sağlığına etkisi oldukça fazladır. Kullanılan kişisel koruyucular sayesinde iş güvenliğinin yanı sıra iş sağlığına da faydası olmaktadır. Boya yapılacak olan kısım belirlenmiş olan sistem üzerine monte edilerek yapılmaktadır. Böylelikle hem boyanacak olan kısmın düşmesi engellenmekte hem de boya kabarcıklarının çalışanın sağlığına etkisi engellenmektedir.

Mekanik bölümünde aracın motor, elektrik kısımları ile ilgili işlemler yapılmaktadır. Burada yapılan işler daha çok detaya sahiptir. Motor alanında çalışma kısmı kısmen daha dar olduğundan dolayı çalışanlar daha çok el yardımı ile işlerini gerçekleştirmektedir. Motorun araçtan ayrılması esnasında motor kaldırıcılar yardımı ile yapılmaktadır. Servis alanında gerekli olan yüksek voltajlı elektrik tesisatları herhangi bir şekilde tehlike arz etmemesi için kablolar, hava ve yağ taşıyıcılar genelde tavan üzerinden sağlanmaktadır. Ayrıca servisin taban alanında meydana gelebilecek kaymalara karşı yerler özel plastik betonlardan yapılmıştır. Hem araçların hem de çalışanların kaymalara neden olmadan rahat hareket etmeleri sağlanmıştır. Ayrıca su ve yağ götürücü kanallar belirli aralıklarla yapılmış olup, herhangi bir şekilde takılmaları önlemek için belirli şekilde monte edilmiştir.

Bu anlatıların haricinde işyerine ait iş güvenliği sorumlusu periyodik olarak işyeri alanını kontrol etmekte, çalışanlara eğitim ve bilgilendirmeler yapmakta, gerekli durumları üst yönetime rapor haline getirip sunmaktadır. Ayrıca Hyundai firmasına ait denetçilerde periyodik olarak servis sahası, yaşam alanı ve çalışma koşullarını incelemektedirler.

5. SONUÇ

Hyundai yetkili servisinde yapılan görüşme ve incelemeler neticesinde firma sorumlusu tarafından alınan bilgiler ışığında, çalışanların yapılan iş güvenliği uygulamaları neticesinde personel devir oranının büyük oranda düştüğü, kendilerinin Konya piyasasında çalışılmak istenen servis olarak müracaatların arttığı belirtilmiştir.

Tüm bayiler arasında Hyundai konseptini tümüyle uygulayan bayi olarak Müşteri Memnuniyeti dalında " En Başarılı Firma" seçilen Hyundai yetkili servis, bu ve buna benzer alınan ödüllerin yanı sıra müfettiş denetimlerinden sorunsuz geçmeleri de, yaptıkları çalışmaların ürünü olduğunu belirtmişlerdir. Kullandıkları teknik ve teknolojik alt yapı ile ağır işlerde çalışan personel sayısının azaldığı ayrıca karşılaşılan kazaların neredeyse hiç olmadığı hatta meslekten kaynaklanan hastalıklarda hastane raporlarının olmadığını belirtmişlerdir.

Servis olarak yaşadıkları sıkıntıların başında, çalışan personellerin eğitim düzeyinin düşük olması nedeni ile iş güvenliği kurallarına ilk başlarda direnç göstermelerinden dolayı adaptasyon sıkıntısı çekmeleri olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca servise gelen araç sahiplerinin tamamının işinin acil olduğunu belirtmelerinden dolayı, işlerin yetiştirilmesi için hızlı olunması bunun da beraberinde dikkatsizliği getirdiğini vurgulamışlardır.

KAYNAKÇA

Aksoy C., (1982), İş Kazaları: Tanımı, Önemi, Nedenleri, İş Kazalarını Önleme Semineri, Ankara: MPM Yayınları: 261.

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İşçi Sağlığı Daire Başkanlığı Yayınları, (1998), İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği ile İlgili Genel Bilgiler, Ankara.

Demircioğlu, M. ve Centel, T. Centel, (2003), İş Hukuku, Yenilenmiş 9. Baskı, Beta Yayınları.

Gerek N., (2000), İş Sağlığı ve İş Güvenliği, Eskişehir: Anadolu Üniversitesi.

Kahraman, Ö., Demirer, A. (2010). OHSAS 18001 Kapsamında FMEA Uygulaması. *Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 7(1), 53-68.

Korkmaz, A., Avsallı, H. (2012). Çalışma Hayatında Yeni Bir Dönem: 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Yasası. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (26).

Ovacıllı, S., (2007), Çalışma Ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı Ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Kobilerin İş Sağlığı Ve Güvenliği Açısından Durumları, Kobilerin İsg Konularına Yaklaşımları, Risk Algıları İle Bilgi, Tutum Ve Davranışlarının Tespiti Ve İsg Yönetim Modelleri, Uzmanlık Tezi, Ankara.

Tekin, A., (1991), İş Güvenliği Ve Önemi, Anadolu Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi, Cilt:9, Sayı:1-2, s. 332-333.

HYPER HEURISTIC APPROACH TO ASSEMBLY LINE BALANCING PROBLEM: A REAL LIFE APPLICATION

Gökhan Seçme
Nevşehir HBV Üniversitesi

Lale Özbakır
Erciyes Üniversitesi

ABSTRACT

In this study, a real world problem of an end user product producer that is planning to re-establish their assembly line is considered to increase the efficiency of the assembly process. Some restrictions should be handled because of speciality of product and operations. While some operations might need a lifter usage, some others require to make choice about combiner or connector. Also the position and rotation of product is another important restriction. In addition, the producer specify their preferences about some operations which can be operated in the same or different stations. The main objective of the problem handled in this paper is determined as to minimize the number of stations. Recently developed simulated annealing based hyper-heuristic by the authors is adapted and applied to the balancing problem of product manufacturing process with multiple objectives having assignment and operational restrictions. Results show that better solutions can be found in current line balance level while satisfying more restrictions. Also it is observed that higher line balances can be reached depending on the relaxation of the restrictions.

Keywords: Assembly line balancing, Product/operation restrictions, Hyper-heuristic approach

MONTAJ HATTI DENGELEME PROBLEMİNE ÜST SEZGİSEL YAKLAŞIM: BİR GERÇEK HAYAT UYGULAMASI

ÖZET

Bu çalışmada son kullanıcılar için çeşitli ürünlerin imalatını yapan bir firmanın, üretim hattının yenilenmesi vesilesi ile montaj sürecinin verimliliğini artırmaya yönelik bir gerçek hayat problemi ele alınmıştır. Ürünün ve operasyonların özelliğinden dolayı çeşitli kısıtlamalar bulunmaktadır. Bazı operasyonlar için kaldıraç kullanılması, bazı operasyonlar için çeşitli birleştirme/bağlama yöntemleri arasında seçim yapılması gerekmektedir. Ayrıca ürünün pozisyonu ve yönü de diğer bir önemli kısıtı oluşturmaktadır. Bu kısıtlardan başka firma, bazı operasyonların aynı istasyonda, bazı operasyonların ise farklı istasyonlarda yapılmasına yönelik tercihlerini belirtmiştir. Ele alınan problemin temel amacı verilen çevrim zamanı için istasyon sayısının en küçüklenmesi olarak belirlenmiştir. Bu şekilde çeşitli atama ve operasyon kısıtları olan montaj hattının dengelenmesi için birden fazla amacı birlikte gözeten, yazarlar tarafından yakın zamanda geliştirilmiş olan tavlama benzetimi temelli bir üst sezgisel yaklaşım bu probleme adapte edilerek uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre mevcut hat dengesi seviyelerinde firmanın kısıtlarını sağlayan daha iyi çözümlere ulaşıldığı görülmüştür. Kısıtlardaki esnemeye bağlı olarak daha yüksek hat dengelerine ulaşılabileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Montaj hattı dengeleme, Ürün/Operasyon Kısıtları, Üst Sezgisel Yaklaşım

1. INTRODUCTION

The assembly line balancing (ALB) problem determines the order of tasks, which are assigned to stations, by considering cycle time and precedence constraints between tasks so as to optimize some predetermined performance measures (Ghosh and Gagnon, 1989). ALB problem have been studied by many researchers since the first time it was introduced in the literature. Baybars (1986) classified ALB problems into two groups: simple assembly line balancing problem (SALBP) and generalized assembly line balancing problem (GALBP). In the SALBP, task times are deterministic and a task can only be assigned to one station. While SALBP-1 aims to minimize the number of workstations for predetermined cycle time, SALBP-2 aims to minimize the cycle time for a given station number. GALBP signifies the any other ALB problem. There is also many other classifications of ALB problems. While many studies assumed the task times as deterministic, Kottas (1981), Shin (1990) and some others used stochastic task times for considering the variability of operation times. The shape of the assembly line is one of the common classifying criteria for ALB problems. Miltenburg & Winjngaard (1994) and Erel, Sabuncuoğlu & Aksu (2001) studied U-line ALB problems. The number of models to be produced on the assembly line is also another important classifying criteria. In addition to the single model assembly lines, mixed model (Yano and Bolat, 1989; Bard et al., 1992) and multi model (Burns and Daganzo, 1987; Dobson and Yano, 1994) assembly lines allows to produce similar or different products on the same line (Bukchin et al., 2002). A detailed literature review can be found in Becker & School (2006) and School & Becker (2006). Additionally, some other specialized features such as parallel workstations (McMullen and Frazier, 1998), two sided lines (Bartholdi, 1993), parallel assembly lines (Gökçen et al., 2006), incompatibilities and bounded loads (Pastor and Corominas, 1999), designing assembly lines with equipment selection (Buckhin and Rubinovitz, 2003) and equipment costs (Buckhin and Tzur, 2000).

All these problem types arise from the goal of meeting the real world problem requirements. Although the ALB literature is very rich, there is still a gap between theoretical studies and real world applications. In this paper, a real world assembly line problem is handled. An end user product producer decided to redesign their assembly lines. They want to learn that whether it is possible to balance the assembly line in higher efficiency level while satisfying the production restrictions learned from past experiences.

Another important dimension of ALB problems is the solution approach. Due to computational complexity of the problem ALB is known to be an NP-hard problem (Karp, 1972). Although technological improvements allow us to handle different sized problems, it is still far away to deal with real world large sized application problems. Gökçen et al. (2006) stated that they found optimal solutions for small sized problems in a deterministic parallel ALBP. Since the number of operations in real world ALB problems is very high, heuristic solution algorithms have been used to produce solutions within an acceptable time. The meta-heuristic approaches have been used in many ALB problems in the literature. Simulated annealing meta-heuristic is used to solve various ALB problems (Erel et al., 2001; Baykasoğlu, 2006; McMullen and Frazier, 1998; Suresh and Sahu, 1994). The ant colony optimization approach is also used as a solution method for ALB problems (McMullen and Tarasevich, 2003; Sabuncuoğlu et al., 2009; Özbakır et al., 2011). The meta-heuristics provide a solution mechanism and they are designed and implemented for the problem itself by considering problem specific information. In this study, a hyper-heuristic (HH) solution approach is used to solve the real life manufacturing line regarding the task and station restrictions. Hyper-heuristics are high-level heuristic solution approach that solves generalized problems. Hyper-heuristics allow the automation of the solution process independent of the problem domain (Burke et al., 2013). Hyper-heuristics have been found to be especially useful for the task and station restricted ALB problem handled in this study because of its adaptive structure between problem domain and algorithm itself.

2. PROBLEM DEFINITION

The problem can be classified as a special version of single model deterministic ALB problem. There are 3 models with 74 tasks for end user product assembly. The task times are determined as 0 for the tasks which are not related to a model. Task times vary from 0 to 90 with 25.15 as average. The F-ratio, indicating the flexibility of network diagram, is calculated as 0.686. This means relatively less precedence constraints and higher flexibility in generating valid solutions. All these information addresses the single model ALB problem and it is not difficult to solve with relatively small number of tasks. The restrictions which make problem difficult to solve are the requirements of the company about the assembly line and products. The preferences of the company are expressed as follows:

- The assembly of some components are bounded up with the direction of the product/semiproduct on the line. While some operations can be performed from both sides, others can be operated from right or left side. So, the company requests that the tasks which are assigned to the same station should be operated from same side. This means that the product/semiproduct should not turn its direction within a station. This situation decreases the time of direction change of product/semiproduct.
- The assembly operations may require to operate at top or bottom of the product. The operations which should be performed at top of the product requires a lifter for elevating the operator. So the tasks need lifter should be assigned to the same station as fully as possible.
- The components of end user product can be assembled by combiner or connector. 4 types of combiner and 2 types of connector can be used. Changing the tool in a station may cause waste of time. It is preferred that only same type of assembly operations (combiner or connector) are performed within the same station.

These restrictions are preferences of the company. Except those, as the main objective is minimizing the number of stations for a given cycle time, problem contains multiple objectives with different priorities.

The main objective is determined as to minimize the number of stations for a given cycle time while satisfying the company preferences. Using cost based objective function is an efficient way to solve the ALB problems especially with multiple objectives (Amen, 2001). The cycle time can be used as a common penalizing measure for violations of goals. The objective function for solving the problem is determined as follows:

Cost1 (minimizing the number of Stations) = cycle time (c) x number of stations (K)

Cost2 (minimizing the number of turns in a station) = cycle time (c) x number of direction turns in a station (R)

Cost3 (minimizing the number of lifter changes in station and between adjacent stations) = (cycle time (c) / 2) x number of lifter changes in a station (P)

Cost4 (minimizing the number of combiner/connector changes within a station) = (cycle time (c) /3) x number of combiner/connector change in a station (SR)

$$\min Cost = Cost1 + Cost2 + Cost3 + Cost4$$

$$\min Cost = [c \times k] + [c \times R] + \left[\left(\frac{c}{2}\right) \times p\right] + [(\frac{c}{3}) \times sr]$$

c : cycle time
K : total number of stations (K=1…k)
R : number of direction turns in a station (R=1…r)
P : number of lifter changes in a station (P=1…p)
SR : number of combiner/connector in a station (SR=1….sr)

As seen from the cost function, objectives are weighted by the ratio of cycle time according to their priorities. The priorities are defined by the company according to their preferences. Task times, the position of tasks to be operated, the need of lifter and the combiner/connector changes are the parameters of problem and are already known. Some tasks can be performed from both directions while others should be performed from one direction. It is also similar for lifter usage of tasks. The solution should determine the station assignments of tasks, the position of the product in the station, the usage of lifter in the station and the usage of combiner or connector in the station.

3. SOLUTION ALGORITHM

A Hyper-heuristic algorithm based on simulated annealing is used to solve the problem. The recently developed hyper-heuristic algorithm by Secme and Özbakır (in review) operates independent of ALB specifications. The developed algorithm does not need particular knowledge (domain knowledge). Therefore, it can be easily applied to other types of ALB problems with minor changes.

The developed hyper-heuristic algorithm consists of two modules (Figure 1). The first one, simulated annealing module, works in accordance with simulated annealing meta-heuristic principles, manages low-level heuristics in solving the problem, evaluates the neighborhood solution and the performance of low-level heuristics. The second one, task selection and assigning module, produces a valid and a proper solution to the problem, assigns the tasks to the stations, and uses the sequencing heuristics as low-level heuristics in the selection of tasks.

The task selection and assigning module, which assigns the tasks to the stations within the simulated annealing mechanism, is a derivation of the well-known COMSOAL heuristic in the context of assembly line balancing. The performance of the neighborhood solution in accordance with the objective function is also calculated in this task selection and assignment module.

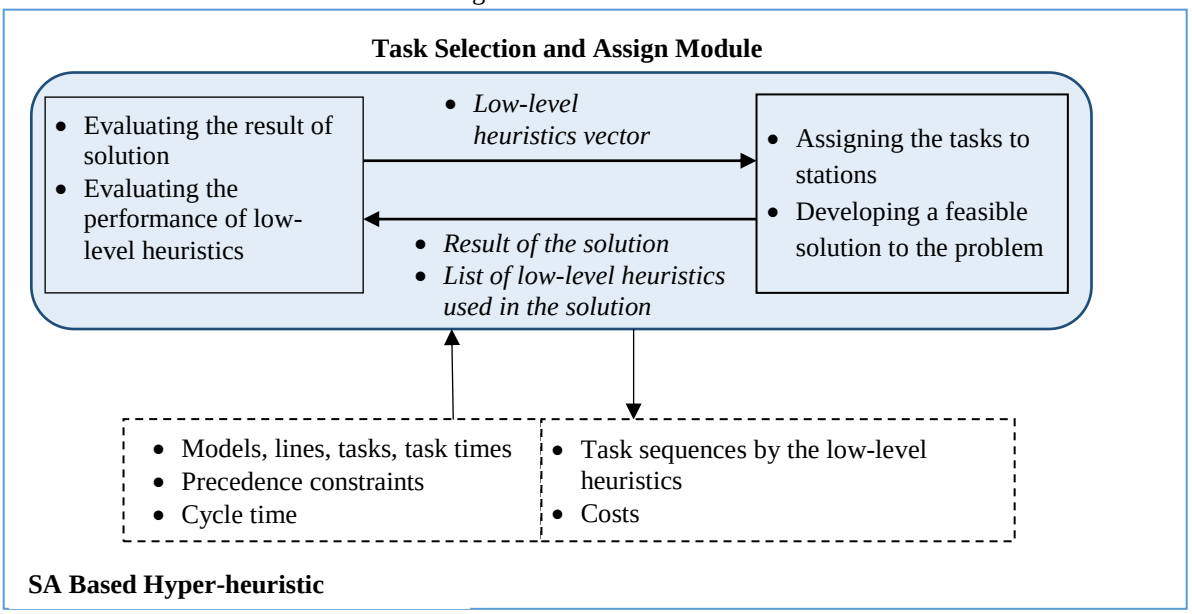


Figure 1. Hyper-heuristic mechanism

Sequencing heuristics that are well known in the literature are used to select a task from the assignable tasks set. These low-level heuristics are determined as listed below:

- Shortest Processing Time
- Minimum Total Number of Successor Tasks
- Maximum Total Time of Successor Tasks
- Maximum Total Number of Predecessor Tasks
- Maximum Total Time of Predecessor Tasks
- Longest Processing Time
- Maximum Total Number of Successor Tasks
- Minimum Total Time of Successor Task
- Minimum Total Number of Predecessor Tasks
- Minimum Total Time of Predecessor Tasks

The performance of low-level heuristics is recorded with respect to quality of solution at each iteration step. A well performed low-level heuristics promoted to make it more eligible at next iteration. Opposite to it, low-level heuristics which produced a non-improved solution is penalized to decrease the eligibility. Hyper-heuristic select a combination of low-level heuristics which will applied to problem with respect to performances. For more detailed explanation of the algorithm execution, please refer to Seçme and Özbakır (in review).

4. RESULTS AND DISCUSSION

In this study an ALB problem with product and station constraints is considered. As the problem is real world application problem, the problem specific restrictions that reflect company preferences is integrated into general single model ALB problem structure. Ten different sequencing heuristics are implemented for solving the problem by hyper-heuristic. While the low-level heuristics search in the solution space of the problem, hyper heuristic searches over the proper order of low-level heuristics.

The proposed hyper-heuristic algorithm coded in Matlab© and applied to real world problem. The data of 3 models are executed on the algorithm. The parameters used in the algorithm are determined by the previous research presented by authors about the SA and hyper-heuristics (Seçme and Özbakır, in review) The algorithm is executed on Intel Core i3 3.10 GHz pc with 4 GB Ram. The termination criterion of the algorithm is specified as to 500 non-improved solution numbers. A number experimental trials are executed to determine the temperature level and other standard parameters for SA algorithm. The experimental results and observations are as follows:

- The solutions provided by the hyper-heuristic is better than the current system. Even the applied current system does not consider the restrictions, algorithm provides lower station numbers with fully meeting first two restrictions.
- The algorithm produces solutions compatible with objective function. The solutions with lower cost contributions are preferred by the algorithm. Therefore, the effect of cost parameters are taken into account by solution process.
- The ratings (eligibility) of the low-level heuristics are clearly separated from each other. This means that the hyper-heuristic used the low-level heuristics properly and deliberately.
- When the problem solved as a single model ALB problem without specified restrictions, the solutions with less number of stations are found. The problem specific preferences are effecting the solutions directly and the solution approach properly operates regarding to these restrictions.

Table 1. Results for different cycle times.

Cycle time (c)	Minimum station number (K)	Line Balance	Number of direction changes in a station	Number of lifter usage changes in a station	Number of changes of combiner into station	Number of changes of connector into station
114	23	0.71	0	0	8	2
108	24	0.72	0	0	8	2
105	25	0.71	0	0	5	2
98	27	0.70	0	2*	4	4
93	29	0.69	0	2*	9	3
90	25	0.82	6**	2*	8	2

* The restriction about the lifter usage is relaxed.

** The restriction about direction changes is relaxed.

The results of solution algorithm for different cycle times can be seen in Table 1. When the first two restrictions (direction change and lifter usage) are relaxed, better line balances reached. In addition, because of stability and lower weight in objective function of the last two restrictions (combiner change and connector change), we can say that they have relatively low effect on the problem solution. This is a natural result due to the preferences of the company. Without a real life application case, effects of different objectives could be evaluated by normalizing the components of objective function.

It is concluded from the results and evaluations that the proposed hyper-heuristic approach can be used effectively in the solution of the specialized ALB problems consisting product and station restrictions.

REFERENCES

Amen, M. (2001). Heuristic methods for cost-oriented assembly line balancing: A comparison on solution quality and computing time. International Journal of Production Economics, 69, 255-264.

Bard, J. F., Dar-El, E., & Shtub, A. (1992). An analytic framework for sequencing mixed model assembly lines. International Journal of Production Research, 30, 35-48.

Bartholdi, J. J. (1993). Balancing two-sided assembly lines: A case study. International Journal of Production Research, 31, 2447-2461.

Baybars, İ. (1986). A Survey of Exact Algorithms for the Simple Assembly Line Balancing Problems. Management Science, 32(8), 909-932.

Baykasoglu, A. (2006). Multi-rule multi-objective simulated annealing algorithm for straight and U type assembly line balancing problems. Journal of Intelligent Manufacturing, 17, 217-232.

Becker, C., & Scholl, A. (2006). A survey on problems and methods in generalized assembly line balancing. European Journal of Operational Research, 168(3), 694-715.

Buckhin J., Rubinovitz J. (2003) A weighted approach for assembly line design with station paralleling and equipment selection, IIE Transactions.

Bukchin, J., & Tzur, M. (2000). Design of flexible assembly line to minimize equipment cost. IIE Transactions, 32, 585-598.

Bukchin, J., Dar-El, E. M., & Rubinovitz, J. (2002). Mixed-model assembly line design in a make-to-order environment. Computers and Industrial Engineering, 41, 405-421.

Burke, E. K., Gendreau, M., Hyde, M., Kendall, G., Ochoa, G., Ozcan, E., et al. (2013). Hyper-heuristics: A Survey of the State of the Art. Journal of the Operational Research Society , 64 (12), 1695-1724.

Burns, L. D., & Daganzo, C. F. (1987). Assembly line job sequencing principles. International Journal of Production Research , 25, 71-99.

Dobson, G., & Yano, C. A. (1994). Cyclic scheduling to minimize inventory in a batch flow line. European Journal of Operational Research , 75, 441-461.

Erel, E., Sabuncuoğlu, İ., & Aksu, B. A. (2001). Balancing of U-type assembly systems using simulated annealing. International Journal of Production Research, 39(13), 3003-3015.

Ghosh, S., & Gagnon, R. J. (1989). A comprehensive literature review and analysis of the design, balancing and scheduling of assembly systems. International journal of Production Research, 27(4), 637-670.

Gökçen, H., Ağpak, K., & Benzer, R. (2006). Balancing of parallel assembly lines. International Journal of Production Economics, 103(2), 600-609.

Kottas, J., & Lau, H. (1981). A stochastic line balancing procedure. International Journal of Production Research, 19, 177-193.

McMullen, P., & Frazier, G. (1998). Using simulated annealing to solve a multi objective assembly line balancing problem with parallel workstations. International Journal of Production Research, 36, 2717-2741.

McMullen, P., & Tarasewich, P. (2003). Using ant techniques to solve the assembly line balancing problem. IIE Transactions , 35, 605-617.

Miltenburg, J., & Wijngaard, J. (1994). The U-line Line Balancing Problem. Management Science, 40(10), 1378-1388.

Ozbakır, L., Baykasoglu, A., Gorkemli, B., & Gorkemli, L. (2011). Multiple-colony ant algorithm for parallel assembly line balancing problem. Applied Soft Computing , 11, 3186-3198.

Pastor R. and A. Corominas (1999). Assembly line balancing with work zone and station load time windows constraints. Assembly and Task Planning, ISATP 99 Proceedings of the 1999 IEEE International Symposium.

Sabuncuoglu, I., Erel, E. and Alp, A., (2009). Ant colony optimization for the single model u-type assembly line balancing problem. International Journal of Production Economics, 120 (2), 287-300.

Scholl, A., & Becker, C. (2006). State-of-the-art exact and heuristic solution procedures for simple assembly line balancing. European Journal of Operational Research, 168, 666-693.

Seçme, G., and Özbakır, L. Hyper-heuristic Approach to Stochastic Parallel Assembly Line Balancing Problem with Machine/Equipment Costs. Computers & Industrial Engineering, (in review).

Shin, D. (1990). An Efficient Heuristic for Solving stochastic assembly line balancing problems. Computers and Industrial Engineering, 18(3), 285-295.

Suresh, G., & Sahu, S. (1994). Stochastic assembly line balancing using simulated annealing. International Journal of Production Research , 32, 1801-1810.

Yano, C. A., & Bolat, A. (1989). Survey, development and application of algorithms for sequencing paced assembly lines. Journal of Manufacturing and Operations Management (2), 172-198.

BANKALARIN FİNANSAL PERFORMANSLARININ DEĞERLENDİRİLMESİNE YÖNELİK BÜTÜNLEŞİK BİR YAKLAŞIM: TÜRK BANKACILIK SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA

Hasan Selim
Dokuz Eylül Üniversitesi

Şebnem Yılmaz Balaman
Dokuz Eylül Üniversitesi

Hülya Güçdemir
Celal Bayar Üniversitesi

ÖZET

Bu çalışmada, bankaların finansal performanslarının değerlendirilmesine yönelik bütünleşik bir yaklaşım geliştirilmesi amaçlanmıştır. Geliştirilen yaklaşım, bankaların finansal performanslarını etkileyen temel finansal faktörlerin belirlenmesinde faktör analizini, finansal performanslarının değerlendirilmesinde ve karşılaştırılmasında ise veri zarflama analizini kullanmaktadır. Önerilen yaklaşımın uygulanabilirliğini ortaya koymak amacıyla, Türkiye'de bankacılık sektöründe faaliyet gösteren ticari bankaların performanslarının değerlendirilmesine yönelik kapsamlı bir uygulama sunulmuştur. Bu kapsamda 57 adet finansal orandan faydalanılarak 44 bankaya ilişkin performans değerlendirmesi yapılmıştır. Gerçekleştirilen uygulama, önerilen yaklaşımın uygulanabilirliğini ortaya koymaktadır. Önerilen yaklaşımın, banka yöneticileri, yatırımcılar, ilgili devlet kurumları ve derecelendirme kuruluşları tarafından kullanılabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Sözcükler: Bankaların performansının değerlendirilmesi, Faktör analizi, Veri zarflama analizi,

A COMBINED APPROACH FOR FINANCIAL PERFORMANCE EVALUATION IN BANKS: APPLICATION TO TURKISH BANKING SECTOR

ABSTRACT

The purpose of this study is to propose a combined approach for financial performance evaluation in Banks. The proposed approach respectively employs factor analysis and data envelopment analysis to explore the major financial factors that affect the financial performance of banks, and to evaluate and compare the financial performances of the banks. To explore the viability of the proposed approach, this study presents an up-to-date and comprehensive application on performance evaluation of commercial banks operating in Turkish Banking sector. In the application, performances of 44 commercial banks operating in Turkey are evaluated by using 57 financial ratios. The results of the application validate the practicability of the proposed approach. The approach can be utilized by the managers of banks, investors, government units and rating agencies to evaluate the financial performances of banks.

Keywords: Financial performance evaluation of banks, Factor analysis, Data envelopment analysis,

1. GİRİŞ

Bankalar ülkelerin ekonomik ve sosyal gelişiminde temel role sahip kurumlardandır. Günümüzde, ekonomik küreselleşmenin vardığı boyut bankacılık sektöründeki rekabeti çok yüksek düzeylere çıkarmıştır. Bir ülkede faaliyet gösteren bankaların finansal performansları o ülkenin ekonomik istikrarını doğrudan etkilemektedir.

Tüm dünya ekonomilerinin maruz kaldığı son yaşanan küresel ekonomik krizin negatif etkileri özellikle 2008 ve 2009 yıllarında Türkiye'de de görülmüştür. Küresel kriz döneminde, gelişmekte olan ülkelere sermaye girişleri azalmış, bazı ülkelerde sermaye ihracı görülmüş, uluslararası piyasalardan borçlanma maliyetleri artmış ve uluslararası sermaye makroekonomik dengesizliklere daha duyarlı hale gelmiştir. Gelişmekte olan pek çok ülkede ulusal para birimlerinde değer kayıpları yaşanmış, faiz oranları artmış ve varlık fiyatlarında hızlı bir düşme olmuştur. Gelişmekte olan ülkelerin çoğu küresel risklerin negatif etkilerini azaltmak amacıyla büyüme oranında azalma pahasına yeniden dengeleme politikaları izlemişlerdir. Bir ülkedeki negatif ekonomik koşullar o ülkede faaliyette bulunan bankaların iflas etme/başarısız olma olasılığını arttırabilmektedir. Ancak, negatif koşullara sahip aynı makroekonomik çevrede faaliyette bulunmalarına rağmen sağlıklı bir yapıya sahip olan bankalar varlıklarını devam ettirebilmektedir. Bu nedenle, bankaların finansal performanslarının öngörülmesi ve bu kapsamda değerlendirmeler yapılması ekonomik sistemin sağlıklı bir şekilde işlemesi açısından son derece önemlidir. Bu gerçeklerden hareketle, bu çalışmada, bankaların finansal performanslarının değerlendirilmesine yönelik bütünleşik bir yaklaşım geliştirilmiştir. Önerilen yaklaşımın uygulanabilirliğini ortaya koymak amacıyla, Türkiye'de faaliyet gösteren ticari bankaların performanslarının değerlendirilmesine yönelik kapsamlı bir uygulama sunulmuştur.

Çalışmanın ilerleyen bölümleri şu şekilde yapılandırılmıştır. İkinci bölümde ilgili literatür özetlenmiş olup üçüncü bölümde Türk bankacılık sektörüne yönelik bir uygulamaya yer verilmiştir. Dördüncü ve son bölümde ise elde edilen sonuçlar sunulmuştur.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Literatürde bankaların mali performanslarının değerlendirilmesine veya tahminine yönelik olarak gerçekleştirilmiş çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Yazım alanı kısıtı nedeniyle, çalışmamızın bu bölümünde ilgili alanda son yıllarda gerçekleştirilmiş olan bazı literatür taraması çalışmalarına ve Türkiye'deki bankacılık sektörüne yönelik bazı uygulamalı çalışmalara kısaca değinilecektir.

Fethi ve Pasiouras (2010), gerçekleştirdikleri literatür taramasında, 1996-2009 yılları arasında yayınlanmış olan ve yöneylem araştırması ve yapay zeka tekniklerini kullanarak bankaların etkinliğini ve performansını değerlendiren 196 çalışmayı incelemişlerdir. Çalışmada, veri zarflama analizi (VZA)'nin bankaların etkinliğinin tahminlenmesine yönelik kullanımına detaylı bir şekilde yer verilmiş, bunun yanında yapay sinir ağları ve çok kriterli karar verme gibi yöneylem araştırması ve yapay zeka tekniklerini kullanan çalışmalara değinilmiştir. Kumar ve Ravi (2007), 1968-2005 yılları arasında yayınlanmış olan ve istatistiksel yöntemler ve zeki teknikler kullanarak iflas tahmini problemini ele alan çalışmaları kapsamlı bir şekilde incelemişlerdir. Sun vd. (2014), finansal başarısızlık tahminini ele alan çalışmaları analiz ederek kapsamlı bir değerlendirme sunmuşlardır. Paradi ve Zhu (2013), gerçekleştirdikleri literatür incelemesinde banka şubelerinin etkinliklerini VZA ile ele alan ve 24 farklı ülke/bölgede gerçekleştirilmiş olan 80 yayını analiz etmişlerdir. Çalışmada, VZA modellerinin tasarlanmasına yönelik kritik konulara değinilmiş ve ilgili alanda gerçekleştirilebilecek çalışmalara ilişkin önerilerde bulunulmuştur.

İlgili literatürde, Türkiye'deki bankacılık sektörüne yönelik, uygulamalı bazı performans değerlendirme çalışmaları da yer almaktadır. Örneğin, Yolalan (1996) tarafından yapılan çalışmada banka bilançolarından yararlanarak türetilen finansal oranlar kullanmış ve banka gruplarının göreli etkinlikleri VZA kullanılarak incelenmiştir. Çalışmada, yabancı ve özel bankaların kamu bankalarına oranla daha etkin oldukları saptanmıştır. Karamustafa (1999), Türk finans sektöründe faaliyet gösteren ticaret bankalarının finansal karakteristiklerinin 1990-1997 döneminde nasıl bir değişim gösterdiğini ortaya koyma amacını taşıyan çalışmasında 18 finansal oran kullanarak faktör analizi gerçekleştirmiş ve beş faktör saptamıştır. Çalışmada, ilk üç faktör toplam varyansın büyük kısmını açıkladığı için bu faktörlerin finansal karakteristikleri belirleyen en önemli faktörler olduğu ifade edilmektedir. Bu faktörler önem sırasına göre; "sermaye yeterliliği ve aktif kalitesi", "karlılık ve gelir-gider yapısı" ve "likidite" olarak adlandırılmıştır. Çingi ve Tarım (2000) VZA kullanarak, 1989–1990 yıllarında 4'ü kamu, 17'si özel banka olmak üzere toplam 21 ticari bankanın göreli etkinliğini değerlendirmişlerdir. Çalışmada, etkinlik sıralamasının her yıl değişken nitelikte olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, araştırmaya konu olan dönemde özel sektöre ait bankaların göreli olarak kamu banklarından daha etkin oldukları saptanmıştır.

Boyacioglu vd. (2009), Türkiye'deki bankaların finansal başarısızlıklarını tahminlemek amacıyla çeşitli yapay zeka teknikleri, destek vektör makineleri ve çok değişkenli istatistiksel analizler kullanmışlar ve bu

metotlara ilişkin karşılaştırmalar yapmışlardır. Çalışmada yer alan analizlerde altı grupta yer alan 20 farklı finansal oran kullanılmıştır. Öğüt vd. (2012), çoklu ayırma analizi ve sıralı logit model gibi iki istatistiksel teknik ile destek vektör makineleri ve yapay sinir ağları gibi iki veri madenciliği tekniği kullanarak, 26 adet finansal oran vasıtasıyla Türk bankalarının finansal güçlerini tahminlemişlerdir. Celik ve Karatepe (2007), bankacılık krizlerinin değerlendirilmesinde ve tahminlenmesinde yapay sinir ağlarının performansını analiz etmişlerdir. Çalışmada, Türk bankacılık sektörüne yönelik bir uygulama sunulmuş, iki farklı yapay sinir ağı modeli oluşturulmuş ve ağ topolojilerinin optimizasyonunda Taguchi yaklaşımı kullanılmıştır. Canbas vd. (2005), ticari bankaların başarısızlıklarının tahminlenmesine yönelik olarak çok değişkenli istatistiksel analize dayalı metodolojik bir çerçeve önermişler ve bu metodolojiyi Türk bankacılık sektöründe uygulamışlardır. Çalışmada, bankaların finansal durumlarının değişimini açıklayan en önemli finansal faktörlerin belirlenmesinde temel bileşenler analizi kullanılmıştır. Bu analizin ardından, ayırma analizi, logit ve probit modeller kullanılarak, ele alınan bankaların gelecekteki durumlarına yönelik değerlendirmeler yapılmıştır. Bayyurt (2013), TOPSIS, ELECTRE III gibi çok kriterli karar verme teknikleri ve VZA kullanarak Türk ve yabancı bankaların performanslarını karşılaştırmıştır.

3. UYGULAMA

Bu çalışma kapsamında geliştirilen bütünleşik yaklaşım, çok değişkenli istatistiksel analiz ve çok faktörlü etkinlik analizini içermektedir. Daha açık bir ifadeyle, önerilen yaklaşım, bankaların finansal performanslarını etkileyen temel finansal faktörlerin belirlenmesinde faktör analizini, finansal performanslarının değerlendirilmesinde ve karşılaştırılmasında ise VZA'ni kullanmaktadır. Çalışma kapsamında yer alan uygulamada, 57 adet finansal orandan faydalanılarak ve 2011 yılı verileri kullanılarak Türkiye'de faaliyet gösteren 44 ticari bankaya ilişkin performans değerlendirmesi yapılmıştır.

3.1 Faktör Analizi

Faktör analizinin ilk aşamasında gerçekleştirilen güvenilirlik testi doğrultusunda 57 değişken arasından 15 değişken seçilmiş ve bu değişkenlerle faktör analizinin yapılmasına karar verilmiştir. Böylece, hem mali performansı değerlendirmek için ele alınan 57 değişkeni mümkün olduğunca kapsayan hem de güvenilir bir veri seti oluşturulmuştur. Seçilen değişkenler Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Güvenilirlik analizi sonucu seçilen değişkenler

Değişken No	Değişken Grubu	Değişken	Ortalama	Standart Sapma	Gözlem Sayısı
1	Sermaye Yeterliliği	Özkaynaklar / (Kredi + Piyasa + Operasyonel Riske Esas Tutar)	33,6	29,1	44
2		Özkaynaklar / Toplam Aktifler	25,0	23,8	44
3		(Özkaynaklar-Duran Aktifler) / Toplam Aktifler	21,0	22,9	44
4		Özkaynaklar / (Mevduat + Mevduat Dışı Kaynaklar)	540,4	2758,8	44
16	Likidite	Likit Aktifler / Toplam Aktifler	43,4	27,0	44
17		Likit Aktifler / Kısa Vadeli Yükümlülükler	217,1	554,1	44
19		Likit Aktifler / (Mevduat + Mevduat Dışı Kaynaklar)	546,8	2677,5	44
31	Gelir-Gider Yapısı	Faiz Gelirleri / Faiz Giderleri	54093,2	288481,5	44
33		Toplam Gelirler / Toplam Giderler	154,9	57,3	44
44	Şube Rasyoları	Şube Başına Toplam Aktif	613,2	1002,7	44
45		Şube Başına Toplam Mevduat	160,6	318,7	44
47		Şube Başına YP Mevduat	117,4	316,3	44
50		Şube Başına Net Kar	10,2	21,0	44
52	Faaliyet Rasyoları	(Personel Gideri + Kıdem Tazminatı) / Personel Sayısı (Bin TL)	115,9	91,4	44
56		Toplam Faaliyet Gelirleri / Toplam Aktifler	6,1	4,0	44

Bu çalışma kapsamında gerçekleştirilen faktör analizinde "temel bileşenler yöntemi" kullanılmıştır. Kullanılan veri setinin faktör analizine uygun olup olmadığını belirlemek amacıyla Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) ölçütü kullanılmış ve Bartlett küresellik testi (Bartlett's Test of Sphericity) yapılmıştır. Tablo 2'de yer alan sonuçlar kullanılan veri setinin faktör analizine uygun olduğunu ortaya koymaktadır.

Tablo 2. KMO ve Bartlett testi sonuçları

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy		0.551
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	275.715
	df	105
	Sig.	0.000

Bir sonraki aşama olan faktör sayısının belirlenmesinde ise Kaiser kriteri kullanılmıştır. Bu kritere göre, varyansa katılma miktarı (özdeğeri) 1'den büyük olan faktörlerin seçilmesi gereklidir. Tablo 3'de faktörlerin özdeğerleri ve varyansı açıklama yüzdeleri verilmiştir. Tabloda görüldüğü gibi, seçilen ilk beş faktör toplam varyansın % 78.6'sını açıklamaktadır.

Tablo 3. Faktörlerin özdeğerleri ve varyansı açıklama yüzdeleri

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	4.740	31.6	31.6	4.740	31.6	31.6	3.544	23.6	23.6
2	2.560	17.0	48.7	2.560	17.0	48.7	2.395	15.9	39.5
3	1.920	12.8	61.5	1.920	12.8	61.5	2.395	15.9	55.5
4	1.590	10.6	72.1	1.590	10.6	72.1	2.292	15.2	70.8
5	0.978	6.52	78.6	0.978	6.52	78.6	1.179	7.80	78.6
6	0.869	5.79	84.4						
7	0.795	5.29	89.7						
8	0.477	3.18	92.9						
9	0.383	2.55	95.5						
10	0.299	1.99	97.5						
11	0.165	1.09	98.6						
12	0.087	0.58	99.1						
13	0.056	0.38	99.5						
14	0.038	0.25	99.8						
15	0.027	0.18	100						

Faktör analizinde ele alınan faktörlerin kavramsal anlamlılığının sağlanması gerekmektedir. Bu amaçla, her bir değişken ile her bir faktör arasındaki ilişkiyi gösteren ve "faktör yükü" olarak adlandırılan korelasyon katsayılarını hesaplamak gereklidir. Faktörlerin kavramsal anlamlılığının daha iyi ifade edilebilmesi için Varimax döndürme yöntemi uygulanarak Tablo 4'de sunulan döndürülmüş faktör yükleri matrisi oluşturulmuştur.

Tablo 4. Döndürülmüş Faktör yükleri matrisi

	Component				
	1	2	3	4	5
VAR00019	0.868				
VAR00001	0.864				
VAR00004	0.796	0.374			
VAR00017	0.767				0.345
VAR00056		0.886			
VAR00003	0.463	0.828			
VAR00002	0.551	0.776			
VAR00052			0.880		
VAR00016	0.468		0.709		
VAR00044			0.685		
VAR00045			0.537		
VAR00050				0.912	
VAR00033				0.912	
VAR00031			0.460	0.630	
VAR00047					0.917

Döndürülmüş faktör yükleri matrisi ile faktörlerin kavramsal anlamlılığı ortaya çıkmıştır. Bu çalışma kapsamında, bankaların finansal performans değerlendirmesi için dikkate alınan 57 adet finansal oran faktör analizi vasıtasıyla beş faktöre indirgenmiştir. Toplam varyansın %23.62'sini açıklayan birinci faktörde likidite ve sermaye yeterliliği, ikinci faktörde sermaye yeterliliği, üçüncü faktörde faaliyet ve likidite, dördüncü faktörde gelir-gider ve şube, beşinci faktörde ise şube oranlarının yoğunlaştığı görülmüştür. Ele alınan faktörler, bu faktörleri en fazla açıklayan değişken grubu dikkate alınarak adlandırılmıştır. Bir sonraki aşamada ise analize konu olan bankaların faktör skorları hesaplanmıştır. Bankaların faktör skorları kısmi olarak Tablo 5'de sunulmuştur.

Tablo 5. Bankaların indirgenmiş faktör skorları

	F1	F2	F3	F4	F5
Türkiye Cumhuriyeti Ziraat Bankası A.Ş.	-0.42	-0.52	-0.48	-0.40	-0.14
Türkiye Halk Bankası A.Ş.	-0.68	-0.22	-0.58	-0.10	-0.08
Türkiye Vakıflar Bankası T.A.O.	-0.59	-0.28	-0.43	-0.27	-0.08
Adabank A.Ş.	5.16	0.42	-0.69	-1.09	-0.48
Akbank T.A.Ş.	-0.35	-0.34	-0.34	-0.27	0.04
Alternatif Bank A.Ş.	-0.60	-0.40	-0.59	-0.40	-0.29
Anadolubank A.Ş.	-0.52	-0.11	-0.71	-0.32	-0.34
Şekerbank T.A.Ş.	-0.46	-0.24	-0.63	-0.56	-0.27
Tekstil Bankası A.Ş.	-0.45	-0.30	-0.68	-0.46	-0.19
Turkish Bank A.Ş.	0.22	-0.62	-0.38	-0.71	-0.28

3.2 Veri Zarflama Analizi

Bu bölümde, faktör analizi sonucunda elde edilen beş faktöre ilişkin faktör skorları kullanılarak VZA gerçekleştirilmiş ve ele alınan bankaların finansal etkinlikleri göreceli olarak değerlendirilmiştir. Bu kapsamda, girdiye yönelik veri zarflama analizi modeli kullanılmıştır. Bu modelde, girdi değişkenleri olarak faktör skorları kullanılmış, çıktı olarak kullanılan değişkenler ise CAMELS kriterleri, literatürde dikkate alınan değişkenler ve uygun verilerin mevcudiyeti dikkate alınarak aşağıdaki şekilde belirlenmiştir.

- Özkaynaklar / Toplam aktifler
- Likit aktifler / Toplam aktifler
- Net dönem karı / Özkaynaklar
- Toplam Gelirler / Toplam Giderler

Bankaların düzenli ve güvenilir bir şekilde çalışmalarını temin etmek amacıyla uzaktan gözetim ve yerinde denetimin bir aracı olarak kullanılan CAMELS bileşik performans ölçütünde, C sermaye yeterliliğini (Capital adequacy), A varlık kalitesini (Asset quality), M yönetim yeterliliğini (Management adequacy), E kazanç durumunu (Earnings), L likiditeyi (Liquidity), S ise piyasa risklerine duyarlılığı (Sensitivity to market risk) temsil etmektedir.

DEAP paket programı kullanılarak gerçekleştirilen analiz sonuçları Tablo 6'da sunulmuştur. Veri zarflama analizi sonucunda elde edilen etkinlik değerleri ve referans gösterilme sayıları dikkate alındığında Akbank T.A.Ş., Türkiye Garanti Bankası A.Ş., Finansbank A.Ş. ve Societe Generate ele alınan bankalar arasında finansal performansı en yüksek bankalar olarak belirlenmiştir.

Tablo 6. Bankaların etkinlik değerleri

Banka	Etkinlik	Referans Gösterilme Sayısı	Banka	Etkinlik	Referans Gösterilme Sayısı
T.C. Ziraat Bankası A.Ş.	89	0	HSBC Bank A.Ş.	100	2
Türkiye Halk Bankası A.Ş.	100	1	ING Bank A.Ş.	64	0
Türkiye Vakıflar Bankası T.A.O.	79	0	Turkland Bank A.Ş.	92	0
Adabank A.Ş.	100	0	Bank Mellat	100	0
Akbank T.A.Ş.	**100**	**8**	Habib Bank Limited	100	0
Alternatif Bank A.Ş.	58	0	JPMorgan Chase Bank N,A,	100	0
Anadolubank A.Ş.	100	0	**Société Générale**	**100**	**10**
Şekerbank T.A.Ş.	75	0	The Royal Bank of Scotland N.V.	100	1
Tekstil Bankası A.Ş.	76	0	WestLB AG	100	1
Turkish Bank A.Ş.	100	1	İller Bankası A.Ş.	100	2
Türk Ekonomi Bankası A.Ş.	62	0	Türk Eximbank	100	6
Türkiye Garanti Bankası A.Ş.	**100**	**8**	Türkiye Kalkınma Bankası A.Ş.	100	1
Türkiye İş Bankası A.Ş.	85	0	Aktif Yatırım Bankası A.Ş.	100	4
Yapı ve Kredi Bankası A.Ş.	86	0	Diler Yatırım Bankası A.Ş.	100	1
Birleşik Fon Bankası A.Ş.	100	0	GSD Yatırım Bankası A.Ş.	100	1
Arap Türk Bankası A.Ş.	75	0	İMKB Takas ve Saklama Bankası A.Ş.	96	0
Citibank A.Ş.	100	2	Nurol Yatırım Bankası A.Ş.	94	0
Denizbank A.Ş.	100	1	Türkiye Sınai Kalkınma Bankası A.Ş.	100	1
Deutsche Bank A.Ş.	100	0	Bank Pozitif Kredi ve Kalkınma Bankası A.Ş.	100	4
Eurobank Tekfen A.Ş.	91	0	Credit Agricole Yatırım Bankası Türk A.Ş.	100	1
Fibabanka A.Ş.	51	0	Merrill Lynch Yatırım Bank A.Ş.	100	0
Finans Bank A.Ş.	**100**	**10**	Taib Yatırım Bank A.Ş.	100	2

Europe, Middle East and Africa (EMEA) Finance Journal, 2011 yılı "Avrupa Bankacılık Ödülleri" değerlendirmesinde güçlü bilançosu, sürdürülebilir büyüme performansı ve yenilikçi ürün ve hizmet sunumu sebebiyle Akbank'ı "Türkiye'nin En İyi Bankası" olarak seçmiştir. Ayrıca, saygın iş ve finans

dergilerinden Global Finance, "Orta ve Doğu Avrupa'da Gelişmekte Olan Piyasalardaki En İyi Bankalar (Best Emerging Market Banks in Central and Eastern Europe)" değerlendirmesinde Garanti Bankası'nı "Türkiye'nin En İyi Bankası" olarak belirlemiştir. Bunun yanında, Finansbank'ın ve Societe Generate'in başarılı mali göstergeleri bu çalışma kapsamında önerilen yaklaşımın güvenilirliğinin ve uygulanabilirliğinin göstergesi niteliğindedir.

4. SONUÇ

Bankaların finansal performanslarının değerlendirilmesi ve muhtemel başarısızlıklarının öngörülmesi finansal piyasaların sürdürülebilirliği ve ülke ekonomileri açısından büyük bir öneme sahiptir. Bu gerçek dikkate alınarak, bu çalışma kapsamında bankaların finansal performanslarının değerlendirilmesine yönelik olarak faktör analizi ve veri zarflama analizini içeren bütünleşik bir yaklaşım geliştirilmiştir. Bu çalışma, bankaların performans değerlendirmesinde çok sayıda ve çeşitte finansal oranı dikkate alması ve Türkiye'deki bankacılık sektöründe faaliyette bulunan ticari bankaların performanslarının değerlendirilmesine yönelik kapsamlı bir uygulama sunması açısından önemlidir. Çalışma kapsamında gerçekleştirilen uygulama, önerilen yaklaşımının uygulanabilirliğini ortaya koymaktadır. Önerilen yaklaşımın, banka yöneticileri, yatırımcılar, ilgili devlet kurumları ve derecelendirme kuruluşları tarafından kullanılabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

Fethi, M.D., Pasiouras, F., 2010. Assessing bank efficiency and performance with operational research and artificial intelligence techniques: A survey. European Journal of Operational Research 204, 189-198.

Kumar, P.R., Ravi, V., 2007. Bankruptcy prediction in banks and firms via statistical and intelligent techniques – A review. European Journal of Operational Research 180, 1-28.

Sun, J., Li, H., Huang, Q., He, K., 2014. Predicting financial distress and corporate failure: A review from the state-of-the-art definitions, modeling, sampling, and featuring approaches. Knowledge-Based Systems 57, 41-56.

Paradi, J.C., Zhu, H., 2013. A Survey on bank branch efficiency and performance research with data envelopment analysis. Omega 41, 61-79.

Yolalan, R., 1996. Türk bankacılık sektörü için göreli mali performans ölçümü. TBB-Bankacılar Dergisi 9,35-40.

Karamustafa, O., 1999. Bankalarda temel finansal karakteristikler: 1990-1997 sektör üzerinde ampirik bir çalışma". İMKB Dergisi 3(9), 1-19.

Çingi, S. ve Tarım, Ş.A., 2000. Türk banka sisteminde performans ölçümü: DEAMalmquist TFP endeksi uygulaması. Türkiye Bankalar Birliği Araştırma Tebliğleri Serisi, sayı: 2000-01.

Boyacioglu, M.A., Kara, Y., Baykan, Ö.K., 2009. Predicting bank financial failures using neural networks, support vector machines and multivariate statistical methods: A comparative analysis in the sample of savings deposit insurance fund (SDIF) transferred banks in Turkey. Expert Systems with Applications 36, 3355-3366.

Öğüt, H., Doğanay M.M., Ceyla, N.B., Aktaş, R., 2012. Prediction of bank financial strength ratings: The case of Turkey. Economic Modelling 29, 632-640.

Celik, A.E., Karatepe, Y., 2007. Evaluating and forecasting banking crises through neural network models: An application for Turkish banking sector. Expert Systems with Applications 33, 809-815.

Canbas, S., Cabuk, A., Kilic, S.B., 2005. Prediction of commercial bank failure via multivariate statistical analysis of financial structures: The Turkish case. European Journal of Operational Research 166, 528-546.

Bayyurt, N., 2013. Ownership effect on bank's performance: multi criteria decision making approaches on foreign and domestic Turkish banks. Procedia - Social and Behavioral Sciences 99, 919-928.

ÜRETİM PLANLAMASINDA SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ANLAYIŞI: UŞAK İLİ ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ ÖRNEĞİ

Mustafa Soba
Uşak Üniversitesi

Ali Şimşek
Uşak Üniversitesi

Ali Kestane
Dumlupınar Üniversitesi

Esra Erdin
Uşak Üniversitesi

ÖZET

Bu çalışmada, organize sanayi bölgesi imalat sektöründe faaliyet gösteren işletme yöneticilerinin üretim planlamasında sürdürülebilirlik ile ilgili görüşlerinin incelenmesi amaçlanmaktadır. Araştırmanın evrenini, Uşak Organize Sanayi Bölgesi (OSB) imalat sektöründe faaliyet gösteren işletmelerdeki yöneticiler oluşturmaktadır. Anket tekniği ile elde edilen verilere bir istatistik programında gerekli analizler yapılmıştır. Faktör analizi sonucu, 5 tane üretim planlaması boyutu (maliyet tasarrufu, sermaye kaynaklarına ulaşım, sektörel standartların belirlenmesinde etkin olma, kurumsal itibarın güçlendirilmesi ve pazar avantajları) elde edilmiştir. Çalışmanın sonucunda, İşletmenin mülkiyet yapısı, yöneticilerin cinsiyet, eğitim düzeyi ve görevleri ile boyutlar arasında anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Üretim Planlaması, Sürdürülebilirlik, OSB İmalat İşletmeleri

SUSTAINABILITY IN PRODUCTION PLANNING: USAK INDUSTRIAL ZONE SAMPLE

ABSTRACT

The aim of this study is the determination of executives' views in enterprises operating in the manufacturing sector about the role of sustainability in production planning. Create is the universe of the research executives of businesses operating in the manufacturing sector; Organized Industrial Zone (OIZ) in Usak. The data were obtained by survey technique and necessary analyses was made by a statistical program. As a result of factor analysis; 5 total size were obtained production planning dimension (cost savings, access to capital sources, be affective in determining the industry standards, strengthening of corporate reputation and market advantages). As a result of study; significant differences were detected between the ownership structure of the business, sexes of the managers, education level and tasks with dimension.

Keywords: Manufacturing Planning, Sustainability, OIZ Manufacturing Companies

1. GİRİŞ

İşletmelerin üretim faaliyetlerini etkileyen; fiyat, kalite, zaman, üretim ve dış kaynak kapasitesi, hammadde, piyasa, müşteri, rakipler ve işgücü gibi unsurlar bulunmaktadır. Bu unsurlar bağlamında minimum maliyet ya da maksimum kar amacına yönelik olarak işletmeler ana faaliyetlerini sürdürmektedirler (Şahin, 2015). Üretim faaliyetlerini belirleyen ve düzenleyen bir kavram olan **üretim planlaması** Sultanov'a göre (2004), işletmede üretimin başladığı andan itibaren son aşamaya kadar

üretim faktörlerinin ideal bir biçimde kullanılmasını ve üretim işletmelerinde düzenli bir akışın sağlanması şeklinde tanımlanmaktadır. Gerçekleşen küresel ekonomik değişmeler ile işletmelerin faaliyetlerini sürdürdüğü çevre daha dinamik ve belirsiz hale gelerek planlama faaliyetleri de işletmeler için hayati bir hale dönüşmüştür (Kobu, 1996; Büyükkeklik, 2007). **Üretim planlamasının amacı**, üretim sürecindeki işlemlerin en az maliyetle karşılanarak zamanında tüketici taleplerinin karşılanmasıdır (Tekin, 1999). Bu ana amaç doğrultusunda, modern bir üretim işletmesinde üretim planlamasının uygulanması gerekmektedir. İşletmelerin uygulaması için bazı nedenler aşağıda maddeler halinde sıralanmaktadır (Metin, 2010). Bunlar:

- ✓ Üretim sistemlerinin faaliyet yoğunluğu ve karmaşıklığı,
- ✓ İşletme için faaliyetlerin koordine edilmesinin gerekliliği,
- ✓ İşletmeler arasındaki bağlılık ve ilişkilerin gelişim göstermesi,
- ✓ Tüketici kitlesinin genişlemesi ve taleplerinde değişikliklerin meydana gelmesi,
- ✓ Tedarik ve dağıtım işlemlerinin geniş bir alana yayılması,
- ✓ Hizmet, kalite ve fiyat rekabetinde meydana gelen yoğunlaşma ve
- ✓ İşletmenin ekonomik seviyede çalışmasına olanak sağlamak üzere malzeme, zaman ve insan gücü kayıplarının minimum seviyeye indirilmesinin gerekliliği şeklindedir.

İşletmelerin yerel ve küresel ekonomide almış olduğu rol, ekonomik sorumlulukların yanında çevresel ve toplumsal yükümlülükleri de beraberinde getirmiştir. Bu durumun sonucu olarak, işletmeler; mevcut ortaklarının yanında potansiyel yatırımcılarına ve bütün paydaşlarına karşı sorumluluk üstlenmiş buna bağlı olarak yönetim anlayışlarında da **sürdürülebilirlik kavramı** önem arz etmiştir (Aksoy, 2013). **Sürdürülebilirlik**, literatürde birçok disiplinle ilişkilendirilerek farklı şekillerde tanımlanmıştır (Yavuz, 2010). Chapin vd.'ne (1996) göre ekoloji sisteminin faktörlerini, süreçlerini ve üretkenliğini gelecekte de sürdürebilme yeteneğidir. Kestane'ye (2016) göre ise, insanlığın bugün kullanmakta olduğu kaynakları; ekonomik, sosyal, çevresel, hukuksal ve ahlaki değerler süzgecinden geçirerek gelecekteki kuşakların da yaşamsal faaliyetlerini optimum seviyede devam ettirmelerine olanak sağlayacak bir şekilde değerlendirilmesidir. Yelkikalan ve Aydın'a göre (2010), bugünkü ihtiyaçların karşılanması ile birlikte gelecekteki kuşakların gereksinim duyacağı sosyal, ekonomik ve ekolojik kaynakların etkin kullanılmasıdır.

Sürdürülebilirlik anlayışını uygulamaya koymak için çeşitli düzenlemeler yapılmış ve WBCSD (World Business Council for Sustainable Development - Dünya Sürdürülebilir Kalkınma İş Konseyi) ve IISD (International Institution for Sustainable Development - Uluslararası Sürdürülebilir Kalkınma Kurumu), sürdürülebilir gelişme ekseninde faaliyet gösteren işletmelerin elde edebileceği faydaları aşağıdaki ana başlıklar altında sıralamıştır (Azapagic, 2003; Tokgöz ve Önce, 2009):

Maliyet Tasarrufu: Yenilikçi ve teknolojik materyaller geliştirilebilir, üretim maliyetlerinde, işçilik maliyetlerinde, iş sağlığı ve güvenliği maliyetlerinde tasarruf elde edilebilir. ***Sermaye Kaynaklarına Ulaşım:*** Sürdürülebilirlik anlayışı ile hareket eden işletmelerin düşük maliyetlerle ile borçlanmasına ya da daha düşük maliyetlerle sigortalanmasına olanak sağlanır. ***Sektörel Standartların Belirlenmesine Etkin Olma:*** Sürdürülebilirlik anlayışına uygun en iyi uygulamaları hayata geçiren işletmeler, sektörel standartların oluşturulmasında ve yasal düzenlemeleri yönlendirme konusunda rakiplerine oranla daha fazla güç sahibi olma fırsatı elde edebilirler. ***Kurumsal İtibarın Güçlendirilmesi:*** Sürdürülebilir gelişme uygulamalarıyla işletmeler, kurumsal itibarlarını güçlendirebilir ve nitelikli istihdamın oluşturulmasına katkı sağlayabilirler. ***Pazar Avantajları:*** Entegre tedarik zinciri yönetimine doğru yönelim ile birlikte işletmeler; müşterilerinin gözünde sadece ürün satan bir kurum olmanın yanı sıra sunulan hizmetler aracılığıyla müşterilerle daha derin ilişkiler kurulmasına da olanak sağlar.

Üretim planlaması konusu ile ilgili olarak literatürde; **robust optimizasyon yaklaşımı** (Güçlü, 2015), optimizasyon modeli (Leung vd., 2007), **doğrusal programla modeli** (Wang ve Liang, 2004; Büyükkeklik, 2007), **üretim planlaması ve kontrol sistemleri** (Guide, 2000), **stok kontrolü** (Laan ve Salomon, 1997) konularında çalışmalar yapılmıştır. Sürdürülebilirlik konusu ile ilgili ise literatürde; **ekolojik yenilik** (Çankaya ve Sezen, 2015), **kurumsal yönetim** (Michelon ve Perbonetti, 2012), **istatistiksel ölçüm teknikleri** (Eş, 2008), **sürdürülebilirlik araçları** (Ness vd., 2007) konularında çalışmalara rastlanılmıştır.

Çalışmanın ana konusu olan üretim planlaması ve sürdürülebilirlik konuları ile ilgili ulusal ve uluslararası literatürde birçok çalışmaya rastlanılmıştır. Bu çalışmanın; önemli olan ve birçok konu ile ilgili çalışılmış kavramların bütünleşik olarak incelenmediği görülerek literatürdeki bu boşluğun doldurulacağı düşünülmektedir. Bu çalışmanın önemi ise, üretim planlaması ve sürdürülebilirlik konularının yukarıda belirlenen sürdürülebilirlik fayda ölçütleri dâhilinde bütünleşik olarak incelenmesidir. Bu çalışmada Uşak ilinde organize sanayi bölgesinde faaliyet gösteren imalat sektöründeki işletmelerin yöneticilerinin üretim planlaması ve sürdürülebilirlik konusu ile ilgili görüşlerinin incelenmesi amaçlanmaktadır. Çalışma üç

ana bölümden oluşmakta olup; birinci bölümde çalışmanın kavramsal çerçevesi açıklanmış, ikinci bölümde; üretim planlaması ve sürdürülebilirlik konusu ile ilgili yapılmış ve rastlanılan çalışmalar özetlenerek yorumlanmış olup son bölümde ise; araştırmanın yöntemi ve bulguları açıklanarak yorumlanmaktadır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Çalışmanın bu bölümünde üretim planlaması ve sürdürülebilirlik konusu ile ilgili yapılmış ve rastlanılan çalışmalar konularına göre özetlenerek gruplandırılmıştır. **Üretim planlaması** konusu ile birçok alanda çalışmalara rastlanılmıştır. Güçlü'ye göre (2015), üretim planlaması problemine **robust optimizasyon yaklaşımı** ile yaptığı çalışmada; söz konusu yaklaşımın gelecekte karşılaşılabilecek problemlere karşı işletmelerin proaktif karar almalarını sağlayabileceğini belirtmiştir. Leung vd.'ne göre (2007), belirsiz bir ortamda çok tesisli üretim planlamasına yönelik yaptıkları çalışmada güçlü bir **optimizasyon modeli** geliştirmiş ve söz konusu model aracılığıyla üretim maliyeti, işçilik maliyeti, stok maliyeti ve değişken maliyetlerin en aza indirilebileceğini belirtmiştir. Wang ve Liang'e göre, (2004) toplam üretim planlamasına yönelik **çok amaçlı doğrusal programla modeliyle** yaptıkları çalışmada; söz konusu modelin üretim planlaması problemlerinde karar verme sürecini kolaylaştıran bir sistematik bakış açısı sağladığı belirtilmiştir. Büyükkeklik'e göre (2007), üretim planlama problemlerinde **doğrusal programlama modellerinin** kullanımına yönelik yaptığı çalışmada; geliştirilen modelin mevcut planlama modeline göre karar almada daha fazla katkı yaptığını belirtmiştir. Guide'ne göre (2000), Amerika'da faaliyet gösteren imalat işletmelerine yönelik üretim planlaması ve kontrolü üzerine yaptığı araştırmada; üretim planlama ve kontrolünde sorunlar olduğu ve yeni **üretim ve kontrol sistemleri** geliştirilmesinin gerekli olduğu belirtmiştir. Laan ve Salomon'a göre ise (1997), üretim planlaması ve **stok kontrolüne** yönelik yaptıkları çalışmada, itme-çekme stratejisi uygulanması ile maliyetlerin düşürülebileceğini belirtilmiştir.

Sürdürülebilirlik konusu da üretim planlaması konusu gibi araştırmacılar tarafından birçok kez tercih edildiği görülmektedir. Çankaya ve Sezen'in (2015) ekolojik yenilik ve sürdürülebilirlik arasındaki ilişkiye yönelik yaptıkları çalışmada; **ekolojik yenilik** ile işletmelerin ekonomik hedeflerine ulaşmasında sürdürülebilirlik performansı arasında anlamlı bir ilişki olduğunu, bu anlamda sürdürülebilir gelişmelerin ülke ekonomisine olumlu katkı sağlayabileceğini belirtmiştir. Michelon ve Perbonetti'nin (2012), sürdürülebilirlik ve **kurumsal yönetim** ilişkisine yönelik yaptıkları çalışmada; sürdürülebilirlik çalışmalarının üzerinde kurumsal yönetim anlayışının etkili olduğunu belirtmiş ve kurum yönetimin gücüyle birlikte işletmenin şeffaflığının artırılabileceğini belirtmiştir. Eş'in (2008:), firma düzeyinde sürdürülebilirlik performansı üzerine yaptığı çalışmada sürdürülebilirliğin **istatistiksel ölçüm tekniklerivle** de değerlendirilebileceği ve gelecek dönemlerde işletmelerin sürdürülebilirlik performansı değerlendirmesinde söz konusu tekniklerin kolaylık sağlayabileceğini belirtmiştir. Ness vd.'nin (2007), **sürdürülebilirlik araçlarının** sınıflandırmasına yönelik yaptıkları çalışmada; sürdürülebilirliğin çevre odaklı bir alandan daha geniş yelpazede değerlendirilebileceğini bu sayede sürdürülebilirliğin belli kalıplar dışına çıkıp gelecekte daha fazla çeşitli sürdürülebilirlik araçlarının oluşturulabileceğine değinmiştir.

3. YÖNTEM

Çalışmanın bu bölümünde; araştırmanın amacı, kapsamı, yöntemi ve araştırmada kullanılan verilerin toplanması ve analizi (güvenirliği ve iç tutarlılığı) açıklanmaktadır.

3.1. Araştırmanın Amacı, Kapsamı ve Yöntemi

Bu çalışmanın amacı, Uşak ili Organize Sanayi Bölgesinde faaliyet gösteren imalat sektörü yöneticilerinin üretim planlamasında sürdürülebilirlik anlayışının rolü hakkındaki görüşlerinin belirlenmesidir. Araştırmanın evrenini, Organize sanayi bölgesinde faaliyet gösteren işletmelerin yöneticileri oluşturmaktadır. Araştırmanın amacı ve önemine uygun olarak; 1 ana hipotez ve ana hipoteze bağlı 5 alt hipotez belirlenmiştir. Bunlar:

H_1: *Üretim Planlaması Boyutları ile işletmelerin ve yöneticilerin genel özellikleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır.*

H_{1a}: "Maliyet Tasarrufu" boyutu ile işletmelerin mülkiyet yapısı arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır.

H_{1b}: "Sektörel Standartların Belirlenmesine Etkin Olma" boyutu ile işletmelerin mülkiyet yapısı arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır.

H_{1c}: "Kurumsal İtibarın Güçlendirilmesi" boyutu ile yöneticilerin cinsiyetleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır.

H_{1d}: "Sermaye Kaynaklarına Ulaşım" boyutu ile yöneticilerin eğitim düzeyi arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır.

H_{1e}: "Maliyet Tasarrufu", "Sermaye Kaynaklarına Ulaşım", "Sektörel Standartların Belirlenmesine Etkin Olma" ve "Kurumsal İtibarın Güçlendirilmesi" boyutları ile yöneticilerin görevleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır.

Bu araştırma "betimsel" olarak tasarlanmış ve örnekleme yöntemi olarak "*kolayda örnekleme yöntemi*" tercih edilmiştir. Verilerin elde edilmesinde anket tekniği kullanılmış ve anketler yüz yüze olarak **22 Şubat-17 Haziran 2016** tarihleri arasında işletme yöneticilerine uygulanmıştır. Uygulanan anket içeriğinin oluşturulmasında daha önce yapılmış çalışmalardan **(İmsad, 2012; www.surveymonkey.com, 2016)** yararlanılmıştır. Oluşturulan anket formu 37 soru ve 3 grup sorudan oluşturulmuştur. Birinci grup sorular; sürdürülebilirliğin üretim planlamasındaki rolünü belirlenmeye yönelik 30 ifade yer almaktadır. Her bir ifade 1'den 5'e kadar kodlanmış ve katılma dereceleri **"Kesinlikle Katılmıyorum", "Katılmıyorum", "Ne Katılıyorum Ne Katılmıyorum", "Katılıyorum" ve "Kesinlikle Katılıyorum"** şeklinde düzenlenmiştir. İkinci grup sorularda, işletmelerin genel özelliklerinin belirlenmesine yönelik (işletmenin kuruluş yılı, personel sayısı ve mülkiyet yapısı) sorular bulunmaktadır. Son olarak üçüncü grup sorular ise, katılımcıların genel özelliklerinin belirlenmesine yönelik (görev, yaş, cinsiyet ve eğitim düzeyi) ifadeler bulunmaktadır.

3.2. Verilerin Toplanması, Güvenirlilik ve İç Tutarlılığı

Uygulama için 450 anket formu dağıtılmış ve elde edilen 264 anket formundan 231 tanesi değerlendirmeye uygun görülmüştür. Elde edilen veriler, "Microsoft Excel 2010" programında kodlanarak "SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) 17.0" programına aktarılmış olup bu programda uygun analizler yapılarak **(frekans analizi, ortalama, standart sapma, faktör analizi, homojenlik testi, tek örneklem t testi ve ANOVA)** sonuçlar özetlenmiştir. Araştırmada anket tekniği ile elde edilen verilerinin güvenirlilik analizi sonuçları elde edilen Cranbach's Alpha'nın (güvenirlilik katsayı değeri-$\propto$) 0,80 ve üzerimde çıkması durumunda, örneklemden elde edilen verilerin yüksek derecede güvenilir olduğu kabul edilmektedir (Tanrıöğen, 2012: 176). Anketteki verilerin güvenirliği ve iç tutarlılığı için ilk olarak ön test yapılmış ve $\propto$ değeri 0,845 çıkmıştır **(n=60 için $\propto$=0,845; k=30)**. Daha sonra ise tüm katılımcıların yer aldığı veriler için güvenirlik analizi yapılmış ve $\propto$ değeri ön test değerine yakın ve yüksek bir sonuç elde edilmiştir **(n=231 için $\propto$=0,859; k=30)**. Araştırmada üretim planlaması değişkenlerine ait 30 ifade faktör analizine tabi tutulmuş ve % 66,629'luk bir açıklayıcılık düzeyine sahip 5 boyut elde edilmiştir. Bu boyutlar; (i) maliyet tasarrufu, (ii) sermaye kaynaklarına ulaşım, (iii) sektörel standartların belirlenmesinde etkin olma, (iv) kurumsal itibarın güçlendirilmesi ve (v) pazar avantajları olarak tanımlanmıştır. Boyutların, $\propto$ değerleri 0,6'dan büyük ve ortalamaları 4'ün üzerindedir. En yüksek ortalamaya sahip boyut "pazar avantajları" ve en düşük ise "sermaye kaynaklarına ulaşım" boyutudur. Sonuç olarak üretim planlaması değişkenleri; toplam % 66,629 açıklayıcılığa ait 5 boyut altında yer alan 30 ifade ile ölçülebilmektedir **(KMO: 0,791; X^2: 1669,553; d: 435; p: 0,000)**. Faktör analizi yapıldıktan sonra elde edilen boyutların normallik testi değerlerine (basıklık ve çarpıklık) bakılmıştır. Normallik testi sonuçları Tablo 1'de gösterilmekte ve bu değerlerin istenilen aralıkta çıktığı görülmektedir.

Tablo 1: Boyutların Basıklık ve Çarpıklık Değerleri Sonuçları

Normallik Testi Değerleri				
Üretim Planlamasında Sürdürebilirlik Anlayışı Boyutları	Ort.	Std. Sp.	Basıklık	Çarpıklık
Maliyet Tasarrufu	4,31	0,610	-0,522	0,624
Sermaye Kaynaklarına Ulaşım	4,17	0,701	-0,483	-0,053
Sektörel Standartların Belirlenmesinde Etkin Olma	4,25	0,615	-0,318	-0,010
Kurumsal itibarın Güçlendirilmesi	4,25	0,608	-0,534	0,918
Pazar Avantajları	4,34	0,604	-0,445	0,025

4. BULGULAR

Bu bölümde işletmelerin genel özellikleri, yöneticilerin demografik ve genel özellikleri, yöneticilerin üretim planlamasında sürdürebilirlik konusu ile ilgili görüşleri ve üretim planlaması boyutları ile genel özellikler arasındaki analizler tablolar halinde yorumlanmaktadır.

4.1. Araştırmaya Katılanların ve İşletmelerin Genel Özellikleri ve Görüşleri

Araştırma kapsamında ankete katılan yöneticilerin ve işletmelerinin genel özellikleri özetlenerek yorumlanmaktadır. İşletmelerin genel özellikleri Tablo 2'de gösterilmektedir.

Tablo 2: İşletmelerin Genel Özellikleri

Değişkenler	n	%	Değişkenler	n

Değişkenler		n	%	Değişkenler		n	
Kuruluş Yılı	2000 yılı ve öncesi	103	44,6	Toplam Çalışan Sayısı	88 ve altı	208	90,0
	2001 yılı ve sonrası	128	55,4		89 ve üzerinde	23	10,0
	Ort.	2000±11,419			Ort.	88,40±63,812	
	Toplam	231	100		Toplam	231	100
Yarı Zamanlı Çalışan Sayısı	Kullanılmıyor	167	72,3	Mülkiyet Yapısı	Şahıs Şirketi	126	54,5
	10 ve altı	39	16,9		Adi Ortaklık	27	11,7
	11 ve üzerinde	25	10,8		Kolektif Şirket	2	0,9
	Ort.	10,71±2,540			Anonim Şirket	23	10,0
	Toplam	231	100		Limited Şirket	53	22,9
					Toplam	231	100

Elde edilen bulgulara göre işletmelerin %44,6'sı 2000 yılı öncesi, %55,4'ü 2001 yılı ve sonrasında kurulmuştur. İşletmelerin %72,3'ünün yarı zamanlı çalışan kullanmadığı görülmüştür. İşletmelerde toplam çalışan sayısı %90'ı 88 ve altı, %10'u 89 ve üzerinde olduğu görülmekte olup işletmelerin %54,5'inin şahıs şirketi şeklinde kurulduğu ve %0,9'unun ise kolektif şirket şeklinde kurulduğu görülmektedir. Tablo 3'de yöneticilerin genel özellikleri hakkında bilgiler verilmektedir.

Tablo 3: Yöneticilerin Genel Özellikleri

Değişkenler		n	%	Değişkenler		n	%
Görev	İşletme Sahibi	98	42,4	Cinsiyet	Kadın	62	26,8
	Genel Müdür	33	14,3		Erkek	169	73,2
	İKY Müdürü	29	12,6		Toplam	231	100,0
	Ön Büro Müdürü	42	18,2	Eğitim Düzeyi	İlkokul	12	5,2
	Pazarlama Müdürü	6	2,6		Ortaokul	18	7,8
	Üretim Müdürü	7	3,0		Lise	69	29,9
	Kalite Kontrol Müdürü	16	6,9		Önlisans	36	15,6
	Toplam	231	100,0		Lisans	85	36,8
Yaş	38 ve altı	115	49,8		Yüksek Lisans	11	4,8
	39 ve üst	116	50,2		Toplam	231	100,0
	Ort.	38,76±9,846					
	Toplam	231	100,0				

Tablo 3'deki verilere göre; yöneticilerinin %42,4'ü işletme sahibi; %14,3'ü genel müdür; %18,2'si ön büro müdürü ve %12,6'sının ise İKY müdürü olduğu görülmektedir. Yöneticilerin %49,8'inin 38 yaş ve altı; 50,2'sinin 39 yaş ve üstünde olduğu; %26,8'inin kadın ve %73,2'sinin erkek olduğu görülmektedir. Yöneticilerin eğitim düzeyleri açısından % 36,8'inin lisans, % 29,9'unun lise ve 15,6'sının önlisans seviyesinde olduğu görülmektedir. Üretim planlamasın ile ilgili ifadelerin ortalama değerleri incelendiğinde en yüksek ortalamaya sahip ifadenin 4,40±0,843 ile "Sürdürülebilirlik konusunda yapılan çalışmalar, şirketimizin finansal performansını orta ve uzun vadede olumlu etkiler" şeklindedir. En düşük ortalama ise, 3,99±0,899 ortalama ile "Şirketimizde sürdürülebilirlik anlayışı ile reklam ve halkla ilişkiler ve tanıtım uygulamalara önem verilmektedir" ifadesidir. Genel olarak üretim planlamasında sürdürülebilirliğin fayda boyutları ifadelerin ortalaması incelendiğinde, yöneticilerin için yüksek bir öneme sahip oldukları görülmektedir. Bir sonraki bölümde üretim planlaması boyutları ile yöneticilerin ve işletmelerin genel özellikleri arasındaki istatistiki analizler açıklanmaktadır.

4.2. Üretim Planlaması Boyutları ile Genel Özellikler Arasındaki Analizler

Yapılan analizler sonucunda (tek örneklem bağımsız t-testi) elde edilen değerler (sadece anlamlı farklılıklar tespit edilenler) özetlenerek aşağıda tablolar halinde sunulmuştur. Tablo 4'de yöneticilerin cinsiyetleri ile boyutlar arasındaki (tek örneklem t-testi analizi) analiz sonucu gösterilmemektedir.

Tablo 4: Katılımcıların Cinsiyetleri ile Boyutlar Arasındaki Analizler

Boyutlar	Değişken	n	Ort.	Std. Sp.	t	df	Anlamlılık
Kurumsal İtibarın Güçlendirilmesi	Kadın	62	4,11	0,546	-2,042	229	0,042
	Erkek	169	4,30	0,623	-2,17	122,918	

Tablo 4'deki sonuçlar incelendiğinde yöneticilerin cinsiyet durumu ile "kurumsal itibarın güçlendirilmesi" boyut **(p=0,042<0,050)** arasında anlamlı bir fark olduğu görülmektedir. Yöneticilerin cinsiyetleri ile diğer boyutlar arasında anlamlı fark bulunamamıştır (p>0,05). Erkek yöneticilerin kadın yöneticilere göre, "kurumsal itibarın güçlendirilmesi" boyutu açısından üretim planlamasındaki sürdürebilirlik için daha gerekli olduğunu düşünmektedirler. Tablo 5 ve 7 arasındaki analizde ANOVA testi kullanılmıştır. İşletmenin mülkiyet yapısı ile boyutlar arasındaki analiz sonucu Tablo 5'de gösterilmektedir.

Tablo 5: İşletmenin Mülkiyet Yapısı ile Boyutlar Arasındaki Analizler

		Kareler Toplamı	df	Ort. Karesi	F	p.	Anlamlı Fark
Maliyet Tasarrufu	Gruplar Arasında	5,2470	4	1,312	3,692	0,006	2-5 (0,498)
	Gruplar İçinde	80,311	226	0,355			
	Toplam	85,558	230				
Sektörel Standartların Belirlenmesinde Etkin Olma	Gruplar Arasında	3,2860	4	0,822	2,220	0,048	1-4 (0,389)
	Gruplar İçinde	83,649	226	0,370			
	Toplam	86,935	230				

(1: Şahıs Şirketi; 2: Adi Ortaklık; 3: Kolektif Şirket; 4: Anonim Şirket; 5: Limited Şirket)

Tablo 5'deki sonuçlar incelendiğinde işletmelerin mülkiyet yapıları ile "maliyet tasarrufu" (F=3,692; p<0,05) ve "sektörel standartların belirlenmesinde etkin olma" boyutları arasında (F=2,220; p<0,05) arasında anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir. Adi Ortaklık mülkiyet yapısındaki yöneticiler, Limited Şirket mülkiyet yapısındaki yöneticilere göre "maliyet tasarrufu" boyutunun üretim planlamasındaki sürdürebilirlik için daha önemli oldukları düşünmektedirler. Şahıs Şirketi mülkiyet yapısındaki yöneticiler, Anonim Şirket mülkiyet yapısındaki yöneticilere göre "sektörel standartların belirlenmesinde etkin olma" boyutunun üretim planlamasındaki sürdürebilirlik için daha önemli olduğunu öngörmektedirler. Diğer 3 boyut ile mülkiyet yapısı arasında anlamlı bir fark tespit edilememiştir (p>0,05). Yöneticilerin eğitim düzeyi ile boyutlar arasındaki analizin sonucu Tablo 6'da gösterilmektedir.

Tablo 6: Yöneticilerin Eğitim Düzeyi ile Boyutlar Arasındaki Analizler

		Kareler Toplamı	df	Ort. Karesi	F	p	Anlamlı Fark
Sermaye Kaynaklarına Ulaşım	Gruplar Arasında	5,488	5	1,098	2,296	0,046	6-1 (0,886)
	Gruplar İçinde	107,585	225	0,478			
	Toplam	113,074	230				

(1: İlkokul; 2: Ortaokul; 3: Lise; 4: Önlisans; 5: Lisans; 6: Yüksek Lisans)

Tablo 6'daki sonuç incelendiğinde yöneticilerin eğitim düzeyi ile "sermaye kaynaklarına ulaşım" boyutu (F=2,296; p<0,05) arasında anlamlı bir fark tespit edilirken diğer boyutlar (p>0,05) ile arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmektedir. Yüksek lisans eğitim düzeyine sahip yöneticiler ilkokul mezunu eğitim düzeyine sahip yöneticilere göre "sermaye kaynaklarına ulaşım" boyutunun üretim planlamasındaki sürdürebilirlik anlayışı için daha önemli olduğunu vurgulanmaktadır. Tablo 7'de yöneticilerin işletmedeki görevleri ile boyutlar arasındaki analizlerin sonuçları gösterilmektedir.

Tablo 7: Yöneticilerin Görevleri ile Boyutlar Arasındaki Analizler

		Kareler Toplamı	df	Ort. Karesi	F	p	Anlamlı Fark
Maliyet Tasarrufu	Gruplar Arasında	6,355	6	1,059	2,996	0,008	1-7 (0,511)
	Gruplar İçinde	79,203	224	0,354			
	Toplam	85,558	230				
Sermaye Kaynaklarına Ulaşım	Gruplar Arasında	10,189	6	1,698	3,697	0,002	1-7 (0,742)
	Gruplar İçinde	102,885	224	0,459			
	Toplam	113,074	230				
Sektörel Standartların belirlenmesinde Etkin Olma	Gruplar Arasında	6,327	6	1,055	2,930	0,009	1-7 (0,565)
	Gruplar İçinde	80,608	224	0,36			
	Toplam	86,935	230				
Kurumsal Itibarın Güçlendirilmesi	Gruplar Arasında	7,712	6	1,285	3,728	0,001	1-4 (0,364)
	Gruplar İçinde	77,223	224	0,345			
	Toplam	84,935	230				

(1: İşletme Sahibi; 2: Genel Müdür; 3: İKY Müdürü; 4: Ön Büro Müdürü; 5: Pazarlama Müdürü; 6: Üretim Müdürü; 7: Kalite Kontrol Müdürü)

Tablo 7'deki sonuçlar incelendiğinde yöneticilerin görevleri ile "maliyet tasarrufu" (F=2,996; p<0,05), "sermaye kaynaklarına ulaşım" (F=3,697; p<0,050), "sektörel standartların belirlenmesinde etkin olma" (F=2,930; p<0,050) ve "kurumsal itibarın güçlendirilmesi" boyutları (F=3,728; p<0,050) arasında anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. Sadece "pazar avantajı" boyutu ile arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır (p>0,050). İşletme sahipleri kalite kontrol müdürlerine göre; "maliyet tasarrufu", "sermaye kaynaklarına ulaşım" ve "sektörel standartların belirlenmesinde etkin olma" boyutlarının üretim planlamasındaki sürdürebilirlik açısından daha önemli olduğu düşünmektedirler. Ayrıca işletme sahipleri ön büro müdürlerine göre, "kurumsal itibarın güçlendirilmesi" boyutunun üretim planlamasındaki sürdürebilirlik anlayışı için daha çok önem arz etmektedir. Yapılan tüm analizler sonucunda sadece "pazar avantajı" boyutu ile işletmelerin ve yöneticilerin genel özellikleri arasında anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Tablo 4-7 arasındaki analizlerin sonuçlarına bakıldığında **tüm hipotezlerin kabul edildiği** görülmektedir.

5. SONUÇ

Bu çalışmanın amacı, Uşak organize sanayi bölgesinde, faaliyet gösteren imalat işletmesi yöneticilerinin üretim planlamalarında sürdürülebilirlik anlayışının; sürdürülebilirlikten beklenen fayda unsurlarına göre sınıflandırılarak görüşlerinin belirlenmesidir. Bu çalışmanın önemi ise, çalışmanın ana konularının bütünleşik olarak **(maliyet tasarrufu, sermaye kaynaklarına ulaşım, sektörel standartların belirlenmesinde etkin olma, kurumsal itibarın güçlendirilmesi ve pazar avantajları)** değerlendirilmesidir. Çalışmanın evreni olarak, 2016 yılında Uşak organize sanayi bölgesine kayıtlı ve faaliyet gösteren imalat işletmelerinin yöneticilerini kapsamakta olup örnekleme yöntemi olarak "*kolayda örnekleme yöntemi*" belirlenmiş ve veriler anket tekniği ile yüz yüze olarak evrene uygulanmıştır. Elde edilen veriler incelendiğinde imalat işletmelerinin ve bu işletmelerin yöneticileri ile ilgili aşağıdaki bulgular elde edilmiştir. Bunlar:

i) İşletmelerin yaklaşık olarak 2000 yılında kuruldukları,
ii) İşletmelerin %72'sinin yarı zamanlı personel çalıştırmadığı,
iii) İşletmelerin önemli bir çoğunluğunun 88 ve altı personele sahip olduğu,
iv) İşletmelerin genellikle şahıs şirketi ve limited şirket mülkiyet yapısını tercih ettikleri,
v) Yöneticilerin görev dağılımında yaklaşık olarak yarısının işletme sahibi oldukları,
vi) Yöneticilerin yaş ortalamasının 39 civarında oldukları,
vii) Yöneticilerin genellikle erkek oldukları ve
viii) Yöneticilerin yarısından fazlasının lise ve lisans eğitim düzeyine sahip oldukları belirlenmiştir.

Üretim planlamasında sürdürülebilirlikten beklenen fayda boyutları ile genel özellikler arasındaki analizler incelendiğinde aşağıdaki bulgular elde edilmiştir. Bunlar:

i) Yöneticilerin cinsiyet durumu ile "kurumsal itibarın güçlendirilmesi" arasında,
ii) İşletmelerin mülkiyet yapısı ile "maliyet tasarrufu" ve "sektörel standartların belirlenmesinde etkin olma" arasında,
iii) Yöneticilerin eğitim düzeyi ile "sermaye kaynaklarına ulaşım" boyutu arasında ve
iv) Yöneticilerin görevleri ile "maliyet tasarrufu", "sermaye kaynaklarına ulaşım" ve "sektörel standartların belirlenmesinde etkin olma" ve "kurumsal itibarın güçlendirilmesi" boyutları arasında anlamı farklılıklar olduğu belirlenmiştir.

Çalışmanın sonucunda, yöneticilerin eğitim düzeyi ve cinsiyeti, işletmelerin mülkiyet yapıları ile bazı boyutlar arasında anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. Yöneticilerin uygulamada daha etkin ve doğru kararlar alabilmesi için;

i) Görüş farklılıklarının nedenlerinin araştırılması ve çözüm odaklı yönetim anlayışının uygulanması,
ii) Eğitim ve toplantı faaliyetleri ile yönetici geliştirme programlarının yapılması ve
iii) Yöneticilerin gelişmesi açısından sertifikasyon uygulamalarının artırılması önerilmektedir.

6. TARTIŞMA

Üretim planlaması alanında literatürde; **robust optimizasyon yaklaşımı, doğrusal programla modeli, üretim planlaması ve kontrol sistemleri, stok kontrolü konularına** rastlanılmıştır. Sürdürülebilirlik alanında ise literatürde; **ekolojik yenilik, kurumsal yönetim, istatistiksel ölçüm teknikleri, sürdürülebilirlik araçları konularında** çalışmalara rastlanılmıştır. Bu çalışmada ise, kullanılan boyutların **(maliyet tasarrufu, sermaye kaynaklarına ulaşım, sektörel standartların belirlenmesinde etkin olma, kurumsal itibarın güçlendirilmesi ve pazar avantajları)** incelenen çalışmalarda değişken olarak tercih edilmediği görülmektedir. İncelenen çalışmalarda, **sürdürülebilirliğin;** "**çevresel**", "**sosyal**" ve "**ekonomik**" boyutlarının ele alındığı ve sonuçların ise bu çalışmadaki sonuçla **örtüşmediği** görülmektedir.

KAYNAKÇA

Aksoy, Ç. (2013), "Sürdürülebilirlik Performansının Değerlendirilmesine Yönelik Ölçek Önerisi ve Türkiye'deki İşletmelerde Uygulaması", Yayınlanmamış Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Azapagic, A. (2003), "Systems Approach to Corporate Sustainability: A General Management Framework", Process Safety & Environmental Protection, 81(5): 303-316.

Büyükkeklik, M. (2007), "Üretim Planlama Problemlerinde Doğrusal Programlama Modellerinin Kullanımı: Bir Üretim İşletmesinde Uygulama", Yayınlamamış Yüksek Lisans Tezi, Niğde Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Niğde.

Chapin III, F. S., Torn, M. S. ve Tateno, M. (1996), "Principles of Ecosystem Sustainability", The American Naturalist, 148(6): 1016-1037.

Çankaya, S. Y. ve Sezen B. (2015), "Ekolojik Yenilik İle Sürdürülebilirlik Performansı Arasındaki İlişkide Çevresel Belirsizliğin Moderatör Etkisi", Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi, 11(24): 111-134.

Eş, A. (2008), "Sürdürülebilirlik ve Firma Düzeyinde Sürdürülebilirlik Performans Ölçümü", Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bolu.

Guide, V. ve Daniel R. (2000), "Production Planning And Control For Remanufacturing: Industry Practice And Research Needs", Journal of Operations Management, 18: 467–483.

Güçlü, P. (2015), "Üretim Planlaması Modeline Robust Optimizasyon Yaklaşımı ve Bir Uygulama", Yayınlanmamış Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.

İmsad (2012), Sürdürülebilirlik Komitesi Sürdürülebilirlik Farkındalık Anketi Çalışması, İnşaat Malzemesi Sanayicileri Derneği, www.imsad.org, (Erişim Tarihi: 12.01.2016).

Kestane, A. (2016), "Kurumsal Sürdürülebilirlik Perspektifinde İşletmelerin Finansal Performansının Analizi ve Yatırımcı Davranışları Üzerine Bir Araştırma: BIST Sürdürülebilirlik Endeksinde Bir Uygulama", Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kütahya.

Kobu, B. (1996). Üretim yönetimi. (9. Baskı). İstanbul: İşletme Fakültesi Yayınları.

Kuşat, N. (2012), "Sürdürülebilir İşletmeler İçin Kurumsal Sürdürülebilirlik ve İçsel Unsurları", Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 14(2): 227-242.

Laan, E. W. D. ve Salomon, M. (1997), "Production Planning and Inventory Control with Remanufacturing and Disposal", European Journal of Operational Research 102: 264-278.

Leung, S. C. H., Tsang, S. O. S., Ng, W. L. ve Wu, Y. (2007), "A Robust Optimization Model For Multi-Site Production Planning Problem In An Uncertain Environment", European Journal of Operational Research 181: 224–238.

Metin, V. (2010), "Kimyasal Tesislerin Üretim Planlamasının Optimizasyonu", Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gebze İleri teknoloji Enstitüsü, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Gebze.

Michelon, G. ve Perbonetti, A. (2012), "The Effect Of Corporate Governance On Sustainability Disclosure", Journal Of Management Governance, 16: 477–509.

Ness, B., Urbel-Piirsalu, E., Anderberg, S. ve Olsson, L. (2007), "Categorizing Tools for Sustainability Assessment", Ecological Economics Review, 60: 498-508.

Sultanov, F. (2004), "Üretim Planlamasında Malzeme İhtiyaç Planlamasının Önemi ve Bir İşletme Uygulaması", Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.

Surveymonkey, (2016), Kurumsal Sürdürülebilirlik Anketi, https://www.surveymonkey.com/r/KurumsalSurdurulebilirlik?sm=ArqT23w35eqroc4wzlVGmeLXKzxmeqjKPfgL1mSMaNo%3D, (Erişim Tarihi: 12.01.2016).

Şahin, Y. (2015), "Yonga Levha Fabrikasında Tamsayılı Doğrusal Programlama Metodu İle Üretim Planlaması", Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Kahramanmaraş.

Tanrıöğen, A. (2012). Bilimsel Araştırma Yöntemleri. 3. Baskı, Ankara: Anı Yayıncılık.

Tekin, M. (2012). Üretim Yönetimi. Cilt-1. Yenilenmiş 8. Baskı, Konya: Günay Yayıncılık.

Tokgöz, N. ve Önce, S. (2009), "Şirket Sürdürülebilirliği: Geleneksel Yönetim Anlayışına Alternatif", Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 11(1): 249-275.

Wang, R. C. ve Liang, T. F. (2004), "Application of Fuzzy Multi-Objective Linear Programming to Aggregate Production Planning", Computers & Industrial Engineering, 46: 17-41.

Yavuz, V. A. (2010), "Sürdürülebilirlik Kavramı ve İşletmeler Açısından Sürdürülebilir Üretim Stratejileri", Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 7(14): 63-86.

Yelkikalan, N. ve Aydın, E. (2010), "Aile İşletmelerinin Yaşamlarını Sürdürebilmesinde Sonraki Kuşakların Duygusal Sahiplik Algılamasının Rolü ve Önemi: Türkiye'deki Kıdemli İşletmeler Üzerine Bir Araştırma", Yönetim Bilimleri Dergisi, 8(2): 81-120.

PERSONEL SEÇİMİNDE AHS-TOPSIS ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME TEKNİKLERİNİN UYGULANMASI: HAVACILIK SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA

Feyza Sofu

Ali Osman Kuşakçı
İstanbul Ticaret Üniversitesi

ÖZET

Günümüzde işletmelerin rakiplerine karşı rekabet avantajı sağlayabilmesi için, insan kaynağı seçimi göz ardı edilemez temel bir unsur olmuştur. İşletmelerin istekleri ve ihtiyaçları doğrultusunda en uygun personelin belirlenmesinin amaçlandığı personel seçim problemi, sözel ve sayısal kriterleri içeren çok kriterli karar verme problemi olarak adlandırılabilir. Bu çalışmada, personel seçimi sürecinde hibrid bir AHS-TOPSIS metodu önerilmiştir. Değerlendirici uzmanlar tarafından belirlenen, kriter etkisini tespit edebilmek amacıyla, çok kriterli karar verme yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Süreci ve adaylar arasında seçim yapabilmek için TOPSIS yöntemleri kullanılmıştır. Bu kapsamda, havacılık sektöründe hizmet veren bir firmada, çeşitli departmanlarda istihdam edilmesi planlanan genel uzman personel seçimi çalışması yapılmıştır. İşletmede personel alımında görevli üç uzman tarafından ilgili pozisyon için üç aday, Analitik Hiyerarşi Süreci metodu ile kriterlerin ağırlıkları belirlenerek, TOPSIS ile değerlendirilmiştir. Bu çalışma neticesinde; değerlendiricilerden farklı kriterlerde en çok beklenen düzeyde puanı alan aday olan Aday 1'in değil, kriter ağırlıklandırması ile ilgili pozisyon için daha uygun olduğu belirlenen Aday 3'ün seçilmesi gerektiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler*: *AHS-TOPSIS, Çok kriterli karar verme, Personel seçim

THE APPLICATION OF AHP-TOPSIS MULTICRITERIA DECISION MAKING TECHNIQUES IN PERSONNEL SELECTION: AN APPLICATION IN THE AVIATION SECTOR

ABSTRACT

In today's world, in order for businesses to gain a competitive edge over their rivals, the choice of the human resources has become a non-negligible fact. In this study, in order to determine the outcomes of the criterion in the personnel selection process, analytic hierarchy process (which is a multi-criteria decision making technique) as well as the TOPSIS (which is a method to make a selection among the applicants) have been used. In this context, the selection of the expert staff who will be employed in various departments within an aviation firm has been studied. Three experts who work at the personnel recruitment of the company provide three applicants who have comparatively been assessed for the respective position (by determining the criteria weights through AHS method, and by TOPSIS using the criteria weighting ratio). As a result of this study, it has been determined that not Applicant 1, who has scored the highest in different criterion, but Applicant 3 is to be chosen.

Keywords: AHP-TOPSIS, Multicriteria decision making, Personnel selection

1. GİRİŞ

Günümüzde, işletmeler arasında yaşanan ulusal ve uluslararası yoğun rekabet ve piyasa koşulları nedeniyle; sermaye, teknoloji veya kuruluş yeri gibi geleneksel kaynaklar, rekabet avantajı için temel faktörler olma özelliklerini kaybetmekte, işletmeler de bu kaynakların yerine yeni kaynaklara yönelmektedirler. Bu kaynakların başında ise insan kaynakları gelmektedir.

Teknolojinin gelişmesinden sonra küreselleşmenin etkiler, ulaştırma sektörü gibi işgücünün ön planda olduğu işletmelerde insan kaynağı seçiminin önemini daha da artırmaktadır. İnsan kaynakları departmanının en önemli görevlerinden birisi, iş için başvuru yapan adayları uygun pozisyona yerleştirmektir. Personel seçiminin sübjektif bir şekilde yapılabilmesi için öncelikle ölçme değerlendirme kriterlerinin belirlenmesi gerekir. Böylece belirli kriter ve ağırlıkları temel alınarak kullanılan yöntemlerde kişilerden bağımsız, ilgili pozisyona daha uygun kişiler istihdam edilerek yanlış kararların önüne geçilmiş olmaktadır. Bu nedenle de, insan kaynağının seçimi ile ilgili olarak yöneticiler, araştırmacılar yeni teknik ve metotlar geliştirmektedirler.

Bu çalışmada, havacılık sektöründe insan kaynakları planlanması için, veriler içinde hem sözel hem de sayısal kriterler yer aldığı için çok kriterli karar verme tekniklerinden Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) ve TOPSIS teknikleri kullanılarak personel seçimi modeli oluşturulmuştur. Çalışmanın birinci bölümünde benzer çalışmalara ait literatür taramasına yer verilmiş, ikinci bölümde kullanılan yöntemlere ait metodoloji çalışması yapılmış, üçüncü bölümde uygulama yapılmış ve son olarak da sonuç ve değerlendirmelere yer verilmiştir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Çalışmanın bu bölümünde, insan kaynakları seçimi alanında ÇKKV teknikleri kullanılarak yapılan çalışmalara yer verilmiştir.

Tablo 1. İnsan kaynağı seçimi alanında yapılan çalışmalar

Yazar(lar)	Çalışma Konusu	Yöntem(ler)	Kriterler
Kabak, Burmaoğlu ve Kazançoğlu (2012)	Profesyonel nişancı seçimi	Gri Analitik Ağ Süreci (GANP) Bulanık TOPSİS Bulanık ELECTRE	Fiziksel faktörler, fonksiyonel faktörler, kişilik faktörleri
El-Santawy (2012)	Uluslararası bir şirketin eğitim personeli seçimi	VIKOR	Yaş, iş deneyimi, şirket tecrübesi, insan kaynakları sınavı sonucu
Yıldız ve Deveci (2013)	Teknoloji firması personel seçimi	Bulanık VIKOR	İş tecrübesi,eğitim düzeyi,yabancı dil,aldığı eğitimler,sosyolojik ilişkiler
Doğan ve Önder (2014)	Bilişim sektöründe perakende zincir mağazalarında çalışacak satış temsilcisi seçimi	Analitik Hiyerarşi Sürecii(AHS) TOPSIS	Tecrübe/iş deneyimi, eğitim, mesleki gereklilikler, bireysel özellikler, dış görünüm
Vatansever ve Oncel (2014)	Bir üniversitenin İİBF İşletme bölümüne araştırma görevlisi seçimi	Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci(BAHS) TOPSİS	Diksiyon, fiziksel görünüş, akademik yeterlilik, iş tecrübesi, dışa dönüklük
Şimşek, Catır ve Ömürbek (2014)	Turizm sektöründe personel seçimi	Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci(BAHS)	Dışsal kriterler, içsel kriterler, mesleki yeterlilik, sorumluluk
Koyuncu ve Özcan (2014)	Otomotiv Sektöründe personel seçimi	Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) TOPSIS	Ön değerlendirme süreci, insan kaynakları mülakatı sonucu, teknik değerlendirme, referans kontrolü
Kusumawardani ve Agintiara (2015)	Telekomünikasyon şirketinde insan kaynakları yöneticisi seçimi	Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci(BAHS) TOPSIS	Değerlendirme merkezi puanı, eğitim seviyesi, mezun olduğu bölüm, performans göstergesi, kurum kültürü uyumu, iş deneyim süresi, mevcut işindeki pozisyonu, potansiyel yetenek göstergesi

3. METODOLOJİ

Çalışmanın bu bölümünde kullanılan tekniklerle ilgili açıklamalara yer verilmiştir.

3.1.Analitik Hiyerarşi Süreci

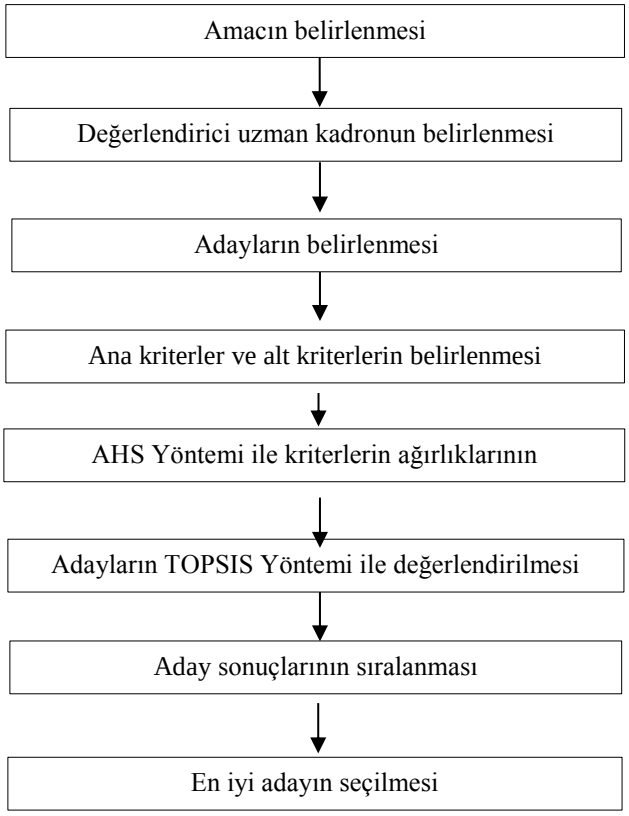
Birden fazla amaç olduğunda, alternatifler arasında seçim yapmak karar verici için zor olabilmektedir. Saaty (1990) tarafından geliştirilen Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) çok amaçlı problemlerde karar vericiye yardımcı olmak için geliştirilmiş bir araçtır.

3.2.TOPSIS

Çok kriterli karar verme yöntemlerinden olan, TOPSIS yöntemi, Chen ve Hwang tarafından Hwang ve Yoon'un çalışmaları referans gösterilerek ortaya konulmuştur. Yöntem, alternatif seçeneklerin belirli

kriterler doğrultusunda ve kriterlerin alabileceği en büyük ve en küçük değerler arasında ideal duruma göre karşılaştırılmasını içerir(Yurdakul ve Iç, 2003). Alternatifi k sayıda, kriterleri m tane olan çok kriterli karar verme problemi m boyutlu uzayda k noktaları ile gösterilebilir (Eleren ve Karagül, 2008). TOPSIS yöntemi, alternatifin pozitif ideal çözüm noktasına en kısa mesafede olması, negatif- ideal çözüm noktasına ise en uzak mesafede olması varsayımına göre oluşturulmuştur.

Şekil 1. Önerilen Yöntemin Adımları



4. UYGULAMA

Çalışmada, İstanbul'daki bir hava yolu firması için uzman seçimi problemi ele alınmıştır. Bu bağlamda üç aday ve üç değerlendirici uzman belirlenmiştir. Aday seçiminde kullanılacak sekiz kriter bulunmaktadır. Bu kriterler; kurum kültürüne uyum, iletişim becerisi, takım çalışmasına yatkınlık, öğrenme motivasyonu, problem çözme yaklaşımı, planlama ve organizasyon, kariyer gelişimi ile bilgi ve deneyimdir.

Tablo 2. Değerlendirme kriterleri

Değerlendirme Kriterleri	**Açıklama**
Kurum Kültürüne Uyum	Kurumu tanıma, kurumun kültürel değerlerine uygunluk, adaptasyon, profesyonel duruş sergileme, kurumu başarıyla teslim etme
İletişim Becerisi	Kendini açık ve öz şekilde ifade etme becerisi, özgüven, ifadelerin tutarlılığı, beden dilinin etkin kullanımı
Takım Çalışmasına Yatkınlık	Ekip halinde çalışma arzusu, işbirliğine yatkınlığı, farklı görüşlere tolerans, dayanışma ve koordinasyon
Öğrenme Motivasyonu	Kişisel bilgi ve becerilerini ya da iş bilgisini artırma konusunda istekli olma, öğrenmeye açık olma
Problem Çözme Yaklaşımı	Dikkat, farkındalık, algılama, sorunları analiz etme, çözüm teknikleri ve önleyici davranış geliştirme
Planlama ve Organizasyon	Zamanı ve diğer kaynakları etkin kullanma, yoğun iş temposunda performansını sürdürme
Kariyer Gelişimi	İş/çalışma motivasyonu, kariyer hedefi, iş/staj deneyimini tutarlılığı, pozisyonun adayın beklentilerini karşılama durumu
Bilgi ve Deneyim	Mesleki deneyim, mesleki bilgi

Her değerlendirici tarafından her aday bu kriterler bazında değerlendirme skalası kullanılarak değerlendirilmiştir. Kriterler kişisel yeterlilikler, mesleki yeterlilikler ve diğer yeterlilikler olarak üç ana başlık altında toplanıp, her ana başlık için ikili karşılaştırmalar şeklinde önem skalası kullanılarak

puanlandırma yapılmıştır. Bu veriler ışığında ilk olarak AHS yöntemiyle her değerlendirme kriteri için önem düzeyi belirlenmiştir. İkinci olarak da AHS sonucunda bulunan önem düzeyleri kullanılarak TOPSIS metodu ile aday seçimi gerçekleştirilmiştir.

Tablo 3. Değerlendirme skalası

Değerlendirme Skalası	Değerlendirme Puanı
Beklenenin Çok Üstü	5
Beklenenin Üstü	4
Beklenen	3
Gelişmeye Açık	2
Zayıf	1

4.1. AHS Uygulaması

Çalışmanın bu bölümünde, kriterlerin önem düzeylerinin belirlenmesi amacıyla AHS metodu uygulanmıştır.

Adım 1: Kriterler için önem skalasına göre ölçeklendirme yapılarak ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur.

Tablo 4. İkili karşılaştırma matrisi

	Kişisel Yeterlilikler	**Mesleki Yeterlilikler**	**Diğer Yeterlilikler**
Kişisel Yeterlilikler	1,00	0,25	0,33
Mesleki Yeterlilikler	4,00	1,00	2,00
Diğer Yeterlilikler	3,00	0,50	1,00

Adım 2: Her alternatifin önem düzeyi hesaplanmıştır.

Tablo 5. Alternatiflerin önem düzeyleri

	Kişisel Yeterlilikler	**Mesleki Yeterlilikler**	**Diğer Yeterlilikler**	**Ortalama-Önem Düzeyi**
Kişisel Yeterlilikler	0,125	0,143	0,100	0,122619
Mesleki Yeterlilikler	0,500	0,571	0,600	0,557143
Diğer Yeterlilikler	0,375	0,286	0,300	0,320238

Adım 3: Tutarlılık oranı hesaplanmıştır.

Tablo 6. Ağırlıklı toplam vektör değerleri

Kriterler	**Ağırlıklı Toplam Vektör Değerleri**
Kişisel Yeterlilikler	0,368651
Mesleki Yeterlilikler	1,688095
Diğer Yeterlilikler	0,966667

λ_{max} , CI, RI ve CR değerleri:

$\lambda_{max:}$ 3,018325, CI: 0,009162397, RI: 0,58, CR: 0,015797236

Tutarlılık durumu: CR<0,1 ise tutarlıdır

Çalışmada her bir alt kriter ağırlığı eşit kabul edilmiştir. Kriter ağırlıkları aşağıdaki gibidir:

Tablo 7. Kriterler ve ağırlıkları

Kişisel Yeterlilikler	**İletişim Becerisi**	**0,030655**
	Takım Çalışmasına Yatkınlık	0,030655
	Öğrenme Motivasyonu	0,030655
	Problem Çözme	0,030655
Mesleki Yeterlilikler	Planlama ve Organizasyon	0,185714
	Kariyer Gelişimi	0,185714
	Bilgi ve deneyim	0,185714
Diğer Yeterlilikler	Kurum Kültürüne Uyum	0,320238

4.2. TOPSIS Uygulaması

Çalışmanın bu bölümünde alternatifler arasında seçim yapabilmek için TOPSIS metodu uygulanmıştır. AHS'den elde edilen ağırlıklar ve üç değerlendirici tarafından verilen puanların ortalaması kullanılmıştır.

Adım 1. Karar Matrisi (D) oluşturulmuştur.

Tablo 8. Karar matrisi(Değerlendirici Puanları)

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
Aday 1	2	3	3	3	3	3	2	2
Aday 2	2	2	2	2	2	2	1	1
Aday 3	3	2	2	2	3	2	3	3

Adım 2. Normalize karar matrisi (R) oluşturulmuştur.

Tablo 9. Normalize karar matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
Aday 1	0,48507	0,72761	0,72761	0,72761	0,63960	0,72761	0,53452	0,53452
Aday 2	0,48507	0,48507	0,48507	0,48507	0,42640	0,48507	0,26726	0,26726
Aday 3	0,72761	0,48507	0,48507	0,48507	0,63960	0,48507	0,80178	0,80178

Adım 3. Ağırlıklı Normalize Karar Matrisi (Y) oluşturulmuştur.

Tablo 10. Ağırlıklı Normalize Karar Matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
Aday 1	0,15534	0,02230	0,02230	0,02230	0,01961	0,13513	0,09927	0,09927
Aday 2	0,15534	0,01487	0,01487	0,01487	0,01307	0,09008	0,04963	0,04963
Aday 3	0,23301	0,01487	0,01487	0,01487	0,01961	0,09008	0,14890	0,14890

Adım 4. Pozitif İdeal (A*) ve Negatif İdeal (A^-) çözümler oluşturulmuştur.

Tablo 11. Pozitif İdeal (A*) ve Negatif İdeal (A^-) çözümler

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
A*	0,23301	0,02230	0,02230	0,02230	0,01961	0,13513	0,14890	0,14890
A^-	0,15534	0,01487	0,01487	0,01487	0,01307	0,09008	0,04963	0,04963

Adım 5. Her alternatifin pozitif ideal çözüm ve negatif ideal çözüme uzaklıkları, ideal çözüme göreceli yakınlık hesaplanmıştır.

Tablo 12. Pozitif ve negatif ideal çözüm uzaklık, ideal çözüme göreceli yakınlık değerleri

Alternatifler	Pozitif İdeal Çözüme Uzaklık	Negatif İdeal Çözümü Uzaklık	İdeal Çözüme Göreceli Yakınlık Değerleri
Aday 1	0,104688156	0,084643201	0,44706383
Aday 2	0,167267178	0	0,00000000
Aday 3	0,046847022	0,160572929	0,774144088

Değerlendirme sonucu, aday 3'ün diğer adaylara göre öne çıktığı tespit edilmiş, personel istihdamında tercih edilmesi önerilmiştir.

5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Personel seçimi, küreselleşen dünyada rekabetle baş edebilmek ve ayakta kalabilmek için işletmelerin kritik kararları arasında yer almaktadır. İşletmelerin istekleri ve ihtiyaçları doğrultusunda en uygun personelin belirlenmesinin amaçlandığı personel seçim problemi, sayısal ve sayısal olmayan kriterleri içeren çok kriterli karar verme problemi olarak adlandırılabilir.

Bu çalışmada, havacılık sektöründe hizmet veren bir işletmede genel uzman olarak çalışması planlanan personelin seçim süreci, AHS ve TOPSİS metodu kullanılarak, uzmanlar tarafından belirlenmiş kriterler doğrultusunda ele alınmıştır. AHS yöntemi ile kriterlerin önem düzeyleri belirlenmiş, TOPSIS ile uygun adayın seçim kararı verilmiştir. Çalışma neticesinde, değerlendiriciler tarafından kriter bazında en çok beklenen düzeyde puanı olan adayın değil, kriter ağırlıklandırması neticesinde aday 3'ün seçilmesi tavsiye edilmiştir. Uygulamada alternatif sayısının az olması nedeniyle metot ile ilgili genelleme yapılamayacağı ve başka metotlarla da sürecin geliştirilebileceği bilinmelidir. Yöntemlerin matematiksel yapı ve yazılım alt yapısına imkan sunması ve alternatif sayısının çok olması durumunda pratiklik sağlayabilmesi önemli avantajlar olarak ifade edilebilir.

KAYNAKÇA

Doğan, A. & Önder, E., 2014. İnsan Kaynakları Temin Ve Seçiminde Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerinin Kullanılması Ve Bir Uygulama. *Journal of Yaşar University*, 9(34), pp.5796–5819.

Eleren, A. & Karagül, M., 2008. 1986-2006 Türkiye Ekonomisinin Performans Değerlendirmesi. *Celal Bayar Üniversitesi İ.İ.B.F Dergisi*, 15(1), pp.1–14.

El-santawy, M.F., 2012. A VIKOR Method for Solving Personnel Training. *International Journal of Computing Science*, 1(2), pp.9–12. Available at: http://www.researchpub.org/journal/ijcs/ijcs.html.

Kabak, M., Burmaoğlu, S. & Kazançoğlu, Y., 2012. A fuzzy hybrid MCDM approach for professional selection. *Expert Systems with Applications*, 39(3), pp.3516–3525.

Koyuncu, O. & Özcan, M., 2014. Personel Seçim Sürecinde Analitik Hiyerarşi Süreci ve TOPSIS Yöntemlerinin Karşılaştırılması: Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama. *H.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 32(2), pp.195–218.

Kusumawardani, R.P. & Agintiara, M., 2015. Application of Fuzzy AHP-TOPSIS Method for Decision Making in Human Resource Manager Selection Process. *Procedia Computer Science*, 72, pp.638–646. Available at: http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1877050915036340.

Mucuk, İ., 2003. *Modern İşletmecilik*, Türkmen Kitabevi.

Ömürbek, N., Demirci, N. & Akalin, P., 2013. Analitik Ağ Süreci ve TOPSIS Yöntemleri İle Bilimdalı Seçimi. *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, 5(9), pp.118–140.

Özdağoğlu, A., 2011. *Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri ve Uygulama Örnekleri*,

Saaty, T.L., 1990. How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process. *European Journal of Operational Research*, 48, pp.9–26.

Vatansever, K. & Oncel, M., 2014. An Implementatıon Of Integrated Multı-Crıterıa Decısıon Makıng Technıques For Academıc Staff Recruıtment. *Journal of Management, Marketing and Logistics*, 1(2), pp.111–126.

Yıldız, A. & Deveci, M., 2013. Bulanık VIKOR Yöntemine Dayalı Personel Seçim Süreci. *Ege Akademik Bakış*, 13(4), pp.427–436. Available at: http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=bth&AN=91760349&site=ehost-live.

Yurdakul, M. & Iç, Y.T., 2003. Türk otomotiv firmalarinin performans ölçümü ve analizine yönelik TOPSIS yöntemini kullanan bir örnek çalişma. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 18(1), pp.1–18.

A COMPARISON OF TWO HEURISTICS FOR TIME DEPENDENT VEHICLE ROUTING PROBLEM

Mehmet Soysal
Hacettepe University

Mustafa Çimen
Hacettepe University

Mine Ömürgölşen
Hacettepe University

Sedat Belbağ
Gazi University

ABSTRACT

This paper concerns a time dependent capacitated vehicle routing problem which is especially confronted in urban distribution planning. A Dynamic Programming approach for determining vehicle routes is developed in order to minimize the total travel cost. Exponential memory and computational time requirements of the Dynamic Programming algorithm due to the curse of dimensionality render Dynamic Programing infeasible in large-sized problems. Therefore, we also propose a heuristic, named as Simulation Based Restricted Dynamic Programming, for the problem, which is based on weighted random sampling, the classical Restricted Dynamic Programming heuristic and simulation. The performance of the Simulation Based Restricted Dynamic Programming has been assessed against the classical Restricted Dynamic Programming on several data sets obtained from The Pollution-Routing Problem Instance Library. This library contains several instances that are based on real distances collected from randomly chosen UK cities. Our numerical experiments show that the proposed Simulation Based Restricted Dynamic Programming heuristic can provide promising results within relatively short computational times compared to the classical Restricted Dynamic Programming for the time dependent Vehicle Routing Problems.

Keywords: Time dependent capacitated vehicle routing problem, Constructive heuristic, Restricted Dynamic Programming

ZAMANA BAĞLI ARAÇ ROTALAMA PROBLEMİ İÇİN İKİ SEZGİSELİN KARŞILAŞTIRMASI

ÖZET

Bu çalışma özellikle şehir içi taşımacılık planlamasında karşılaşılan zamana bağlı ve kapasite kısıtlı araç rotalama problemini ele almaktadır. Toplam seyahat maliyetini minimize edecek araç rotalarının belirlenmesi için bir dinamik programlama yaklaşımı geliştirilmiştir. Dinamik programlama algoritmasında çözüm uzayının boyutu büyüdükçe gereken hesaplama süresinin ve çözüm alanı gerekseniniminin üssel olarak artması büyük boyutlu problemleri çözümsüz hale getirmektedir. Bu yüzden, ilgili problem için ağırlıklandırılmış rassal örnekleme, klasik kısıtlı dinamik programlama yaklaşımı ve simülasyon tabanlı kısıtlı dinamik programlama isimli sezgisel yöntem önerilmiştir. Geliştirilen sezgisel yöntemin performansı, çevreye duyarlı-dağıtım problemi örnek kütüphanesinden elde edilen veri setleri kullanılarak klasik kısıtlı dinamik programlama sezgiselinin performansı ile karşılaştırılmıştır. Bu örnek kütüphane, İngiltere'deki rassal olarak seçilmiş şehirler arasındaki gerçek

mesafeleri içermektedir. Sayısal deneyler sonucunda önerilen sezgisel yöntemin zamana bağlı ve kapasite kısıtlı araç rotalama problemlerine klasik kısıtlı dinamik programlamaya göre, daha kısa sürede iyi sonuçlar ürettiği tespit edilmiştir.
Anahtar sözcükler: Zamana bağlı ve kapasite kısıtlı araç rotalama problemi, Yapıcı sezgisel, Kısıtlı dinamik programlama

1. INTRODUCTION

This paper concerns a Vehicle Routing Problem (VRP) that has a single depot and multiple customers. The depot has privately owned capacitated vehicles to satisfy the demand of the customers. Some customers are located in urban areas, and therefore are subject to severe traffic congestion according to the time of the day. In literature, the defined problem is known as the Time Dependent Capacitated Vehicle Routing Problem (TDCVRP) in which the travel times between locations are not known in advance and therefore are not constant.

Another matter of concern related to urban logistics is the increasing awareness on sustainability. The need for environmental protection and increasing demands for natural resources are forcing companies to reconsider their business models (Wu and Pagell, 2011). The growing concern towards sustainability is not only due to the scarce resources and global warming, but also from the legal requirements. The stakeholders of any organization are also concerned with the economic, social and environmental performance of a business (Afrin, 2016). The concept of "sustainability" has gained much attention in Operations Management literature (see. Corbett and Kleindorfer, 2003; Linton et al., 2007). Sustainability is generally defined as using resources to meet the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs (WCED, 1987). In line with the aforementioned developments, the related literature indicates the need for green decision support models that consider transportation emissions for the Capacitated Vehicle Routing Problem with non-constant travel times (Bektaş and Laporte, 2011; Jabali et al., 2012).

In this study, we estimate fuel consumption and emissions through a respected emission model, which allows us to incorporate transportation cost and emissions more accurately and explicitly. Dynamic Programming (DP) approach has been used to formulate and solve the TDCVRP. The proposed decision support model is able to manage relevant key performance indicators of the number of vehicles used, total traveled distance, total energy use (emissions), total driving time, total fuel cost, total wage cost and total routing cost. Exponential storage and computational time requirements of the DP algorithm due to the curse of dimensionality render DP infeasible in large-sized problems. Therefore, we also propose a solution approach, named as Simulation Based Restricted Dynamic Programming, for the problem, which is based on weighted random sampling, the classical Restricted Dynamic Programming (RDP) heuristic and simulation.

RDP heuristic has been initially implemented on the time dependent Traveling Salesman Problem (TSP) that has single depot, single vehicle and unlimited vehicle capacity by Malandraki and Dial (1996). Afterwards, Gromicho and Schutten (2008), Gromicho et al., 2012 and Kok et al., 2010, 2012 present the application of the classical RDP heuristic to different variants of the Vehicle Routing Problems (VRPs). The simple idea behind the RDP heuristic is to retain only the limited amount of promising (H most promising) partial tours at each stage of the DP algorithm, rather than retaining every partial path that may lead to an optimal solution. The heuristic clearly does not guarantee optimality, but allows to avoid the exponential explosion of time and memory requirements of the DP algorithm.

In this study, compared to the other existing attempts, we use a different way to restrict the state space. Our expansion approach in DP algorithm is based on an idea of selecting S partial tours by using weighted random sampling in addition to the most H promising partial tours at each stage. Finally, an implemented simulation helps us to find out the best feasible solution for the TDCVRP.

2. PROBLEM DESCRIPTION

The problem is defined on a complete graph $G = \{V, A\}$, where $V = \{0,1, \dots, n\}$ refers the node set and A refers the arc set. Nodes $i \in V\backslash\{0\}$ correspond to the customers and node 0 corresponds to the depot. There exist congested arcs $(i, j) \in A_c \subset A$ and non-congested arcs $(i, j) \in A\backslash A_c$. Figure 1a and 1b present an example of speed profiles in congested and non-congested arcs for four-time zones.

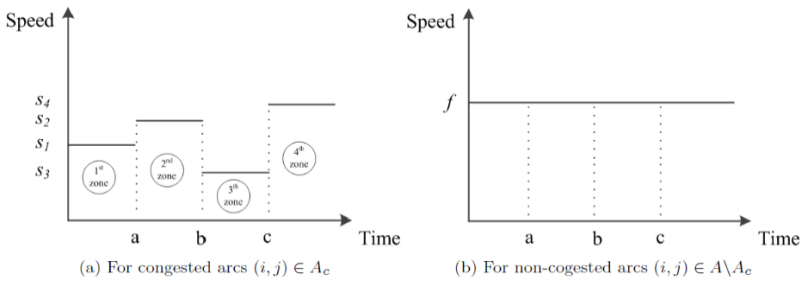


Figure 1: An example of speed profiles for four-time zones (Source: Soysal et al. (2015))

The distance between two nodes is denoted by $d_{ij.}$ A set of m homogenous vehicles located in the depot with the same capacity Q are employed to satisfy the known demand of customers, q_i. Each customer has a service time, h_i, and waiting is not allowed at the customers after the service completion.

The problem aims to find a set of m vehicle routes that start and end at the depot with the least total travel cost. The travel cost between two nodes is denoted by $c_{ij.}$ Driver and fuel consumption costs are the two components of the total travel cost. Drivers paid from the time that the vehicles leave from the depot till these vehicles return back to the depot. Traveled distance and vehicle speed affect the fuel consumption.

We employ the following formula proposed by Hickman et al., (1999) to estimate transport emission and energy consumption: $F = K + av + bv^2 + cv^3 + \frac{d}{v} + \frac{e}{v^2} + \frac{f}{v^3}$. Where F is the rate of emission in g/km, K is a constant, $a - f$ are coefficients and v is the mean velocity of the vehicle in km/h. After estimating transport emissions, we estimate related fuel consumption amounts by using a fuel conversion factor for transport activities.

3. DYNAMIC PROGRAMMING MODEL

The DP algorithm is based on the DP formulation introduced by Bellman (1962) for the TSP and includes two steps: (i) define the TDCVRP in Multiple TSP (mTSP) form by using extra state dimensions, (ii) convert the mTSP to the TSP through a transformation (see Figure 2).

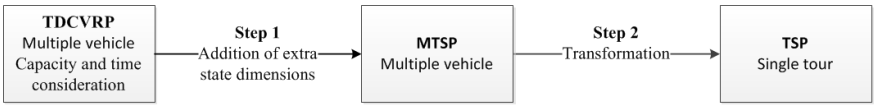


Figure 2: Steps followed to convert the TDCVRP to a TSP that has a single tour.

TSP aims to find minimum total travel cost of a single route that starts and ends at the depot, 0, and each node $i \in V\backslash\{0\}$ has been visited once. Given $S \subseteq V\backslash 0$ and $j \in S$, let $C(S, j)$ refers total cost of starting from node 0 and visiting all nodes in set S exactly once and ending in node j. $C(S, j)$ can be calculated in the second and in each successive stage as follows: $C(\{j\}, j) = c_{0,j}$, $\forall j \in V\backslash 0$ and $C(S, j) = \min_{i \in S\backslash j}\{C(S\backslash j, i), c_{i,j}\}$, $\forall j \in S$.

Finally, the minimum total travel cost of a complete tour, C^*, including the return to node 0, is calculated as follows: $C^* = \min_{j \in V\backslash 0}\{C(V\backslash 0, j), c_{j,0}\}$

The above described DP algorithm of the TSP that constructs a single tour for one vehicle can be transformed to solve mTSP where multiple vehicles exist. The transformation requires the change of node list as $V = \{1, \dots, n, a_1, \dots, a_m\}$ where $a_1, \dots, a_m$ represents the dummy depots that replace the initial depot 0. The dummy depots are all located at the position of the depot.

The mTSP does not account for the vehicle capacities and time during traveling. It is possible to define TDCVRP in the mTSP form through using additional side constraints on capacity and time (see Figure 2). The DP algorithm of the TSP calculates the routes for each vehicle subsequently for the multiple vehicle case, therefore, load and time information can be tracked within the DP framework.

The state dimension for capacity, α, keeps track of remaining load of the active vehicle. Its initial value is the capacity of the vehicle, Q. Once a customer is visited α is decreased with the satisfied demand. It is reset to its initial value in case an artificial depot is visited. Two conditions have to be satisfied while adding a node to the tour: 1) There is enough load in the active vehicle to satisfy the demand of the node and 2) There is enough supply to satisfy the total demand for the remaining customers.

The state dimension for time, β, keeps track of the time during the operations of the active vehicle. Its initial value is the starting time of the operations. Its value is updated according to the related service and travelling times. It is reset to its initial value in case an artificial depot is visited.

4. SOLUTION APPROACH: SIMULATION BASED RDP ALGORITHM

The presented DP algorithm can only be applied to small sized problems due to the need for exponential storage and computational time. Therefore, we develop a heuristic consists of weighted random sampling, RDP heuristic and simulation for obtaining feasible solutions from large sized instances.

In the DP algorithm, each state represents a set of visited nodes (will be referred as a partial tour) and in each stage all partial tours visit the same number of nodes. To implement the solution approach, following steps have to be implemented at each stage of the DP algorithm:

*Calculate the state costs, $C(S,j)$, of each potential partial tour: $C(S,j) = \text{total travel time for } (S,j) * \text{Driver wage} + \text{Total fuel consumption for } (S,j) * \text{Fuel price}$

*Rank all partial tours by the cost, $C(S,j)$, from lowest to highest.

*Among all partial tours, select H most promising partial tours with the smallest costs to expand in the next stage.

*Assign weights to each of the remaining partial tours. For this purpose, for all unvisited and not selected nodes i that remaining partial tours may begin with, we calculate weights $\omega(i)$ using: $\omega(i) = \frac{\sum_i^I c_{j,i} - c_{j,i}}{\sum_i^I c_{j,i} * (\#-1)}$.

Where j is the current node, # is the number of unvisited and not selected nodes and I is the set of unvisited and not selected nodes.

*Rank the partial tours with respect to these weights, from highest to lowest, and calculate cumulative weights, $CW(i)$. Finally, assign selecting probabilities for each partial tour $P(i)$ by using:

$$P(i) = \begin{cases} \frac{\omega(i)}{\pi}, & \text{if } CW(i) \le \pi \\ 0, & CW(i) > \pi \end{cases}$$

Where π refers to the arbitrary selection threshold between 0 and 1 inclusively, defined by the decision maker.

*Using weighted random sampling, select S partial tours according to the calculated probabilities, to expand in the next stage.

*In the next stage, only the selected $H + S$ partial tours are retained (expanded) in all possible ways with one extra node.

The potential feasible solution obtained from the above described framework can be improved using simulation. To find a better solution, we suggest to simulate this framework with a time or recursion limit. Changes in the set of partial tours obtained through weighted random sampling permit to retain different partial tours that may result in an improved solution. At the end, the feasible solution with the lowest cost among all simulation runs is selected. The proposed Simulation Based RDP approach does not guarantee to find the optimal solution; however, allows decision makers to tackle large sized problems.

5. NUMERICAL ANALYSES AND CONCLUSIONS

The performance of the Simulation Based RDP has been assessed against the classical RDP on several sets obtained from The Pollution-Routing Problem Instance Library[3]. Five instances have been used each of which has a single depot and 50 customers. For the delivery, eight vehicles are employed in instances 1 (UK50 06), 4 (UK50 09) and 5 (UK50 10), and seven vehicles are employed in instances 2 (UK50 07), 3 (UK50 08)[4]. In all instances, all arcs are regarded as congested. It is assumed that there exists an initial heavy congestion period lasting for an hour. The vehicles travel at an average speed of 20 km/h in heavy congestion. During the following period, the vehicle speed is 30 km/h on average[5].

Note that the results obtained from the Simulation Based RDP algorithm may change in each run. Therefore, we use the average results of 100 runs in our comparisons. The average vehicle utilization rate is taken as 0.9 and the selection threshold is set to 0.1 for the Simulation Based RDP. The sum of H and S in Simulation Based RDP is set to one-tenth of the H value assigned for the classical RDP algorithm. The ratio of H and S in Simulation Based RDP algorithm is defined as approximately $0.7/0.3$. Table 1 presents the summary results for the five instances.

[3] www.apollo.management.soton.ac.uk/prplib.htm,Onlineaccessed:June2016

[4] The remaining data, i.e. distances among nodes, customer demands, customer service times and vehicle capacity can be obtained from the aforementioned web site of The Pollution-Routing Problem Instance Library.

[5] To be used in emission estimation formula, $K = 871, a = -16, b = 0.143, c = 0, d = 0, e = 32031, f = 0$ (Hickman et al., 1999). We use 2.63 kg/l as a fuel conversion factor to estimate CO_2 emissions from transportation operations. Fuel price and wage are taken as 1.6 €/l and 0.004 €/s respectively.

Table 1: Performance assessment of the classical RDP and the Simulation Based RDP

		Classical RDP			**Simulation Based RDP**			
Instances	#	Setting	Cost(€)	Computational Time(s)	Setting	Avg.Cost(€)	Avg.Comp. Time(s)	Gap
Instance 1 (UK50_06)	1	h=50	1487.52	11	h=4, S=1	1355.69	11	-8.9%
	2	h=100	1468.33	22	h=7, S=3	**1350.95**	22	-8.0%
	3	h=250	1438.44	96	h=18, S=7	1365.69	48	-5.1%
	4	h=500	1357.93	350	h=35, S=15	1362.18	117	0.3%
	5	h=1000	1352.18	1500	h=70, S=30	1364.85	150	-0.1%
	6	h=2500	1361.77	11279	h=175, S=75	1365.85	564	0.3%
Instance 2 (UK50_07)	1	h=50	1351.71	11	h=4, S=1	1327.04	11	-1.8%
	2	h=100	1376.24	22	h=7, S=3	1295.68	22	-5.9%
	3	h=250	1350.69	94	h=18, S=7	1259.69	47	-6.7%
	4	h=500	1323.13	352	h=35, S=15	1251.91	117	-5.4%
	5	h=1000	1322.13	2667	h=70, S=30	**1246.41**	267	-5.7%
	6	h=2500	1248.87	11629	h=175, S=75	1284.75	581	2.9%
Instance 3 (UK50_08)	1	h=50	1373.48	11	h=4, S=1	1389.62	11	1.2%
	2	h=100	1381.83	22	h=7, S=3	1329.71	22	-3.8%
	3	h=250	1334.87	95	h=18, S=7	1306.07	48	-2.2%
	4	h=500	1351.12	391	h=35, S=15	**1303.87**	130	-3.5%
	5	h=1000	1348.53	2745	h=70, S=30	1307.93	275	-3.0%
	6	h=2500	1313.74	10133.1	h=175, S=75	1310.97	507	-0.2%
Instance 4 (UK50_09)	1	h=50	1845.55	18	h=4, S=1	1686.73	18	-24.7%
	2	h=100	1821.82	41	h=7, S=3	1654.08	41	-9.2%
	3	h=250	1747.15	190	h=18, S=7	1651.04	95	-5.5%
	4	h=500	1741.47	450	h=35, S=15	1636.88	150	-6.0%
	5	h=1000	1636.08	1656	h=70, S=30	1635.45	166	0.0%
	6	h=2500	1657.71	14560	h=175, S=75	**1624.13**	728	-2.0%
Instance 5 (UK50_10)	1	h=50	1760.48	13	h=4, S=1	1674.42	13	-4.9%
	2	h=100	1676.44	42	h=7, S=3	1650.42	42	-1.6%
	3	h=250	1653.94	191	h=18, S=7	1649.47	95.5	-0.3%
	4	h=500	1660.62	550	h=35, S=15	1641.07	183	-1.2%
	5	h=1000	1639.99	1990	h=70, S=30	1636.22	199	-0.2%
	6	h=2500	**1624.25**	14331	h=175, S=75	1635.73	717	0.7%

Our numerical experiments show that the proposed Simulation Based RDP heuristic can provide promising results within relatively short computational times compared to the classical RDP for the time dependent VRPs. Except for the last instance (Instance 5), the Simulation Based RDP heuristic outperforms the classical RDP heuristic in terms of providing the least cost solutions. The obtained least cost solutions from the Simulation Based RDP algorithm are as follows: Instance 1-Setting 2:1350.95, Instance 2-Setting 5: 1246.41, Instance 3-Setting 4:1303.87 and Instance 4-Setting 6:1624.13. Moreover, the Simulation Based RDP algorithm outperforms the classical RDP in terms of the total routing costs in 25 out of the total of 30 settings.

The comparison analyses with the classical RDP show the added value of the proposed solution approach for the time dependent VRP. Here we assume deterministic travel times and customer demands. One possible extension of the research would be to consider uncertainty in travel times or in demand.

REFERENCES

Afrin, S., 2016. Perusing sustainable development goals: the role of social standards in UK based firms. International Journal of Business and Management Review, 4, 2, 133-146.

Bektaş, T., Laporte, G., 2011. The Pollution-Routing Problem. Transportation Research Part B 45, 1232-1250.

Bellman, R., 1962. Dynamic programming treatment of the traveling salesman problem. Journal of the ACM 9, 61-63.

Corbett, C. J., Kleindorfer, P.R., 2003. Environmental management and operations management: introduction to the third special issue. Production and Operations Management 12, 3, 287-289.

Gromicho, J., van Hoorn, J.J., Kok, A.L., Schutten, J.M.J., 2012. Restricted dynamic programming: A flexible framework for solving realistic VRPs. Computers & Operations Research 39, 902-909.

Gromicho, J., v.H.J.K.A.L., Schutten, J.M.J., 2008. The flexibility of restricted dynamic programming for the VRP. Beta working paper series 266, 1-20.

Jabali, O., Van Woensel, T., de Kok, A., 2012. Analysis of travel times and CO2 emissions in time-dependent vehicle routing. Production and Operations Management 21, 1060-1074.

Hickman, J., Hassel, D, Joumard, R., Samaras, Z., Sorenson, S., 1999. Technical report: Methodology for calculating transport emissions and energy consumption. Deliverable 22 for the project MEET.

Kok, A.L., Hans, E.W., Schutten, J.M.J., 2012. Vehicle routing under time-dependent travel times: The impact of congestion avoidance. Computers & Operations Research 39, 910-918.

Kok, A.L., Meyer, C.M., Kopfer, H., Schutten, J.M.J., 2010. A dynamic programming heuristic for the vehicle routing problem with time windows and European community social legislation. Transportation Science 44, 442-454. doi:10.1287/trsc.1100.0331.

Linton, J.D., Klassen, R., Jayaraman V., 2007. Sustainable supply chains: An introduction. Journal of Operations Management 25, 1075-1082.

Malandraki, C., Dial, R.B., 1996. A restricted dynamic programming heuristic algorithm for the time dependent traveling salesman problem. European Journal of Operational Research 90, 45-55.

Soysal, M., Bloemhof-Ruwaard, J.M., Bektas, T., 2015. The time-dependent two-echelon capacitated vehicle routing problem with environmental considerations. International Journal of Production Economics 164, 366-378.

World Commission on Environment and Development (WCED), 1987. Our Common Future. Oxford University Press, Oxford and New York.

Wu Z., Pagell M. 2011. Balancing priorities: Decision-making in sustainable supply chain management. Journal of Operations Management 29, 577-590.

A CONCEPTUAL FRAMEWORK FOR COMPANIES IN THE CONTEXT OF INTEGRATION OF INDUSTRY 4.0 AND SUPPLY CHAIN MANAGEMENT

Yunus Kaymaz
Ege University

Haluk Soyuer
Ege University

ABSTRACT

The decision support analyses derived from big data by the production companies through customers and different environments have changed with the concept of Industry 4.0 and introduce the interpretation of big data derived from the production machines. Using flexible, self- adaptive and intelligent systems aims to reduce the disruptions during production processes and increase the customer satisfaction trough the self-awareness of the machines which enables the detection of machines' condition while production. The concept of supply chain management must be discussed within the scope of Industry 4.0 concept. The integration of supply chain system to the production system in the context of Industry 4.0 is necessary in order to reaching the end-user. In this paper, the concept of Industry 4.0 has been discussed and the relationship between supply chain management and Industry 4.0 was highlighted. In the last section, a conceptual framework was introduced in the context of integration of Industry 4.0 and supply chain management.

Keywords: Industry 4.0, Supply Chain Management, Information and Communication Technologies

1. INTRODUCTION

From the past to present, the first industrial revolution started with the steam power and thus production processes have changed. The second industrial revolution correspond the assembly line production, electrical drives and combustion engines. The automatized production processes signifies the third industrial revolution. Brettel et al. (2014) highlights that the three revolutions based on technological innovations however the forth industrial revolution is going to be triggered by the internet. The notion of Industry 4.0 tells us that factories within industries are able to communicate and have access to each other with an integrated way. This means that not only the machine to machine interaction but also an increased human machine interaction is going to be realized. In this sense, it can be said that Industry 4.0 has been driven by the information and communication technologies with an increased network standards which cover the relationship between the components, machine and the human on the internet layer. In this sense, a cyber-physical system becomes a crucial element for Industry 4.0. Baheti and Gill (2008) introduced the CPS term as "a new generation of systems with integrated computational and physical capabilities that can interact with humans through many new modalities." Lee (2008) gives the definition CPS as the relationship between computation and the physical processes.

As product life cycles are decreasing for products and services today, organizations tries to either increase the cycles or the introduction of new products and services. Although the introduction of new products and services take time and difficult to realize and to introduce market, organizations should characterize themselves as lean and efficient organizations. Kolberg (2015) states becoming lean and efficient mean a continuous improvement and focus on value adding activities by avoiding wastes through the integration of the human in the production processes. Although the author criticized the lean production has reached its capability, it underestimates the breakthrough information and communication technologies because it was introduced in 1950s and some other aspects, he also stated that by the integration of the ICT and the production processes, lean production philosophy could be complemented.

2. THE RELATED LITERATURE ABOUT THE CONCEPT OF INDUSTRY 4.0

On their working papers Hermann et al. (2015) introduces six design principles for companies while adopting Industry 4.0 solutions. By referencing Kagermann et al. (2011), the authors states that the term Industry 4.0 was publicly known in 2011 through an initiative called "Industrie 4.0" in order to increase the competitiveness of German manufacturing industry. The authors introduce the elements of Industry 4.0 as Internet of Things (Iot), Internet of Services (IoS), Cyber-Physical Systems (CPS) and Smart Factory. Furthermore, they highlight the six design principles for the Industry 4.0 as interoperability, virtualization, decentralization, real-time capability, service orientation and modularity. As Kagermann et al. (2013) discuss the term of Industry 4.0 in their working group paper with the aim of securing the German manufacturing industry they also highlight that, Industry 4.0 is composed with cyber physical systems into manufacturing and logistics processes while using IoT and IoS. Rüßman et al. (2015) reveals that countries and industries adopt Industry 4.0 in different rates which means that industries such as automotive and food-beverage which have many different product types is going to be affected by the flexibility characteristics of the Industry 4.0, on the other hand industries which quality has the top priority is going to focus in creating value and through the data analytics derived from the companies. Another point about the Industry 4.0 is come from Boston Consulting Group (2015) that, by adoption of Industry 4.0, competitiveness and productivity is going to be increased as well as an expansion in the workforce can be seen also. Furthermore, due to the growth in existing markets and the introduction of new products and services the BCG also state that there will be a creation of new jobs by manufacturers. Another topic which was emphasized in the contest of Industry 4.0, Lee et al. (2015) introduce a framework for the implementation of CPS and the integration of the CPS to the actual processes. According to the authors, the implementation of CPS in the factories is only be available by the 5C which stands for the Connection, Conversion, Cyber Level, Cognition Level, Configuration Level. Briefly, the 5C notion examines, the connection of machines to the system, determination of the conditions of the machines in the cyber level by analyzing the data gathered through this connection, the self-awareness of the machines about their conditions and in the final part 5C examines and makes suggestions for the probable changes and modifications. In another paper of Lee et al. (2014), it can be understood that some predictions for the customer satisfaction can be done by using industrial big data and to create service innovations. By determining and analyzing such data a precaution can be scheduled for delays in machines used in production systems. Jazdi (2014) states that the 4th industrial revolution has reveals itself in our daily lives furthermore he also indicates and discusses that the innovative business models and intelligent connection system through an application which enables self-predictive and self-aware machine system that machines are able to understand their conditions and order necessary spare parts. Gorecky (2014), highlights the evolution of factories along with the Industry 4.0 that, the existing

factories is going to be smart factories and this change is not only alter the factory characteristics but also change the job description and the expectations of the workers in factories. In the context of smart factories, Shrouf et al. (2014) introduced the characteristics of smart factories and insisted that factories need to initiate the value creation process through big data and via IoT, they will be able to new services to the market and satisfy the related customer needs. Apart from that, a connected supply chain and proactive maintenance activities are also need to be focused during the considerations.

2.1. Elements of Industry 4.0

The components of Industry 4.0 was listed as IoT, CPS, Smart Factory, however in this paper the writers of this paper tries to structure the relationship and the integration Industry 4.0 and supply chain management thus, Smart Factory and Smart Supply Chain notions is going to be discussed in the next chapter. This chapter briefly explains the terms of IoT and CPS.

2.1.1. Internet of Things (IoT)

The European Information and Communication Society and Media (INFSO) (2008, p.6) defines the IoT as: "Things having identities and virtual personalities operating in smart spaces using intelligent interfaces to connect and communicate within social, environmental, and user contexts". Another definition comes from Atzori (2010, p.2787) that IoT is the interaction among "objects" or "things" to to reach common goals. Furthermore the author identifies the application areas of IoT as transportation and logistics domain, healthcare domain, smart environment (home, office, plant) domain, personal and social domain. The author gives implication examples for transportation and logistics as equipping goods with tags and sensors to send information to configure and schedule better routes, helping to the management of the warehouses and depots and gaining access to ERP system in order to inform customers about the availability of the goods. Gubbi et al. (2013, p.1647), state the term IoT as, actuating devices to provide the ability to share information across different platforms by using seamless ubiquitous sensing and data analytics. Cortés et al.(2015) also introduces the applications of IoT in supply chain and gives a detailed examples of areas which uses IoT such as agriculture and pharmacy.

2.1.2. Cyber Physical Systems (CPS)

Jim Brodie Brazell defines a comprehensive cyber physical system definition as below;

> "Cyber-physical systems utilize information technology (computers, software and network,) to direct the communication and control of physical processes and systems (or vice versa). Cyber physical systems include legacy analog and digital systems such as supervisory control and data acquisition (SCADA), machine-to-machine (M2M) computing, industrial control, and generally, all embedded systems utilizing automatic techniques." (Brazell,2014, p.7).

In addition to former definition also Bagheri et al. (2015, p. 1622) defines the term cyber-physical systems (CPS) as a tight integration between physical space (natural and human made systems) and cyber space (communication and control systems). Wan (2011, p.123), describes CPS simply as the integration of communication and computing with physical world and the writer gives examples of the notion as medical devices and systems, assisted living, traffic control and safety, advanced automotive systems, process control, energy conservation, instrumentation, critical infrastructure (e.g. power, water), distributed robotics, weapons systems, manufacturing, distributed sensing command and control, smart structures etc. Briefly, the basis of CPS is the high integration of the physical world and the informatics in order to gather and verify data to create value for both machines and human parts of the system.

2.1.3. Smart Factory

Lucke et al. (2008, p.115-116) introduces the origins of Smart Factory as the shorter product life cycles and short planning time frames resulted with the decrease of batch size thus a flexibility in manufacturing was needed thus such a dynamical changes in factory cause internal bottlenecks. The author also indicates that in such an environment there is a need of complex manufacturing sequences, which are very difficult to initiate in current solutions. In this context, different information systems which uses outdated information causes in planning and production processes. The smart factory term corresponds a factory that context-aware which means that the system considers the information like the position and the status of an object and assists people and machines in initiating activities. Brettel et al. (2014, p.38) reveals that within a smart factory, products can communicate with their environment and influence the arrangement of Reconfigurable Manufacturing Systems (RMS). Radziwon et al. (2014, p.1187) defines a Smart Factory as a manufacturing solution that provides flexible and adaptive production processes that will solve problems arising on a production facility with dynamic and rapidly changing boundary conditions in a world of increasing complexity.

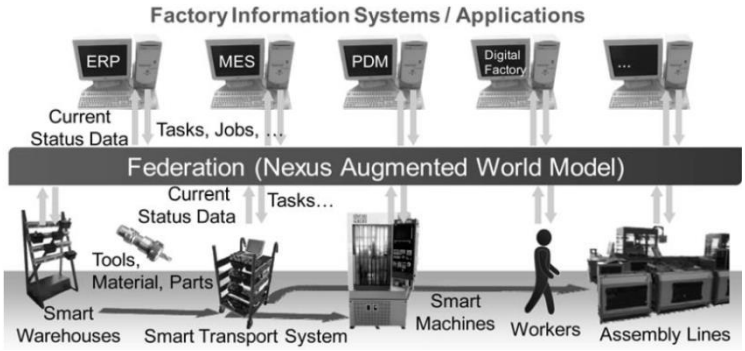


Figure 3: Architecture of a Smart Factory (Lucke et al. (2008, p.118)

2.1.4. Supply Chain 4.0

The fundamentals of the integration between Industry 4.0 and supply chain management lies between the strict interaction among information and communication technologies and services created during this processes. Geert and O'leary (2014, p. 3) underlines the need of "Supply Chain of Thing" which means that enabling the objects to talk with the system and to the other object. Tenghong (2011, p.177)) underline an evaluation of supply chain performance based on internet of thing that he criticizes the traditional performance evaluation index because it does not reflect supply chain's factor based on IoT. In addition to this, Xu (2011, p.184-185) reveals that there are some enablers of real time quality management and control in the supply chain such as IoT, Service oriented Architecture (SoA), RFID etc. In this context it is necessary to say that there should be a tight integration between the actual service structure, ICT and supply chain activities. However above that initiatives the integration between the Industry 4.0 solutions and Supply Chain 4.0 solutions. Here, SC 4.0 correspond all activities and efforts about the integration of advanced manufacturing systems which means the Industry 4.0 and the supply chain and logistics activities. Here considering intelligent warehouse management, intelligent object tracking are some examples of such efforts. Pang et al. (2015) determine a food supply chain solutions using IoT. The authors realize a fully IoT based control for the whole supply chain with the initiation of the food testing and continuing with the handling the goods the vehicles controlled by IoT based equipment. Verdouw et al. (2016, p. 128) discuss that supply chain solution focuses on enabling technologies such as RFID and sensors however; there is a lack of effort in using the generated information. In addition to the researches above there are efforts like enabling IoT in pharmaceutical supply chain (Ting et al. 2010), IoT use in SC of fresh agricultural products (Gu and Jing, 2011).

3. CONCLUSION

The efforts to create a highly visible supply chain (HVSC) and to enable a traceable environment supply chain management consider technologies such as RFID, WSN (i.e. Beacon), Barcodes, GPS, GPRS etc. However, such solutions are not enough when service architecture for companies is not determined. This paper tries to identify the components of the integration between Industry 4.0 and the Supply Chain Management which we can note that SC 4.0. Basically, the integration structures its pillars on ICT and Service Architecture which aims meeting with customer demand at the end of the day. On the other hand, the traditional perspective on enabling only information technologies is not enough. Analyzing and deriving related information and using this information on generating value is crucial.

REFERENCES

1. Atzori L., Iera A., Morabito G., The Internet of Things: a survey, Computer Networks 54 (2010) 2787–2805.
2. Bagheri B.,Yang S., Kao H-A, Lee J. (2015), Cyber-physical Systems Architecture for Self-Aware Machines in Industry 4.0 Environment. International Federation of Automatic Control 48(3), p.1622-1627.
3. Baheti R, Gill H. Cyber-physical systems. Impact Control Technol 2011: p.1–6.
4. Broy M., "Cyber-Physikal Systems: Innovation durch software intensivee ingebettete Systeme," 2010.
5. Brazell, J. B. (2014). The Need for a Transdisciplinary Approach to Security of Cyber Physical Infrastructure. In Applied Cyber-Physical Systems (pp. 5-14). Springer New York.
6. Boston Consulting Group (2015). Man and Machine
7. Cortés, B., Boza, A., Pérez, D., & Cuenca, L. (2015). Internet of Things Applications on Supply Chain Management. World Academy of Science, Engineering and Technology, International Journal of Computer, Electrical, Automation, Control and Information Engineering, 9(12), 2296-2301.

8. Geerts G.L., O'Leary D.E., A supply chain of things: The EAGLET ontology for highly visible supply chains, Decis. Support Syst. 63 (2014) 3–22. doi:10.1016/j.dss.2013.09.007.
9. Gorecky, D., Schmitt, M., Loskyll, M., & Zuhlke, D. (2014, July). Human-machine-interaction in the industry 4.0 era. In Industrial Informatics (INDIN), 2014 12th IEEE International Conference on (pp. 289-294). IEEE.
10. Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. Future Generation Computer Systems, 29(7), 1645-1660.
11. Hermann, M., Pentek, T., & Otto, B. (2016, January). Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios. In 2016 49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS) (pp. 3928-3937). IEEE.
12. Jazdi, N. (2014, May). Cyber physical systems in the context of Industry 4.0. In Automation, Quality and Testing, Robotics, 2014 IEEE International Conference on (pp. 1-4). IEEE.
13. Kagermann et al. (2011) Kagermann, H., W. Lukas and W. Wahlster, 2011: Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. industriellen Revolution. VDI nachrichten, 13.
14. Kagermann et al. (2013) Kagermann, H., W. Wahlster and J. Helbig, eds., 2013: Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0: Final report of the Industrie 4.0 Working Group.
15. Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H. A. (2015). A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems. Manufacturing Letters, 3, 18-23.
16. Lee, J., Kao, H. A., & Yang, S. (2014). Service innovation and smart analytics for industry 4.0 and big data environment. Procedia CIRP, 16, 3-8.
17. Wan, J., Suo, H., Yan, H., & Liu, J. (2011). A general test platform for cyber-physical systems: unmanned vehicle with wireless sensor network navigation. Procedia Engineering, 24, 123-127.
18. Kolberg, D., & Zühlke, D. (2015). Lean automation enabled by industry 4.0 technologies. IFAC-PapersOnLine, 48(3), 1870-1875.
19. Lucke et al. (2008) Lucke, D., C. Constantinescu and E. Westkämper, 2008: Smart Factory – A Step towards the Next Generation of Manufacturing. In: Mitsuishi, M., K. Ueda and F. Kimura, eds., Manufacturing Systems and Technologies for the New Frontier, the 41st CIRP conference on manufacturing systems, Tokyo, Japan, 115–118
20. Pang, Z., Chen, Q., Han, W., & Zheng, L. (2015). Value-centric design of the internet-of-things solution for food supply chain: value creation, sensor portfolio and information fusion. Information Systems Frontiers, 17(2), 289-319.
21. Rüßmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., & Harnisch, M. (2015). Industry 4.0-The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries. Boston Consulting Group.
22. Shrouf, F., Ordieres, J., & Miragliotta, G. (2014, December). Smart factories in industry 4.0: a review of the concept and of energy management approached in production based on the Internet of things paradigm. In Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), 2014 IEEE International Conference on (pp. 697-701). IEEE.
23. Tenghong, L. Li C., The Research for the Performance Evaluation Index System of Supply Chain Based on Internet of Things, in: 2011 Fifth Int. Conf. Manag. E-Commer. E- Gov. ICMeCG, 2011: pp. 176–180. doi:10.1109/ICMeCG.2011.44.
24. Ting, S. L., Kwok, S. K., Albert, H. T., & Lee, W. B. (2010, October). Enhancing the information transmission for pharmaceutical supply chain based on Radio Frequency Identification (RFID) and Internet of Things. In Supply Chain Management and Information Systems (SCMIS), 2010 8th International Conference on (pp. 1-5). IEEE.
25. Verdouw, C. N., Wolfert, J., Beulens, A. J., & Rialland, A. (2016). Virtualization of food supply chains with the internet of things. Journal of Food Engineering, 176, 128-136.
26. Xu L.D, Information architecture for supply chain quality management, Int. J. Prod. Res. 49 (2010) 183–198. doi:10.1080/00207543.2010.508944.

BULANIK AHP VE TOPSIS YÖNTEMİ KULLANILARAK LOJİSTİKTE DIŞ KAYNAK HİZMET SAĞLAYICI SEÇİMİ: ÖRNEK BİR İŞLETMEDE UYGULAMA

Ayça Supçiller
Pamukkale Üniversitesi

Yusuf Yılmaz
Pamukkale Üniversitesi

ÖZET

Lojistik faaliyetler firmaların pazardaki dinamik rekabetteki kabiliyetlerini sergilemede ve müşteriye zamanında cevap verebilme konusunda etkin bir rol oynamaktadır. Lojistik hizmet sağlayıcının seçimi kalite, hizmet, maliyet ve performans gibi pek çok önemli kriteri bünyesinde barındıran çok kriterli karar verme sürecidir. Çalışmada, lojistik hizmet sağlayıcı seçiminde önemli olan 4 ana kriter ve 17 alt kriter belirlenmiştir. İkili karşılaştırma yargılarındaki sözel belirsizliği daha iyi ifade etmek amacıyla Bulanık AHP tekniklerinden biri olan Chang'in Mertebe Analiz Yöntemi kullanılmıştır. Bulanık sayıları sıralamak için ise Kareli Ortalama, Liou ve Wang ve Kwong-Bai yöntemleri sırasıyla kullanılarak her biri için kriter ağırlıkları belirlenmiştir. Elde edilen kriter ağırlıklarıyla belirlenen alternatifler arasından en iyi olan lojistik hizmet sağlayıcısı seçim kararı TOPSIS yöntemiyle verilmiştir.
Anahtar Sözcükler: 3PL Hizmet Sağlayıcı Seçimi, Bulanık AHP, TOPSIS

FUZZY AHP AND TOPSIS METHOD OF USING LOGISTICS SERVICES OUTSOURCING PROVIDER SELECTION: AN EXAMPLE AT THE FACILITY APPLICATIONS

ABSTRACT

Logistics activities have an important role for companies to display their abilities in a dynamic competitiveness and to give a quick response to their customers. The selection of logistic service provider is a multi-criteria decision-making problem that has many important criteria such as quality, service, cost and performance. In this study, four main criteria and 17 sub-criteria are determined that are important for the selection of logistic service provider. Extent analysis method, one of the fuzzy AHP techniques, is used to express linguistic uncertainty better in pairwise comparisons. Mean Squared, Liou and Wang and Kwong-Bai Methods are respectively used in order to sort fuzzy numbers. The weights of each criterion are determined and the best logistic service provider is selected by using TOPSIS within the candidates.
Keywords: Selection of 3PL service provider, Fuzzy AHP, TOPSIS.

1. GİRİŞ

Bilişim teknolojilerinin sürekli gelişimi ve pazardaki aktörlerin büyüme istekleri rekabet ortamının dinamik bir yapı kazanmasına neden olmuştur. Lojistik faaliyetler şirketlerin bu dinamik ortamdaki pazarda rekabet yeteneğini sergilemede ve müşterilerine zamanında yanıt verme konusunda önemli bir rol oynamaktadır. Dünyada lojistik sektöründe yaşanan gelişmelerin etkisi, Türkiye'de 1990'lı yılların başında görülmeye başlamıştır. Firmaların lojistik ihtiyacının dış kaynak kullanımı ile sağlanmasıyla, Türkiye'de zamanla özelliklerini yitiren nakliye firmalarının yerini lojistik hizmet üreten firmalar almaya başlamıştır.

Avrupa Lojistik Derneği, lojistiği, "Belirli amaçlara ulaşmak için örgüt içinde malzeme hareketinin ve yerleşiminin planlanması, uygulanması ve kontrol edilmesi ve bu malzemelerin hareket ve yerleşmesi ile ilgili destekleyici faaliyetlerin organize edilmesi" olarak tanımlamaktadır. Lojistik sektöründe dış kaynak kullanımı, 3. parti (taraf) lojistik olarak tanımlanmaktadır. Türkiye Lojistik Derneği (LODER)'nin yapmış olduğu tanıma göre; lojistikte dış kaynak kullanımı, tedarik zinciri içindeki ana lojistik faaliyetlerinden ardışık olarak en az üç tanesinin uzman lojistik şirketlere yaptırılmasıdır (Mersin, 2003). Ancak literatürdeki diğer tanımlarda lojistik hizmetlerinin kısmen ya da bütünüyle bir başka şirkete uzun süreli sözleşmelerle yaptırılması, lojistik sürecinde dış kaynak kullanımı olarak belirtilmiştir. Lynch (2000)'e göre lojistikte dış kaynak kullanımı, lojistik hizmeti sağlayıcısının bir işletmenin daha önce kendisinin yapabildiği veya yapabilecek olduğu hizmetleri sunacağına dair bir anlaşmadır(Halldorson, 2001).

Bu çalışmada, Ege bölgesinde faaliyet gösteren bir işletmenin lojistik süreçleri için dış kaynak hizmet sağlayıcısı seçimi problemi ele alınmıştır. Bu seçim probleminin çözümü için Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ve TOPSIS yöntemleri entegre edilerek kullanılmıştır. İkili karşılaştırma yargılarındaki sözel belirsizliği daha iyi ifade etmek amacıyla Bulanık AHP tekniklerinden biri olan Chang'in Mertebe Analiz Yöntemi kullanılmıştır. Bulanık sayıları sıralamak için ise Kareli Ortalama, Liou ve Wang ve Kwong-Bai yöntemleri sırasıyla kullanılarak alternatifler arasında sıralamalar yapılmıştır. Çalışmanın ikinci bölümünde kullanılan yöntemler anlatılmış, uygulama bölümünde yöntemler kullanılarak probleme çözüm aranmış, sonuç bölümünde ise elde edilen sıralamalar sunulmuştur.

2. YÖNTEM

Belirsizlik ve karmaşıklığın arttığı bir dünyada, insanlar bu belirsizlik ve karmaşıklığa çözüm bulmak amacıyla bilgisayarları geliştirmişler. Ancak bu da belirsizlikleri gidermede bir çare olmamıştır (Tekeş, 2002). 1965 yılında Azerbaycan asıllı olan Prof. Lotfi A. Zadeh belirsizliği ifade edebilmek için bulanık kümeleri (fuzzy sets) geliştirmiştir (Çitli, 2006). Bulanık mantığın önemli bir özelliği sözel değişkenlerin kullanımına izin vermesi olup, bu da net ifade edilemeyen kavramların kullanılmasını sağlamaktadır. Sözel değişkenler ile bu sözel ifadeler matematiksel olarak bulanık kümelerin yardımıyla ifade edilebilir. Bulanık kümeler üyelik fonksiyonlarıyla tanımlanır. Bu çalışmada, üçgen üyelik fonksiyonu kullanılmıştır. Üçgensel bulanık sayılar reel sayılarda sıralı üçlü gibi düşünülebilir. Her bir sayı üç bileşenden oluşur. Bu bileşenlerden birinci bileşen en alt değeri, ikinci bileşen yani ortadaki değer olabilecek optimum değeri ve üçüncü bileşende en üst değeri gösterir(Göksu, Güngör, 2008). Çalışma kapsamında kullanılan üçgensel bulanık sayılar Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1 Bulanık Sayılar Kümesi

Açıklama	Önem Derecesi	Önem Derecesi Eşleniği
Eşit Önemli	(1,1,1)	(1,1,1)
Daha Önemli	(2/3, 1, 3/2)	(2/3, 1, 3/2)
Çok Daha Önemli	(3/2, 2, 5/2)	(2/5, 1/2, 2/3)
Çok Fazla Önemli	(5/2, 3, 7/2)	(2/7, 1/3, 2/5)
Kesin Önemli	(7/2, 4, 9/2)	(2/9, 1/4, 2/7)

İnsani düşünme tarzını daha iyi yansıtabilmek için bulanık mantıkla AHP birleştirilerek BAHP uygulamaları ortaya çıkmıştır. Literatürde bir çok AHP uygulaması bulunmaktadır. Genelde başka uygulamalarla da birleştirilmektedir. Bunlardan en çok kullanılanların başında TOPSIS gelmektedir (Gomes, Colcher vd., 2015).

2.1.Bulanık AHP

$X = \{x1, x2, \dots \dots xn\}$ ölçüt (nesne) kümesi, $U = \{ u1, u2, \dots \dots un\}$ amaç (hedef) kümesi olsun. Chang'in (Chang,1992) yöntemine göre, her bir nesne bir amacı gerçekleştirmek üzere ele alınır. Böylece ikili karşılaştırma matrisi uygulanarak m tane genişletilmiş, ya da mertebe analiz değerleri elde edilir. Bu değerler şu şekilde gösterilir.

$$\tilde{A}_{gi}^{1}\tilde{A}_{gi}^{2}, \ldots\ldots, \tilde{A}_{gi}^{m}, \qquad i = 1,2, \ldots, n \tag{1}$$

Burada tüm $\tilde{A}_{gi}^{j}(\, j = 1,2, \ldots, m)$'ler Triangular Fuzzy (TFN) yani üçgen bulanık sayılardır.
i. nesneye göre bulanık sentetik mertebe değeri şu şekilde tanımlanır;

$$S_i = \sum_{j=1}^{m} \tilde{A}_{gi}^{1} \otimes \left[\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} \tilde{A}_{gi}^{1} \right]^{-1} \tag{2}$$

Bu aşamadan sonra elde edilen bulanık sayıların sıralanması yapılır (Şengül, Eren, Shiraz, 2013). Sıralama için kullanılan yöntemler sırasıyla aşağıda verilmektedir.

1- Kareli Ortalamalar Yöntemi

Kareli ortalama sıfır ya da negatif sayıların bulunduğu durumlarda kullanılmaktadır. Burada bulanık sayının sınırlarından biri sıfır ya da negatif olma durumunda sıralamaya imkan verebilmektedir. Bu yöntemde $\tilde{A}k = (l, m, u)$ üçgen bulanık sayı için,

$$K(A_k) = \sqrt{\frac{l^2 + m^2 + u^2}{3}} \tag{3}$$

Şeklinde hesaplanmakta ve $K(A_k)$değerleri sıralanmaktadır (Göksu, Güngör, 2008: 4).

2- Liou ve Wang Yöntemi

Liou ve Wang, üçgen bulanık sayıları sıralamak için toplam entegral değer yöntemini baz almaktadır. Yöntemde, $\tilde{A} = (l, m, u)$ üçgen bulanık sayı için toplam entegral değerin nasıl hesaplanacağını açıklayacak olursak;

$$l_T^{\propto}(\tilde{A}) = \frac{1}{2} \propto (m + u) + \frac{1}{2}(1-\propto)(l + m) = \frac{1}{2}[\propto . u + m + (1-\propto). l] \tag{4}$$

Bağıntıdaki α∈[0,1] kapalı aralığında değer alan iyimserlik indeksidir. İndeks değeri arttıkça iyimser bir karar erici, azaldıkça karamsar bir karar vericiyi temsil eder (Liou, Wang, 1992).

3- Kwong-Bai Yöntemi

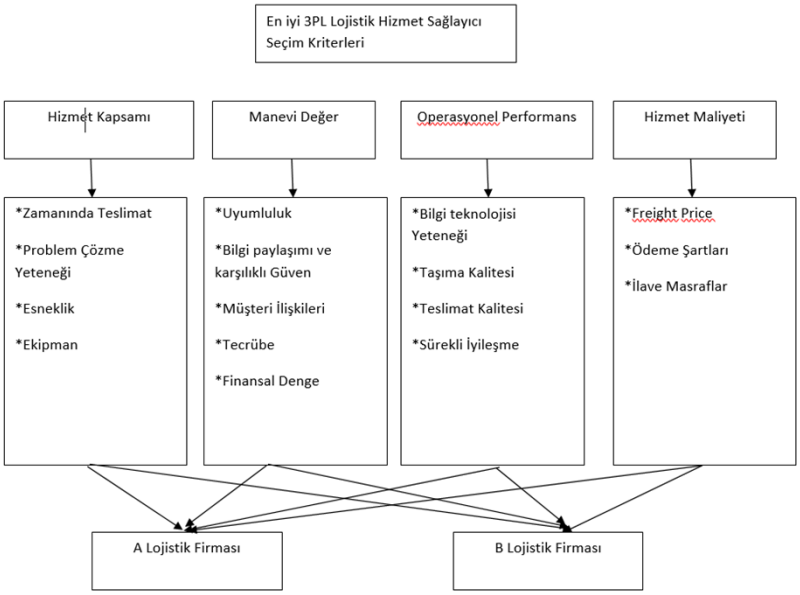
Kwong ve Bai üçgen bulanık sayıları sıralamak için aşağıdaki denklemi kullanmışlardır. $\tilde{A} = (l, m, u)$ üçgen bulanık sayı olmak üzere aşağıdaki gibi sıralama yapmaktadır.

$$M_k = \frac{l + 4m + u}{6} \tag{5}$$

3. UYGULAMA

Yapılan çalışmada Ege Bölgesi'nde faaliyet gösteren bir işletmenin hangi lojistik firmasıyla çalışacağının öncelik sırasının belirlenmesi amaçlanmıştır. Yapılan çalışma kapsamında lojistik hizmet sağlayıcı seçim kriterine göre uygun lojistik firmasının belirlenmesinde ilgili şirketteki uzman kişilerle görüşülerek belirlenen seçim kriterleri doğrultusunda şirketin geçmişte kullandığı A Lojistik Firması ile şuan çalışmakta olduğu B lojistik firması arasında karşılaştırma yapılmak istenmektedir. Uzman kişilerle belirlenen kriterler göz önünde bulundurularak BAHP ile kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesi ve TOPSIS ile lojistik firması seçimi yapılmaktadır. Buradan elde edilecek sonuç hem karar vericilere bu seçim kararı alma sürecinde yardımcı olmak hem de şirketin çalıştığı lojistik firmasını değiştirmesi hakkında bir değerlendirme yapılmış olacaktır. Çalışmanın etkin bir şekilde gerçekleşebilmesi için farklı metotlar araştırılmış ve bulanık mantık yönteminin etkili sonuç vereceği öngörülmüştür. Alternatif değerlendirmeleri sonucu ile birlikte lojistik firmaların öncelik sıralaması bulunacaktır.

Yapılan çalışma kapsamında BAHP yönteminde kullanılacak olan kriterler, alt kriterler ve alternatifler belirlenmiştir. Şekil 1'de lojistik hizmet sağlayıcı seçimi için seçim kriterleri hiyerarşisi gösterilmiştir.



Şekil 1 Bulanık AHP Modeli için Hiyerarşi Yapısı

4 ana kriter ve 17 alt kritere sahip olan çalışmada kriter ağırlıkları BAHP yönteminde yer alan farklı hesaplama metotları ile hesaplanmıştır. Kriter ağırlıklarının hesaplanabilmesi için uzman kişiler ile yapılan görüşmeler neticesinde başlangıç matrisi oluşturulmuştur. Yapılan bu çalışmada Bölüm 2'de anlatılan Chang'in genişletilmiş BAHP yöntemi kullanarak kriterlerin sentez değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen bu bulanık sayıların reel sayıya çevrilmesi gerekmektedir. Sentez değerlerinden sonra kriterlerin ağırlıklarını hesaplamak için sırasıyla Kwong-Bai, Kareli Ortalama, Liou ve Wang yöntemleri kullanılmıştır ve Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Kriterlerin Ağırlık Değerleri

Kriterler	KWONG-BAİYÖNTEMİ	KARELİ ORTALAMA YÖNTEMİ	LİOU VE WANG YÖNTEMİ
k1 (hizmet kapsamı)	0,2950044	0,298846457	0,310844784
k2 (manevi değer)	0,178263348	0,181637024	0,173651227
k3 (Operasyonel p.)	0,2950044	0,298846457	0,278698461
k4 (hizmet maliyeti)	0,235420474	0,235979463	0,231612786
a1	0,12638385	0,129269358	0,140098702
a2	0,066088994	0,070008127	0,071031879
a3	0,050414479	0,048909657	0,051385716
a4	0,052615239	0,053315732	0,054160897
b1	0,069450076	0,070521626	0,067091377
b2	0,087027596	0,089309205	0,078632325
b3	0,087027596	0,089309205	0,079224645
b4	0,052588472	0,054281581	0,048180617
c1	0,119074081	0,124827226	0,129244889
c2	0,059435627	0,060803327	0,059373111
c3	0,059435627	0,060803327	0,056184666
d1	0,036623678	0,037631291	0,036933582
d2	0,036623678	0,037631291	0,034625114
d3	0,040560454	0,041463557	0,038580429
d4	0,065222192	0,06841531	0,059019136
d5	0,036623678	0,037631291	0,035125017

Firmanın uzman kişilerle görüşülerek kriterler için A Lojistik Firmasına ve B Lojistik Firmasına 1 ile 10 arasında değer verilerek karar matrisi oluşturulmuştur. Daha sonra TOPSIS yöntemi ile firma için en uygun olan hizmet sağlayıcılar bulunmuştur. Tablo 3'de Liou ve Wang Yöntemi, Kwang Bai Yöntemi ve Kareler Yöntemlerinin tek tek TOPSIS ile entegre edilmesi ile firmanın karar vericiler için en iyi lojistik firması belirlenmiş ve çıkan sonuçlar Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3 Seçeneklerin Ağırlık Değerleri

	Yöntemlere Göre C(i) Değerleri		
	Kareli Ortalama	***Liou ve Wang***	***Kwang Bai***
C1*(A Lojistik Firması)	**0,76258**	0,429887	**0,501114948**
C2*(B Lojistik Firması)	0,23742	**0,570113**	0,498885052

4. SONUÇ

Yapılan çalışma kapsamında ilgili fabrika için en iyi lojistik hizmet sağlayıcı seçim kararı oluşturulmuştur. Lojistik hizmet sağlayıcı seçim kriterlerini şirketteki uzman kişilerle bizzat görüşülerek seçim kriterleri hiyerarşisi oluşturarak ağırlıkları ve önem dereceleri birlikte görüşülerek belirlenmiştir. Lojistik hizmet sağlayıcı seçim kriterlerinin belirlenmesinden sonra bulanık AHP ile kriterlerin ağırlıkları üçgensel olarak oluşturulmuştur. Bu aşamadan sonra üçgensel ifadelerin sentez değerlerini elde etmek adına Kwong-Bai Yöntemi, Liou ve Wang Yöntemi, Chang Yöntemi ve Kareler Yöntemi ile kriterlerin ağırlıkları belirlenmiştir. Fakat Chang yönteminin uygulamasında anlamlı bir sonuç çıkmadığı için çalışmada yer verilmemiştir. Kwong-Bai yöntemi ve Kareler Yönteminin TOPSIS'e ayrı ayrı uygulanmasıyla uygulama yapılan fabrika için en iyi lojistik hizmet sağlayıcı seçiminde elde edilen sonuç A Lojistik Firması olarak saptanmıştır. Liou ve Wang Yönteminin TOPSIS'le bağlanmasıyla elde edilen en iyi lojistik hizmet sağlayıcı seçimindeki sonuç B Lojistik firması olarak hesaplanmıştır.

Elde edilen sonuçlar arasında büyük farklar olmamasının nedeni alternatif firmaların azlığı ve değerlendirilmeye alınan firmalar arasında fazla farklılığın olmamasından dolayı olduğu düşünülmüştür. Daha fazla lojistik firması alternatifleri arasında değerlendirilerek daha belirgin sonuçlar elde edilmesi beklenmektedir.

KAYNAKÇA

Aladağ, Z. (2004). Karar Teorisi. Genişletilmiş 2.b. Kocaeli: Kocaeli Üniversitesi Yayınları.

Arslantaş, Cem Cüneyt." Yeni bir Yönetim Stratejisi olarak Dış Kaynaklardan Yararlanma ve İlaç Sanayiinde Faaliyet Gösteren Firmaların Dış Kaynaklardan Yararlanma Uygulamaları", İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Yönetimi ve Organizasyonu, yayınlanmamış yüksek lisans tezi, İstanbul,1999.

Bayraktar, B. "Bilgi Yönetimi Akademik Yaklaşımlar", Beta Basım Dağıtım, İstanbul,2006.

Chang, Da-Yong, Applications Of The Extent Analysis Method On Fuzzy AHP,(1996).

Dündar, S. Ve Ecer, F. (2008), "Öğrencilerin GSM Operatörü Tercihinin Analitik Hiyerarşi Süreci Yöntemiyle Belirlenmesi", Celal Bayar Üniversitesi İ.İ.B.F Yönetim Ekonomi Dergisi, C.15, S.1: 195–205.

Ertürk, M. İşletmelerde Yönetim ve Organizasyon, Beta Basım Dağıtım, İstanbul,1998.

Felek Sevgi, Yuluğkural Yıldız Ve Aladağ Zerrin, "Mobil İletişim Sektöründe Pazar Paylaşımının Tahmininde AHP ve ANP Yöntemlerinin Kıyaslanması", Makine Mühendisleri Odası Endüstri Mühendisliği Dergisi, Cilt 18, Sayı 1, 2007, s. 8.

Gülova, Asena Altın. "İşletme Yönetiminde Yeni Bir Yaklaşım: Outsourcing(Dış Kaynak Kullanımı) Süreci", 9.Ulusal Kalite Kongresi'nde sunulan tebliği, Kongre yeri belirtilmemiş,21-22 Kasım 2000.

Halldorsson, A. (2001). "Logistics Outsourcing". Journal of Business Logistics. http://findarticles.com/p/articles/mi_qa3705/is_200101/ai_n8932008

Halwey, J. – Melby, B. M., Wıley, John. Information Technology Outsourcing Transactions Process, Strategies and Contracts, New York, 1996.

İlter, H.Melih. Global Dışsal Tedarik, İTO Yayınları, İstanbul, 2002,sayı:31.

Kağnıcıoğlu, Hakan Celal (2007). "Tedarik zinciri yönetiminde tedarikçi seçimi", Anadolu üniversitesi yayınları: no.1723 Endüstriyel sanatlar yüksekokulu yayınları; no:1, Eskişehir, 2007.

Kwong, C.K. and Hoglei BAI, Determining The Importance Weights Fort He Customer Requirements İn QFD Using Fuzzy AHP Whit An Extent Analysis Approach,(2003).

Karakaya, K. (2003). İstanbul Boğazından Gemilerin Emniyetli Geçişinin Analitik Hiyerarşi Prosesi Kullanarak Analizi. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Kocamustafaoğulları, E. (2007). Çok Kriterli Karar Verme Semineri. Çok AmaçlıKarar Verme, Tepav.

Koçel, T ."İşletme Yöneticiliği", Beta Basım Dağıtım, İstanbul,1998.

Koçel. T. "İşletme Yönetimi ile İlgili Son Gelişmeler ve Çalışanlar Açısından Anlamı", Mercek Dergisi, MESS Yayınları, 1996.

Kuruüzüm, A. Ve Atsan, N. (2001),"Analitik Hiyerarşi Yöntemi ve İşletmecilik Alanındaki Uygulamaları" Akdeniz İ.İ.B.F. Dergisi, S.1: 83-105.

Liou, Tian-Shy and Mao-Juin J. WANG, Ranking Fuzzy Numbers With Integral Value,(1992).

MEGEP (Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi), (Ulaştırma Hizmetleri Lojistik Yönetimi), Ankara, 2009

Ngwenyama, O.K.Bryson, N.”Making The Information Systems Outsourcing Desicion: A Transaction Cost Approach to Analyyzing Outsourcing Decision Problems”, Europan Journal of Operational Research,1999,sayı:115.

Oğuzlar, A. (2007), “Analitik Hiyerarsi Süreci ile Müsteri Sikâyetlerinin Analizi”, Akdeniz Đ.Đ.B.F. Dergisi, S.14: 122-134.

Özbay, T. (2004). Sorularla Dış Kaynak Kullanımı (Outsourcıng), İTO, İstanbul.

Perry, W. Deninney, S. “Achieving Quality Outsourcing”, Information Systems Management, 1997, cilt:14,sayı:2.

Sanders, Carol. Gebelt. Mary. Hu, Quing. “ Achieving Success in Information Systems”, California Management Review, vol:39, no:2;kış 1997.

Saaty, T.L. (1990). Multicriteria Decision Making: The Analytic Hierarchy Process. 2nd Ed. Pittsburgh: RWS Publications.

Saaty, T.L. (1994). How to Make a Decision : The Analytic Hierarchy Process. Interfaces, 24(6), 19-43.

Saaty, T.L. & Vargas, L.G. (1987). Uncertainty and Rank Order in the Analytic Hierarchy Process. European Journal of Operational Research, 32(1), 107-117.

Sevim, Akdemir, Vatansever, Şereffettin, Ali, Kemal, (Lojistik Faaliyetlerde Dış Kaynak Kullanan İşletmelerin Aldıkları Hizmetlerin Kalitesinin Değerlendirilmesine Yönelik Bir İnceleme), Süleyman Demirel Üniversitesi İ.İ.B.F. Yayınları C.13 S.1, Isparta, 2008.

Steward, T.J. (1992). A Critical Survey on the Status of Multiple Criteria Decision Making Theory and Practice. omega, 20(5-6), 569-586.

Şengül, Ü., Miraç, E., Shıraz, S.E., Bulanık AHP İle Belediyelerin Toplu Taşıma Araç Seçimi, (2013).

Tek, Ö.B.; Özgül, E. (2005). Modern Pazarlama İlkeleri-Uygulamalı Yönetsel Yaklaşım, Birleşik Matbaacılık, İzmir.

Toksarı, M. (2007), “Analitik Hiyerarsi Prosesi Yaklasımı Kullanılarak Mobilya Sektörü Đçin Ege Bölgesi’nde Hedef Pazarın Belirlenmesi”, Celal Bayar Üniversitesi İ.İ.B.F Yönetim Ekonomi Dergisi, C.14, S.1: 171–180.

Topçu, İ. (2007). Karar Verme, Sistem ve Destek. Karar Destek Sistemleri. 2. Bölüm. (http://www.isl.itu.edu.tr/ya/KDS2.ppt). [07.05.2007].

Vissak, T. (2008). “Achieving Success in Logistics Services Outsourcing: Some Recommendations”. Organızacıjų Vadyba:Sıstemınıaı Tyrımaı, 46: 149-162.

Yaralıoğlu, K. (2001), “Performans Değerlendirmede Analitik Hiyerarsi Proses”, Dokuz Eylül Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi, C.6, S.1: 129-142.

Yüksel, İ. ve Akın, A. (2006), “Analitik Hiyerarşi Proses Yöntemiyle İşletmelerde Strateji Belirleme”, Doğuş Üniversitesi Dergisi, C.7, S.2: 254-268.

Monteiro Gomes, L. F. A., et al. (2015). "3rd International Conference on Information Technology and Quantitative Management, ITQM 2015Criteria in AHP: A Systematic Review of Literature." Procedia Computer Science 55: 1123-1132.

OTOBÜS HATTI ATAMA PROBLEMİNİN MACAR ALGORİTMASI İLE ÇÖZÜMÜ

Ayça Supçiller
Pamukkale Üniversitesi

Yusuf Yılmaz
Pamukkale Üniversitesi

ÖZET

Hizmet sektöründe kârlılık kadar hizmet alanların memnuniyeti de önemlidir. Bu iki faktör arasındaki dengenin kurulması ve şirketlerin sürdürülebilirliğinin sağlanması için bilimsel yöntemlerin ve yöneylem araştırması tekniklerinin kullanılması gerekmektedir. Bu çalışmada, bir büyükşehir belediyesinde hizmet veren otobüslerin, rotalarının başlangıç ve bitiş durakları göz önünde bulundurularak, hangi garaja atanması ve orada park etmesi gerektiğine dair soruların cevaplarına ulaşılmaya çalışılmıştır. Bu amaçla, otobüs hatlarının başlangıç ve bitiş duraklarının otobüs garajlarına uzaklık değerleri hesaplanmış ve karma tam sayılı doğrusal programlama modeli oluşturulmuştur. Problemin çözümü için Macar algoritması da kullanılmış, algoritmanın etkinliği CPLEX ile çözülen sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Macar algoritması ile garaj atama probleminin çözümünde etkin sonuçlar elde edildiği görülmüştür.

Anahtar sözcükler: Atama Problemi, Macar Algoritması, Yöneylem Araştırması

SOLUTION SUGGESTIONS FOR BUS LINE ASSIGNMENT PROBLEM

ABSTRACT

The satisfaction of customers is as important as the profitability of a company. Scientific methods and operations research technics have to be used in order to establish the balance between the profitability and customer satisfaction and to ensure the sustainability of a company. In this paper, the allocation of a bus to a garage is analyzed. For this purpose, the distances between the start stops and the garages are calculated. A mixed integer linear programming model and Hungarian Algorithm (HA) are both used to solve the assignment problem. The result of HA is compared with the result obtained with CPLEX. The numerical results show that HA produces the solutions as efficient as the model does.

Keywords: Assignment Problem, Hungarian Algorithm, Operational Research

1. GİRİŞ

Atama modelleri konusu, yöneylem araştırması teknikleri içerisinde pratikte uygulanabilirliği olan önemli konulardan birisi olarak dikkat çekmektedir. Bu modeller sayesinde işletmeler açısından maliyetleri minimum kılacak optimum atama işlemlerini gerçekleştirmek veya karı maksimum yapabilecek optimum atama işlemlerini gerçekleştirebilmek mümkündür. Bundan dolayı bu modeller sayesinde iki yönlü atama işlemlerini gerçekleştirebilmek mümkün olabilmektedir. İşletmelerde, bir işin en uygun işçi ya da memura verilebilmesi, bir satıcının en uygun yere ya da bölgeye atanabilmesi, üretim işletmelerinde yine bir işin en uygun işçi ya da makineye atanabilmesi ve bir işin en uygun zamanda tamamlanabilmesi, maliyetleri minimum yapabilmek ya da karı maksimum yapmak açısından son derece önem arz eden konulardır. Bu örnekler sadece bununla sınırlı kalmayıp, araba kiralama işlerinde, ihaleye açılan işlerde, inşaat sektöründe veya önemli proje çalışmalarında ve bunların dışında kalan pek çok alanda kullanılabilmektedir.

Atama problemi farklı alanlarda farklı şekillerde karşılaşılan bir optimizasyon problemidir. Ulaştırma problemlerinde olduğu gibi, belirli bölgeler arası atama işlemlerinin en küçük maliyetle gerçekleştirilmesi veya çalışanların işlere eğitim ve tecrübelerine göre kuruluşa maksimum faydanın sağlanması kriteri göz önünde tutularak atanması söz konusudur. Uygun atamalar maliyetleri düşürerek işletmelerin pazardaki rekabet gücünü arttırmanın yanı sıra çevreye faydalı sonuçlar oluşturabilmektedir.

Bu çalışma kapsamında atama problemleri ve çözüm önerileri üzerinde durulmuştur. Çalışmanın amacı atama problemleri hakkında araştırma yapmak ve çözüm yöntemleri incelenerek bir işletmeye farklı yöntemlerle uygulamasını yapmaktır. Çalışma kapsamında Macar Algoritması ve GAMS programlarından yararlanılmıştır. Veriler doğrultusunda otobüs hatlarının belirli kısıtlar dâhilinde en uygun garajlara ataması yapılmaya çalışılmıştır.

Çalışma şu kısımlardan oluşmaktadır. Birinci bölümde yöneylem araştırması ve özelliklerinden, ikinci bölümde atama modellerinden, üçüncü bölümde Macar Algoritması ve uygulama aşamalarından, dördüncü bölümde atama problemleri ile ilgili literatür araştırmasından ve son olarak beşinci bölümde sonuçlar verilmiştir.

2. LİTERATÜR

Literatür araştırmasında atama problemleriyle ilgili geçmişten bugüne yapılan çalışmalar ele alınmıştır. Atama problemlerinde en büyük devrimin H. W. Kuhn tarafından bulunan Macar algoritması olduğu görülmektedir. Macar algoritması üzerinde değişiklik yaparak çözüm bulmayı amaçlayan birçok bilimsel çalışma bulunmaktadır. Munkres (1957) yayınladığı makalede atama ve taşımacılık problemleri için bir algoritma önermiştir. Çalışmasını iki bölüme ayırmış, birinci bölümde algoritmasının atama problemleri için uygunluğunun doğruluğunu kanıtlamıştır. Ayrıca kanıtlar için uyarılar koymuş ve algoritmanın kesin hali için tartışmalardan bahsetmiştir. İkinci bölümde ise algoritmayı taşımacılık problemleri için genelleştirmiştir. Bu kısımda kısaca bahsedilmiş olup uyarılar bulunmamaktadır. Bu çalışmanın Macar algoritmasından farkı Macar algoritmasında sıfırları örten çizgi sayısına ulaşmak için yapıcı prosedürlerin bilinmesi gerekirken bu çalışmanın buna gerek bırakmamasıdır. Spielberg (1984) çalışmasını kentsel toplu taşıma sistemi için garaj lokasyonu ile ilgili yapmıştır. Modelin amacı, sabit yer maliyetleri, değişken araç maliyetleri ve mürettebat tahliye maliyetinin toplamını en aza indirmektir. Model, konum değişim sezgiseli ve ağ akış algoritması içeren bir iteratif prosedüre göre çözülmüştür. Öner ve Ülengin (2003) tarafından yapılan çalışmada Macar yöntemine uygun olacak şekilde, işlemleri yürütecek daha sade ve kolay anlaşılabilir bir yöntem üzerinde çalışılmıştır. Geliştirilen çözüm yönteminde ilk iki adım Macar yöntemindeki ilk iki adımla aynıdır. Macar yönteminin üçüncü adımı ona uygun sade bir şekilde çizgilerin sistematik bir yöntemle çizilmesini sağlayacak bir yöntemle tamamlanmaktadır. Yöntem ile birçok değişik boyutlu test problemi çözülerek sonuçlarının doğruluğu kontrol edilmiştir. Değişik boyutlarda ayrı ayrı olmak üzere (100*100) boyutuna kadar olan test problemlerinin çözümünde, önerilen yöntemin çözüm süreleri açısından Gillet yöntemine göre daha yavaş olduğu, Lotfi yöntemi ile hemen hemen eşit, fakat az farkla ondan daha hızlı çalıştığı görülmüştür. Kahveci ve Gidersoy (2007) Sağlık sektörü ile ilgili bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada işletmenin gerçek adı yerine hayali bir ad kullanmışlardır. İlaç işletmesi, pazara sürme aşamasına geldiği 10 farklı yeni ilacın tanıtımında kullanmak için, promosyon amaçlı dağıtılmak üzere bir promosyon ürün ihalesi açmıştır. Bu ihaleye 12 firma katılmıştır. Görüldüğü üzere 10x12'lik bir matris oluşmaktadır. Macar algoritmasının uygulanabilmesi için matrisin 12x12'lik olması gerekmektedir. Bu sebeple 2 tane kukla ilaç ihalesi kullanılmıştır. Kukla ilaç ihalelerinin maliyet değerleri 0 dır. İlaç firmasının amacı bu promosyon ürün ihalesini, toplam maliyeti minimum yapacak optimum atama işlemlerini Macar algoritması tekniğini kullanarak gerçekleştirmektir. Maliyet değerleri matrise yazılıp Macar algoritması uygulandıktan sonra en uygun atamalar yapılmıştır. Tettey, Stentz ve Dias (2007) çalışmalarında değişken maliyetli atama problemleri için dinamik Macar algoritması oluşturmuşlardır. Gerçek hayatta maliyetlerin değişken

olabileceğinde farklı bir algoritmanın gerekliliğini düşünmektedirler. Öncelikle Macar algoritması ve aşmalarından bahsedip daha sonra kendi buldukları dinamik Macar algoritmasını nasıl yaptıklarını anlatmışlardır. Çalışmalarını örnekle göstermiş ve kanıtlar sunmuşlardır. Çalışma sonuçlarını da rakamsal olarak göstermişlerdir. Çalışmanın doğruluğu bilgisayar ortamında da kanıtlanmıştır. Berberler, Uğurlu ve Kızılateş (2011) tarafından yapılan bu çalışmada, indirgenmiş maliyet matrisindeki tüm sıfırları kapatmayı sağlayan en az çizgi sayısını bulmak için en küçük tepe örtüsü ve en yüksek ağ akış yaklaşımları incelenmiş ve geri izleme tekniğine dayanan yeni bir algoritma önerilerek hesaplama denemeleri yapılmıştır. Macar algoritmasında yer alan sıfırları kapatma aşamasına geri izleme tekniği ile yeni bir algoritma önerisi getirilmiştir. Önerilen algoritma C dilinde programlanarak mevcut yöntemlerle kıyaslanmış ve bu örnekler üzerinde ele alınan yöntemlerden daha iyi olduğu görülmüştür. Zhu ve Zhou (2012) çalışmalarında Kuhn ve Munkres'in algoritmalarının çok boyutlu rol transfer problemleri için yeterli olmadığını düşünüp Kuhn ve Munkres'in algoritmalarına dayanarak m*m'lik matristen oluşan rol transfer problemleri için yeni bir algoritma oluşturmuşlardır. Konuyla ilgili örnek çalışma yapılmış. Sonuçlar tablolarla gösterilmiş ve karşılaştırmalar yapılmıştır. Mehlum (2012) atama problemlerine 3 farklı algoritmayla çözüm üretmiştir. İlk olarak Macar algoritması ile başlamış. Bu algoritmayı tanımladıktan sonra bir örnek vererek çözüme ulaşmıştır. Bir diğer algoritma Kısa Takviye Yolu Algoritmasıdır. Macar algoritması matris şeklinde iken bu algoritma grafik şeklindedir. Bu yöntemin Macar algoritmasından farkı atama yapılacak kadar iterasyonla sonuca gidilebilecek olmasıdır. Son algoritma ise Açık Arttırma Algoritmasıdır. Bu algoritma ile müşterilere maksimum sayıda ürün satmayı hedefleyen model üzerinde çalışılmıştır. Ayrıca minimizasyonun nasıl yapıldığına da değinilmiştir. Zhicheng, Weijian, Xiaoming ve Zhao Ning'in (2014) yaptıkları çalışmada büyük otobüs terminallerinde gerçek zamanlı ALV sevk problemine modifiye edilmiş Macar algoritması yöntemini kullanarak çözüm bulmaya çalışmışlardır. Günümüzde konteynır terminallerinin daha büyük ve daha verimli olduğunu düşünerek çalışmaya başlamışlardır. ALV tahminlerinin yanlış olabileceğini düşünmektedirler. Modifiye Macar Algoritmasının anlık sevk modelini çözmek için uygulandığı ve modifiye Algoritma, bu tahsisat sorunların çözümünde CPLEX'i bile geride bıraktığını iddia eden bu çalışma aynı problemi modifiye Macar algoritması ve CPLEX programıyla çözmüş ve sonuçları karşılaştırmıştır. Sonuç olarak ta büyük konteyner terminallerinde özelliklerine göre, ALV sevk sorunu için gerçek zamanlı araç sevk modeli önerilmiştir. Jaskowski ve Tomczak (2014) çalışmalarında inşaat proje çizelgelemesi için atama probleminde yeni algoritmalar önermektedir. Çalışmanın içeriğinde paralel proses, seri proses ve hibrit prosesten bahsedilmiş ve her bir proses için modeller oluşturulmuştur. Paralel prosesin aşamaları Macar algoritmasının aynısıdır. En büyük avantaj en kısa proje süresini saptamaktır. Ancak devamlılık yoktur. Seri prosesin avantajı ise günlük kullanılan materyallerin çalışmasını maximize etmek olarak tanımlanmıştır. Toplam duraklama süresinin ölçülemediği belirtilmektedir. Hibrit proseste de önceki proseslerin eksiklikleri giderilecek şekilde model kurulmuştur. Zor ve karmaşık problemler için hibrit proses, küçük hesaplar için paralel prosesin kullanılmasını önermektedir. Çalışma örneklerle güçlendirilmiş ve verimlilik rakamsal olarak gösterilmiştir. D. M. Amariei ve A. V. Amariei (2015) WINQSB yazılımı kullanılarak dağıtım sorunlarının optimizasyonunun yapılmasından bahsetmiştir. Programda ağ modelleme bölümüne girilip oradan atama problemi bölümünü girilir. Oluşturulacak matris satır ve sütun sayıları girilir ve maliyetler matrise doldurulur. Programın çözüm aşamaları Macar algoritmasıyla aynıdır. İterasyonlar programda gösterilmektedir. Çalışmada uygulama olarak 5 tane atletin çeşitli mesafelerde koşu performansına göre uygun yarışa ataması yapılmaya çalışılmıştır. Değerler programa yazılmış ve uygun atamalar yapılmıştır. Dutta ve Pal'ın (2015) çalışmasında Macar algoritması ve modifiye edilmiş Macar algoritması karşılaştırılmıştır. Çalışmada aynı sonuca daha kısa sürede ve daha zahmetsiz ulaşılması amaçlanmaktadır. Modifiye edilmiş Macar algoritmasının ilk iki aşaması Macar algoritmasıyla aynıdır. Sonraki aşamada üzeri çizilmeyen en küçük sayı atama yapılacak sayı olarak kabul edilir. Karşılaştırma yapmak için önce Macar algoritması kullanılarak bir problem çözülmüş daha sonra modifiyeli Macar algoritmasıyla aynı problem çözülmüştür. Aritmetik operasyon sayıları ve kullanılan çizgi sayıları karşılaştırılmış ve sonuçlar tabloda gösterilmiştir.

3. YÖNTEM

a. Macar Algoritması

Macar çözüm yöntemi, Kuhn (1955) tarafından geliştirilmiş sade, kolayca anlaşılabilen ve son derece etkili bir çözüm yöntemidir. H.W.Kuhn, D.König ve J.Egervary adında iki Macar matematikçinin fikirlerini kombine ederek bu algoritmayı bulmuştur. Macar yöntemi minimizasyon problemlerinde aşağıdaki biçimde uygulanmaktadır:

Adım-1: Maliyet matrisinin her satırı için, satırdaki en küçük değere sahip elemanı satırdaki tüm elamanlardan çıkarınız.

Adım-2: Yukarıdaki işlemden sonra maliyet matrisinin her sütunu için, sütundaki en küçük değere sahip elemanı sütundaki tüm elemanlardan çıkarınız.
Adım-3: Yukarıdaki işlemlerden sonra matrisin yeni durumuna "indirgenmiş matris" denilmektedir. İndirgenmiş matris üzerinde oluşan sıfır elemanlarını kapatmak üzere gerekli satır ve sütunların üzerine çizgi çekiniz. En az sayıda çizgi kullanılmalıdır. Eğer kullanılan en az çizgi sayısı maliyet matrisinin boyutu olan (m) sayısına eşitse o takdirde en iyi çözüm bulunmuş demektir. İşlemi durdurunuz, Aksi halde Adım-4'e gidiniz.
Adım-4: Sıfır elemanlarını kapatmak için satır ve sütunlar üzerine çizilmiş çizgilerin kapatmadığı elemanlar arasından en küçük değere sahip olanını bulunuz. Bu değeri üzerinden çizgi geçmeyen tüm elemanlardan çıkarınız ve üzerinden iki çizgi geçen elemanlara ekleyiniz. Yeni bir indirgenmiş matris elde edilmiştir. Adım-3'e dönünüz.
Son olarak alternatif çözümlere göre atamlar yapılır (Öner, Ülengin 2003). Maksimizasyon problemlerinde ise sadece ilk iki adımdaki işlemler değişmektedir. Yani tüm satır ve sütunlardaki en küçük elemanları diğer elemanlardan çıkarmak yerine satır ve sütundaki en büyük elemandan diğer elemanlar çıkarmak gerekir.

4. UYGULAMA

Bu çalışmada, bir belediye kapsamında hizmet veren otobüslere ait garaj ataması yapılmaktadır. Çalışma kapsamında Macar algoritması ve GAMS programında çözülerek karşılaştırılmıştır.
Hatların Başlangıç ve Bitiş Duraklarının Garajlara Uzaklığı
Uzaklık matrisinde her bir satır bir garajı temsil ederken; her bir sütun bir otobüs hattının başlangıç ve bitiş durağını göstermektedir. Matristen her garajın ilgili durakların başlangıç ve bitiş noktalarına olan uzaklığı bulunmaktadır.

Tablo 4. Hat Güzergahları

		Güzergâh
HAT NUMARASI	5	A - B
	6	C - B
	7	D - E
	8	F - D - E
	9	D - G
	11	D- H - I
	12	J - K - L
	14	M - N
	15	O - P - R
	16	S - T - U

Tablo 5. Başlangıç ve Bitiş Durağındaki Otobüs Sayıları

		Kapasiteler	
		Başlangıç Durağı	Bitiş Durağı
HAT NUMARASI	5	4,00	1,00
	6	2,00	1,00
	7	1,00	1,00
	8	5,00	1,00
	9	1,00	0,00
	11	2,00	1,00
	12	9,00	3,00
	14	3,00	1,00
	15	2,00	0,00
	16	1,00	0,00

a. Macar Algoritması ile Çözüm

Macar algoritması ile 10 otobüs hattına ait 39 otobüsün 10 adet garaja ataması yapılmıştır. Bu atamalar gerçekleştirilirken garaj kapasiteleri tüm garajlar için sınırsız olarak ele alınmıştır. Hatlar sol taraftaki sütunlara her bir hattın başlangıç ve bitiş durağındaki otobüs sayısına göre yazılmıştır. 39 otobüsün 10 garaja ataması yapılmak istendiğinden satır ve sütun sayısının eşit olması amacıyla garajların yanına 31 tane hayali sütun konmuştur.

Tablo 6. Macar Algoritması'na Göre Atama Sonucu

		GARAJ İSİMLERİ																			
		Hatların Başlangıç ve Bitiş Duraklarına Yapılan Atamalar																			
		gediz		inciraltı		adatepe		mersinli		soğukkuyu		çiğli		urla		torbalı		stad		belkahve	
HAT NUMARASI	5	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	6	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	1	0	0
	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	11	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	12	0	0	9	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
	14	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	15	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	16	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 3 incelendiğinde İnciraltı garajına çok fazla atama yapıldığı görülmektedir. Garaj kısıtı konularak bunun önüne geçilebilir. Hatlar ile garajlar arasındaki mesafeler maliyet olarak düşünüldüğünde yapılan atamalara göre maliyet 241532 çıkmıştır.

b. Matematiksel Model

Hat endeksi, $i \in I = \{1, \ldots, h\}$ Otobüs/araç hatları kümesi, h = toplam hat sayısı.
Garaj endeksi, $k \in K = \{1, \ldots, g\}$ Garajlar kümesi, g = toplam garaj sayısı.
Durak endeksi, $j \in J = \{1,2\}$ Hatlar için kullanılacak durak kümesi, 1 =başlangıç, 2 =bitiş durağı.
Karar değişkenleri;

X_{ijk}: i.hattın j.durağından k. garaja kaç tane atadı

D_{ijk}: i hattının j durağının k garajına uzaklığı

B_{ij}: i. hattın j. durağının araç sayısı

$$\text{Min} \sum_{i=1}^{h} \sum_{k=1}^{g} \sum_{j=1}^{2} X_{ijk} D_{ijk} \tag{1}$$

Kısıtlar;

$$\sum_{i=1}^{h} X_{ijk} \leq a_j \tag{2}$$

$$\sum_{k=1}^{g} X_{ijk} = b_{ij} \tag{3}$$

$$X_{ij} \in (0,1,2, \ldots) \tag{4}$$

Matematiksel modelin GAMS ile çözümünde toplam 10 hat kullanılmıştır. Hatların başlangıç ve bitiş duraklarının otobüs sayısı toplam 39 adettir. Garaj kapasitesi de her garaj için sınırsız olarak alınmıştır. Çözümde sonuçlar Tablo 4'deki gibi olmaktadır.

Tablo 7. GAMS'e Göre Atama Sonuçları

		GARAJ İSİMLERİ																			
		Hatların Başlangıç ve Bitiş Duraklarına Yapılan Atamalar																			
		gediz		inciraltı		adatepe		mersinli		soğukkuyu		çiğli		urla		torbalı		stad		belkahve	
HAT NUMARASI	5	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	6	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	7	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0
	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	11	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	12	0	0	9	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	14	0	0	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	15	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	16	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

5. SONUÇ

Bu çalışmada atama problemlerinin çözümü için yöneylem araştırması tekniklerinin önemine dikkat çekilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla atama problemleriyle ilgili literatür araştırması yapılmış ve çözüm yöntemleri incelenmiştir. Çalışmada ifade edildiği gibi yöneylem teknikleri atama problemlerinin çözümünde önemli bir yere sahip olup verimliliğin arttırılmasında çok etkili olabilmektedir. Çalışmada söz konusu tekniklerden iki tanesi kullanılmış ve sonuçları karşılaştırılmıştır.

İlk olarak Macar algoritması ile çözüm yapılabilmesi için n tane satır ve n tane sütun gerekliliği kontrol edilmiştir. Problemi Macar algoritmasına uygun hale getirmek için hatlar sol taraftaki sütunlara her bir hattın başlangıç ve bitiş durağındaki otobüs sayısına göre yazılmıştır. 39 otobüsün 10 garaja ataması yapılmak istendiğinden satır ve sütun sayısının eşit olması amacıyla garajların yanına 29 tane hayali sütun konmuş ve bu şekilde çözülmüştür. Buna göre sonuç tablosu incelendiğinde çıkan alternatifler GAMS sonuçları ile karşılaştırıldığında alternatiflerin yaklaşık olarak %75 oranında benzerlik gösterdiği görülmüştür.

Bu yöntemin dışında sonuçların bilgisayar programları aracılığıyla karşılaştırılması için modelleme yöntemi kullanılarak GAMS programıyla çözüme ulaşılmıştır. Çalışmada belirtildiği gibi iki çözümün tüm atamaları eşit çıkmıştır. Bu durum iki programın alternatif sonuçlarının benzerlik gösterdiğini verdiğini göstermektedir. GAMS programında daha düşük maliyet çıkmıştır. Bunun sebebi Macar algoritması çözümünde atamaların manuel olarak yapılması sebebiyle en iyi çözümün bulmanın zor olmasıdır. Özellikle çok verili ve çok kısıtlı problemlerde bu durum sorun teşkil edebilmektedir. Problemin çözümünde garaj kapasiteleri sınırsız olduğu ele alınmış ve her garaja atama yapılması

zorunluğu olmadığı varsayılmıştır. Gerçek hayatta olması muhtemel olan bu kısıtların ufak eklemelerle hesaba katılabileceği çalışmada belirtilmiştir.

Çalışmayla ilgili Macar algoritmasında daha kısa adımla sonuca gitme, çizgilerin sistematik olarak belirlenmesi gibi durumlar literatür araştırmasında belirtilmiştir. Bunların dışında C# gibi programlama dillerinde yazılan kodlar atama problemlerine çözüm alternatifleri oluşturabilmektedir.

KAYNAKÇA

D. M. Amariei ve A. V. Amariei ,(2015) Optimizing Distribution Problems using WinQSB Software

Berberler, Uğurlu ve Kızılateş, (2011) Macar Algoritmasının Sıfırları Kapatma Alt Yordamı Üzerine

Dutta ve Pal, (2015) A note on Hungarian method for solving assignment problem

Güngör,(2003) Çok Amaçlı Atama Problemlerine bir Çözüm Önerisi

Jaskowski ve Tomczak,(2014) Assignment Problem and its Extensions For Construction Project Scheduling

Kahveci ve Gidersoy,(2007) İşletme Yönetiminde Maliyet-Kar Hedeflerine Yönelik

Köse,(2014) Algoritma Tarihçesi

Kuhn,,(1955)The Hungarian Method For The Assignment Problem Atama Modelleri ve Macar Algoritması Tekniğiyle Analitik Bir Yaklaşım

Lawler,(1976) Combinatorial Optimization: Networks and Matroids

Munkres,(1957) Algorithm for the Assignment and Transportation Problems

Öner ve Ülengin, (2003) Atama problemi için yeni bir çözüm yaklaşımı

Tettey, Stentz ve Dias,(2007) The Dynamic Hungarian Algorithm for the Assignment Problem with Changing Costs

Yılmaz,(2005) Eğitimde Araştırma Yöntemleri

Zhicheng, Weijian, Xiaoming ve Zhao Ning,(2014) Modified Hungarian Algorithm for Real-Time ALV Dispatching Problem in Huge Container Terminals

Zhu, Zhou ,(2012) Efficient Role Transfer Based on Kuhn Munkres Algorithm

Mehlum,(2012) Doubly Stochastic Matrices and The Assignment Problem

Kim, Shin, Jeong, Koo(2009) Effective overhead hoist transport dispatching based on the Hungarian algorithm for a large semiconductor FAB

Suri,(2006) Bipartite Matching & the Hungarian Method

https://www.topcoder.com/community/data-science/data-sciencetutorials/assignment-problem-and-hungarian-algorithm/

Rousseau, Lessard ve Desilets(1987) A System for the Assignment of Bus Routes to Garages

Willoughby(2001) A mathematical programming analysis of public transit systems

Spielberg(1984) Garage Location for an Urban Mass Transit System

BİR PROJELENDİRME FİRMASINDA PERSONELİN İŞLERE TAHSİSİ PROBLEMİ İÇİN 0-1 TAMSAYILI MATEMATİKSEL MODEL ÖNERİSİ

Özgür Şaştım
Gaziantep Üniversitesi

Müjgan Sağır
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi

ÖZET

Bir Elektrik Mühendisliği projelendirme firmasının, yürüttüğü projelerde yapılması gereken faaliyetlerin, mevcut kadrosu ile ve/veya dışarıdan hizmet alımı (taşeron) şeklinde gerçekleştirilmesi sürecinde, işlerin personele tahsisi problemi ele alınmıştır. Birden fazla proje eşzamanlı olarak gerçekleştirilmekte, farklı kapsamda olabilen bu projeler birden fazla işten oluşmaktadır. Projeler, sıklıkla ortak işler içermekte, aynı işin aynı gün yapılması durumunda, mevcut personelin etkin kullanımı önemli olmaktadır. Firma, projeleri, belirlenen süre içerisinde mevcut işçiler ve gerektiğinde kullanabileceği taşeron işçiler ile gecikmeye yol açmadan yürütmeye çalışmaktadır. Mevcut durumda personelin işlere tahsisinde sistematik ve bilimsel bir yöntemin kullanılmayışı, kıt olan kaynakların, acil oluşan ihtiyaçlarda, işlere, verimsizliğe yol açacak şekilde ani tahsisine ve bu durum da sonraki darboğazlara sebep olabilmektedir. Geliştirilen 0-1 tam sayılı matematiksel model ile problem için, eldeki kaynakların eniyi kullanımını, belirli kısıtları gözönünde bulundurarak sağlayacak iş-personel eşleşmesini elde etmek mümkün olmaktadır. Modelin çıktıları, işlerin zamanında yetiştirilmesi amacıyla iyi bir zaman çizelgeleme yapılabilmesi için kullanılacak bir CPM-PERT analizine girdi teşkil edebilir. Benzer her proje, kendine özgü teknik gereklilikler ve öncüllükler içerebileceğinden modelin genel halini oluşturmak mümkün değildir. Bu çalışma, gerçek bir problemin veri seti kullanılarak sözkonusu iş-çalışan eşleştirmesine örnek olarak bir çözüm sunmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Personel Planlama, 0-1 Tam Sayılı Programlama

0-1 INTEGER MATHEMATICAL MODEL PROPOSAL FOR THE ALLOCATION PROBLEM OF PERSONNEL TO WORKS IN A PROJECT COMPANY

ABSTRACT

An electrical engineering project firm, conducted by the action to be taken in the project, the existing staff and / or outsourcing (subcontracting) on the implementation in the form of process, allocation of staff work is handled the problem. Being carried out in more than one project simultaneously, which may be in a different context, the projects consist of more than one job. Projects often contains common tasks, in case of the same job on the same day, the effective use of existing staff is important. The firm, within the time specified projects, are trying to execute without causing delays with existing workers and contract workers can be used if necessary. At present, not used of systematic and the scientific method in the allocation of staff jobs, scarce resources, in need of emergency occurred, jobs, lead to inefficiencies way

sudden allocation and may lead to this situation in the next downturn. Developed 0-1 integer programming model, optimal use of available resources, it is possible to obtain the job-staff matching taking into account specific constraints. The output of the model, can serve as an input to the CPM-PERT analysis. Similar to every project, may provide a unique and pioneering technical requirements, it is not possible to create a generic version of the model. In this study, using the data set is a real problem, for example offers a solution to the job-employees matching.
Keywords: Personnel Planning, 0-1 Integer Programming

1.GİRİŞ

Elektrik projelendirme işlerinin yapısı, projelerin en kısa sürede ya da taahhüt edilen sürede gerçekleştirilerek müşterilere hizmet verilmesini gerektirmektedir. Birbirinden farklı nitelikteki projeler, işler ve işçiler projelendirme işlerinin farklı özelliklere sahip olmasına yol açmaktadır. Belirlenen süre zarfında projelerin tamamlanmaması halinde hem müşteri memnuniyeti sağlanamamakta hem de yapılan anlaşmalar gereği cezai ödemeler söz konusu olabilmektedir.

Firmalar projeleri yürütürken kendi işgücü kaynaklarının yetmediği durumlarda firma dışı geçici işgücü tedarik edebilmektedirler. Tedarik edilen firma dışı işgücü, proje maliyetlerini artırmaktadır. Firmalar mevcut işgücünü iyi bir planlama ile etkin kullanamadığında bu tür ek maliyetleri üstlenmektedirler. Mevcut işlere uygun nitelikteki firma işgücü ve geçici işgücünün, işlere etkin şekilde atanması ile maliyet en küçüklenebilecektir.

İşgücü atama problemlerinin klasik hali gerçek hayat problemlerinin çözümünde yetersiz kalabilmektedir. Atanacak iş sayısıyla atanacak işçi sayısının farklı olması, aynı işe birden fazla işçinin atanabilmesi, ilgilenilen probleme özgü ortaya çıkan parametre ve amaçlar gerçek hayat problemlerinde karşılaşılabilen durumlar olup genel bir çözüm yöntemi geliştirmeyi zorlaştırmaktadır.

Bu konuda gerçekleştirilen, az sayıda çalışmaya erişilebilmiştir. Projelerin özelliklerine göre işlerin paralel, seri ve karma yapılı olduğu inşaat projesi modelleri dikkate alındığında, proje tamamlanma zamanını en küçüklemek için sezgisel bir algoritma kullanılmıştır (Jaskowski ve Tomczak,2014).

Kassa ve Tizazu'un çalışmasında (2013), bir otel işletmesinde haftalık vardiya listeleri için personel tahsisi yapılmıştır. Gerekli çalışan sayısı, haftalık çalışma süreleri, dinlenme aralıkları vb. kısıtlar dikkate alınarak atanacak personel sayısını en büyüklenmesi amaçlanmıştır. Personel tahsisi tam sayılı programlama ile gerçekleştirilmiştir.

Bir diğer çalışmada, üç aşamalı ve üç amaçlı bir personel tahsisi problemi için bir hastanenin hasta servisinde uygulanmıştır (Ogulata vd.,2008).

Elahipanah vd.(2013), esnek aktivite ve işlere vardiya ataması yapabilmek için 2 aşamalı bir model geliştirmiştir. Personellerin yetenekleri dikkate alınmıştır. İlk aşamada karma tam sayılı programlama, ikinci aşamada sütün üretme sezgiseli kullanılmıştır. Rassal üretilmiş örneklere model uygulanmıştır.

Bir başka çalışmada, iş yükü sapmasını en küçüklemeyi amaçlayarak vardiyaya ve görevlere personel tahsisi yapan bir model geliştirilmiştir. Sabit ve geçici personelleri dikkate alan karma tam sayılı programlama modeli önerilmiştir (Telhada,2014).

Mürettebat atama problemi için 2 alt problemden oluşan bir model Gomes ve Gualda (2015) tarafından önerilmiştir. Model sezgisel bir algoritma ile çözüm elde etmeye çalışmıştır. Önerilen metot bir havayolu işletmesinde uygulanmıştır.

Yenilenebilir ve yenilenemez kaynakları olan afet durumları için bir model Lei vd. tarafından 2015 yılında önerilmiştir. Sezgisel temelli matematiksel model test örneklerinde uygulandıktan sonra gerçek bir probleme uygulanmıştır.

Bhadury ve Radovilsky (2006) personel atamalarında tekrarlı işlerde işten sıkılma durumunu dikkate alan bir model önermiştir. Maliyeti en küçüklemeyi ve işten sıkılma durumunu en küçüklemeyi amaçlayan iki amaçlı bir model oluşturulmuştur. Sezgisel bir algoritma kullanılmıştır.

Kullanıcı tercihlerini dikkate alan 0-1 tam sayılı model Ismayilova vd. (2007) tarafından önerilmiştir. Model birden fazla amacı kullanıcı tercihlerini dikkate alarak birleştirmiştir.

Bu çalışma kapsamında ise; bir elektrik mühendisliği projelendirme firmasının, yürüttüğü projelerde yapılması gereken faaliyetlerin, firmanın kendi mevcut kadrosu ile ve/veya dışarıdan hizmet alımı (taşeron) şeklinde gerçekleştirilmesi sürecinde, işlerin personele tahsisi problemi ele alınmıştır.

Geliştirilen 0-1 tam sayılı matematiksel model ile problem için, eldeki kaynakların en iyi kullanımını, belirli kısıtları göz önünde bulundurarak sağlayacak iş-personel eşleşmesini elde etmek mümkün olmaktadır. Problemin çözümü GAMS 21.2 programı ile elde edilmiştir.

Çalışmanın ikinci bölümünde mevcut problem ve geliştirilen matematiksel model açıklanmıştır. Uygulama üçüncü bölümde ele alınmıştır. Son bölümde ise elde edilen sonuçlar tartışılmıştır.

2.PROBLEM TANIMI VE MATEMATİKSEL MODEL

2.1. Problem Tanımı

Bu çalışmada değinilen problem oldukça yaygın karşılaşılan fakat kısıtları farklı şekillerde ortaya çıkabileceği için genel modelinin kurulamadığı bir yapıdır. Bu kapsamda örnek olarak, bir projenin belirli sayıda alt işinin, farklı üstleniciler tarafından gerçekleştirilebileceği bir ortamda, hangi işin kim tarafından yapılacağının belirlenmesine dönük model geliştirilmiş ve sözkonusu problemin gerçek veri seti için çözülmüştür. Sözkonusu projelendirme firması aynı anda 4 farklı projeyi yürütmektedir. Her proje 8 farklı işten oluşmaktadır. Firmanın 5 usta ve 15 kalifiye işçisi vardır. Projeleri yürütebilmek için anlaşmalı taşeron da kullanılabilmektedir. Taşeron olarak çalışan personel 10 usta ve 18 kalifiye işçiden oluşmaktadır. İşlerin taahhüt edilen sürede tamamlanabilmesi için her işe gerekli sayıda ve nitelikte personel tahsis edilmelidir. İşlere atanabilecek personelin niteliği değişmekte ve bu nedenle uygun işe uygun personel atanması gerekmektedir. Her işi her personel gerçekleştirememektedir. Personel atamaları gerçekleştirilirken maliyetin en küçüklenmesi amaçlanmaktadır. İlave maliyetler proje maliyetlerini artırmakta ve bu maliyet projelendirme firmasına yansımaktadır.

2.2. Matematiksel Model

Varsayımlar

- Bir proje alt işlerden oluşmaktadır.
- Her projenin işleri kesintisiz gerçekleştirilmektedir. İşler bölünememektedir.
- Her bir projenin kapsamına göre işlerinin büyüklüğü (süresi) değişmektedir.
- Her projenin işlerinin süresi önceden bilinmektedir.
- Tüm işler ustalar ve kalifiye işçiler tarafından yapılmaktadır.
- Her proje için bir şantiye şefi atanmalıdır.
- Şantiye şefi olarak atanabilecek kişi sayısı, yürütülecek proje sayısından fazla olarak belirlenmektedir.
- Şantiye şefi olarak atanacak kişi firmanın kendi ustaları arasından belirlenmektedir.

İndisler

- p=Projeler p=1,2,3,4
  - p=1 Proje 1: Hastane 1 Projesi (180 gün)
  - p=2 Proje 2: Hastane 2 Projesi (152 gün)
  - p=3 Proje 3: Okul Projesi (170 gün)
  - p=4 Proje 4: Kamu Binası Projesi (180 gün)
- j=İşler j=1,2,3,4,5,6,7,8
  - j=1 İş 1: Sıva altı ve kablo tavası imalatı
  - j=2 İş 2: Kablo döşeme
  - j=3 İş 3: Montaj
  - j=4 İş 4: Trafo imalatı
  - j=5 İş 5: Pano üretimi
  - j=6 İş 6: Pano dizimi
  - j=7 İş 7: Enerji ve test
  - j=8 İş 8: Şantiye şefi
- i=İşçiler i=1,2,…,48
  - i=1,2,3,4,5 Firmanın ustaları
  - i=6,7,……,20 Firmanın kalifiye işçileri
  - i=21,22,…,30 Taşeron firmanın ustaları
  - i=31,32,…,48 Taşeron firmanın kalifiye işçileri

Parametreler

- c_{ji}:j işini i işçisinin gerçekleştirme ücreti (TL/gün)
- t_{pj}: p projesinin j işinin gerçekleştirilme süresi (gün)
- d_j: j işi için gerekli çalışan sayısı
- r_{ji}: j işinin i işçisi tarafından gerçekleştirilmesinde yetkinlik durumu
- w_j: j işi için gerekli usta sayısı
- l_j: j işi için gerekli kalifiye işçi sayısı

Karar Değişkenleri

$$x_{pji} = \begin{cases} 1, p\ projesinin\ j\ işine\ i\ işçisi\ atanıyorsa \\ 0, \quad aksi\ takdirde \end{cases}$$

$$Y = \begin{cases} 1, Bir\ usta\ şantiye\ şefliği\ dışındaki\ işlere\ atanıyorsa \\ 0, \quad aksi\ takdirde \end{cases}$$

$$S = \begin{cases} 1, Pano\ üretim\ işinde\ 100\frac{işçi}{gün}süresinin\ üzerinde\ taşeron\ personel\ çalıştırılmıyorsa \\ 0, \quad aksi\ takdirde \end{cases}$$

Amaç Fonksiyonu ve Kısıtlar

$$enk \sum_p \sum_j \sum_i x_{pji}.c_{ji}.t_{pj} \qquad p = 1, \dots, 4 \quad j = 1, \dots, 8 \quad i = 1, \dots, 48 \tag{1}$$

$$\sum_i x_{pji} = d_j \qquad \forall (p, j), i = 1, \dots, 48 \tag{2}$$

$$\sum_i x_{pji} * r_{ji} = w_j \qquad \forall (p, j), i = 1, \dots, 5, 21, \dots, 30 \tag{3}$$

$$\sum_i x_{pji} * r_{ji} = l_j \qquad \forall (p, j), i = 6, \dots, 20, 31, \dots, 48 \tag{4}$$

$$\sum_p x_{pji} \leq 1 \qquad \forall i, j = 1,2,3,7,8, p = 1, .., 4 \tag{5}$$

$$\sum_{p=1}^{4} x_{p8i} \leq 1 \qquad \forall i, i = 1, \dots, 5 \tag{6}$$

$$\sum_{j=1}^{7} x_{pji} - (1 - Y) * 7 \leq 7 \qquad \forall (p, i), i = 1, \dots, 5 \tag{7}$$

$$x_{p8i} + Y \leq 1 \qquad \forall (p, i), i = 1, \dots, 5 \tag{8}$$

$$\sum_{i=1}^{20} \left(x_{p5i} * t_{p5}\right) + (1 - S) * 100 \geq 100 \qquad \forall p \tag{9}$$

$$\sum_{i=21}^{48} \left(x_{p5i} * t_{p5}\right) + S * 100 \leq 100 \qquad \forall p \tag{10}$$

$$\sum_j \sum_{i=21}^{48} \left(x_{pji} * t_{pj}\right) \leq 0.4 * \left(\sum_j \sum_{i=1}^{48} x_{pji} * t_{pj}\right) \qquad \forall p \tag{11}$$

$$x_{pji} \in \{0,1\} \tag{12}$$

$$Y \in \{0,1\} \tag{13}$$

$$S \in \{0,1\} \tag{14}$$

Amaç, personel tahsisinde toplam maliyeti en küçüklemektir (1). Her projenin her işi için gerekli çalışan sayısı kadar işçi atanması (2) ile sağlanmaktadır. (3) nolu kısıt, her projenin her işi için gerekli usta sayısı atanmasını sağlar. Her projenin her işi için gerekli sayıda kalifiye işçi tahsis edilmesi (4) nolu kısıt ile sağlanır. Kısıt (5) her işçinin uzmanlık gerektirmeyen her işe en fazla 1 projede atanabilmesini

sağlamaktadır. Firmanın her ustasının bir projenin şantiye şefi olarak atanabileceği (6) ile garanti edilmektedir. Kısıt (7) ve (8) bir projeye şantiye şefi olarak atanan ustanın başka bir işe atanmamasını sağlamaktadır. Kısıt (9) ve (10) firmanın "pano üretimi" işine sadece 100 işçi/gün süreye kadar taşeron işçisi ya da ustası atanabilmesini, 100 işçi/günün üzerindeki işe ise firmanın kendi çalışanlarını atayabilmesini sağlanmaktadır. Kısıt (11) bir projede görev alan taşeron çalışanların toplam çalışma süresinin (işçi/gün), projenin toplam çalışma süresinin %40'ından büyük olmamasını garanti etmektedir. Bu son kısıtlar benzer her problemde karşılaşılmayabilecek, bu çalışmada firmaya özgü kısıtlardır. Kısıt (12),(13) ve (14) işaret kısıtlarıdır.

3. UYGULAMA

Mevcut problem için ikinci bölümde açıklanan 0-1 tam sayılı doğrusal programlama modeli GAMS 2.1.2 yazılımı CPLEX çözücüsü ile 2.30Ghz, Intel Core i5 işlemci, 8GB bellekli bir bilgisayarda çözülmüştür. Projeler, işler ve önerilen personel tahsisi ile ilgili elde edilen çözümün örnek olarak birinci proje (p=1) ile ilgili kısmı Tablo 1'de gösterilmiştir. Model 493 iterasyonda 0.21 saniyede çözüme ulaşıp amaç fonksiyonu değeri olarak 468424.0 elde etmiştir.

Yapılan çalışmada mevcut olan dört proje için, 20 firma personeli ve 28 firma dışı (taşeron) personel ile maliyeti en küçükleyen personel tahsisi elde edilmiştir. İşlere uygun personel tahsisi firma personellerinin önceliği dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir. Bu atamalar yapılırken personellerin yetkinlikleri de dikkate alınmıştır. Tablo 1'de görüldüğü gibi örneğin özel uzmanlık gerektiren 4 nolu işe bu işte yetkin olan "6,7,8,9,31,32" nolu kalifiye işçilerden "7,8,9" nolu kalifiye işçiler atanırken, "1,2,3,4,5,22,23,24" nolu ustalardan "23" nolu taşeron ustası atanmıştır. Uzmanlık gerektirmeyen 2 nolu işe tüm personel arasından "7,8,10,16,17,18,19,20" nolu "firma kalifiye işçileri" atanmıştır. 8 nolu işe (şantiye şefliği) ise "4" nolu firma ustası tahsis edilmiştir. Şantiye şefi olarak atanan bu usta öngörüldüğü şekilde başka hiçbir işe de atanmamıştır.

Elde edilen çözümde birinci proje (p=1) için kullanılan taşeron personel sayısı Tablo 1'de gösterilmiştir. Firmanın kullanabileceği 28 taşeron personel mevcuttur. İhtiyaca göre model, ilgili işlere gerekli taşeron personel tahsisini yapmıştır. Tablo 1'de görüldüğü gibi örneğin 1,3,4,5,6,7 nolu işlere taşeron personel tahsisi, uzmanlık gerektiren 4 nolu işe ise "23" nolu taşeron ustası atanmıştır. Uzmanlık gerektirmeyen 2 nolu işe taşeron personel tahsisi yapılmamıştır. 8 nolu işe (şantiye şefliği) ise belirlendiği gibi taşeron ustası tahsis edilmemiştir. Tüm işlere personel atamaları yapılırken yetkinlikler dikkate alınmış ve gerektiği durumda taşeron personel ataması yapılmıştır.

Tablo 8. *0-1 Tam sayılı matematiksel modelin p=1 için elde ettiği personel tahsisi*

Firmanın personellerinin tahsisi			*Taşeron firmanın personellerinin tahsisi*		
Proje No (p)	İş No (j)	İşçi No (i)	Proje No (p)	İş No (j)	İşçi No (i)
1	1	31	1	1	31
1	1	32	1	1	32
1	1	33	1	1	33
1	1	34	1	1	34
1	1	35	1	1	35
1	1	36	1	1	36
1	1	37	1	1	37
1	1	38	1	1	38
1	2	7	1	3	40
1	2	8	1	3	41
1	2	10	1	3	42
1	2	16	1	3	43
1	2	17	1	3	44
1	2	18	1	3	45
1	2	19	1	3	46
1	2	20	1	3	47
1	3	40	1	4	23
1	3	41	1	5	25
1	3	42	1	6	30
1	3	43	1	7	40

1	3	44	1	7	41
1	3	45	1	7	42
1	3	46	1	7	43
1	3	47	1	7	44
1	4	7	1	7	45
1	4	8	1	7	46
1	4	9	1	7	47
1	4	23			
1	5	10			
1	5	11			
1	5	12			
1	5	25			
1	6	11			
1	6	12			
1	6	13			
1	6	30			
1	7	40			
1	7	41			
1	7	42			
1	7	43			
1	7	44			
1	7	45			
1	7	46			
1	7	47			
1	8	4			

4.SONUÇLAR

Bu çalışmada, projelendirme firmalarında karşılaşılan bir problem olarak, projelendirilmesi yapılacak işlere personel tahsisi yapılmasını sağlayacak bir matematiksel model önerilmiştir. Önerilen model işlere, uygun nitelikte personelin tahsisini, sistematik bir yöntemle ve eniyi sonuçlarla sağlamaya yardımcı olmaktadır. Bu tür problemlerle çok sık karşılaşılmaktadır fakat bu tür hizmet sektörüne dönük işlerde, bu şekilde bilimsel yöntemlerin kullanımına pek rastlanmamaktadır. Genellikle ustabaşı nadiren sözkonusu mühendis tarafından iş dağıtımı yapılmakta bu süreçte de daha çok tecrübe esas olmaktadır. Bu yaklaşım önemli bir insan gücü ve kaynak israfı yaratmakta üstelik işler gecikebilmekte, hem yüklenici firma için prestij kaybı hem de maddi yaptırımlar doğabilmektedir. Bu çalışmadaki uygulama bir Elektrik Mühendisliği projelendirme firmasında gerçekleştirilmiştir. Matematiksel model ile firmanın personel kaynağını etkin şekilde kullanan bir çözüm elde edilmiştir. Ayrıca taşeron personel ihtiyacının "hangi işlerde, hangi nitelikte ve kaç işçi olarak" gerektiği konusuna yanıt verilebilmiş, bu çıktı, firma yetkililerinin önceden işgücü planı yapabilmelerine olanak sağlamıştır. Bu sayede her projenin her işi için gerekli işgücü ihtiyacının önceden belirlenmesiyle, taahhüt edilen sürelerde projeler tamamlanabilecektir.

Model GAMS 21.2 programı ile kodlanarak çözülmüştür. Firmada personel tahsisi sezgisel olarak yapılırken, yapılan çalışma ile bilimsel bir yöntem ile çözüm elde edilebilmesi sağlanmıştır.

Firma, personel atamalarını sezgisel yolla yaparken proje-iş tamamlanma sürelerini planlama takvimine uygun gerçekleştirememekte ve işlere, gereken personel sayısından az ya da fazla kişi tahsis edebilmekteydi. Buna bağlı olarak ihtiyaçtan az kişi tahsisiyle planlama takvimine göre geç tamamlanan işler cezai ödemelere sebep olurken, fazla kişi tahsisiyle planlama takvimine göre erken tamamlanan işler de personel maliyetlerinde artışa sebep olmaktaydı. Bazı durumlarda bir çalışanın yetkin olmadığı işe atanması da mümkün olabilmekteydi. Bu durumlar hem mevcut hem de firma dışı personel kaynağının etkin kullanılamamasına sebep olmaktadır. Önerilen model ile gerekli sayıda yetkin personel uygun işlere tahsis edilerek personel kaynağı etkin olarak kullanılabilmiştir.

Personel tahsisi yapılırken firmanın mevcut personelinin maliyeti ile firma dışı (taşeron) personelinin maliyeti aynı olmamaktadır. Firmanın mevcut personeli yetersiz kaldığında firma dışı personel tedarik edilmektedir. Mevcut uygulamada, plansız kararlar, gerekmediği halde firma dışı (taşeron) personel kullanımına yol açmış ve maliyet artışı ortaya çıkmıştır.

Yöntemin bir diğer katkısı, önceden mümkün olmayan, personel-iş tahsisinin kayıt altına alınabilmesidir. Modelin verdiği sonuca göre personel tahsisi yapılarak birikimli iş yükleri de kaydedilebilecektir.

Model hem atama probleminin klasik yapısını hem de mevcut problemin spesifik özelliklerini içeren yapıyı biraraya getirmiştir. Sisteme özgü kısmı farklı personel tahsis problemleri için gerekli uyarlamalarla değiştirilebilir ve benzer şekillerde kullanılabilir.
İleride yapılabilecek çalışmalar, personel kaynağının yetmediği durumda gecikecek işleri dikkate alabilir. Ya da darboğaz oluşturabilecek, gecikirse, proje toplam bitiş süresini geciktirebilecek kritik işlerin tamamlanmasını ön plana alabilir. Bu çerçevede proje planlama teknikleri ile de eşzamanlı kullanımı sözkonusu olabilir. Yanı sıra, çeşitli performans ölçütleri ve birden fazla amacı içerebilir. Personel kaynağına bağlı olarak hangi işlerin başlaması gereken zamana göre geciktiği gibi bazı performans göstergeleri de türetilebilir.

KAYNAKÇA

[1] Jaskowski,P.,Tomczak,M., "Assignment problem and its extensions for construction Project scheduling", Technical Transactions, 2-B,241-248,2014.
[2] Kassa,B.A.,Tizazu,A.E., "Personnel scheduling using an integer programming model-an application at Avanti Blue-Nile Hotels", Springer Plus, 2-333,1-7,2013.
[3] Ogulata,S.N.,Koyuncu,M.,Karakas,E., "Personnel and patient scheduling in the high demanded hospital services: a case study in the physiotherapy service", Journal of Medical Systems,32,221-228,2008.
[4] Elahipanah,M.,Desaulniers,G.,Lacesse-Guay,E., "A two-phase mathematical-programming heuristic for flexible assignment of activities and tasks to work shifts", Journal of Scheduling,16,443-460,2013.
[5] Telhada,J., "Alternative MIP formulations for an integrated shift scheduling and task assignment problem",Discrete Applied Mathematics,164,328-343,2014.
[6] Gomes,W.P.,Gualda,N.D.F., "Heuristics to solve the integrated airline crew assignment problem",The Journal of Transport Literature,9(1),25-29,2015.
[7] Lei,L.,Pinedo,M.,Qi,L.,Wang,S.,Yang,J., "Personnel scheduling and supplies provisioning in emergency relief operations",Annals of Operation Research,235,487-515,2015.
[8] Bhadury,J.,Radovilsky,Z., "Job rotation using the multi-period assignment problem",International Journal of Production Research,44,20,4431-4444,2006.
[9] Ismayilova,N.A.,Sağir,M.,Gasimov,R.N., "A multiobjective faculty-course-time slot assignment problem with preferences",Mathematical and Computer Modelling,46,1017-1029,2007.

TR32 BÖLGESİNDE ENDÜSTRİ 4.0 İÇİN UYGUN OLABİLECEK SEKTÖRLERİN ARAŞTIRILMASI

Hüseyin Şenkayas
Adnan Menderes Üniversitesi

Zekiye Çamlıca
Adnan Menderes Üniversitesi

Gülşah Sezen Akar
Adnan Menderes Üniversitesi

ÖZET

Endüstri dünyasında gücü elinde bulunduran ülkelerden geri kalmamak, seri üretimdeki hız, kalite ve tecrübe parametreleriyle birlikte yüksek teknoloji gücüne sahip olabilmek amacıyla geleneksel üretim modellerini, var olan teknolojik birikimlerle birleştirmek zorunlu hale gelmiştir. Endüstride bilişim teknolojilerinin kullanımına yeni bir boyut getiren ve "dördüncü sanayi devrimi" olarak adlandırılan Endüstri 4.0 uygulamalarına geçiş, Türkiye'nin rekabet gücünün korunması ve geliştirilebilmesi açısından kritiktir. Sanayideki devrimler öncelikle belli sektörlerde başlamış, bazı sektörlerin önem kazanmasına neden olmuştur. Konu ile ilgili fırsatların kaçırılmaması için ülke ve bölge düzeyinde öncelikli sektörler belirlenerek kalkınma politikaları kapsamında yönlendirme ve destekleme faaliyetleri planlanmalıdır. Bu çalışma, TR 32 bölgesinde Endüstri 4.0 için uygun olabilecek sektörlerin araştırılmasını amaçlamaktadır. Çalışma kapsamında istihdam verileri kullanılarak uygulanan Bölgesel Yoğunlaşma analizi ile öncelikle bölge illerindeki endüstriyel yığılmalar saptanmıştır. Öne çıktığı görülen sektörlerin bölgenin rekabet gücüne katkısının irdelenmesi için 2009-2014 yıllarına ait verilere Değişim Payı analizi uygulanmıştır. Bulgular uluslararası literatürde Endüstri 4.0 uygulamalarıyla öne çıkan sektörlerle karşılaştırılarak bölgede uyum potansiyeli daha yüksek olabilecek yenilikçi ve rekabetçi sektörler belirlenmeye çalışılmıştır.

Anahtar sözcükler: Endüstri 4.0, TR 32 Bölgesi, Bölgesel Yoğunlaşma.

SEARCHING APPROPRIATE SECTORS FOR INDUSTRY 4.0 IN TR32 REGION

ABSTRACT

In order not to fall beyond countries keeping industrial power in hands and to have high technology power with parameters of production speed, quality and experience, it's necessary to combine traditional production models with technological accumulation. Industry 4.0 applications are a different view of using information technologies in industry and would be a key factor to protect and develop Turkey's competition power. Revolutions in industries began in spesific sectors some of which then gain importance. In order not to miss opportunities spesific sectors in the country should be determined and orientation and supporting activities should be planned in the scope of development policies. This study aims to search appropriate sectors for Industry 4.0 in TR32 region. Firstly, industrial concentrations in provinces of that region is determined by Location Quotient analysis using employment data. In order to analize the contribution of featured industries to competition power of the region, shift-share analysis is applied on data belonging to years 2009-2014. Findings are compared to featured industries of Industry

4.0 in international area and inovative and competitive industries that have adaptation potantial are determined.
Keywords: Industry 4.0, TR 32 Region, Location Quotient.

1. LİTERATÜR

21. Yüzyıl dünyasında üretim ilişkileri ve ürünler daha karmaşık hale gelmiş, toplanması gereken veriler devasa boyutlara ulaşmış, verilerin hızlı ve doğru biçimde analizi önem kazanmıştır. Gelişen teknolojiler ve internet, yeni çözümler ve yeni iş modelleri oluşturulmasına yol açmıştır. İmalat endüstrisi, ülkesel ve bölgesel büyümede kritik önemde olduğu için, endüstrideki devrimler iyi analiz edilmeli ve uygulamaya hazır hale gelmelidir.

İmalat endüstrisi inovasyon, Ar-Ge, verimlilik, iş yaratma ve ihracat için en önemli tetikleyicidir. AB inovasyonunun %80-90'ı, ihracatının %70-75'i imalat endüstrisinden oluşmaktadır. Ancak son yıllarda imalat işleri ve endüstrileşmede bir daralma görülmektedir. (Berger,2014; VDI, 2015; Koch vd., 2015)

İlk endüstri devrimi su ve buhar gücüyle imalatın mekanize hale gelmesiyle yaşanmış, daha sonra işgücü bölümlendirme ve yığın üretimle ikinci endüstri devrimi ortaya çıkmıştır. Üçüncü endüstriyel dönüşüm, üretimin otomasyonu için elektronik ve bilgi teknolojilerinin kullanımı ile sağlanmıştır. Günümüzde ise, özellikle endüstrinin önde gelen ülkelerinde siber-fiziksel sistemlerin imalatta kullanımı ile geleceğin fabrikasına geçiş dönemi başlamıştır. Endüstri 4.0 olarak adlandırılan bu devrim, imalatın dijitalleşmesiyle birlikte imalat yerini, entegre teknolojiler ve iletişim teknolojileri ile optimize hale getirmektedir. Siber fiziksel sistemler, birbiriyle iletişim halinde hareket eden elemanları (sensörler, makine parçaları, montaj hatları, ürünler) dijital iletişim ağları ile birbirine bağlamaktadır. (VDI, 2015) Endüstri 4.0'daki üretimde makineler RFID ve benzeri teknolojiler yardımıyla birbirleriyle ve ürünlerle gerçek zamanlı bilgi paylaşırlar. Ürünün radyo sinyalleriyle ilettiği bilgiler, üretimin başından itibaren dijital ortamda saklanmasına olanak sağlar. (www.endustri40.com)

Endüstri 4.0, internetin üretimde iş çözümleri için kullanılmasıyla sanayi hayatına girmiştir. Böylelikle iş modellerinde dijitalleşme ve karşılıklı ilişkiler artmıştır. İmalat ve mühendislik, otomotiv, süreç endüstrileri, elektronik, bilgi ve iletişim endüstrilerindeki şirketler dijitalleşmenin dönüşüme neden olacağına inanmaktadırlar. Söz konusu dijitalleşme, 2020 yılına kadar her yıl Almanya'da 40 milyar euro, AB'de ise 140 milyar euro yatırım gerektirmektedir. (Koch vd., 2015) Ancak bu yatırımın karşılığının alınması, tam dijitalleşmiş ürün değer zincirlerinin sağlanabilmesi, KOBİ'lerin bu sistemden yararlanabilmesi, endüstriyel internetin tam olarak anlaşılabilmesi konularında bazı endişeler mevcuttur. Bu kapsamda teknoloji ve altyapı şirketleriyle, hatta rakip işletmelerle ortaklık gerekmektedir. AB, yüksek katma değerli ve teknolojik olarak gelişmiş imalat için KOBİ'lere destek vermeyi planlamaktadır. (Davies, 2015)

GEKA (Güney Ege Kalkınma Ajansı) tarafından hazırlanan 2014-2023 yıllarına ait projeksiyonu kapsayan "TR32 Düzey 2 Bölgesi (Aydın, Denizli, Muğla) Bölge Planı", bölgenin en önemli gelişme eksenlerinden birinin "yüksek katma değer ve yenilik odaklı üretim" olduğunu belirtmiştir. Bölge Avrupa ülkeleri ve ABD'ye tekstil ürünleri, ana metal sanayi ve elektrikli teçhizat başta olmak üzere ihracat yapmakta ve bu ülkelerden metal sanayi ve tekstil ürünleri ithal etmektedir. Ayrıca, uluslararası doğrudan yatırımlar için dikkat çekmektedir. Bilgi ve iletişim teknolojileri ile temiz üretim teknolojileri girişimleri için fırsatlar bulundurmaktadır. (GEKA, 2013)

İstihdamın bölgesel kalkınma ile olan ilişkisini Shift – Share Analizi yardımıyla araştıran Akıncı, milli ekonomi ile TR32 bölgesi arasında çift yönlü güçlü bir ilişki tespit etmiş, gelişim süreçleri en dinamik bölgelerden biri olduğunu saptamıştır. Bu gibi hızlı gelişen bölgelerde hızlı büyüyen sektörlerde promosyon çalışmalarının yapılmasını, teşviklerin artırılmasını, altyapı olanaklarının geliştirilmesini, endüstriyel alanların oluşturulmasını, yeni organize sanayi bölgelerinin yapılmasını, kredi destekleri verilmesi gibi politikaların öne çıkmasını önermiştir. (Akıncı, 2013)

TR32 bölgesinde toplam işgücüne katılma oranı 2012 yılında %56,5 ile ülke ortalamasının üzerindedir. Aynı yıl 3,5 milyar dolarlık ihracatı ile de ülke ihracatının %2,3'ünü oluşturmaktadır. Ancak, sanayi sektörü GSKD'in (gayrisafi katma değer) sadece %22,8'ini sağlamakta, istihdamın ise %23'ünü oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra, marka başvuruları Türkiye genelinin %2,78'i, patent başvuruları %1,19'u ve faydalı model başvuruları %2,8'i kadardır ki bu oranlar, ticaret hacmine göre çok gerilerde kalmıştır. (GEKA, 2013) Buna rağmen, önümüzdeki yıllarda önceliği yenilik, teknoloji, tasarım ve markalaşma kapasitesi yüksek sanayi sektörünün dönüşümüne veren bölge, öne çıkan sektörlerin rekabet gücünün korunması ve daha fazla katma değer üretmesini amaçlamaktadır. Bu nedenle, çalışmanın amacı doğrultusunda öncelikle TR32 bölgesinde öne çıkan sektörleri belirlemek üzere istihdam verileriyle analizler gerçekleştirilecektir.

2. ANALİZ VE BULGULAR

2.1. Metodoloji

Çalışmada TR32 Bölgesinde öne çıkan sektörlerin belirlenmesinde Bölgesel Yoğunlaşma (LocationQuotient - LQ), bölgesel yoğunlaşmanın fazla görüldüğü sektörler içerisinde rekabet gücü yüksek olabilecek sektörlerin belirlenmesi için ise Değişim Payı (Shift-Share) Analizi kullanılmıştır. Analizlerde 2009 ve 2014 dönemine ait SGK İstatistik Yıllıklarından alınan işyeri ve sigortalı istatistiklerinden sigortalı sayılarının faaliyet kolları ve illere göre dağılımı verileri kullanılmıştır.

LQ-Bölgesel Yoğunlaşma Analizi:

Genellikle istihdam verileri kullanılarak uygulanan LQ belirli bir sanayinin yerelleşme düzeyinin belirlenmesinde en önemli tekniklerden biridir. Analiz, bölge endüstrilerine yönelik stratejilerin geliştirilmesinde kullanılabilecek, belirli bir dönemdeki değişimlerle ilgili analitik bilgi üretir (Kumral, 2004). LQ şu şekilde formüle edilebilir (Isserman, 1977):

$$LQ = \frac{E_{ib}/E_{tb}}{E_{iu}/E_{tu}}$$

Denklemde; E_{ib}: i sektörünün bölgedeki istihdamını, E_{tb}: bölgedeki toplam istihdamı, E_{iu}: i sektörünün ülkedeki istihdamını, E_{tu}: ülkedeki toplam istihdamı ifade etmektedir.

$LQ_i < 1$ ise i sektörünün bölge ekonomisi içindeki ağırlığının düşük olduğu ifade edilebilir. Buna karşılık $LQ_i \geq 1$ olması halinde ise sektörün bölgesel yoğunluğunun ülkedeki yoğunluğuna eşit olduğu veya bölgede sektörel faaliyetin ülkeye göre daha yoğun gerçekleştiği söylenebilir (Morrissey, 2014)

Shift-Share-Değişim Payı Analizi

Geleneksel shift-share modeli gelir, istihdam, katma değer gibi değişkenleri kullanarak bölgesel kalkınmayı değerlendirmeyi amaçlar ve bölgenin sektörel büyümesini üç bileşene ayırarak açıklar (Brox ve Carvalho, 2008):

1. Ulusal büyüme bileşeni: NS (NationalShare); Ulusal ekonominin etkisiyle gerçekleşen büyüme payı, beklenen büyüme etkisi olarak nitelendirilir,
2. Endüstri karışımı bileşeni: IM (IndustrialMix); Bölgedeki mevcut endüstriyel yapınınbölgesel büyüme üzerindeki etkisini açıklar,
3. Rekabet (Bölgesel değişim) bileşeni: RS (RegionalShift) Bölgenin dinamizm, çekicilik gibi özelliklerinden kaynaklanan bölgesel büyüme payını temsil eder.

Yukarıda açıklanan bileşenler dikkate alındığındai endüstrisinin, r bölgesinde,t zaman aralığında gerçekleşen büyümesi şu şekilde ifade edilebilir (Jones, 2012: 1350), (Gardiner vd., 2013):

$$e_{ir}^{t} - e_{ir}^{t-1} = \Delta\, e_{ir}^{t} = NS_{ir}^{t} + IM_{ir}^{t} + RS_{ir}^{t}$$

Eşitlikteki bileşenlerin hesaplanmasında kullanılan formüller Tablo 1'de yer almaktadır.

Tablo 1: Değişim payı bileşenlerinin hesaplanması (Houston, 1967'den uyarlanmıştır)

Bileşen	Formül	Kısaltmalar
Ulusal Büyüme Payı	$NS = e_i^{t-1}\left(\frac{E^t}{E^{t-1}} - 1\right)$	e_i^{t-1} = Temel yılda i endüstrisinin bölgededeki istihdamı e_i^{t} = Son yılda i endüstrisinin bölgedeki istihdamı E_i^{t-1} = Temel yılda i sektörünün ülkedeki istihdamı E_i^{t} = Son yılda i sektörünün ülkedeki istihdamı E^{t-1} = Temel yılda ülkenin toplam istihdamı E^{t} = Son yılda ülkenin toplam istihdamı
Endüstri Karışımı Payı	$IM = e_i^{t-1}\left(\frac{E_i^t}{E_i^{t-1}} - \frac{E^t}{E^{t-1}}\right)$	
Rekabetçilik Payı	$RS = e_i^{t-1}\left(\frac{e_i^t}{e_i^{t-1}} - \frac{E^t}{E^{t-1}}\right)$	

2.2. Bulgular

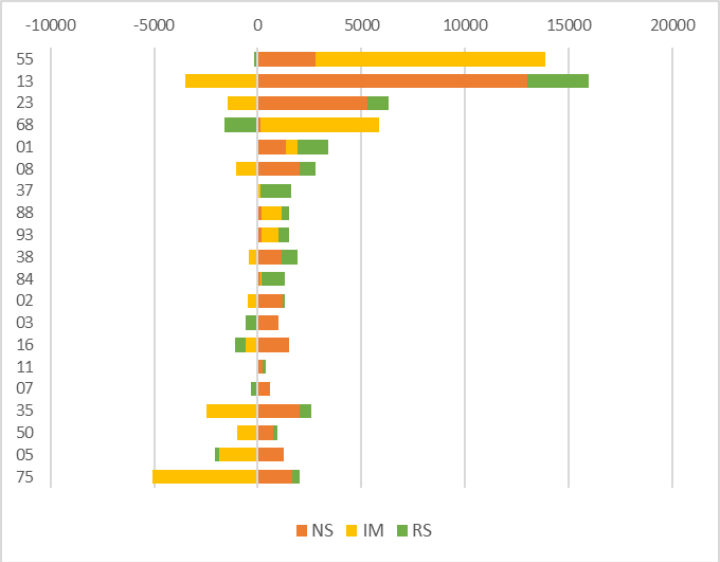
TR32 Bölgesi sektörel istihdam verilerine uygulanan analiz sonucunda elde edilen LQ değerlerine göre yapılan sıralamada öne çıkan ilk 20 sektör Tablo 2'de görülmektedir. Tabloda hem başlangıç yılı olan 2009 hem de son yıl olan 2014'e ait bulgular yer almaktadır.

Tablo 2: TR32 Bölgesi LQ Analizi - Öne çıkan Sektörler

NACE	Faaliyet Kolu	LQ 2009	Sıra	NACE	Faaliyet Kolu	LQ 2014
03	Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiş.	11,23	1	03	Balıkçılık ve Su Ürünleri Yetiş.	9,23
09	Madenciliği Destekleyici Hizmet	3,16	2	37	Kanalizasyon	3,59
08	Diğer Madencilik ve Taş Ocak.	2,62	3	08	Diğer Madencilik ve Taş Ocak.	2,97
55	Konaklama	2,57	4	50	Su Yolu Taşımacılığı	2,61
02	Ormancılık ve Tomrukçuluk	2,49	5	55	Konaklama	2,53
13	Tekstil Ürünleri İmalatı	2,32	6	02	Ormancılık ve Tomrukçuluk	2,53
50	Su Yolu Taşımacılığı	2,22	7	13	Tekstil Ürünleri İmalatı	2,50
07	Metal Cevheri Madenciliği	2,21	8	84	Kamu Yön.ve Savunma,Zor.Sos.Güv.	2,42
68	Gayrimenkul Faaliyetleri	1,94	9	75	Veterinerlik Hizmetleri	2,33
23	Metalik Olmayan Ürünler İma.	1,91	10	23	Metalik Olmayan Ürünler İma.	2,03
94	Üye Olunan Kuruluş Faaliyetleri	1,89	11	07	Metal Cevheri Madenciliği	1,81
97	Ev İçi Çalışanların Faaliyetleri	1,76	12	11	İçecek İmalatı	1,63
16	Ağaç,Ağaç Ürünleri ve Mantar Ür.	1,60	13	01	Bitkisel ve Hayvansal Üretim	1,61
49	Kara Taşıma ve Boru Hattı Taşıma.	1,50	14	68	Gayrimenkul Faaliyetleri	1,41
05	Kömür ve Linyit Çıkartılması	1,45	15	38	Atık Maddelerin Değerlendirilmesi	1,40
36	Suyun Toplanması Arıtılması veDağt.	1,44	16	16	Ağaç,Ağaç Ürünleri ve Mantar Ür.	1,38
51	Havayolu Taşımacılığı	1,43	17	88	Sosyal Hizmetler	1,31
11	İçecek İmalatı	1,36	18	35	Elk.Gaz,Buhar ve Hava Sis.Üret.Da.	1,31
81	Bina ve Çevre Düzenleme Faaliyet.	1,27	19	05	Kömür ve Linyit Çıkartılması	1,29
01	Bitkisel ve Hayvansal Üretim	1,23	20	93	Spor, Eğlence ve Dinlence Faal.	1,27

Tablo incelendiğinde beş yıllık periyodda çok büyük değişiklikler gözlenmemekle birlikte 2009 yılında ilk yirmi arasında yer alan bazı sektörlerin 2014 sıralamasında yer almadığı fakat başka sektörlerin listeye dâhil olduğu görülmektedir. 03, 08 ve 23 kodlu sektörler yerini korurken 50, 11 ve 01 kodlu sektörlerin LQ değerlerinde artış, 55, 02,13, 07, 68,16 ve 05 kodlu sektörlerde ise azalış gözlenmektedir. 09, 94, 97, 49, 36, 51ve 81 kodlu sektörler 2014 yılında ilk yirmi sektör arasında yer alamazken, 37, 84, 75, 38, 88, 35 ve 93 kodlu sektörlerin listeye girmiştir. Son dönemde yoğunlaşma eğilimi yükselen sektörler incelendiğinde ağırlıklı olarak, altyapı, atık yönetimi, toplum hizmetleri, halk sağlığı, veterinerlik, sportif faaliyetler ve eğlence sektörleri ile karşılaşılmaktadır.

Grafik 1: TR32 Bölgesi Öne Çıkan Sektörlerin ShiftShare Analizi



Uygulamanın bu aşamasındabölgesel yoğunlaşma düzeyi yüksek endüstrilerin ShiftShare analiz bulguları incelenerek rekabetçi sektörlerin saptanmasına çalışılmıştır. İlgili sektörlerde 2009-2014 yılları arasındaki değişim ve bileşenleri Grafik 1'te görülmektedir. Grafikte toplamda büyüme göstermiş ve büyüme içinde rekabet bileşeninin daha fazla pay aldığı alanların bölge açısından en gelişime açık ve rekabetçi sektörler olduğu düşünülebilir. 01, 37, 38 ve 84 kodlu sektörlerin bu anlamda öne çıktığı söylenebilir.

TR32 Bölgesi bir bütün olarak ele alındığında elde edilen bulgular böyle şekillense de bu bulguların bölge illerinin her biri için ortak bir gösterge teşkil ettiğini söylemek mümkün değildir. Bölge illeri olan Aydın, Denizli ve Muğla bazı ortak özelliklere sahip olmanın yanı sıra pek çok yönden farklılaşmaktadırlar. İller endüstriyel yapıları ve sektörel yoğunlaşmaları bakımından da oldukça farklıdır. Bu açıdan, il bazındaki bulgulara da kısaca değinilmesi çalışmanın anlam düzeyini arttıracaktır.Analiz sonuçlarına göre bölge illeri bazında rekabetçi sektörler Tablo 3'te özetlenmeye çalışılmıştır. Tablo oluşturulurken illerin ShiftShare analizi sonuçlarına göre rekabet bileşeni yüksek olan sektörler bir yıldızla belirtilmiş, bunun yanında o ilde aynı sektörün LQ katsayısı 1 veya 1'den büyükse yani sektör o ilde yoğunlaşma potansiyeline sahipse iki yıldızla işaretlenmiştir.

Tablo 3: TR32 Bölgesi İllerinde Rekabetçi Sektörler

NACE	Faaliyet Kolu	AYDIN	DENİZLİ	MUĞLA
01	Bitkisel ve Hayvansal Üretim	**	**	
20	Kimyasal Ürünleri İmalatı		*	
24	Ana Metal Sanayi		*	*
25	Fabrik.Metal Ürün.(Mak.Tec.Har)	*		
27	Elektrikli Techizat İmalatı		*	
28	Makine ve Ekipman İmalatı	**	*	
37	Kanalizasyon	**		**
38	Atık Maddelerin Değerlendirilmesi		*	**
43	Özel İnşaat Faaliyetleri	**		
46	Toptan Tic.(Mot.Taşıt.Onar.Hariç)			*
53	Posta ve Kurye Faaliyetleri	**	**	
63	Bilgi Hizmet Faaliyetleri	**	*	
66	Finans.veSig.Hiz.İçinYard.Faal.			**
71	Mimarlık ve Mühendislik Faaliyeti		*	
72	Bilimsel Araştırma ve Geliş.Faal.		*	
79	Seyahat Acentesi,TurOper.Rez.Hiz			**
81	Bina ve Çevre Düzenleme Faaliyet.		*	
84	Kamu Yön.veSavunma,Zor.Sos.Güv.			**
86	İnsan Sağlığı Hizmetleri		*	*
88	Sosyal Hizmetler		**	
90	Yaratıcı Sanatlar,Eğlence Faal.	**		
93	Spor, Eğlence ve Dinlence Faal.	**		
95	Bilgisayar ve Kişisel Ev Eşya.Onar.		*	**

3. SONUÇ

TR32 bölgesinde Ar-Ge ve yeniliğe dayalı girişimcilik geri kalmış, ileri teknoloji üretimi çok düşük seviyede gerçekleşmektedir. Gerçekleştirilen analizler sonucunda Endüstri 4.0 için TR32 bölgesinde öne çıkan sektörler makine ve ekipman, madencilik, metal eşya, tekstil ürünleri, ağaç ürünleri, atık maddelerin değerlendirilmesi ve su ürünleri endüstrileridir. İnternetin iş çözümlerinde kullanılması, inovasyonun ve dijitalleşmenin ön plana çıkması ile önem kazanması beklenen Endüstri 4.0 sistemine uyum için öncelikle işletmeler düşük katma değerli geleneksel sistemlerden yüksek katma değerli sistemlere yönlendirilmelidir. Hizmet ve tarım sektöründe yoğunlaşan bölge ekonomisi, yeniliğin ön planda olduğu, teknolojik ürünlerin imalatına yatırım yapmalıdır. Özellikle çevre ve doğa temizliğine önem veren bölgenin, bilişim ve iletişim teknolojileri ile geri dönüşüm için kullanılabilecek temiz üretim teknolojilerine yatırım yapması gerekmektedir. Ülke içi ve uluslararası rekabette geri kalmamak için AB ve kamu kurumlarının desteklediği katma değeri yüksek ileri teknoloji imalat projeleri biran önce hayata geçirilmelidir.

KAYNAKLAR

Akıncı, M. ve Yılmaz, Ö. (2013), Türkiye'de Sektörel İstihdam ve Bölgesel Kalkınma İlişkisi: Shift-Share (Değişim Payı) Analizi, İktisat Fakültesi Mecmuası, 63(2): 25-51.

Berger, R. (2014), Industry 4.0, The new industrial revolution How Europe will succeed, Think Act.

Brox, J. A. And Carvalho, E. (2008), A Demographically Augmented Shift-Share Employment Analysis: An Application to Canadian Employment Patterns, The Journal of Regional Analysis and Policy, 38(2): 56-66.

Davies, R. (2015), Industry 4.0, Digitalisation for productivity and growth, Briefing, European Parlimentary Research Service (EPRS).

Gardiner, B., Martin, R., Sunley, P., Tyler, P. (2013), Spatially unbalanced growth in the British economy, Journal of Economic Geography,13: 889–928.

GEKA (2013), TR32 Düzey 2 Bölgesi (Aydın, Denizli, Muğla) Bölge Planı 2014-2023.

Houston, D. B. (1967), The Shift and Share Analysis of Regional Growth: A Critique, Southern Economic Journal, 33(4): 577-581.

Isserman, A. M. (1977), "The Location Quotient Approach the Estimating Regional Economic Impacts", *Journal of the American Institute of Planners*, 43(1), 33-41.

Jones, P. S. (2012), Job Creation and Regional Change Under New Labour: A Shift-Share Analysis, Environment and Planning, 44: 1348-1362.

Koch, V., Kuge, S., Geissbauer, R., Schrauf, S. (2015), Industry 4.0 – Opportunities and Challenges of the industrial internet, Strategy&, PwC.

Kumral, N. (2004), "Endüstriyel Yerelleşme: Türkiye Nuts1 Bölgeleri Örneği", *İktisat İşletme ve Finans,* 19 (215), 66-75.

SGK, http://www.sgk.gov.tr/wps/portal/sgk/tr/kurumsal/istatistik/sgk_istatistik_yilliklari

VDI, ASME (2015), Industry 4.0, A Discussion of qualifications and skills in the factory of the future: A German and American perspective, www.vdi.de

www.endüstri40.com/siber-fiziksel

BULANIK DEMATEL VE BULANIK TOPSIS YÖNTEMLERİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİR TEDARİKÇİ SEÇİMİ PROBLEMİNE UYGULANMASI

Ahmet Alp Şenocak
Pamukkale Üniversitesi

Hacer Güner Gören
Pamukkale Üniversitesi

ÖZET

Gelecek için çevreye duyarlı davranılması ve var olan dengenin korunması anlamlarını içeren sürdürülebilirlik kavramı günümüzde birçok alanda ön plana çıkmaktadır. Bu alanların en önemlilerinden bir tanesi sosyal, çevresel ve ekonomik açıdan uygun tedarikçilerle işbirliği içerisinde çalışıp daha verimli ve etkin tedarik zincirleri oluşturabilmektir. Bu sebeple, sürekli değişkenlik içeren bir çevrede sürdürülebilir tedarikçi seçiminin önemi giderek artmaktadır. Sürdürülebilirlik kavramı altında en uygun tedarikçi seçimi problemi için bu çalışma kapsamında bütünleşik bir yöntem önerilmiştir. Önerilen yöntem üç aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada sürdürülebilirlik kriterlerinin ağırlık değerleri bulanık DEMATEL (Decision Making Trial and Evaluation Laboratory) yöntemiyle belirlenmiştir. İkinci aşamada alternatiflerin uygunluk değerleri, bulanık TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) yöntemiyle tayin edilmiştir. Son aşamada ise talebin değişkenliği göz önüne alınarak tedarikçilerden ne kadarlık sipariş verileceği bulanık doğrusal programlama yardımıyla belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler: DEMATEL, Sürdürülebilir tedarikçi seçimi, TOPSIS

APPLICATION OF FUZZY DEMATEL AND FUZZY TOPSIS METHODS TO SUSTAINABLE SUPPLIER SELECTION PROBLEM

ABSTRACT

The term sustainability, which means maintaining a balance or acting responsibly for the future, has been coming into prominence in many fields. One of the most crucial practice is cooperating with convenient collaborators and composing effective supply chains in terms of social, economic and environmental considerations. Therefore, sustainable supplier selection is getting more and more important for competing in rapidly changing environment. To deal with sustainable supplier selection problem, this study aims to determine the selection of appropriate suppliers and allocation of orders to them. The proposed approach operates in three stages. In the first stage, Fuzzy Decision Making Trial and Evaluation Laboratory (FDEMATEL) is used to obtain the weights of the criteria considering sustainability perspective. In the second stage, with the help of Fuzzy Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (FTOPSIS), a set of suppliers are ranked and suitable ones are determined. In the last stage, optimal order sizes are calculated via fuzzy linear programming including imprecise data of demand.

Keywords: DEMATEL, Sustainable supplier selection, TOPSIS

1.GİRİŞ

Günümüzde müşterilerin isteklerini doğru analiz etmek ve bu istekleri en kısa sürede karşılayabilmek firmalar için bir zorunluluk haline gelmiştir. Firmalar talepleri karşılarken aynı zamanda üretim tekniklerini de geliştirmeli ve daha esnek bir yapıya sahip olmalıdır. Tüm bu gelişmeler yaşanırken, yeryüzünde bulunan kısıtlı kaynakların gelecek nesiller düşünülerek en verimli şekilde yönetilmesi gerekmektedir. İşletmelerin ve içinde bulunan sistemlerin devamlılıklarının sağlanması için kararlar alınırken, sürdürülebilirliğin ekonomik olduğu kadar sosyal ve çevresel boyutlarının da dikkate alınması gerekmektedir. Çalışmamızın ana konusu olan sürdürülebilir tedarikçi seçimi problemi işletmenin, kendi ve içinde bulunduğu sistemin devamlılığını sağlaması için aldığı kararlarda sürdürülebilirliğin tüm boyutlarını dikkate alarak nihai sonuca ulaşması şeklinde tanımlanabilir (Nemli, 2004) (Kuş, 2012).

Sürdürülebilir tedarikçi seçimi için bütünleşik bir yöntem içeren bu çalışma beş bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde konuya giriş yapılmış, ikinci bölümde konu hakkında yapılan çalışmaların derlendiği literatür araştırması kısmına yer verilmiştir. Üçüncü bölümde ise önerilen bütünleşik yöntem açıklanmış, dördüncü bölümde önerilen yöntemin uygulaması gösterilmiştir. Son bölümde ise yapılan çalışma sonucunda elde edilen bulgular açıklanmıştır.

2.LİTERATÜR

Günümüzün rekabetçi iş dünyasında firmaların karlılığı, kendi iç verimlilikleri ve kaynak kullanımlarının yanı sıra, içinde bulunduğu tedarik zincirinin etkinliğiyle doğrudan ilişkili hale gelmektedir. Bu nedenlerle tedarikçi performans değerlendirmesi ve tedarikçi seçimi, verimli tedarik zincirinin oluşturulması için oldukça önemlidir. Tedarikçi seçimi problemi literatürde oldukça çok çalışılan problemlerin başında gelmektedir. Problem içinde birden fazla kriteri içerdiği için çok kriterli karar verme problemlerine örnektir ve problemin çözümü için farklı çok kriterli karar verme yöntemleri uygulanmıştır.

Sürdürülebilir tedarikçi seçimi konusunda (Brandenburg vd., 2014) on dokuz yılı kapsayan, yüz otuz dört makaleyi içeren, çalışmalarda kullanılan kantitatif modelleri inceleyen bir derleme çalışması yapmışlardır. Aynı konuyu ele alan (Zimmer vd., 2015) 1997-2014 yılları arasını kapsayan kapsamlı bir derleme makale oluşturmuşlardır. Çalışmada, geçmiş yıllarda yapılan derlemeler, konu ile ilgili yapılan çalışmaların yıllara ve ülkelere göre dağılımı, sektörü, yayımlandığı dergi, konusu ve kullandığı yöntemler hakkında bilgiler yer almaktadır. (Yousefi vd., 2016) ve (Azadi vd., 2016) dinamik ve bulanık veri zarflama analizinden yararlanarak probleme çözüm aramışlardır. (Orji ve Wei, 2015), karar verme sürecine zaman faktörünü de dahil etmiş, sistem dinamikleri modeli ve simülasyon yönteminden yararlanarak problemin zaman içindeki değişimini incelemiş ve elde edilen sonuçları bulanık TOPSIS yöntemi ile karşılaştırmıştır. (Chaharsooghi ve Ashrafi, 2014) sürdürülebilirlik kavramına risk yönetimi, şeffaflık ve kültür kriterlerini de dâhil etmişler ve probleme, geliştirdikleri Neo-TOPSIS yöntemini uygulamışlardır. (Azadnia vd., 2012), yaptıkları çalışmada kriter ağırlıklarını bulanık AHP ile belirlemişler, daha sonra tedarikçileri yapay sinir ağları ile kümelemişler, en son olarak da TOPSIS yöntemiyle seçimi gerçekleştirmişlerdir. (Shaw vd., 2012), kriterlerin ağırlık değerlerini bulanık AHP yöntemi ile hesaplamış, elde edilen değerleri bulanık çok amaçlı doğrusal programlama ile çözdürüp optimum sipariş miktarlarını belirlemişlerdir.

Sürdürülebilir tedarikçi seçimi problemi konusunda yapılan çalışmalar incelendiğinde, son yıllarda yapılan çalışma sayısının belirgin bir şekilde artış gösterdiği, çalışmaların büyük çoğunluğunda, bulanık sistem teorisinden yardım alındığı görülmüştür. En çok çalışılan yöntemler olarak ise; TOPSIS, AHP ve veri zarflama analizi yöntemlerinin öne çıktığı gözlenmiştir. Probleme çözüm arama sürecinde genellikle iki ya da üç yöntemin melezlenerek birlikte kullanıldığı bütünleşik yöntemlerin kullanıldığı saptanmıştır.

3.YÖNTEM

Sürdürülebilir tedarikçi seçimi için önerilen yöntem, üç aşamadan oluşmaktadır. İlk aşama, kriter ağırlıklarının belirlendiği aşamadır. Bu aşamada, bulanık DEMATEL yöntemi kullanılmış olup dilsel değişkenlerden yararlanılmıştır. İlk aşamada elde edilen kriter ağırlıkları ikinci aşamada girdi olarak kullanılmış ve bulanık TOPSIS yöntemi ile tedarikçilerin sürdürülebilirlik kriterlerine göre nihai değerleri elde edilmiştir. En son aşamada ise ilk iki adımda belirlenen tedarikçi ağırlık değerleri kullanılarak her bir tedarikçiden verilmesi gereken sipariş miktarları belirlenmiştir. Uygun sipariş miktarları saptanırken değişkenlikleri göz önünde bulundurabilmek adına, model bulanık doğrusal programlama ile çözülmüştür.

4.UYGULAMA

Çalışmanın bu bölümünde, sürdürülebilirlik kriterleri dikkate alınarak ve üçüncü bölümde belirtilen yöntemler kullanılarak tedarikçi seçimi problemine çözüm aranmıştır. Çalışılan problem, Kanada'da faaliyet gösteren ve inşaat malzemeleri satan bir internet firmasının tedarikçi seçim problemidir. Son

zamanlarda, siparişlerde ortaya çıkan problemler firmayı tedarikçileriyle olan ilişkilerini tekrar gözden geçirmesine ve uzun süre firma istekleriyle uyumlu çalışabilecek tedarikçileri belirlemesine itmiştir. Bu kapsamda, ilk olarak en çok talep edilen üç ürün baz alınarak dört potansiyel tedarikçi belirlenmiştir. Uygulama bölümünün ilk aşaması, tedarikçilerin değerlendirilmesinde kullanılacak olan kriterlerin belirlenmesidir.

Kriterler

Çalışmada sürdürülebilir tedarikçi seçimi problemi için kriterler Elkington (1997) tarafından önerilen üçlü performans yaklaşımı kullanılarak belirlenmiş ve Tablo 1'de açıklanmıştır.

Tablo 1. Çalışmada kullanılan kriterler

Ekonomik Kriterler (Güner Gören ve Kulak, 2014)	
K_1-Maliyet	Her işletme ihtiyaç duyduğu malzemeleri en az maliyetle tedarik etmeyi arzulamaktadır. Tedarikçilerin arz ettikleri mal ve hizmetlerin satış fiyatları yönünden incelenmesini maliyet kriteri sağlamaktadır.
K_2-Verimlilik	Üretim sonunda elde edilen ürün miktarının, üretimde kullanılan hammadde miktarına oranını ifade etmektedir.
K_3-Kapasite	Kapasite kriteri, tedarikçilerin verilen sipariş miktarını karşılayabilme derecelerini göstermektedir.
K_4-Devamlılık	Tedarikçilerin etkileşim içinde olduğu işletmelerle yakın ilişkiler kurması gerekmektedir. Devamlılık kriteri işletmeyle tedarikçi arasındaki ilişkinin derecesini göstermektedir.
K_5-Tedarik süresi	Tedarikçinin istenilen zamanda, gereksinim duyulan malzemeyi, işletmeye temin edebilme derecesini göstermektedir.
K_6-Kalite	Tedarikçiden temin edilen ürünün, müşterinin gereksinimlerini karşılama derecesini ifade etmektedir.
K_7-Üretim teknolojisi	İşletmeler gereksinim duydukları malları daha az hata oranı ve daha kısa sürede temin etmek için yeni teknolojilere sahip tedarikçilerle çalışmak istemektedirler.
K_8-Cevap verebilirlik	Tedarikçinin, siparişin verilmesinden sonra işletmeyle üretim süreci hakkında kurduğu iletişimi, bilgi aktarımını ve izlenebilirliği ifade etmektedir.
Sosyal Kriterler (Azadnia vd., 2015)	
K_9-İş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemi	Çalışılan ortamda kazaların meydana gelmemesi için gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir. İşletmenin, çalışanlarının güvenliklerini sağlamak için daha sağlıklı ve güvenli bir çalışma yeri yaratma çabalarının derecesi bu kriteri oluşturmaktadır.
K_{10}-İşbaşı eğitimi	Beyaz yaka çalışanlar da dâhil olmak üzere, işletmenin bünyesine yeni bir çalışan katıldığında çalışanına vermiş olduğu işbaşı eğitimini ifade etmektedir.
Çevresel Kriterler (Kannan vd., 2013)	
K_{11}-Çevresel yönetim sistemi	İşletmelerin çevreye duyarlı üretim yaptıklarına dair sahip oldukları ISO 14000 gibi sertifikaları, çevresel politikalarını, çevresel planlama ve kontrol aktivitelerini göstermektedir
K_{12}-Çevreye duyarlı ürün tasarımı	İşletmede üretilen ürünlerin daha az enerji ve materyal kullanılarak üretilmesini ifade etmektedir.
K_{13}-Kaynak kullanımı	Üretim yapılırken kullanılan kaynakların ne ölçüde efektif kullanıldığını, üretimin ne kadarının yenilenebilir enerji kaynaklarından ve malzemelerden elde edildiğini ifade etmektedir.

4.1.Bulanık DEMATEL

DEMATEL yöntemi, Gabus ve Fontela tarafından 1972-1976 yılları arasında Cenevre Battelle Memorial Enstitüsü Bilim ve İnsan İlişkileri bölümünde geliştirilmiştir (Gabus ve Fontela, 1972). Yöntemin uygulanmasında Eroğlu (2014), Altan ve Karaş Aydın (2015)'ın çalışmalarından yararlanılmıştır.

Yöntemin ilk aşamasında kriterler arasındaki ilişkiler dilsel olarak ifade edilmiş ve doğrudan ilişki matrisi oluşturulmuştur. Örneğin, ilk satırda bulunan kriter olan maliyet kriterinin, 3. sütunda temsil edilen kapasite kriteri üzerindeki etkisi oldukça azdır. Daha sonra Li (1999) ölçeği kullanılarak, dilsel değişkenler bulanık sayılara dönüştürülmüştür.

$$A=\begin{pmatrix} 0 & 0 & VL & VL & H & H & VL & H & 0 & L & VL & L & VL \\ H & 0 & 0 & H & H & H & 0 & H & 0 & VL & 0 & VL & H \\ 0 & 0 & 0 & L & VH & 0 & 0 & VH & 0 & 0 & 0 & 0 & H \\ L & L & VL & 0 & H & 0 & 0 & H & VL & L & VL & VL & L \\ 0 & 0 & 0 & H & 0 & VL & 0 & VL & 0 & 0 & VL & L & H \\ H & 0 & 0 & H & VL & 0 & 0 & 0 & 0 & L & L & VL & VL \\ H & H & VH & H & L & VH & 0 & L & L & L & L & VL & VH \\ 0 & 0 & 0 & VH & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ VL & VL & 0 & L & 0 & VL & 0 & 0 & 0 & VL & VL & VL & L \\ VL & VL & 0 & L & 0 & VL & 0 & 0 & VL & 0 & VL & VL & VL \\ VL & 0 & 0 & H & 0 & L & 0 & 0 & H & L & 0 & L & H \\ H & VL & 0 & H & L & VL & 0 & 0 & L & VL & VL & 0 & H \\ H & H & L & L & VL & VL & 0 & 0 & VL & 0 & H & VL & 0 \end{pmatrix}$$

Normalizasyon işlemi gerçekleştirilmiş sonra da toplam ilişki matrisi oluşturulmuştur. Sonraki adımda (Opricovic ve Tzeng, 2003) tarafından literatüre kazandırılan ve karar verme çalışmalarında sıklıkla kullanılan CFCS durulaştırma yöntemi ile durulaştırılmış toplam ilişki matrisi elde edilmiştir. Daha sonra etkileyen ve etkilenen gruplar belirlenmiş ve bu aşamada hesaplanan değerlere göre Tablo 2'de gösterilen kriterlerin önem dereceleri hesaplanmıştır.

Tablo 2. Kriterlerin önem dereceleri

Kriterler	Kriter ağırlıkları	Kriterler	Kriter ağırlıkları
K_1-Maliyet	0,084	K_8-Cevap verebilirlik	0,066
K_2-Verimlilik	0,077	K_9-İş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemi	0,064
K_3-Kapasite	0,063	K_{10}-İşbaşı eğitimi	0,067
K_4-Devamlılık	0,097	K_{11}-Çevresel yönetim sistemi	0,075
K_5-Tedarik süresi	0,077	K_{12}-Çevreye duyarlı ürün tasarımı	0,077
K_6-Kalite	0,075	K_{13}-Kaynak tüketimi	0,091
K_7-Üretim teknolojisi	0,087		

4.2.Bulanık TOPSIS

(Hwang ve Yoon, 1981) tarafından literatüre kazandırılan TOPSIS yöntemi negatif ve pozitif ideal çözümler yardımı ile karar verilmesini amaçlamaktadır. Yöntemin uygulanmasında (Altan ve Karaş Aydın, 2015) ve (Sangaiah vd., 2015) tarafından yapılan çalışmalardan yararlanılmıştır.

İlk aşama olarak alternatiflerin her bir kriter için almış olduğu dilsel değerlendirmelerden meydana gelen karar matrisi oluşturulmuştur. Uzman tarafından oluşturulan karar matrisi Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3. Tedarikçilerin kriterlere göre değerlendirilmesi

	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	K_8	K_9	K_{10}	K_{11}	K_{12}	K_{13}
T_1	*G*	*F*	*G*	*E*	*F*	*G*	*F*	*G*	*F*	*F*	*P*	*P*	*F*
T_2	*G*	*VG*	*E*	*VG*	*VG*	*VG*	*E*	*VG*	*VG*	*G*	*VG*	*VG*	*VG*
T_3	*G*	*G*	*VG*	*G*	*G*	*VG*	*VG*	*VG*	*VG*	*G*	*G*	*E*	*VG*
T_4	*G*	*G*	*G*	*G*	*G*	*VG*	*G*	*G*	*VG*	*G*	*G*	*VG*	*G*

Oluşturulan karar matrisi (Güner Gören ve Kulak, 2014) ölçeği kullanılarak bulanık sayılarla ifade edilmiştir. Her bir alternatifin, kriter bazında almış olduğu bulanık değerler, ilgili kriterin tüm alternatifler için almış olduğu maksimum değere bölünerek normalizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Normalize karar matrisini oluşturan elemanlar, bulanık DEMATEL yöntemi sonucunda elde edilen kriter ağırlıklarıyla çarpılmış ve ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi oluşturulmuştur. Daha sonra pozitif ve negatif ideal çözümler saptanmıştır. Sonraki aşamada ise matrisi oluşturan her bir elemanın pozitif ve negatif ideal çözümlerden uzaklıkları araştırılmıştır. Her bir tedarikçi için pozitif ideal çözümden uzaklıkların toplamı S_i^* değerini verirken, negatif ideal çözümden uzaklıkların toplamı S_i^- değerini vermektedir. Son aşamada ise ideal çözüme olan göreli yakınlık değerleri belirlenmiş ve Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4. İdeal çözüme göreli yakınlık değerleri

	S_i^*	S_i^-	C_i^*	C_i^* *(normalize)*
T_1	0,3827	0,0548	0,1252	0,0553
T_2	0,0337	0,3704	0,9166	0,4048
T_3	0,1177	0,2867	0,7091	0,3132
T_4	0,1967	0,2073	0,5132	0,2267

4.3.Bulanık Doğrusal Programlama

Klasik matematiksel karar modelleri, tüm bileşenlerin kesin olarak belirtildiği modellerdir. Klasik matematiksel modeller de, bulanık matematiksel modeller de alternatifler, amaç fonksiyonu, kısıtlar ve parametrelerden oluşmaktadır. Aralarındaki farklılık ise bu bileşenlerin bulanıklık, belirsizlik durumu ve bu durumdan meydana gelen çözüm yolundaki farklılıklardır. Bulanık ortamda karar verilirken amaç, kısıtlayıcılar ve parametrelerin değerleri net olarak belirlenememiştir. Bu durumda üyelik ve üye olmama arasında net bir ayrım yapılamaz ve kümeler arasına net bir çizgi çekilemez (Başkaya, 2011).

Çalışmada incelenen problem, talepler, kapasiteler ve hata oranlarında yani sadece sağ taraf sabitlerinde bulanıklık içerdiği için probleme en uygun çözüm yaklaşımı (Verdegay, 1982) tarafından önerilen yöntemdir. Bu yöntem simetrik olmayan bir yaklaşımdır. Simetrik yaklaşımlarda çözüme ulaştıran, amaç fonksiyonu ve kısıtlayıcıları tanımlayan bulanık kümelerin kesişim kümesinin belirlenmesi işlemi, simetrik olmayan yaklaşımlarda yerini parametrik programlamaya dönüştürülerek elde edilen çözüme bırakmaktadır (Bector ve Chandra, 2005), (Başkaya, 2011). Bulanık doğrusal programlama modeli kurulurken (Shaw vd., 2012) ve (Kannan vd., 2013) tarafından yapılan çalışmalardan faydalanılmıştır.

Modelde Kullanılan Parametreler

i : Tedarikçi
j : Ürün
N : Tedarikçilerin toplam sayısı *(N=4)*
M : Ürünlerin toplam sayısı *(M=3)*
w_i : i tedarikçisinin ağırlık değeri $(w_1=0.0553,\ w_2=0.4048,\ w_3=0.3132,\ w_4=0.2267)$
D_j : j ürününe ait talep miktarı $(D_1=300,\ D_2=400,\ D_3=600)$
C_i : i tedarikçisinin işletme için ayırabileceği kapasite miktarı $(C_1=400,\ C_2=500,\ C_3=200,\ C_4=450)$
q_i : i tedarikçisinin hata oranı değeri $(q_1=0.12,\ q_2=0.06,\ q_3=0.08,\ q_4=0.09)$
Qj : j ürünü için arzu edilen hata oranı $(Q_1=0.10,\ Q_2=0.08,\ Q_3=0.09)$

Modelin Karar Değişkenleri

Çalışmada, verilmesi gereken sipariş miktarları ve hangi tedarikçiden sipariş verileceği araştırılmıştır.
A_{ij} : i tedarikçisinin j ürününe ait sipariş miktarı

Modelin Amaç Fonksiyonu

Amaç fonksiyonu Eşitlik (1)'de gösterilmiştir ve tedarikçilerin ağırlıklarına göre temin edilecek ürün miktarını (toplam satın alma değerini - total value of purchasing) en büyükleme amacı taşımaktadır.

$$MaxZ = \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{M}(A_{ij} \times w_i) \tag{1}$$

Modelin Kısıtlayıcıları

Eşitlik (2), her bir tedarikçiden sipariş edilen ürün miktarları toplamının, talep edilen toplam ürün miktarına eşit olması gerektiğini göstermektedir. Eşitlik (3), her bir tedarikçiden sipariş edilecek ürün miktarları toplamının, tedarikçinin ayırabileceği toplam kapasiteye eşit veya küçük olması gerektiğini sağlamaktadır. Eşitlik (4), her bir tedarikçiden elde edilecek ürünlerdeki hata oranlarının, ürün için arzu edilen hata oranından küçük olmasını, Eşitlik (5) ise karar değişkeninin sıfırdan büyük değerler almasını sağlamaktadır.

$$\sum_{i=1}^{N} A_{ij} \cong D_j \quad \forall j \in M \tag{2}$$

$$\sum_{j=1}^{M} A_{ij} \tilde{\leq} C_i \quad \forall i \in N \tag{3}$$

$$\sum_{i=1}^{N}(q_i \times A_{ij}) \tilde{\leq} (Q_j \times D_j) \quad \forall j \in M \tag{4}$$

$$A_{ij} \geq 0 \tag{5}$$

Önerilen modelin amaç fonksiyonunda herhangi bir bulanıklık söz konusu olmadığı için sadece kısıtlayıcıların sağ taraf değerleri için toleranslar belirlenmelidir. Uzman görüşleri sonucunda, tolerans değerleri; talep kısıtlayıcısı için 100 adet, kapasite kısıtlayıcısı için 100 adet ve hata oranı kısıtlayıcısı için %5 olarak belirlenmiştir. Belirlenen tolerans değerleri göz önüne alınarak on adet üyelik fonksiyonu oluşturulmuştur. İlk üyelik fonksiyonu Eşitlik (6)'da verilmiştir.

$$\mu_1(x) = \begin{cases} 1 & A_{11}+A_{21}+A_{31}+A_{41} < 300 \quad ise, \\ 1-\dfrac{(A_{11}+A_{21}+A_{31}+A_{41})-300}{100}, & 300 \leq A_{11}+A_{21}+A_{31}+A_{41} \leq 400 \quad ise, \\ 0 & A_{11}+A_{21}+A_{31}+A_{41} > 400 \quad ise, \end{cases} \tag{6}$$

Kısıtlayıcıların üyelik fonksiyonları için λ kesimleri bulunmuştur. Sonra $\theta=(1-\lambda)$ dönüşümü yapılarak bulanık doğrusal programlama modeli parametrik doğrusal programlama modeline çevrilmiştir. Eşitlik (7) problemin çözümünde kullanılacak olan modeli göstermektedir.

$$\begin{aligned} & Z = \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{M}(A_{ij} \times w_i) \rightarrow Maksimum \\ & A_{11}+A_{21}+A_{31}+A_{41} = 300+100\theta \\ & A_{12}+A_{22}+A_{32}+A_{42} = 400+100\theta \\ & A_{13}+A_{23}+A_{33}+A_{43} = 600+100\theta \\ & A_{11}+A_{12}+A_{13} \leq 400+100\theta \\ & A_{21}+A_{22}+A_{23} \leq 500+100\theta \\ & A_{31}+A_{32}+A_{33} \leq 200+100\theta \\ & A_{41}+A_{42}+A_{43} \leq 450+100\theta \\ & 0.12A_{11}+0.06A_{21}+0.08A_{31}+0.09A_{41} \leq 30+300\times 0.05\theta \\ & 0.12A_{12}+0.06A_{22}+0.08A_{32}+0.09A_{42} \leq 32+400\times 0.05\theta \\ & 0.12A_{13}+0.06A_{23}+0.08A_{33}+0.09A_{43} \leq 54+600\times 0.05\theta \end{aligned} \tag{7}$$

Parametrik doğrusal programlama modeli farklı θ değerleri için LINDO 6.1 paket programında çözdürüldüğünde, verilmesi gereken sipariş miktarları için Tablo 5'teki değerlere ulaşılmıştır.

Tablo 5. Tedarikçilerden verilmesi gereken sipariş miktarları

θ	**1.0**	**0.9**	**0.7**	**0.5**	**0.3**	**0.1**	**0.0**
A_{11}	150	150	150	150	150	150	150
A_{12}	-	-	-	-	-	-	-
A_{13}	-	-	-	-	-	-	-
A_{21}	-	-	-	-	-	-	-
A_{22}	200	200	200	200	200	290	350
A_{23}	400	390	370	350	330	220	150
A_{31}	-	-	-	-	-	90	150
A_{32}	30	290	270	250	230	120	50
A_{33}	-	-	-	-	-	-	-
A_{41}	250	240	220	200	180	70	-
A_{42}	-	-	-	-	-	-	-
A_{43}	300	300	300	300	300	390	450
Z	469.82	460.37	441.48	422.58	403.69	384.80	375.35

Tablo 5'te görüldüğü üzere, karar verici belirlenen toleranslar içinde çeşitli seçim alternatiflerine sahiptir. Farklı talep düzeyleri, tedarikçilerin işletme için ayırabileceği kapasite ve her bir ürün için arzu edilen hata oranı değerleri için toleranslar dâhilinde uygun sipariş miktarları tablodan yararlanılarak belirlenebilir.

5.SONUÇLAR

Çalışma kapsamında, sürdürülebilir tedarikçi seçimi problemi için bulanık küme teorisinden yararlanılarak bütünleşik bir yaklaşım önerilmiştir. Kriter ağırlıkları bulanık DEMATEL ile belirlenmiş daha sonra tedarikçilerin ağırlık değerleri bulanık TOPSIS ile hesaplanmıştır. Son aşamada ise önceki adımlar sonucunda elde edilen değerler kullanılarak tedarikçilerden verilmesi gereken sipariş miktarları bulanık doğrusal programlama ile belirlenmiştir. Gelecek çalışmalarda, kullanılan bulanık modele farklı kısıtlar ekleyerek problemin daha gerçekçi bir hal alması sağlanabilir ve sonuçlar karşılaştırılabilir.

KAYNAKLAR

Altan, Ş ve Karaş Aydın, E., "Bulanık DEMATEL ve bulanık TOPSIS yöntemleri ile üçüncü parti lojistik firma seçimi için bütünleşik bir model yaklaşımı", *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 20 (5), 99-119, (2015).

Azadi, M., Jafarian, M., Farzipoor Saen, R., and Mirhedayatian, S. M., "A new fuzzy DEA model for evaluation of efficiency and effectiveness of suppliers in sustainable supply chain management context", *Computers & Operations Research*, 54, 274–285, (2014).

Azadnia, A. H., Saman, M. Z. M., Wong, K. Y., Ghadimi, P., and Zakuan, N., "Sustainable Supplier Selection based on Self-organizing Map Neural Network and Multi Criteria Decision Making Approaches", *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 65 (ICIBSoS), 879–884, (2012).

Başkaya, Z., Bulanık Doğrusal Programlama, Bursa: Ekin Basım Yayın Dağıtım, (2011).

Bector, C. R. and Chandra, S., Fuzzy mathematical programming and fuzzy matrix games, New York: Springer-Verlag, (2005).

Brandenburg, M., Govindan, K., Sarkis, J., and Seuring, S., "Quantitative models for sustainable supply chain management: Developments and directions", *European Journal of Operational Research*, 233 (2), 299–312, (2014).

Chaharsooghi, S. K., and Ashrafi, M., "Sustainable supplier performance evaluation and selection with Neofuzzy TOPSIS method", *International Scholarly Research Notices*, 2014, 1-10, (2014).

Elkington, J., Cannibals with forks – The triple bottom line of 21st century business, Oxford: Capstone Publishing Ltd, (1997).

Eroğlu, Ö., "Bakım/Onarım Alternatiflerinin Bulanık DEMATEL ve SMAA-2 Yöntemleriyle Değerlendirilmesi", Yüksek Lisans Tezi, Kara Harp Okulu Savunma Bilimleri Enstitüsü, Tedarik ve Lojistik Yönetimi Anabilim Dalı, Ankara, (2014).

Gabus, A. and Fontela, E., "World Problems an Invitation to Further Thought within the Framework of DEMATEL", Battelle Geneva Research Centre, Switzerland, (1972).

Güner Gören, H. and Kulak O., "A new fuzzy multi-criteria decision making approach: extended hierarchical fuzzy axiomatic design approach with risk factors", Eds.: F. Dargam, J. Hernandez, P. Zaraté, S. Liu, R. Ribeiro, B. Delibasic. Impact of Decision Support Systems for Global Environments, New York: Springer LNBIP, 184, 141-156, (2014).

Hwang, C. L. and Yoon, K., Multiple Attribute Decision Making, New York: Springer-Verlag, (1981).

Kannan, D., Khodaverdi, R., Olfat, L., Jafarian, A., and Diabat, A., "Integrated fuzzy multi criteria decision making method and multiobjective programming approach for supplier selection and order allocation in a green supply chain", *Journal of Cleaner Production*, 47, 355–367, (2013).

Kuş, H. T., "Sustainable supply chain management application to Turkish construction industry", Yüksek Lisans Tezi, Fatih Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, (2012).

Li R. J., "Fuzzy Method in Group decision making", *Computers & Mathematics with Applications*, 38 (1), 91-101, (1999).

Nemli, E., "Çevreye Duyarlı Yönetim Anlayışı", *İstanbul Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, 23-24, 211-224, (2001),

Opricovic S. and Tzeng G. H., "Defuzzification within a Multicriteria Decision Model", International Journal of Uncertainty, *Fuzziness and Knowledge-Based Systems*, 11 (5), 635 – 652, (2003).

Orji, I. J., and Wei, S., "An innovative integration of fuzzy-logic and systems dynamics in sustainable supplier selection: A case on manufacturing industry", *Computers & Industrial Engineering*, 88, 1–12, (2015).

Sangaiah, A. K., Subramaniam, P. R. and Zheng, X., "A combined fuzzy DEMATEL and fuzzy TOPSIS approach for evaluating GSD project outcome factors", *Neural Computing & Applications*, 26, 1025-1040, (2015).

Shaw, K., Shankar, R., Yadav, S. S., and Thakur, L. S., "Supplier selection using fuzzy AHP and fuzzy multi-objective linear programming for developing low carbon supply chain", *Expert Systems with Applications*, 39 (9), 8182–8192, (2012).

Verdegay, J. L., "Fuzzy mathematical programming", *Fuzzy information and decision processes*, 231, 237, (1982).

Yousefi, S., Shabanpour, H., Fisher, R., and Saen, R. F., "Evaluating and ranking sustainable suppliers by robust dynamic data envelopment analysis", *Measurement*, 83, 72–85, (2016).

Zimmer, K., Fröhling, M., and Schultmann, F., "Sustainable supplier management – a review of models supporting sustainable supplier selection, monitoring and development", *International Journal of Production Research*, 54 (5), 1412-1442, (2015).

FUZZY NETWORK DATA ENVELOPMENT ANALYSIS MODEL FOR MEASURING THE PERFORMANCE OF THE BRANCHES IN A CARGO COMPANY: A CASE OF TURKEY

Berna Şimşek
İstanbul Üniversitesi

Fatih Tüysüz
İstanbul Üniversitesi

ABSTRACT

Data Envelopment Analysis (DEA) is a nonparametric method used for evaluating the performance of Decision Making Units (DMUs) with multiple inputs and outputs. The traditional DEA models do not consider the sub-process activities with their particular inputs and outputs which are effecting the main system. Network DEA models can measure the sub-process efficiency simultaneously together with the overall efficiency of the system. In cargo sector applications, there are parameters which are uncertain due to the changes in logistics distribution system and the customer expectations. Thus, for measuring the performance of cargo branches, uncertain input-output data are required to be included in Network DEA formulation to achieve more accurate and reliable results. This study presents a Fuzzy Network DEA (FNDEA) model for measuring the overall efficiency of the branches of a cargo company in a region. A real life application of the proposed model is also presented for Turkey.

Keywords: Cargo Sector, Fuzzy Network Data Envelopment Analysis, Performance Measurement.

BİR KARGO FİRMASINDAKİ ŞUBELERİN PERFORMANSININ ÖLÇÜLMESİ İÇİN BULANIK AĞ VERİ ZARFLAMA ANALİZİ MODELİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ

ÖZET

Veri zarflama Analizi (VZA) çok girdi ve çıktılı karar verme birimlerinin performansının değerlendirilmesinde kullanılan parametrik olmayan bir yöntemdir. Geleneksel VZA modelleri, ana sistemi etkileyen belirli girdi ve çıktılı alt süreç faaliyetlerini dikkate almazlar. Ağ VZA modelleri sistemin bütün verimliliğinin yanı sıra alt süreç verimliliğini de ölçebilmektedir. Kargo sektörü uygulamalarında, lojistik dağıtım sistemi ve müşteri beklentilerindeki değişimlerden ötürü belirsizlik içeren parametreler vardır. Bu nedenle kargo şubelerinin performansının ölçülmesinde daha doğru ve güvenilir sonuçlar elde edebilmek için belirsiz girdi-çıktı verilerinin ağ VZA formülasyonlarına dahil edilmesi gerekmektedir. Bu çalışma bir bölgedeki bir kargo firmasının şubelerinin genel verimliliğini ölçmek için bulanık ağ VZA modeli sunmaktadır. Türkiye için önerilen modelin bir gerçek hayat uygulaması da sunulmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Bulanık Ağ Veri Zarflama Analizi, Kargo Sektörü, Performans Ölçümü.

1.INTRODUCTION

Logistics can be defined as a collection of dynamic activities which forms the connection between production and consumption (Bartolacci et al., 2012) . Cargo sector is a fast growing and highly competitive sector which performs complex logistic activities and serve both individuals and business firms for transportation and transshipment. Most of the global cargo firms adopt the strategy of locating different distribution centers for collecting cargos from their branches and then transshipping them through different modes of transportation to other transfer centers. These cargos are then delivered to final destination through the branches of the firm within the customers' region (Simsek and Tuysuz, 2015). Today, most of the cargo firms provide their organizational customers third party logistics services and play an important role in their competitive advantage by creating value (Domingues et al., 2015). Manufacturing and service enterprises outsource their transportation, warehousing and distribution activities to such firms in order to enable themselves to reduce costs and focus on their core activities (Hong et al., 2004; Islam et al., 2013). The success of cargo firms in such a competitive environment mainly depends on the performance of their branches which are the first contact points with the customers and they have important effect on customer satisfaction. Performance measurement and evaluation have important effect on the control and management and may form the basis for many tactical and strategic decisions. A good performance measurement and analysis system enables organizations to better understand and evaluate their operations and may provide competitive advantage (Fu et al., 2015). It has also important contribution to the effective control of business progress by enhancing the overall efficiency and profitability (Rushton et al., 2014). Since cargo business is complex, performance measurement and evaluation can be performed in different ways. There are different methods and developed models for performance evaluation. Ozcan and Tuysuz (2016) present a detailed literature review related to performance measurement, and state that data envelopment analysis (DEA) is one of the most widely used ones. A detailed literature review related to the applications of DEA can be found in Tavana et al. (2016) and Lim and Zhu (2016). The main reason for this is that DEA is able to estimate efficiency with minimal prior assumptions and has a comparative advantage to approaches such as standard forms of statistical regression analysis (Kou et al., 2014). DEA developed by Charnes et al. (1978) is a linear programming and nonparametric method which is used for evaluating the relative efficiency of Decision Making Units (DMUs) with multiple inputs and outputs. One of the important drawbacks of the traditional DEA models is that they do not consider the sub-process activities with their particular inputs and outputs which are effecting the main system. This can be valid for only simple systems and can be misleading for complex systems (Kao, 2014; Tone and Tsutsui, 2014). Network DEA models which were first proposed by Färe and Grosskopf (1996) can measure not only the overall efficiency of the system but also can estimate the sub-process efficiency simultaneously by taking into account the internal linking activities, and thus enable to measure the efficiency of the inherent complex system (Chen and Yan, 2011). Network DEA models provide insight regarding the sources of inefficiency and also process-specific guidance to DMU managers (Lewis and Sexton, 2004). The developed network DEA models and a detailed literature review can be found in Fukuyama and Weber (2015).

The traditional DEA or Network DEA models use certain input and output data for main or the black box system and their results are sensitive to the imprecision of data. In real life and also cargo sector applications, there are parameters which are uncertain due to the changes in logistics distribution system and the customer expectations. Thus, for measuring the performance of cargo branches in a region, uncertain input-output data are required to be included in Network DEA formulation in order to achieve more accurate and reliable results, which can be accomplished by using fuzzy sets theory. Beginning with Sengupta (1992), there have been some developed fuzzy DEA models for the last two decades. Emrouznejad et al. (2014) present a complete source of fuzzy DEA references and classify fuzzy DEA methods into six categories which are the tolerance approach, the α-level based approach, the fuzzy ranking approach, the possibility approach, the fuzzy arithmetic, and the fuzzy random or type-2 fuzzy set approach. In this study, it is aimed at measuring the overall efficiency of the branches of a cargo company in a region. We present a Fuzzy Network Data Envelopment Analysis (FNDEA) model for measuring the performance of cargo branches which have sub-processes like cargo operations, human resources, internal audit, education and customer relationship management. A real life application of the α-level based FNDEA model is also presented for a cargo company operating in Turkey.

2.FUZZY NETWORK DATA ENVELOPMENT ANALYSIS

Branch Management is a set of approaches used to efficiently integrate cargo operations, education process, human resorce process, management assesment process and CRM. Data which was used to evaluate the branches is uncertain with technological progress, market conditions and other changeable situations.

Thus, efficiency of cargo braches is forced into doing expression with changeable and uncertain data. Uncertain data contains some degree of subjectivity that often cannot be expressed in pure numeric scales and requires linguistic expressions. Fuzzy logic is used in the Network DEA model since input and output data in most real-life performance measurement problems are often changeable.

In this study a Network DEA model with fuzzy logic is presented to evaluate the relative efficiency of the sub-processes and the overall process of a cargo company's branches by measuring the performance of the operation, education, human resource, management assessment and CRM processes.

In fuzzy sets, an object's membership value is represented with a membership function which has a membership value between 0 and 1. Most widely used membership functions are triangular, trapezoidal and S-shaped membership functions. In this study, S-shaped membership function, which is the most suitable one for the data on hand, is used to determine the membership value

Definition: S-shaped membership function can be defined where the membership function $\mu_{\tilde{C}}$ of $\tilde{C}$ is given in Eq. (1).

$$\mu_{\tilde{C}}(x;a,b) = \begin{cases} 0, & x < a \\ 2\left(\frac{x-a}{b-a}\right)^2, & a \le x \le \frac{a+b}{2} \\ 1-2\left(\frac{x-b}{b-a}\right)^2, & \frac{a+b}{2} \le x \le b \\ 1, & x > b \end{cases} \tag{1}$$

Types of data in FDEA are bounded, certain, ordinal and missing. In this study, Kao and Liu (2000) model which is used for bounded and certain data is applied. This model also uses α-cut method. Minimax regret approach is used to rate and compare lower and upper efficiency results which were obtained by Kao and Liu (2000) model. In this approach, maximum loss of efficiency for each DMU is calculated and each time one DMU is eliminated which has minimum loss of efficiency. And this operation is continued for other DMUs.

3.CASE STUDY

In this case, a regional office's cargo branches of a well-established cargo company which transports domestically and internationally was handled in Istanbul, Turkey. A fuzzy NDEA model was proposed for measuring the cargo branches' overall system efficiency and sub-processes' efficiency. The sub-processes of the cargo branches are operation process, education process, human resource process, management assessment process and customer relationships management (CRM) process. Figure 1 depicts the network DEA model of cargo branches.

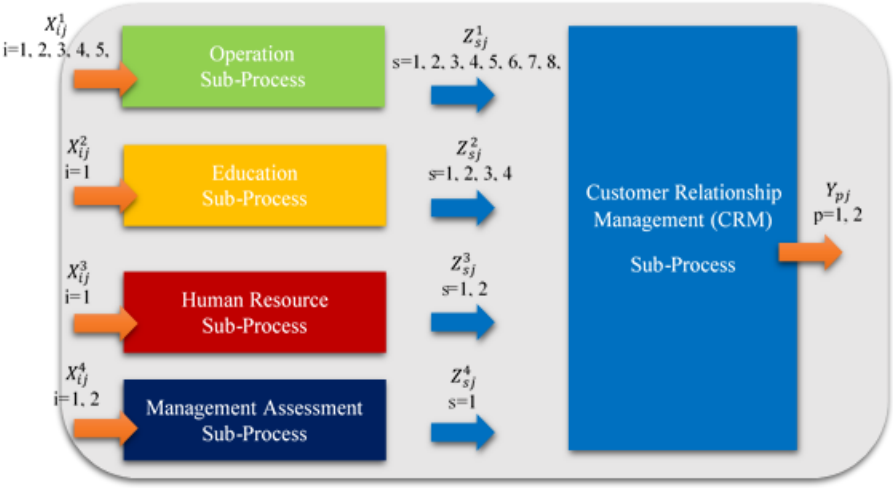


Fig. 1. Network DEA model of branches' sub-processes and overall system for DMU_j = 1,..,10

The relationships between the inputs and outputs of the sub-processess are given in Table 1.

Table 1. Inputs - Outputs relationship of sub-processes

SUBPROCESS	INPUTS	OUTPUTS = CRM INPUTS	CRM OUTPUTS
Operation – Incoming and Outgoing Cargo	time of delivery- ready time	breach - late of picking up	closed complaint
	performance of routing incoming cargo to right address	defective delivery - cargo	open complaint
	delivery performance of incoming cargo	late delivery	
	performance of usage of hand terminal	damaged cargo	
	performance of picking cargo from address	return cargo	
	ratio of wrong destination	lost cargo	
		complaints about sms	
		disapproval of delivery	
		failed delivery	
Human Resource	circulation ratio	unprepared cargo to send to distribution center	
		not to be reached to branch phone	
Education	number of inservice education	miss delivery	
		defective or wrong information	
		wrong destination	
		wrong routing	
Management Assessment	being tidy, clear and properness to corporate culture	complaints about branches, staff, delivery person	
	performance of cooperation, flow of information and problem solving		

For α=0.75 value, the lower and the upper bounds of each input and output of each sub-processes and overall system were calculated by S-shaped membership function. The mathematical models of the presented fuzzy network DEA were coded in LINGO software with lower-upper input and lower-upper output data to obtain lower and upper efficiency of each sub-process and overall system of each DMU. The mathematical optimization models for lower and upper efficiencies (for DMU= *h*) are given in Eqs. (2)-(3) as follows;

Lower

$$e_h^L = Max \sum_{p=1}^{2} u_p (y_{ph}^L)_{\propto_p}$$

s.t.

$$\sum_{k=1}^{4}\sum_{i=1}^{m_k} v_i^k (x_{ih}^{kU})_{\propto_i} = 1$$

$$\sum_{p=1}^{2} u_p (y_{pj}^U)_{\propto_p} - (\sum_{k=1}^{4}\sum_{i=1}^{m_k} v_i^k (x_{ij}^{kL})_{\propto_i}) \le 0$$

$j=1,2,..,10 \quad j \neq h$

$$\sum_{p=1}^{2} u_p (y_{pj}^L)_{\propto_p} - (\sum_{k=1}^{4}\sum_{i=1}^{m_k} v_i^k (x_{ij}^{kU})_{\propto_i}) \le 0$$

$$\sum_{s=1}^{S_k} t_s^k z_{sj}^k - \sum_{i=1}^{m_k} v_i^k (x_{ij}^{kL})_{\propto_i} \le 0$$

$j=1,2,,10 \quad j \neq h \quad k=1,2,3,4$

$$\sum_{s=1}^{S_k} t_s^k z_{sh}^k - \sum_{i=1}^{m_k} v_i^k (x_{ih}^{kU})_{\propto_i} \le 0 \qquad k=1,2,3,4$$

$$\sum_{p=1}^{2} u_p (y_{pj}^U)_{\propto_p} - (\sum_{s=1}^{S_k} t_s^k z_{sj}^k) \le 0$$

$j=1,2,..,10 \quad j \neq h \quad k=1,2,3,4$

$$\sum_{p=1}^{2} u_p (y_{ph}^L)_{\propto_p} - (\sum_{s=1}^{S_k} t_s^k z_{sh}^k) \le 0$$

$t_s^k \ge 0 \quad s=1,2....,S_k \quad k=1,2,3,4$

$v_i^k \ge 0 \quad i=1,2....,m_k \quad k=1,2,3,4$

$u_p \ge 0 \quad p=1,2 \qquad (2)$

Upper

$$e_h^U = Max \sum_{p=1}^{2} u_p (y_{ph}^U)_{\propto_p}$$

s.t.

$$\sum_{k=1}^{4}\sum_{i=1}^{m_k} v_i^k (x_{ih}^{kL})_{\propto_i} = 1$$

$$\sum_{p=1}^{2} u_p (y_{pj}^L)_{\propto_p} - (\sum_{k=1}^{4}\sum_{i=1}^{m_k} v_i^k (x_{ij}^{kU})_{\propto_i}) \le 0$$

$j=1,2,..,10 \quad j \neq h$

$$\sum_{p=1}^{2} u_p (y_{pj}^U)_{\propto_p} - (\sum_{k=1}^{4}\sum_{i=1}^{m_k} v_i^k (x_{ij}^{kL})_{\propto_i}) \le 0$$

$$\sum_{s=1}^{S_k} t_s^k z_{sj}^k - \sum_{i=1}^{m_k} v_i^k (x_{ij}^{kU})_{\propto_i} \le 0$$

$j=1,2,..,10 \quad j \neq h \quad k=1,2,3,4$

$$\sum_{s=1}^{S_k} t_s^k z_{sh}^k - \sum_{i=1}^{m_k} v_i^k (x_{ih}^{kL})_{\propto_i} \le 0 \qquad k=1,2,3,4$$

$$\sum_{p=1}^{2} u_p (y_{pj}^L)_{\propto_p} - (\sum_{s=1}^{S_k} t_s^k z_{sj}^k) \le 0$$

$j=1,2,..,10 \quad j \neq h \quad k=1,2,3,4$

$$\sum_{p=1}^{2} u_p (y_{ph}^U)_{\propto_p} - (\sum_{s=1}^{S_k} t_s^k z_{sh}^k) \le 0$$

$t_s^k \ge 0 \quad s=1,2....,S_k \quad k=1,2,3,4$

$v_i^k \ge 0 \quad i=1,2....,m_k \quad k=1,2,3,4$

$u_p \ge 0 \quad p=1,2 \qquad (3)$

Table 2 presents the parameters and the decision variables used in mathematical optimization models.

Table 2. Parameters, decision variables, indices used in the model

$j=1,...,10$	DMU	Y_{pj}	The pth output of sub-process k of CRM of DMU_j
k=1,2,3,4	Sub-processes	v_i^k	The multiplier of the ith input of sub-process k
m_k	The number of inputs of k sub-process	t_s^k	The multiplier of the sth output of sub-process k, The multiplier of the sth input of sub-process CRM
S_k	The number of outputs of k subprocess, the number of inputs of CRM	u_p	The multiplier of the pth output of sub-process CRM
p	The number of outputs of CRM	e_j^k	The efficiency of sub-process k of DMU_j
x_{ij}^k	The ith input of sub-process k of DMU_j	e_j	The efficiency of system of DMU_j
Z_{sj}^k	The sth output of sub-process k of DMU_j, the sth input of sub-process CRM of DMU_j		

Based on the above calculations, upper and lower efficiency scores of sub-processes and the overall system are obtained as given in Table 3.

Table 3. Upper and lower efficiency scores of sub-processes and overall system

	Operation		Education		Human Resource		Management Assesment		CRM		Overall System	
DMU	E_L	E_U	E_L	E_U	E_L	E_U	E_L	E_U	E_L	E_U	E_L	E_U
1	0.716	1.000	0.289	0.888	0.388	1.000	0.150	0.323	0.371	1.000	0.183	1.000
2	0.685	1.000	0.610	1.000	0.423	1.000	0.110	0.427	0.498	1.000	0.218	1.000
3	1.000	1.000	0.402	1.000	0.403	1.000	0.993	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
4	0.758	1.000	0.792	1.000	0.389	1.000	0.194	0.437	0.565	1.000	0.392	1.000
5	0.930	1.000	0.331	1.000	0.389	1.000	0.349	1.000	1.000	1.000	0.308	1.000
6	0.711	1.000	0.663	1.000	0.437	1.000	0.226	0.439	0.443	1.000	0.167	1.000
7	0.550	1.000	0.497	1.000	0.302	0.853	0.130	0.389	0.507	1.000	0.240	1.000
8	0.880	1.000	0.609	1.000	0.132	0.947	0.120	0.398	1.000	1.000	0.696	1.000
9	0.830	1.000	0.615	1.000	0.071	0.345	0.138	0.377	0.422	1.000	0.152	0.959
10	0.922	1.000	0.762	1.000	0.117	0.638	0.131	0.417	0.525	1.000	0.215	1.000

Minimax regret approach was applied with lower and upper efficieny values and a rating between cargo branches for each sub-process and system is obtained as given in Table 4.

Table 4. Rating efficiency of sub-processes and overall system

SUB-PROCESS	RATING EFFICIENY
OPERATION	3, 5, 10, 8, 9, 4, 1, 6, 2, 7
EDUCATION	4, 10, 6, 9, 2, 8, 7, 3, 5, 1
HUMAN RESOURCE	6, 2, 3, 5, 4, 1, 7, 8, 10, 9
MANAGEMENT ASSESMENT	3, 5, 6, 4, 1, 10, 2 ,9, 7, 8
CRM	3, 5, 8, 4, 10, 7, 2, 6, 9, 1
OVERALL SYSTEM	**3, 8, 4, 5, 7, 2, 10, 1, 6, 9**

According to input oriented fuzzy network DEA model, branch 3 has lower maximum efficiency loss value for operation sub-process, branch 4 has lower maximum efficiency loss value for education sub-process, branch 6 has lower maximum efficiency loss value for human resource sub-process, branch 3 has lower maximum efficiency loss value for management assesment sub-process, branch 3 has lower maximum efficiency loss value for CRM sub-process. Hence, it can be said that branch 3 has the best efficiency score in overall system. According to upper efficiency value of branch 9, which have lower overall system efficiency, in order to be efficient, "performance of routing incoming cargo to right address" input can be increased at least as much as %4,41 or "performance of picking cargo from address" input can be increased at least as much as %7,88 for operation sub-process. For the other branches which are not efficient, by decreasing "circulation ratio" input for human resources sub-process; by increasing "closed complaint" output or by decreasing "open complaint" output for customer relationship management subprocess, efficiency can be achieved. Increase or decrease rates can be calculated by extracting efficiency value from 1 and dividing the result by input or output coefficient.

4.CONCLUSION

The branches of the cargo company are the first contact points with the customers and have important effect on customer satisfaction. Hence, the success of cargo firms in such a competitive environment mainly depends on the performance of these branches. In this study, a fuzzy network DEA model was proposed for measuring the performance of sub-process and overall system of cargo branches. First, a network structure was created. Second, lower-upper input and lower-upper output data were assigned according to fuzzy logic. Then, mathematical optimization models for lower and upper efficiency of each DMU were created and coded in LINGO software. Finally, the cargo branches were ranked according to rating efficiency values by minimax regret approach.

REFERENCES

Bartolacci, M. R., LeBlanc, L. J., Kayikci, Y., & Grossman, T. A. (2012). Optimization modeling for logistics: options and implementations. Journal of Business Logistics, 33(2), 118-127.

Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. European journal of operational research, 2(6), 429-444.

Chen, C., & Yan, H. (2011). Network DEA model for supply chain performance evaluation. European Journal of Operational Research, 213(1), 147-155.

Domingues, M. L., Reis, V., & Macário, R. (2015). A Comprehensive Framework for Measuring Performance in a Third-party Logistics Provider. Transportation Research Procedia, 10, 662-672.

Emrouznejad, A., Tavana, M., & Hatami-Marbini, A. (2014). The state of the art in fuzzy data envelopment analysis. In Performance measurement with fuzzy data envelopment analysis (pp. 1-45). Springer Berlin Heidelberg.

Färe, R., & Grosskopf, S. (1996). Intertemporal production frontiers: with dynamic DEA. Kluwer Academic Publishers., Boston.

Fu, H. P., Chang, T. H., Shieh, L., Lin, A., & Lin, S. W. (2015). Applying DEA–BPN to enhance the explanatory power of performance measurement. Systems Research and Behavioral Science, 32(6), 707720.

Fukuyama, H., & Weber, W. L. (2015). Measuring Japanese bank performance: a dynamic network DEA approach. Journal of Productivity Analysis, 44(3), 249-264.

Hong, J., Chin, A. T., & Liu, B. (2004). Logistics outsourcing by manufacturers in China: a survey of the industry. Transportation journal, 43 (1), 17-25.

Islam, D. M. Z., Meier, J. F., Aditjandra, P. T., Zunder, T. H., & Pace, G. (2013). Logistics and supply chain management. Research in Transportation Economics, 41(1), 3-16.

Kao, C. (2014). Network data envelopment analysis with fuzzy data. In Performance Measurement with Fuzzy Data Envelopment Analysis (pp. 191-206). Springer Berlin Heidelberg.

Kou, G., Peng, Y., & Wang, G. (2014). Evaluation of clustering algorithms for financial risk analysis using MCDM methods. Information Sciences, 275, 1-12.

Lewis, H. F., & Sexton, T. R. (2004). Network DEA: efficiency analysis of organizations with complex internal structure. Computers & Operations Research, 31(9), 1365-1410.

Lim, S., & Zhu, J. (2016). A note on two-stage network DEA model: Frontier projection and duality. European Journal of Operational Research, 248(1), 342-346.

Ozcan, T., & Tuysuz, F. (2016). Modified Grey Relational Analysis Integrated with Grey Dematel Approach for the Performance Evaluation of Retail Stores. International Journal of Information Technology & Decision Making, 15(02), 353-386.

Rushton, A., Croucher, P., & Baker, P. (2014). The handbook of logistics and distribution management: Understanding the supply chain (5th ed.). Kogan Page Publishers, The Chartered Institute of Logistics and Transport (UK).

Sengupta, J. K. (1992). A fuzzy systems approach in data envelopment analysis. Computers & Mathematics with Applications, 24(8), 259-266.

Simsek, B., & Tuysuz, F. (2015, May). Simulation approach for modeling and analyzing the technological transfer center in a cargo company. In Modeling, Simulation, and Applied Optimization (ICMSAO), 2015 6th International Conference on (pp. 1-6). IEEE.

Tavana, M., Kaviani, M. A., Di Caprio, D., & Rahpeyma, B. (2016). A two-stage data envelopment analysis model for measuring performance in three-level supply chains. Measurement, 78, 322-333.

Tone, K., & Tsutsui, M. (2009). Network DEA: a slacks-based measure approach. European Journal of Operational Research, 197(1), 243-252.

Kao, C., & Liu, S. T. (2000). Fuzzy efficiency measures in data envelopment analysis. Fuzzy sets and systems, 113(3), 427-437.

ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ VE ELECTRE YÖNTEMİ İLE TEKSTİL SEKTÖRÜNDE KURULUŞ YERİ SEÇİMİ

Kübra Şimşek
İstanbul Teknik Üniversitesi

ÖZET

Birçok kriterli karar verme problemi olan kuruluş yeri seçimi, işletmeler açısından büyük bir stratejik önem taşımaktadır. Bu çalışmada, rekabetin yoğun olduğu ve karar alma süreçlerinin önem kazandığı sektörlerden biri olan tekstil sektöründe faaliyet gösterecek bir işletme için bir kuruluş yeri seçimi problemi ele alınmaktadır. Öncelikle Türkiye'de tekstilin yoğun olduğu altı aday il arasından Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yardımı ile bir seçim yapılmış, ardından ELECTRE yöntemi yardımıyla belirlenen ilde bulunan organize sanayi bölgeleri arasından en uygunu kuruluş yeri olarak seçilmiştir. Belirlenen kriterler altında yapılan değerlendirmelere göre, en uygun il Bursa, en uygun organize sanayi bölgesi ise İnegöl Organize Sanayi Bölgesi olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Analitik Hiyerarşi Süreci, ELECTRE, Kuruluş Yeri Seçimi, Tekstil Sektörü

SITE SELECTION IN TEXTILE SECTOR BY USING ANALYTIC HIERARCHY PROCESS AND ELECTRE

ABSTRACT

Site selection which is one of the multi-criteria decision-making problems has a great strategic importance for enterprises. In this study, a site selection problem is taken into consideration for a firm which is going to operate in textile sector where competition is intense and decision-making processes has gained importance. First of all, analytic hierarchy process is performed to make a choice between six cities in which textile is the dominant sector. Then, ELECTRE method is used to make a choice between organized industrial zones in selected city. According to assessments made under specified criteria, the most appropriate city and organized industrial zone are identified as Bursa and İnegöl Organized Industrial Zone, respectively.

Keywords: Analytic Hirearchy Process, ELECTRE, Site Selection, Textile Sector

1. GİRİŞ

Küreselleşme ile artan rekabet koşulları, işletmeleri sürekli olarak iyi ve başarılı karar vermeye zorlamaktadır. Böyle bir ortamda ayakta kalabilmek, rekabet avantajı kazanmak ve avantajı sürdürebilmek için sağlıklı karar verme bir gereklilik olmaktadır. İşletme yönetimi kapsamındaki stratejik kararlar, yüksek sermaye gerektiren, işletmenin geleceğini doğrudan etkileyen, sonuçları uzun vadede hissedilen ve büyük ölçüde belirsizlik ve risk taşıyan kararlar olmakla birlikte; bir defaya özgü alınan stratejik kararın doğru alınmış olması hayati bir önem arz etmektedir.

Karar vericiye problemlerin üstesinden gelmede –onun kişisel değer yargılarından da faydalanarak- yardımcı olan modern karar destek yöntemlerini kullanan organizasyonlar, giderek karmaşık bir hal alan iş ortamında önemli bir rekabet avantajı kazanmaktadırlar. Son zamanlarda gittikçe artarak ilgi gören çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleri, karar verme problemlerinde, birden fazla kriteri karşılayan en uygun çözüme ulaşmayı amaçlayan yaklaşımlardır. İşletmelerde karar verme süreçlerinde ÇKKV sıkça kullanılmaktadır. Bu bağlamda, bu çalışmada, tekstil sektöründe faaliyet gösterecek olan bir işletme için ÇKKV yöntemlerinden faydalanılarak kuruluş yeri seçimi yapılmıştır.

2. KURULUŞ YERİ SEÇİMİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER

Bir işletmenin ekonomik faaliyetlerini sürdüreceği yer, literatürde "kuruluş yeri" olarak geçmektedir. İşletmelerin yaşamlarını sürdürebilmeleri açısından en uygun kuruluş yerinin seçilmiş olması büyük önem arz etmektedir (Yamak, 2001). Bu kararı yanlış veren işletmeler, pazarlama ve taşıma maliyetleri ile birlikte ulaşım, haberleşme ve altyapı sorunları ile karşılaşabilmektedir (Akyüz ve Soba, 2013).

Kuruluş yeri seçiminde üç temel aşama bulunmaktadır (Ruddel, 1967): (1) Fabrikanın kurulacağı bölgenin seçilmesi, (2) Bölgenin spesifik bir yerinin belirlenmesi, (3) Belirlenmiş olan alan içerisinde fabrikanın kurulacağı arazinin seçilmesi. İlk aşamada ekonomik faktörlerin, son aşamada ise teknik faktörlerin ağır bastığı söylenebilir (Kobu, 1994). Yamak (2001)'e göre, bölge seçiminde rol oynayan başlıca faktörler, pazar koşulları (talep büyüklüğü), bölgenin altyapısı (yol, su, elektrik, iletişim) ve işgücü (miktar ve kalite) olarak göz önüne alınabilir. Arazi seçimi yapılırken dikkate alınması gereken faktörlerden bazıları ise tedarik kaynaklarına yakınlık, işgücü tedariki, nüfus ve gelişme trendi, arazinin yapısı, toplumsal davranışlar, işçi-işveren ilişkisi ve vergiler olarak sayılabilir (Kobu, 1994). Seçim yöntemlerinde izlenen yol, işletmenin faaliyet gösterdiği sektöre ve işletmenin büyüklüğüne göre de değişiklik gösterebilmektedir. Birçok küçük ölçekli işletmede kuruluş yeri seçimi kararı işletme sahibi ve yöneticileri tarafından sezgisel bir yaklaşım izlenerek verilirken; büyük işletmelerde bilimsel yöntemler kullanılmakta ve sezgisel yaklaşımdan uzaklaşılmaktadır.

Literatürde, kuruluş yeri seçimi ile alakalı problemlerin çözümüne dair birçok çalışma yer almaktadır. Çalışmaların bir kısmında sadece nicel faktörleri göz önüne alan yöntemler kullanılmıştır. Bu çalışmalarda ağırlıklı olarak matematiksel modeller yardımıyla çözüme gidildiği görülmektedir. Ne var ki, matematiksel modeller her zaman sonuçlarda etkinlik sağlamayı garanti etmemektedir. Kuruluş yeri seçimi gibi kararlar alınırken bir tek nicel faktörlerin kullanılması, alınan kararın optimallikten uzaklaşmasına neden olabilmektedir. Bundan dolayı, yapılan çalışmaların büyük bir kısmında nicel faktörlerin yanında nitel faktörleri de dikkate alan çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemlerinin kullanıldığı görülmüştür.

Yang ve Lee (1997), kuruluş yeri seçimi için bir karar modeli oluştururken esneklik sağlaması ve dinamik bir yapıya sahip olması nedeniyle AHP yöntemini kullanmışlardır. Badri (1999), kuruluş yeri seçiminde AHP yöntemini tek başına kullanmayıp, hedef programlamayı da kullanmıştır. Chen (2001), kuruluş yeri kararı için bulanık TOPSIS yönteminden yola çıkarak yeni bir bulanık yöntem önermiştir.

Kuo vd. (2002), bulanık AHP ve yapay sinir ağlarını kullanarak kuruluş yeri problemine bir çözüm geliştirmişlerdir. Kişioğlu (2004), tekstil sektörü için kuruluş yeri seçiminde faktör puan yöntemine benzer olan boyut analizi yöntemini kullanmıştır. Ertuğrul ve Karakaşoğlu (2008) aynı türde bir problem için bulanık AHP ve bulanık TOPSIS yöntemlerini birlikte kullanıp bir kıyaslama yapmışlardır. Yang vd. (2008), yine bir kuruluş yeri seçimi problemi için ANP yöntemini kullanmış ve üç aşamalı bir model önerisinde bulunmuşlardır.

Erden ve Coşkun (2010) ve Chaudhary vd. (2016), AHP ile GIS (Geographical Information System) yöntemlerini karma bir şekilde kullanarak itfaiye istasyonları için yer seçimi problemine çözüm üretmeye çalışmışlardır. Zhang vd. (2011), benzer şekilde iki aşamadan oluşan bir GIS yöntemi kullanmışlardır.

Momeni vd. (2011), VIKOR yöntemini bulanık mantıkla bir arada kullanarak, algoritması sekiz adımdan oluşan bulanık VIKOR yöntemini kuruluş yeri seçimi problemine uygulamışlardır. Doğan (2012), Bayes Ağları ve Toplam Sahiplik Maliyeti yöntemlerini birleştirerek bir üretim tesisinin kuruluş yeri seçimi problemine çözüm bulmuştur. Uludağ ve Deveci (2013), bulanık VIKOR ve bulanık TOPSIS yöntemlerinin bir havalimanı kuruluş yeri seçimi probleminde uygulanabilirliğini araştırmışlardır. Akyüz ve Soba (2013), ELECTRE yöntemini tekstil sektöründe kuruluş yeri seçimi kararı için kullanmışlardır.

Hacıoğlu vd. (2016), hava kalitesi izleme istasyonlarının kırsal ve kentsel alanlarda kuruluş yeri seçimini yapmak için AHP ve ELECTRE yöntemlerini kullanarak iki yöntemin sonuçlarını karşılaştırmışlardır. Elde edilen bulgular, iki yöntemin de benzer sonuçlar sağladığını göstermiştir.
Yapılan literatür taraması, kuruluş yeri ile ilgili problemlerin çözümünde AHP yönteminin sıklıkla kullanıldığını göstermektedir. Kuruluş yeri seçimi problemlerinde AHP yöntemi kullanan diğer yazarlara Burdurlu vd. (2003), Hortaçsu ve Tektaş (2003), Eleren (2006), Sauian (2006), Alp ve Gündoğdu (2012), Al-Salamin ve Al-Baqshi (2015) örnek olarak verilebilir. ELECTRE yöntemi ise Akpınar (2003), Soner ve Önüt (2006), Yürekli (2008), Ertuğrul ve Karakaşoğlu (2010), Çağıl (2011) ve Gündoğdu'nun (2011) çalışmalarında kullanılmıştır.

3. AHP YÖNTEMİ

1977 yılında Thomas H. Saaty tarafından geliştirilen analitik hiyerarşi prosesi (AHP), en genel ifadeyle, çoklu kriterlerin ve bu kriterlere ait ağırlıkların belirlenmesinde yapısal bir yaklaşım sağlar. En iyi seçeneğin belirlenmesine dayalı bu yöntem, hem nicel hem de nitel faktörleri dikkate alması sebebiyle karmaşık problemlerin çözümünde sıklıkla kullanılmaktadır. AHP, karmaşık bir durumun bileşenlerini ve değişkenlerini, önceden tanımlanmış olan bir karşılaştırma ölçeği kullanılarak bir karar hiyerarşisi üzerinde önem ve tercih değerleri açısından ikili karşılaştırmaya tabi tutma ve elde edilen sonuçlara göre sentez yapma yöntemidir. AHP'nin aşamaları aşağıda özetlenmiştir:

1. Hiyerarşik Yapının Oluşturulması: Bu aşamada karar probleminde kullanılacak olan ölçütler ve bu ölçütlerin birbirleri ile olan ilişkileri hiyerarşik olarak düzenlenir.
2. İkili Karşılaştırma Matrislerinin Oluşturulması: Oluşturulmuş olan hiyerarşik yapıda yer alan ölçütlerin ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulur. Karşılaştırma yaparken Tablo 1' de verilen ölçek kullanılır.

Tablo 1: AHP Saaty Ölçek Tablosu (Saaty, 1980)

Önem Derecesi	Tanım
1	Eşit önemli
3	Birinin diğerine göre çok az (orta derecede) önemli olması
5	Kuvvetli derecede önemli
7	Çok kuvvetli derecede önemli
9	Aşırı derecede önemli
2, 4, 6, 8	Ara Değerler

3. Göreli Önem Vektörünün Hesaplanması: İkili karşılaştırma matrisindeki her bir sütunun elemanları, o sütunun toplamına bölünerek, her sütundaki değerlerin toplamının 1'e eşit olduğu "normalize edilmiş ikili karşılaştırmalar matrisi" elde edilir. Bu matrisin her satırının aritmetik ortalaması alınarak (nx1) boyutlu göreli önem vektörü oluşturulur.
4. Tutarlılık Göstergesinin ve Tutarlılık Oranının Hesaplanması: Bir matrisin tutarlı olabilmesi için en büyük öz değerinin matris boyutuna eşit olması gerekmektedir (Saaty,1980).

Tutarlılık göstergesi, Tutarlılık oranı,

$$(CI) = \frac{\lambda_{\max} - n}{n-1} \qquad (CR) = \frac{CI}{RI} \tag{1}$$

Karar matrisinin CR<0.10 olması istenir, değer ne kadar sıfıra yakınsa karşılaştırma sonuçları o kadar tutarlıdır. Tablo 2'de n matris boyutuna göre rassal göstergeler sunulmuştur. n büyüdükçe rassal değerde de bir artış söz konusu olmaktadır. Rassallık göstergesi tabloda görüldüğü gibi en çok 15 boyutlu matrisler için hesaplanmıştır (Saaty ve Tran, 2007).

Tablo 2: Rassallık Göstergesi

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

4. ELECTRE YÖNTEMİ

ELECTRE (Elimination Et Choix Traduisant La Realite), 1968 yılında Bernard Roy'un karar verme çalışmaları sonucunda geliştirilmiş bir yöntemdir (Yürekli, 2008). ELECTRE yöntemi, ÇKKV yöntemlerinden biri olup sayısal hesaplamaları ağırlıklı olan problemleri sözel duruma çevirerek yorumlayabilen bir tekniktir (Türker, 1988). Yöntemin esası tercih edilen ya da edilmeyen alternatifler arasındaki üstünlük ilişkisinin kurulmasına dayanmaktadır. ELECTRE yönteminin adımları aşağıdaki gibidir (Ertuğrul ve Karakaşoğlu, 2010):

1. Karar verici tarafından başlangıç matrisi olan karar matrisi (A) oluşturulur. Satırlarda üstünlükleri sıralanmak istenen alternatifler, sütunlarda ise değerlendirme faktörleri yer alır.

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \cdots & r_{mn} \end{bmatrix} \tag{2}$$

2. Normalize edilmiş karar matrisi elde edilir. Maliyet kriteri için,

$$x_{ij} = \frac{\frac{1}{r_{ij}}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} (i / r_{ij})^2}}, \quad i = 1, 2, \ldots \mathrm{m} \quad \mathrm{j} = 1, 2, \ldots . \mathrm{n} \tag{3}$$

formülü kullanılırken fayda kriteri için;

$$x_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} r_{ij}^{\ 2}}}, \quad i = 1, 2, \ldots \mathrm{m} \quad j = 1, 2, \ldots \mathrm{n} \tag{4}$$

formülü kullanılır.

3. Karar verici öncelikle değerlendirme faktörlerinin ağırlıklarını (w_j) belirlemelidir. Normalize edilmiş olan matris kriterlerin ağırlıklarıyla çarpılarak ağırlıklandırılmış normalize matris elde edilir.

$$v_{ij} = w_j x_{ij} \tag{5}$$

4. Uyum ve uyumsuzluk kümeleri oluşturulur. Her ikili karşılaştırma için kriterler iki ayrı kümeye ayrılır. Ap ve Aq ($p \neq q$) uyum kümesinde daha iyi bir alternatif olan Ap, Aq'ya tercih edilir.

$$C(p,q) = \left\{ j, v_{pj} \geq v_{qi} \right\} \tag{6}$$

Eğer Ap, Aq'dan daha kötü bir alternatifse uyumsuzluk kümesi oluşturulur.

$$C(p,q) = \left\{ j, v_{pj} < v_{qi} \right\} \tag{7}$$

5. Uyum ve uyumsuzluk indeksleri hesaplanır. Uyum matrisi oluşturulurken uyum setlerinden yararlanılır.

$$C_{pq} = \sum_{j*} w_j^{\ *} \tag{8}$$

$j*$ uyum kümesi C(p,q)'da yer alan faktörlerdir. Uyumsuzluk matrisinin (D) elemanları ise şu şekilde hesaplanır:

$$D_{pq} = \frac{(\sum_{j^o} | v_{pj^o} - v_{qj^o} |)}{(\sum_{j} | v_{pj} - v_{qj} |)} \tag{9}$$

j^o ise uyumsuzluk kümesinde yer alan faktörlerdir.

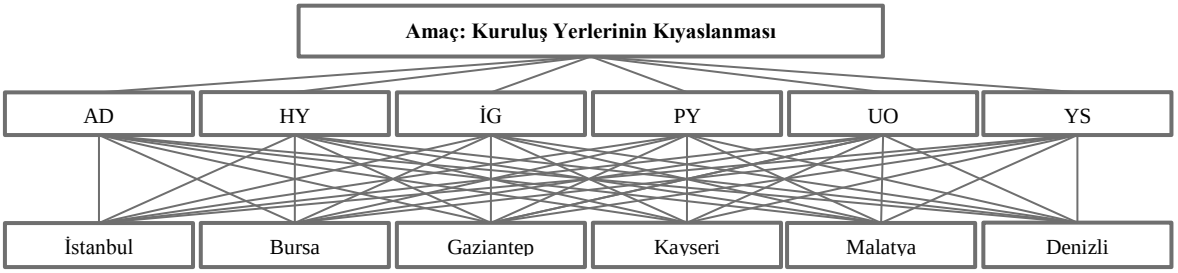
6. Üstünlük karşılaştırması yapılır. C ve D değerlerinin ortalamaları hesaplanır. Eğer $C_{pq} \geq \bar{C}$ ve $D_{pq} \leq \bar{D}$ ise $Ap \rightarrow Aq$ 'dur.

7. Net uyum ve uyumsuzluk indeksleri hesaplanır. C_p 'ler büyükten küçüğe D_p 'ler küçükten büyüğe doğru sıralanır.

$$C_p = \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq p}}^{m} C_{pk} - \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq p}}^{m} C_{kp} \qquad D_p = \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq p}}^{m} D_{pk} - \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq p}}^{m} D_{kp} \tag{10}$$

5. KURULUŞ YERİ SEÇİMİ KARAR SÜRECİ

Bu çalışmada, Türkiye'de döşemelik ve dekorasyon kumaşlar üzerine üretim faaliyetini gerçekleştirecek bir tekstil firması için kuruluş yeri kararı verilmesi amaçlanmıştır.



Şekil 1: Problemin Hiyerarşik Yapısı

Saaty, AHP'nin kullanılabilmesi için ilgili kişilerle yüz yüze anketlerin yapılmasını ve bu kişilerin ikili karşılaştırmalara yönelik görüşlerinin alınmasını önermiştir (Evren ve Ülengin, 1992). Bundan dolayı, tekstil sektöründen ilgili kişiler ile görüşülmüş ve döşemelik-dekoratif kumaş üretimi yapan tekstil firmasının kuruluş yeri seçiminde göz önünde bulundurulması gereken ana kriterler; arazi değeri, hammaddeye yakınlık, işgücü, pazara yakınlık, ulaşım olanakları ve yan sanayi olarak belirlenmiştir. Tekstil sektörünün yoğun olarak bulunduğu il alternatifleri ise İstanbul, Bursa, Gaziantep, Kayseri, Malatya ve Denizli'dir. Belirlenmiş olan kriterler ve alternatiflerin hiyerarşik yapısı oluşturulmuş ve Şekil 1'de gösterilmiştir. Anket çalışmalarında popülasyonu yansıtacak büyüklükte bir örneklem oluşturulması gerekirken AHP uygulamalarında ankette olduğu gibi çok sayıda kişiyle görüşülmesi bir zorunluluk değildir (Zultner, 2005). Hiyerarşik yapı oluşturulduktan sonra tekstil sektöründe çalışan altı kişi ile e-mail ve telefon aracılığıyla görüşülerek ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur. Yapılan bireysel analiz sonucunda bir kişinin tutarlılık oranı 0,10'un üzerinde olduğundan veriler analiz dışı bırakılmıştır. Tekstil sektörü çalışanlarının verdikleri yanıtlara göre düzenlenmiş olan kriterlerin karşılaştırmalı puanları Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3: Kriterlerin İkili Karşılaştırma Matrisi

	AD	HY	İG	PY	UO	YS
Arazi Değeri	1.0000	0.1429	0.2000	0.2000	0.3333	0.2000
Hammaddeye Y	7.0000	1.0000	3.0000	3.0000	3.0000	1.0000
İşgücü	5.0000	0.3333	1.0000	0.2000	1.0000	1.0000
Pazara Yakınlık	5.0000	0.3333	5.0000	1.0000	3.0000	1.0000
Ulaşım Olanakları	3.0000	0.3333	1.0000	0.3333	1.0000	0.3333
Yan Sanayi	5.0000	1.0000	1.0000	1.0000	3.0000	1.0000
Toplam	**26**	**3,1428**	**11.2**	**5,7333**	**11.3333**	**4.5333**

Ana kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi oluşturulduktan sonra problemin sentezleme aşamasına geçilmiştir. Öncelikle sütunlardaki değerler her sütunun toplamına bölünerek sütun toplamları 1'e eşit olan normalize edilmiş ikili karşılaştırmalar matrisi elde edilmiştir. Daha sonra da satırların aritmetik ortalamaları alınarak göreli önemler vektörleri bulunmuştur. Kriterlerin öncelik değerleri Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4: Kriterlerin Öncelik Vektörü

Kriterler	AD	HY	İG	PY	UO	YS	Toplam
Ağırlıklar	0,035033	0,310638	0,121892	0,234084	0,088436	0,209916	1,0000

Tekstil sektöründe faaliyet gösterecek olan bir işletme açısından arazi değeri %3.50, hammaddeye yakınlık %31.06, işgücü %12.18, pazara yakınlık %23.40, ulaşım olanakları %8.8 ve yan sanayi ise %20.99 öneme sahiptir. Verilecek nihai kararın kalitesi açısından göz önüne alınması gereken bir diğer önemli husus da tutarlılık oranıdır (Taha, 2003). İkili karşılaştırma matrisinin tutarlılık göstergesi ile tutarlılık oranının hesaplanabilmesi amacıyla matrisin en büyük değeri olan $\lambda_{\max}$ değeri 6,454 olarak bulunmuştur. Bu değere bağlı olan tutarlılık göstergesi, 0.0907 ve tutarlılık oranı, 0.0732 olarak hesaplanmıştır. Karar vericilerin kriterlere yönelik yargıları tutarlıdır. Ana kriterler için ilgili karşılaştırmalar yapıldıktan sonra her bir kritere bağlı olarak alternatiflerin ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur.

Hem kriterler hem de kriterlere bağlı olarak alternatiflerin ikili karşılaştırmaları yapılıp öncelik değerleri hesaplandıktan sonra alternatiflere ait genel öncelik değerleri elde edilmiştir. Kriterlerin, kriterlere bağlı alternatiflerin öncelik değerleri ile kuruluş yerleri için hesaplanmış öncelik değerleri Tablo 5'te görülmektedir. Kuruluş yeri seçimi probleminde seçilmesi gereken ilk alternatif 0,339 öncelik değeri ile Bursa olmuştur. Bursa'nın ardından sırasıyla İstanbul, Kayseri, Malatya, Gaziantep ve Denizli gelmektedir.

Tablo 5: Kuruluş Yeri Alternatiflerinin Ağırlık Puanları

	KRİTERLER						ÖNCELİK DEĞERLERİ
	AD	HY	İG	PY	UO	YS	
AĞIRLIKLAR	0,035033	0,310638	0,121892	0,234084	0,088436	0,209916	
İstanbul	0,043131	0,349868	0,200797	0,329582	0,257578	0,176813	0,271714
Bursa	0,119226	0,3499868	0,425944	0,329582	0,257578	0,357792	0,339851
Gaziantep	0,263282	0,053306	0,156234	0,114558	0,108079	0,060967	0,093998
Kayseri	0,191853	0,069974	0,080551	0,124427	0,193941	0,166648	0,119536
Malatya	0,263282	0,088492	0,097219	0,036154	0,091412	0,176813	0,102226
Denizli	0,119226	0,088492	0,039255	0,065696	0,091412	0,060967	0,072711

Çalışmanın bu aşamasında ise Bursa ilinin organize sanayi bölgeleri arasından tekstil sektörü kuruluş yeri için en uygun olanı seçilecek ve ELECTRE yöntemi kullanılacaktır. Bursa'da bulunan 13 organize sanayi bölgesi (OSB) arasından OSB'nin birincil ağırlıklı sektörünün tekstil olduğu Bursa OSB (BOSAB), Demirtaş OSB (DOSAB), Gürsu OSB (GUSAB), İnegöl OSB (INOSAB) ve Kestel OSB (KOSAB) alternatifler olarak belirlenmiştir. Tekstil sektörü çalışanlarıyla birlikte alternatiflere karar verildikten sonra daha önce yapılmış çalışmalar ve uzmanların görüşleri temel alınarak kriterler ve kriterlerin ağırlıkları belirlenmiştir (Tablo 6).

Tablo 6: Alternatiflerin Kriter Değerleri ve Ağırlıklar

	BOSAB	DOSAB	GUSAB	INOSAB	KOSAB	Ağırlıklar
Merkeze Uzaklık(km)	14,40	12,10	12,20	44,60	14,80	0,06
Limana Uzaklık(km)	15,00	20,00	35,00	75,00	35,00	0,08
Demiryoluna Uzaklık (km)	170,00	100,00	95,00	65,00	93,00	0,07
Ortalama Arsa Satış Fiyatı (TL/m^2)	310,00	355,00	237,5	255,00	250,00	0,09
Elektrik Satış Fiyatı(Kwh/TL)	0,202	0,184	0,194	0,15	0,14	0,13
Altyapı Varlığı	10	10	6	12	9	0,19
Teşviklerden Yararlanma Durumu	1	1	3	4	1	0,38

Teşviklerden yararlanma durumu kriteri ile anlatılmaya çalışılan OSB'lerin bakanlık kredisi varlığı, kredi gelir ödemesinin varlığı, bölgenin 5084 sayılı yasa kapsamında olup-olmadığı, sigorta primi ve işveren hissesi teşviki durumu, gelir stopajı teşvikinden yararlanma durumu ve enerji desteğinden yararlanma durumu ile ilgilidir. Altyapı varlığı kriteri ile kastedilen ise OSB'deki banka şubeleri, atık su artıma tesisi, doğalgaz dağıtım şebekesi, telekomünikasyon inşaatı, itfaiye merkezi ve ambulans varlığıdır.

ELECTRE yönteminde ilk olarak karar matrisinin vektör standardizasyonu ile maliyet ve fayda ölçütleri standardize edilmiştir. Standardize edilmiş matris Tablo 7'de gösterildiği gibidir. Standardizasyon işleminden sonra normalize edilen karar matrisi, kriterlerin ağırlıklarıyla çarpılarak ağırlıklandırılmış normalize matris elde edilmiştir (Tablo 8).

Tablo 7: Standart Karar Matrisi

	BOSAB	DOSAB	GUSAB	INOSAB	KOSAB
Merkeze Uzaklık(km)	1,481	1,763	1,748	0,478	1,441
Limana Uzaklık(km)	3,807	2,856	1,632	0,761	1,632
Demiryoluna Uzaklık (km)	4,921	8,365	8,806	12,870	8,995
Ortalama Arsa Satış Fiyatı (TL/m^2)	23,913	20,882	31,213	29,071	29,652
Elektrik Satış Fiyatı(Kwh/TL)	0,014	0,015	0,015	0,019	0,020
Altyapı Varlığı	0,011	0,011	0,007	0,013	0,010
Teşviklerden Yararlanma Durumu	0,018	0,018	0,054	0,071	0,018

Tablo 8: Ağırlıklandırılmış Normalize Edilmiş Karar Matrisi

	BOSAB	DOSAB	GUSAB	INOSAB	KOSAB
Merkeze Uzaklık(km)	0,013	0,015	0,015	0,004	0,013
Limana Uzaklık(km)	0,028	0,021	0,012	0,006	0,012
Demiryoluna Uzaklık (km)	0,008	0,013	0,014	0,020	0,014
Ortalama Arsa Satış Fiyatı (TL/m^2)	0,016	0,014	0,021	0,019	0,020
Elektrik Satış Fiyatı(Kwh/TL)	0,022	0,024	0,023	0,030	0,032
Altyapı Varlığı	0,040	0,040	0,024	0,049	0,036
Teşviklerden Yararlanma Durumu	0,038	0,038	0,114	0,152	0,038

Organize sanayi bölgeleri ikili karşılaştırılarak uyum değerleri ve sonrasında da uyumluluk matrisi elde edilmiştir. Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde uyumluluk matrisi ve uyumsuzluk matrisi sonuçlarının genelde benzer olduğu görülerek sadece uyumluluk matrisi hesaplanmıştır.

Tablo 9: Uyumluluk Matrisi

	BOSAB	DOSAB	GUSAB	INOSAB	KOSAB
BOSAB	**-0,66**	0,170	0,270	0,140	0,330
DOSAB	0,260	**-0,73**	0,400	0,140	0,330
GUSAB	0,730	0,540	**0,04**	0,230	0,300
INOSAB	0,290	0,860	0,770	**1,69**	0,640
KOSAB	0,290	0,290	0,320	0,360	**-0,34**
Köşegenlerde net uyum değerleri verilmiştir.					

Son olarak uyumluluk matrisinde hesaplanan uyum değerleri kullanılarak net uyum belirlenmiş ve buna göre OSB'ler arasında sıralama yapılmıştır. Yapılan sıralamada İnegöl OSB en yüksek değeri almıştır (Tablo 9).

6. SONUÇ

Kuruluş yeri seçimi problemleri diğer birçok çalışmaya nazaran daha zaman alıcı, maliyetli ve kapsamlı çalışmalar olmakla beraber işletmelerin geleceği açısından da çok önemli bir stratejik karar aşamasıdır. Kuruluş yeri seçimi gibi önemli bir kararın sezgisel yöntemler yerine bilimsel yöntemlerle saptanması en doğru yol olacaktır. Ne var ki birden fazla alternatifin ve bu alternatifleri etkileyen birden fazla kriterin varlığı problemin çözümünü zorlaştırmaktadır. Bu yüzden, yapılan uygulamanın ilk aşamasında son zamanlarda kullanım alanı gittikçe genişleyen, bir ÇKKV tekniği olan ve nitel faktörleri de göz önünde bulundurmaya olanak sağlayan AHP yöntemi kullanılmıştır ve Türkiye'de tekstil sektöründe faaliyet gösterecek olan bir firmanın optimal kuruluş yeri belirlenmeye çalışılmıştır. Uygulama sonucunda, arazi değeri, hammaddeye yakınlık, işgücü, pazara yakınlık, ulaşım olanakları ve yan sanayi kriterleri altında en uygun il Bursa olarak belirlenmiştir. Uygulamanın ikinci aşamasında ise yine ÇKKV tekniklerinden biri olan ELECTRE yöntemi yardımıyla aynı tekstil firması için Bursa ilindeki OSB'ler arasından en uygun olanı belirlenmeye çalışılmıştır. Alternatifleri etkileyen kriterlerin ağırlıklı ortalamaları dikkate alındığında en önemli kriterler sırası ile teşviklerden yararlanma durumu, altyapı varlığı, birim elektrik satış fiyatı, ortalama arsa satış fiyatı, limana uzaklık, demiryoluna uzaklık ve merkeze uzaklıktır. Bu ağırlıklara göre işlemler yapılıp uygunluk sırası belirlenmeye çalışılmış ve en uygun kuruluş yeri seçiminde sıralama İnegöl OSB, Gürsu OSB, Kestel OSB, Bursa OSB, Demirtaş OSB şeklinde olmuştur.

Gelecek çalışmalarda, göz önüne alınan kriterler genişletilebilir ve diğer ÇKKV yöntemleri kullanılarak elde edilen sonuçlar karşılaştırılabilir. Ayrıca, karar verme tabanlı modellerin matematiksel modellerle entegrasyonu sağlanarak mevcut çalışma geliştirilebilir.

KAYNAKÇA

Al-Salamin, H. &Al-Baqshi, J. (2015). Micro-Factors Influencing Site Selection for Small and Medium Enterprises (SMEs) in Saudi Arabia: Alhassa Area Using Analytical Hierarchy Process (AHP) Analysis. *European Scientific Journal*, 11(28), 112-121.

Akpınar, N. (2003). Sürdürülebilir Alan Kullanım Planlamasında Alan Kullanım Tiplerine Ait Önceliklerin Simos Prosedürü Ve ELECTRE 1 Yöntemi İle Belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi,* 9(2), .234–242.

Akyüz, Y., & Soba, M. (2013). Optimal Location Choice in Textile Sector by Using Electre Method: A Case of Uşak, *International Journal of Management Economic and Business*, 19 (9), 185-198.

Badri, M.A. (1999). Combining The Analytic Hierarchy Process and Goal Programming for Global Facility Location-Allocation Problem, *International Journal of Production Economics*, 62 (3), 237-248.

Chaudhary, P., Chhetri, S.K., Joshi, K.M., Shrestha, B.M. & Kayastha, P. (2016). Application of an Analytical Hierarchy Process (AHP) in the GIS Interface for Suitable Fire Site Selection: A case study from Kathmandu Metropolitan City, Nepal, *Socio-Economic Planning Sciences*, 53, 60-71.

Chen, C.T. (2001). A fuzzy approach to select the location of the distribution center. *Fuzzy Sets and Systems*, 118 (1), 65-73.

Çağıl, G. (2011). 2008 Küresel Kriz Sürecinde Türk Bankacılık Sektörünün Finansal Performansının ELECTRE Yönetimi ile Analizi. *Marmara Üniversitesi Bankacılık ve Sigortacılık Enstitüsü*, 25(93) 59–86.

Doğan, I. (2012). Analysis of Facility Location Model Using Bayesian Networks, *Expert Systems with Applications*, 39 (1), 1092-1104.

Eleren, A. (2006). Kuruluş Yeri Seçiminin Analitik Hiyerarşi Süreci Yöntemi İle Belirlenmesi: Deri Sektörü Örneği, *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 20(2), 405-416.

Erden, T., & Coşkun, M. Z. (2010). Multi-criteria Site Selection for Fire Services: The Interaction with Analytic Hierarchy Process and Geographic Information Systems, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 10 (10), 2127-2134.

Ertuğrul, İ., & Karakaşoğlu, N. (2008). Comparison Of Fuzzy AHP And Fuzzy TOPSIS Methods For Facility Location Selection. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 39 (7-8): 783-795.

Ertuğrul, İ., & Karakaşoğlu, N. (2010). ELECTRE Ve Bulanık AHP Yöntemleri ile Bir İşletme için Bilgisayar Seçimi. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 25(2), 23–41.

Evren, R., & Ülengin F. (1992). Yönetimde karar verme. *İTÜ Yayınları*, İstanbul, Sayı: 1478.

Gündoğdu, C. (2011). Selection of Facility Location Under Environmental Damage Priority and Using ELECTRE Method, *Journal of Environmental Biology* , 32 (2), 221-226.

Hacıoğlu, H.İ., Arı, A., Özkan, A., Elbir, T., Tuncel, G., Yay, O.D. & Gaga, E.O. (2016). A New Approach for Site Selection of Air Quality Monitoring Stations: Multi-Criteria Decision Making, *Aeresol and Air Quality Research*, 16, 1390-1402.

Kobu, B. (1994). Üretim Yönetimi, İstanbul Üniversitesi.

Kişioğlu, S. (2004). Kuruluş Yeri Seçiminin Boyutsal Analiz Yöntemi ile Belirlenmesi, Giyim Sektörü Örneği, *Mühendis ve Makine*

Kuo, R.J., Chi, S.C., & Kao, S.S. (2002). A Decision Support System for Selecting Convenience Store Location Through Integration of Fuzzy AHP and Artificial Neural Network. *Computers In Industry*, 47 (2), 199-214.

Momeni, M., Fathi, M. R. & Kashef, M. (2011). A Fuzzy VIKOR Approach for Plant Location Selection, *Journal of American Science* , 7 (9), 766-771.

Ruddel, R.Jr.P. (1967). Location Layout & Maintenance. Richard D.Irwin, Inc. Homewood Illio's, 16-17.

Saaty, T.L. (1980). The Analytical Process, Planning, Priority Setting, Resource Allocation, Mc Graw-Hill, New York.

Saaty, T.L. & Tran, L.T. (2007). On the Invalidity of Fuzzifying Numerical Judgments in the Analytic Hierarchy Process, *Mathematical and Computer Modelling*, 46, 962-975.

Soner, S., & Önüt, S. (2006). Çok Kriterli Tedarik Seçimi: Bir ELECTRE – AHP Uygulaması. *Mühendislik Ve Fen Bilimleri Dergisi*, 110–120.

Taha, H.A. (2003). Operations Research. Pearson Education Inc. Fayetteville

Türker, A. (1988). Çok Ölçekli Karar Verme Tekniklerinden ELECTRE. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 38(3), 72–87.

Uludağ, A.S., & Deveci, M. (2013). Kuruluş Yeri Seçim Problemlerinde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Kullanılması ve Bir Uygulama. *AIU Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi,* 13(1), 257-287

Yamak, O. (2001). Üretim Yönetimi: Sistemsel Bir Yaklaşım, İstanbul

Yang, C. L., Chuang, S.P., Huang, R.H., & Tai, C. C. (2008). Location Selection Based on AHP/ANP Approach, *2008 International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*, 1148-1153.

Yang, J., & Lee, H. (1997). An AHY Decision Model For Facility Location Selection. *Facilities*, 15 (9-10), 241-254.

Yürekli, H. (2008). Taarruz Helikopterleri Seçiminde Electre Yönteminin Kullanılması, *İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Sayısal Yöntemler Bilim Dalı Doktora Tezi*, İstanbul.

Zhang, F., Johnson, D.M., & Sutherland, J.W. (2011). A GIS-based Method for Identifying The Optimal Location for a Facility to Covert Forest Biomass to Biofuel, *Biomass and Bioenergy*, 35(9), 3951-3961.

Zultner, R. (2005). Akademik Green Belt Eğitim Notları.

Akdeniz İhracatçıları Birliği Genel Sekreterliği (2016) "http://www.akib.org.tr/"

Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı OSB Bilgi Sistemi (2016) https://osbbs.sanayi.gov.tr/

Bursa Organize Sanayi Bölgesi (2016) "http://www.bosb.org.tr"
Demirtaş Organize Sanayi Bölgesi (2016) "http://www.dosab.org.tr"
Gürsu Organize Sanayi Bölgesi (2016) "http://gusab.org.tr"
İnegöl Organize Sanayi Bölgesi (2016) "http://www.inegolosb.org.tr"

EVALUATING IT OUTSOURCING SUCCESS IN SCIENCE PARK COMPANIES: A TRANSACTION COST THEORY PERSPECTIVE

ABSTRACT

Information technologies (IT) outsourcing, which means subcontracting of in-house IT activities to external vendors and plays an important role for companies adopting new technologies, has spawned a rich body of studies over decades. In terms of transaction cost theory (TCT), however, our understanding of the factors, which affect outsourcing success, is still incomplete. By adopting TCT, this paper aims to assess the factors clarifying under which circumstances IT outsourcing may be completed successfully. In this context, the decision is explained by means of direct influence of asset specificity, internal uncertainty and external uncertainty. Based on data collected from science park companies in Turkey, a research model is constructed to test the research hypotheses in the light of the information gathered from the related literature. Generally, the results of the study are supportive of the transaction cost theory. In particular, external uncertainty and internal uncertainty have the predicted positive effects on IT outsourcing success, but asset specificity does not exhibit a significant relationship with IT outsourcing success for science park companies. Hence, as well as the supportive results of TCT, this research raises a critical question concerning relationship between asset specificity and outsourcing success for further research to investigate.

Keywords: Information technology, outsourcing, transaction cost theory

1. INTRODUCTION

In order to keep up with the times and increase their competitive advantage, companies are continuously in search of strategies. One of these strategies that may provide competitive advantage is IT outsourcing, which means subcontracting of in-house IT activities to external vendors. It is a crystal clear fact that companies are progressively engaging in outsourcing in an attempt to meet their needs related information technologies. However, it does not mean that IT outsourcing is a cure-all. While some major benefits of IT outsourcing are cost-effective access to specialized or occasionally needed systems, technologies and skills, higher quality services and flexibility (McFarlan and Nolan, 1995), it can also be a risky endeavor (Bahli and Rivard, 2003) due to possibility of misaligned objectives, unrealized expectations, weak management, inexperienced staff, outdated technology skills, hidden costs and loss of innovative capacity etc. (Earl, 1996; Tho, 2005). Several researches show that more than half of the organizations that outsourced IT are dissatisfied with outsourcing because of the fact that contracts did not delivered the promised cost savings (Tho, 2005). In that case, there is need for an approach to help companies make the right decision.

On the other hand, transaction cost theory (TCT) originated by Coase (1937) and developed by Williamson (1975, 1979, 1981, 1985, 1991) focuses on "transactions and the costs that attend completing transaction by one institutional mode rather than another" (Williamson, 1975) and it has become one of the leading perspectives in the study of management and organizations (David and Han, 2004). Actually, some companies are highly specialized while some others are extremely integrated. Many of the components and software of IBM, for instance, are produced internally but Dell Computer outsources almost all its hardware and software components (Klein, 2005). From this point of view, TCT should be considered by companies when deciding whether to outsource or not. However, in terms of TCT, our understanding of the factors, which may affect IT outsourcing success, is still incomplete. By adopting TCT, this paper aims to assess the factors clarifying IT outsourcing may be completed successfully under which circumstances. Unlike most of the previous research that use the TCT in order to analyze the make or buy decision or governance structures, this paper focuses on IT outsourcing cases and does not compare efficiency of market modes. The major contributions of the paper to our understanding of IT outsourcing practice are twofold: (1) it provides theoretical use of transaction cost theory under favor of paradigmatic research questions and (2) it provides empirical evidence for use in analyzing IT outsourcing success in science park companies. Although the data is limited to science park companies that operate in Turkey, this paper may provide researchers and practitioners with new insights into the factors that are likely to affect IT outsourcing success.

2. BACKGROUND AND THEORY DEVELOPMENT

2.1. Transaction Cost Theory

According to transaction cost theory, there are costs, which result from processing a transaction in the market, such as operational costs (e.g. search costs, communication costs) and contractual costs (e.g. costs of writing and enforcing contracts) and it is important to note that transaction costs will be avoided when the company make development internally (Gurbaxani and Whang, 1991). Within TCT, the goal of the company is to decide what organizational form minimizes transaction costs when completing transactions (Shervani et al., 2007).

Two behavioral assumptions of transaction cost theory are *bounded rationality* and *opportunism*. Bounded rationality expresses that carrying out a complete evaluation of the consequences of all potential decisions is impossible owing to cognitive limitations of human mind (Bahli and Rivard, 2003). Because of bounded rationality, economic actors will experience uncertainty and at least some people or companies will act opportunistically (Shervani et al., 2007). Opportunism is concerned with the "economic actors' self-interest-seeking tendency, which makes allowances for guile" (Williamson, 1985; Wang, 2002). Williamson (1975) suggests that suppliers would likely undertake opportunistic behavior in order to reduce their own operational costs. They may also exhibit opportunistic behaviors to enter a new market, lock out competitors or dominate certain market segments (Kern et al., 2002). For example, IT suppliers may misinform their clients about their capabilities or use their knowledge advantage with the intention of selling their products to clients who have a nodding acquaintance with the product or market prices (Bahli and Rivard, 2003). In addition to those, Chiles and McMackin (1996) bring forward the idea that risk neutrality should be the third assumption of transaction cost theory, but this idea has not been largely taken into consideration in studies based on TCT (Wang, 2002).

According to Williamson (1975), transactions cannot be measured directly because of the fact that they are possible consequences of alternative decisions and they differ in the degree to which relationship-

specific assets are included, the amount and type of uncertainty surrounding the transaction, the frequency of the transaction, and so on (Klein, 2005).

Asset specificity is the core determinant of transaction cost theory (Robertson and Gatignon, 1998). It refers to "durable investments that are undertaken in support of particular transactions, the opportunity cost of which investment is much lower in best alternative users should the original transaction be prematurely terminated" (Williamson, 1985) and s*pecialized asset* is defined as "any asset whose value to its current renter exceeds its value to another renter" (Klein et al., 1978; Klein, 2005). Specialized assets may be specific expertise and knowledge, plant or equipment, which are required to produce a specific product or serve particular customers, or they may be in brand name capital (Robertson and Gatignon, 1998). That is to say, a client may lose part of investment on specialized asset if the intended transaction is not completed due to the fact that the next best use of the specialized asset will result in lower value than the value that could be reaped from intended transaction (Ongwattanasirikul et al., 2013). In order to have a more detailed description, Williamson (1991) divides asset specificity into six types: site specificity, physical asset specificity, human asset specificity, brand name capital, dedicated assets, and temporal specificity. Human asset specificity has received the most attention by academia (Pawlicz, 2011).

Uncertainty is another dimension of transaction cost theory and has several forms like asset specificity. When taken into account the impossibility of exactly complete contracts thanks to bounded rationality, transaction parties may behave opportunistically and as a consequence of that, evaluating adherence to contractual agreements and measuring performance become highly difficult (Wang, 2002) and if performance is vague, the company cannot readily comprehend how well the performance (Shervani et al., 2007). This form of uncertainty is called *internal uncertainty* that means difficulty of measuring the performance of transaction parties (Robertson and Gatignon, 1998). Another form of uncertainty is *external uncertainty* that refers to difficulty of predicting future states of the world (Williamson, 1981). This construct is driven by environment of company, which is rapidly changing, complex and dynamic. Given bounded rationality, under high external uncertainty, writing and enforcing contingent claims contracts get more complicated (Williamson, 1979). Unforeseen contingencies may cause difficulties in adapting to the changed environment.

2.2.A Brief Review of Previous Studies

Even though transaction cost theory has been applied in many areas, this review is mostly limited to previous research based on TCT in the IT outsourcing literature. In some ways, previous studies are different from our study. As it is mentioned before, previous studies are mostly based on determining whether IT function should be outsourced or developed in-house rather than evaluating success of IT outsourcing. Also, there are studies which combine more than one theory such as transaction cost theory, agency theory, knowledge-based theory etc. and which only focus on transaction cost theory. Unit of analysis of many studies is organization instead of IT project. On the other hand, both theoretical studies which are conceptual, illustrative or applied-concept and empirical studies that contain case studies and field studies are found in the related literature.

Ngwenyama and Bryson (1999), discuss transaction cost theory approach in their research based on a case study in order to analyze the key aspects of IT outsourcing decision making and demonstrate how a decision maker can model a strategy to find the minimum cost and maximum profit. Also, they compare single-vendor strategies to multi-vendor strategies. Another study related case studies uses a political model and transaction cost theory as theoretical bases in order to make IT outsourcing decision in 13 different companies (Lacity and Hirschheim, 1993). In their research based on a case study, Aubert et al. (1996) use transaction cost theory as theoretical base and identify some attributes, which are asset specificity, the difficulty of performance assessment, the level of uncertainty, and the frequency. They suggest that strategic alliance or outsourcing prevail over other governance mechanism when the frequency and level of uncertainty is low and asset specificity is high. .

Moura and Grover (2001) and Tiwana and Bush (2007) provide a view of IT outsourcing with a conceptual framework from three theoretical bases: knowledge-based theory, transaction costs theory, and agency theory. Moura and Grover (2001) investigate which factors possibly influence the IT outsourcing decision-making process. They suggest that transaction cost theory may help explain cost-reduction strategies for IT outsourcing decisions and point out various IT outsourcing relationships such as contract type choices. Similarly, Tiwana and Bush (2007) examine the relative importance that IT managers ascribe to factors from mentioned three theories in their IT outsourcing decisions at the project level and assess the cross-cultural robustness of this multi-theoretical model using data collected from Japanese and U.S. managers.

Grover et al. (1996) and Wang (2002), in their research, focus on outsourcing success in common with this study. Grover et al. (1996) examine the outsourcing trends and investigate the relationship between the degree of outsourcing and outsourcing success. It is found that outsourcing success is highly related to the degree of outsourcing of two functions (system operations and telecommunications) and thus, transaction cost theory provides a favorable framework for IT outsourcing. On the other side, they recognize that some IT functions include a range of projects because of variability in specialized assets. Wang (2002) analyzes the implications of transaction attributes on the consequences of customized software outsourcing project with the data from a group of medium to large-sized firms in Taiwan. The research model includes three exogenous (contractor reputation, asset specificity and uncertainty) and two endogenous variables (post-contractual opportunism and outsourcing success. In the study, it is found that contractor reputation and asset specificity have negative and uncertainty has positive effects on the contractor's post-contractual opportunism perceived by the client. Also, contractor reputation and asset specificity have positive effects on outsourcing success. Since outsourcing success is considered as endogenous variable, this study is very similar to our study. Thouin et al. (2009), investigate the role of IT outsourcing on firm-level financial performance by using transaction cost theory as the theoretical basis and they focus on the effect of level of network and telecommunication services outsourced on financial performance of U.S. firms in the healthcare industry. It is found that "low asset specificity" IT activities that have become commodities should be outsourced on the purpose of improving firm performance in stark contrast to finding of Wang (2002).

Bahli and Rivard (2003), in their study, propose a scenario-based conceptualization of the risk construct and then apply it to IT outsourcing by using transaction cost theory and agency theory as a point of departure. The IT outsourcing risk assessment framework consists of scenarios, risk factors, consequences and mitigation mechanisms. In a similar manner, Ongwattanasirikul et al. (2013), provide almost the same conceptual framework based on transaction cost theory and agency theory. However, they only consider risk factors and scenarios and after conceptualization, they test the effects of risk factors on possible scenarios in public companies in Thailand. Risk factors leading to negative scenarios are classified into three factors: (1) client factor (lack of expertise of client with outsourced activity and lack of expertise of client with outsourcing project), (2) vendor factor (lack of expertise of vendor with outsourced activity and lack of expertise of vendor with outsourcing project), and (3) transaction factor (asset specificity, interdependence of activities, measurement problems, small number of vendors, and uncertainty). The result concludes that "measurement problem", "lack of expertise of vendor with outsourced activity", "uncertainty", and "interdependence of activities" are significant predictors of negative outcomes.

In the study based on transaction cost theory, Pisano (1990) studies the distinction between internal R&D for technology development and market contracting and examines this decision of current pharmaceutical companies to make in-house development or choose market contracting. It is found that if R&D market is more concentrated, new product development is better to be internalized. On the other side, in their paper, Robertson and Gatignon (1998) investigate why an alliance mode may be selected for technology development instead of internal R&D. Just as the study of Pisano (1990), most of the studies make comparison between conducting internal R&D and market contracting of an R&D project. However, Robertson and Gatignon (1998) do not consider "market contracting" mode and they prefer make comparison between internal R&D and technology alliances that is a hybrid mode. They investigate the effects of asset specificity, external uncertainty (demand volatility and technological uncertainty), internal uncertainty (ability to measure innovation performance) on product development decision. Our study does not consider demand volatility in contradistinction to mentioned study. In addition to transaction cost theory, Yasuda (2005) uses resource-based theory and compares these theories in their suitability to explain firm's formation of strategic alliances under high-technology business environments. It is suggested that the resource-based theory prevails over the transaction cost theory because it is found that major motivation of alliances is the access to resources and shortening or time required for development and marketing, respectively and the issue of the time is rephrased by the issue of resources.

3. RESEARCH FRAMEWORK AND METHODOLOGY

3.1.Hypotheses and Research Model

The main concern of this paper is to reveal under which circumstances IT outsourcing is completed successfully in science park companies. Our conceptualization relies on three constructs: (1) asset specificity, (2) external uncertainty, (3) internal uncertainty. IT projects may be considered as distinct and one-time events, because they differ in complexity and application area (Wang, 2002). For this reason, the frequency dimension is not included in the study.

Generally, IT projects are multifarious with respect to area of application, required skills and complexity. On the other hand, independently of uniqueness of business operations, several IT projects are standardized. That is to say firm-specific information would not be reflected by outsourced IT projects mostly. Therefore, asset specificity is considered at the project level rather than firm level in this study and it is defined by the uniqueness of functions, skills and knowledge that are necessary to complete IT outsourcing projects. Although it has many types, this study focuses on human assets, dedicated assets and physical assets.

When investments are customized to the transactions, asset specificity will be high and specialized assets are not directly transferable to other uses without losing value. A highly specialized IT system has specific design characteristics and thus it requires specific human resources, skills, and components. In order to have such a system, client may comply with sunk costs. As a consequence of asset specificity, coordination costs between vendor and client will be high and thus possibility of economies of scale and risk-pooling benefits may be decreased (Wang, 2002). It means that if one party –vendor or client- breach the contract, the value of specialized assets will fall. In that case, client, who invested a great deal of time and effort in getting the current vendor, may be reluctant to get another vendor due to the fact that switching to a new relationship will be costly (Aubert et al., 2003). This situation is so-called lock-in effect where a client cannot get out of a relationship without losing part of assets (Williamson, 1985; Aubert et al., 1998). On account of the fact that clients will be in tendency to avoid possibility of lock-in effect, they may underinvest in specialized assets. When it is the case, outsourcing activity will be condemned to fail. This situation is very similar to prisoner's dilemma (Wang, 2002). On the other hand, clients will be in tendency to resolve the disagreements rather than terminating the contract and suffering a loss. It is worthy of note that, when a firm outsources an activity that requires major financial investment in specialized assets, it may take actions to establish control and turn asset specificity into a positive and advantageous transaction attribute due to its potential as a source of productive value (Wang, 2002). Consequently, this study suggests a two sided hypothesis because of mentioned dilemma.

H_{1a}: Asset specificity of the outsourced activity has a negative effect on IT outsourcing success.

H_{1b}: Asset specificity of the outsourced activity has a positive effect on IT outsourcing success.

External uncertainty is considered as technological uncertainty in this study and it is viewed as an exogenous variable at the project level like asset specificity. Technological uncertainty means the probability of amendments of technology. At the present time, technology and innovation are introduced rapidly and they are combined with paradigm shifts frequently. Flexible organizations adapt quickly to changes in the environment contrary to integrated organizations that are insulated from the outside of the organization (Robertson and Gatignon, 1998). In this regard, a company that outsources IT is viewed as more flexible to respond changes in technology in comparison with organizations that develop IT projects internally (Dodgson, 1993). In this way; if a company outsources IT, it may share the risk with its supplier. By taking into account all of these, it is expected that when technological uncertainty is high, companies that prefer outsourcing IT will share the risk with supplier of IT and adapt quickly to changes in technology. Therefore, the extent of outsourcing success will be more.

H_2: Technological uncertainty of the outsourced activity has a positive effect on IT outsourcing success.

For IT outsourcing projects, functionality, development costs and delivery dates are difficult to measure at contracting phase and measuring quality dimensions objectively and precisely is also quite difficult (Richmond et al., 1992). In the presence of such problems, contracts will not be completed and parties will have to revise it frequently. On the other hand, if measuring performance is difficult, managers may use their subjective opinions resulting from bounded rationality. However, subjectivity may cause conflicts between parties (Wang, 2002). This being the case, recognizing difference between bad outcomes, which are the result of opportunistic behaviors or of bad luck, is really difficult for the client (Joskow, 1985). Hence, it is argued that outsourcing success will increase when the client is capable of measuring innovation performance.

H_3: Ability to measure innovation performance of the outsourced activity has a positive effect on IT outsourcing success.

Given the above research hypotheses, the research model for empirical testing is depicted as in Figure 1.

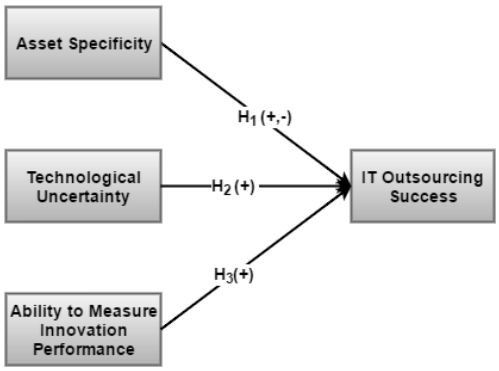


Figure 1: Research Model

3.2.Methodology

In this section, survey procedure and a brief description of the sample are presented. A cross-sectional questionnaire was developed in an attempt to collect IT outsourcing data from a group of companies in Turkey. The draft survey with most of the measures identified in the literature was translated into Turkish. After developing the survey, opinions of three experts were taken and survey was updated in line with the recommendations of the experts to make it more convenient for companies. Especially, ambiguities in the survey were corrected thanks to experts. ITU Data Collection and Statistical System (VETİ) was used to publish the survey. In the sequel, survey link was mailed to 283 companies, which were selected randomly from companies that operate in university-based science parks in Turkey. 60 companies completed the survey and respond rate is approximately 21%. A follow-up survey was mailed to non-respondent companies and feedbacks received from these companies were generally related to no previous experience of IT outsourcing and lack of time.

Characteristics of the Sample

Percentages of the sectors in which respondent companies operate in are illustrated in Figure 2. Most of the participants operate in information technology sector (36.67%) and it is followed by industrials (15%) and energy (10%) sectors. The sample contains only one company from each health care, consumer staples, and utilities sectors.

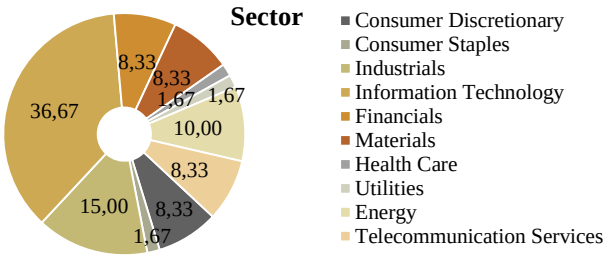


Figure 2: Sectors of the Respondent Companies

Positions of the participants in their organizations and type of the respondent companies are shown in Table 1. More than half of the participants are company owners and they are followed by managers except for IT managers, IT managers, and IT specialists/employees, respectively. Majority of the respondent companies are independent companies. Additionally, 16.67% of them are subsidiaries of an international company and 8.33% of the respondents are subsidiaries of a national company.

Table 1: Positions of the Participants in the Organization and Type of the Participant Firms

Position in the Organization	Frequency	Percent	Firm Type	Frequency	Percent
Company Owner	33	55,00	Firm Type	**Frequency**	**Percent**
IT Manager	4	6,67	Subsidiary of an International Company	10	16,67
Manager (other)	16	26,67	Subsidiary of a National Company	5	8,33
IT Specialist/IT Employee	3	5,00	An Independent Company	45	75,00
Other	4	6,67	Total	60	100,00
Total	60	100,00			

The scales of the respondent companies are given in Table 2. Majority of the participants have less than 50 employees. Also, annual turnover of 40 percent of the companies is less than 500000 TL and it is followed by companies, of which annual turnover is between 1 million TL and 8 million TL in 2015. In that case, participants are mostly micro and small-sized companies.

Table 2: Number of Employees and Annual Turnovers of Participating Companies

Number of Employees	Frequency	Percent	Annual Turnover (in 2015)	Frequency	Percent
1-9	26	43,33	Less than 500000 TL	24	40,00
10-49	19	31,67	500000 TL- 1 million TL	6	10,00
50-99	4	6,67	1 million TL-8 million TL	18	30,00
100-249	3	5,00	8 million TL-25 million TL	2	3,33
250-500	3	5,00	25 million TL-40 million TL	3	5,00
More than 500	5	8,33	More than 40 million TL	7	11,67
Total	60	100,00	Total	60	100,00

Participants are requested to choose a completed outsourcing project and considering this project, select the most appropriate options given in Appendix A. According to Table 3, the most selected outsourced activity by the respondent companies is software development (16.67%).

Table 3: Outsourced IT Activity by Participating Company

Outsourced Activity	Frequency	Percent
Software Development	10	16,67
Web-site and E-commerce	8	13,33
Hosted Applications	8	13,33
Data Center Operations	7	11,67
System Integration	7	11,67
Data Warehousing	6	10,00
ERP	5	8,33
Network Operations	3	5,00
Help Desk	2	3,33
Other	2	3,33
Desktop Management	1	1,67
Disaster Recovery Services and Security	1	1,67
Total	60	100,00

Measures

In spite of the fact that most constructs in the study are abstract and multidimensional, compendious measures that are collected from the related literature are adapted to the study and the constructs are operationalized using multiple item scales. Items belonging to each construct are shown in Appendix A. All items are measured using 5-point Likert scale anchored by “strongly disagree” and “strongly agree”. Although asset specificity has many types, this study focuses on human assets, dedicated assets and physical assets which are most relevant for IT outsourcing. Twelve items are used to measure asset specificity. Technological uncertainty is measured with six items as the extent to which the company had difficulties in predicting technology regarding the project and ability to measure innovation performance is measured with six items as the extent to which the company had difficulties in measuring and predicting performance regarding IT project. Finally, nine items are used in an attempt to measure outsourcing success in three dimensions: strategic, technological and economic.

4. DATA ANALYSIS AND FINDINGS

Correlation matrix among the measures and the Cronbach’s alpha coefficients of the measures, which are used as a lower bound estimate of the reliability are shown in the Table 4.

Table 4: Correlations and Reliabilities[a]

Constructs	AS	TU	MP	OS
Asset Specificity (AS)	**0.812**			
Technological Uncertainty (TU)	0.253 (0.051)	**0.832**		
Ability to Measure Innovation Performance (MP)	-0.061 (0.644)	0.205 (0.117)	**0.764**	
Outsourcing Success (OS)	0.159 (0.226)	0.412** (0.001)	0.659** (0.000)	**0.932**

[a] Cronbach’s alpha reliability coefficients are provided in the diagonal.
**** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)**

All Cronbach’s alpha coefficients are greater than 0.7 that is the minimum acceptable reliability coefficient (Nunnaly, 1978). On the other hand, none of the measures exhibit great overlap, so a tendency towards multicollinearity among the measures is not revealed. All correlations among the exogenous variables are below 0.3.

The research model is estimated via multiple regression analysis. Table 5 presents the estimation results. According to regression results, 53% of the variation in IT outsourcing success is explained by the variation in independent variables.

Table 5: Regression Results (standardized beta coefficients)

Variable	Expected Direction	Hypothesis	Model	
			Beta	Sig.
Asset Specificity	-,+	H1a,H1b	0.132	0.171
Technological Uncertainty	+	H2	0.252*	0.012
Ability to Measure Innovation Performance	+	H3	0.615***	0.000
			R^2=0.530	

There is evidence that both technological uncertainty (two-sided p-value<0.05) and ability to measure innovation performance (two-sided p-value<0.001) affect IT outsourcing success. As anticipated, technological uncertainty (i.e. external uncertainty) has a positive relationship to IT outsourcing success (b=0.252), as transaction cost theory predicts. Moreover, the ability to measure innovation performance (i.e. internal uncertainty) is positively associated with IT outsourcing success (b=0.615), consistent with the prediction of transaction cost theory. However, asset specificity does not exhibit a significant relationship with IT outsourcing success. This result may be obtained because of different attitudes of the company. In another saying, when asset specificity is high, client may behave in different ways. As a risk mitigation mechanism, some firms may be in tendency to avoid lock-in effect and make underinvestment in specialized assets. From another point of view, firms may take actions to gain control and turn asset specificity into an advantageous or at least an affectless attribute rather than underinvesting to avoid lock-in effect during contract negotiation and execution. Some examples of these actions that are taken to avoid possibility of lock-in effect are mutual hostaging (Koss and Eaton, 1997) and dual sourcing (Kern et al., 2002). According to Bahli and Rivard (2003), if both client and vendor have symmetric exposure to specific investments, a safeguarding system may be achieved thanks to mutual hostaging. While the client, for example, may invest in the training of vendor regarding processes of client's company, vendor may invest in other specialized assets. Another way of risk mitigation is dual sourcing that means using more than one vendor to ensure a safe transaction as Porter (1985) suggested. That is to say, the impact of asset specificity on outsourcing success varies with respect to actions that are taken by the contracting parties and when asset specificity is high, the strategies followed by both clients and vendors are not considered in this study. Also, De Vita et al. (2010) suggest that direction of the effect of asset specificity on outsourcing performance varies according to dimensions of asset specificity such as human asset specificity, site specificity etc. However, in this study, human assets, dedicated assets and physical assets are focused on and they are considered in a body. The other reason for encountering such a result may be related to nature of participating companies. Approximately 37 percent of the respondent companies operate in IT sector and it means that participants are already knowledgeable with IT. Thus, they may predict possible outcomes of the outsourcing project in advance and protect themselves against opportunistic behavior of vendors. Finally, in particular, impact of asset specificity on IT outsourcing success requires more investigation although findings of the study are generally supportive of transaction cost theory.

5. CONCLUSION

This study focuses on the effects of transaction attributes on IT outsourcing success for companies that operate in science parks in Turkey and suggests that technological uncertainty and ability to measure innovation performance have positive effects on IT outsourcing success. These findings of the study are in parallel with what transaction cost theory says. On the other hand, asset specificity exhibits a positive relationship to IT outsourcing success but this finding is not statistically significant.

IT outsourcing decision is very crucial to the strategy discipline owing to the fact that investments, revenues, costs, and incurred loss are affected by this decision. In the literature concerning transaction cost theory, a large number of studies focus on the decision whether to outsource IT or not. However, there are limited numbers of studies that reflect on the effects of transaction attributes on success of IT outsourcing activities. The present study fills this gap to augment the transaction cost theory in the context of IT outsourcing success. Furthermore, researchers are called for presenting more empirical research on transaction cost theory in the field of strategic management by David and Han (2004). The findings of the study emphasize how important mentioned recommendation is. The results of the study have significant implications for practitioners, as well. Transaction attributes examined in this research should be carefully considered in IT outsourcing projects because the main concern of transaction cost theory is to safeguard firms against hazards of opportunism (Williamson, 1985).

Since the application of transaction cost theory in this study is uncommon in TCT literature, the findings reported here require additional investigation by researchers. This study has several limitations that would benefit from attention in future research. First one is the limited number of participants. A more comprehensive research is suggested for further research. Also, most of the participants are micro and small-sized science park companies in Turkey and generalization of the results to bigger companies or companies that operate in science parks in other countries may be speculative. Moreover, responses are collected from a single informant for each IT project and the findings are reported from the perspective of the client. This might cause response bias. However, the other side of the medallion should be considered by future research and both clients and vendors should be subjected to the research. Especially, in this way, the possible effects of asset specificity on IT outsourcing success should be researched in an all-inclusive manner because it would be valuable for further research to measure asset specificity with respect to investments made by each contractual party saliently. Also, impact of asset specificity on IT outsourcing success should be investigated with respect to each dimension of asset specificity. As suggested by Wang (2002), multiple participants from both clients and vendors might provide useful insights into the IT outsourcing success. Finally, this study only focuses on TCT but there are several theoretical bases like resource-based view and agency theory. Using multiple theoretical frameworks intended for incorporation into IT outsourcing success is suggested for future research.

Appendix A: Survey Items

Measure	Source
Asset Specificity	
Specialized skills are required for the selected IT project.	David and Han, 2004
IT project has a complex structure.	David and Han, 2004
Our organization has a complex structure.	David and Han, 2004
Coordination needs between buyer and supplier are crucial.	David and Han, 2004
Training regarding our firm for the developers of IT project is required.	Wang, 2002
Training regarding IT project for our employees is required.	Wang, 2002
IT project has a high degree of collective learning.	Earl, 1996; Robertson and Gatignon, 1998
Operating procedures of IT outsourcing process are hard to adopt.	Wang, 2002; Researcher
IT project has a high degree of technological complexity.	David and Han, 2004
IT project has functional/equipment requirements.	Robertson and Gatignon, 1998; David and Han, 2004
There is sunk cost in equipment.	David and Han, 2004
IT project requires major financial investment.	Robertson and Gatignon, 1998
Technological Uncertainty	
Information technology is unstable.	Researcher
Technology life cycles are short.	Robertson and Gatignon, 1998
Information technology is moving very fast.	Robertson and Gatignon, 1998
During IT outsourcing process, amount of required man-hour changes constantly.	Researcher
Instead of current IT, a new technology will be introduced soon.	Researcher
Technological pressure is intense.	Robertson and Gatignon, 1998
Ability to Measure Innovation Performance	
The goals for the IT project are clearly defined in advance.	Robertson and Gatignon, 1998; Researcher
Based on tracking reports, we know exactly how well the outsourcing process is.	Robertson and Gatignon, 1998; Researcher
We specify precise measures for evaluating the success of the IT project in advance.	Robertson and Gatignon, 1998; Researcher
Measuring performance of the developer is easy.	Researcher,
Our firm has experience in a similar IT project.	David and Han, 2004
Our firm has experience with IT outsourcing.	David and Han, 2004
IT Outsourcing Success	
We have opportunity to focus on core business thanks to IT project.	Grover et al., 1996; Wang, 2002
We have increased IT competence thanks to IT project.	Grover et al., 1996; Wang, 2002
We have access to skilled person thanks to IT project.	Grover et al., 1996; Wang, 2002
We have reduced cost of human resources thanks to IT project.	Grover et al., 1996; Wang, 2002
We have reduced technology costs thanks to IT project.	Grover et al., 1996; Wang, 2002
Technological obsolescence is not a risk for our company thanks to IT project.	Grover et al., 1996; Wang, 2002; Researcher
We have control of IT expenses thanks to IT project.	Grover et al., 1996; Wang, 2002
We have access to key IT thanks to IT project.	Grover et al., 1996; Wang, 2002
Outsourcing of the IT project is successful overall.	Grover et al., 1996; Wang, 2002

REFERENCES

Aubert, B.A., Rivard, S. and Patry, M. (1996). A Transaction Cost Approach to Outsourcing Behavior; Some Empirical Evidence, *Information and Management*, 30, 51–64.

Aubert, B.A., Patry, M. and Rivard, S. (1998). Assessing IT Outsourcing Risk, *In Proceedings of the 31st Hawaii International Conference on System Sciences*, Watson, H. (ed.) IEEE, Hawaii.

Aubert, B.A., Houde, J.F., Patry, M. and Rivard, S. (2003). Characteristics of IT Outsourcing Contracts, *In Proceedings of the 36th Hawaii International Conference on System Sciences*, Sprague, R. (ed.), IEEE, Hawaii.

Bahli, B. and Rivard, S. (2003). The Information Technology Outsourcing Risk: A Transaction Cost and Agency Theory-Based Perspective, *Journal of Information Technology*, 18, 211–221.

Bensghir, T.K. and Tekneci, A. (2008). An Evaluation of the Outsourcing IS/ICT Activities in Turkish Ministerial Computer Departments, *Public Administration and Development*, 28, 94-104.

Chiles, T.D. and McMackin, J.F. (1996), Integrating Variable Risk Preferences, Trust, and Transaction Cost Economics, *Academy of Management Review*, 21(1), 73-99.

Coase, R.H. (1937). The Nature of the Firm, *Economica N.S*, 4, 387-405.

David, R.J. and Han, S.K. (2004). A Systematic Assessment of the Empirical Support for Transaction Cost Economics, *Strategic Management Journal*, 25, 39–58.

De Vita, G., Tekaya, A. and Wang, C.L. (2010). Asset Specificity's Impact on Outsourcing Relationship Performance: A Disaggregated Analysis by Buyer-Supplier Asset Specificity Dimensions, *Journal of Business Research*, 63, 657-666.

Earl, M.J. (1996). The Risks of Outsourcing IT, *Sloan Management Review*, 37(3), 26-32.

Grover, V., Cheon, M.J. and Teng, J.T.C. (1996). The Effect of Service Quality and Partnership on the Outsourcing of Information Systems Functions, *Journal of Management Information Systems*, 12(4), 89-116.

Gulati, R., Lawrence P.R. and Puranam, P. (2005). Adaptation in Vertical Relationships: Beyond Incentive Conflict, *Strategic Management Journal*, 26(3): 415–440.

Gurbaxani, V. and Whang, S. (1991). The Impact of Information Systems on Organizations and Markets, Communications of the ACM, 34(1), 59-73.

Ivanaj, V. and Masson Franzil, Y. (2006). Outsourcing Logistics Activities: A Transaction Cost Economics Perspective, *XVème Conférence Internationale de Management Stratégique*, Annecy / Genève.

Joskow, P.L. (1985). Vertical Integration and Long-Term Contracts: The Case of Coal-Burning Electric Generating Plants, *Journal of Law, Economics, and Organization*, 1, 33–80.

Kern, T., Willcocks, L.P. and Heck, E.V. (2002). The Winner's Curse in IT Outsourcing: Strategies for Avoiding Relational Trauma, California Management Review, 44(2), 47-69.

Klein, B., Crawford, R.G. and Alchian, A.A. (1978). Vertical Integration, Appropriable Rents, and the Competitive Contracting Process, *Journal of Law and Economics*, 21, 297–326.

Klein, P.G. (2005). The Make-or-Buy Decision: Lessons from Empirical Studies, C. M´enard and M. Shirley (eds.), *Handbook of New Institutional Economics*, 435–464, Springer, Netherlands.

Koss, A.P. and Eaton, C.B. (1997). Co-Specific Investments, Hold-Up and Self-Enforcing Contracts, *Journal of Economic Behaviour and Organisation*, 32(3), 457–70.

Lacity, M.C. and Hirschheim, R. (1993). Information Systems Outsourcing: Myths, Metaphors and Realities. Wiley, Chichester.

Li, M. and Li, D. (2009) A Survey and Analysis of the Literature on Information Systems Outsourcing, *Proceedings of the 13th Pasific Asia Conference on Information Systems* (PACIS).

McFarlan, W. and Nolan, L. (1995). How to Manage an IT Outsourcing Alliance, *Sloan Management Review*, 36(2), 9–23.

Moura, I. and Grover, V. (2001), Examining the Outsourcing of Information Systems Functions from Diverse Theoretical Perspectives, *International Management Accounting Conference*, the Darla Moore School of Business, University of South Carolina.

Ngwenyama, O.K. and Bryson, N. (1999). Making the Information Systems Outsourcing Decision: A Transaction Cost Approach to Analyzing Outsourcing Decision Problems, *European Journal of Operational Research*, 115, 351-367.

Nunnaly, J. (1978). Psychometric Theory, McGraw-Hill, New York.

Ongwattanasirikul, T., Malisuwan, S. and Madan, N. (2013). Risk Analysis of IT Outsourcing Case Study on Public Companies in Thailand, Journal of Economics, Business and Management, 1(4), 365-370.

Pawlicz, A. (2011). Asset Specificity as a Determinant of Vertical Integration in Hospitality Enterprises. Theoretical Implications, *Cooperation in Tourist Region*, ed. R. Ziółkowski, M. Jalinik, Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok, 147-160.

Pisano, G.P. (1990). The R&D Boundaries of the Firm: An Empirical Analysis, *Administrative Science Quarterly*, 35, 153–176.

Porter, M. (1985) Competitive Advantage Creating and Sustaining Superior Performance, The Free Press, New York.

Richmond, W.B., Seidmann, A. and Whinston, A.B. (1992). Incomplete Contracting Issues in Information Systems Development Outsourcing, *Decision Support Systems*, 8,459–477.

Rindfleisch, A. and Heide, J.B. (1997). Transaction Cost Analysis: Past, Present, and Future Applications, *Journal of Marketing*, 61(4), 30-54.

Robertson, T.S. and Gatignon, H. (1998). Technology Development Mode: A Transaction Cost Conceptualization, *Strategic Management Journal*, 19, 515-531.

Shervani, T.A., Frazier, G. and Challagalla, G. (2007), The Moderating Influence of Firm Market Power on the Transaction Cost Economics Model: An Empirical Test in a Forward Channel Integration Context, *Strategic Management Journal*, 28: 635–652.

Subhankar, D. and Balakrishnan, B. (2006). Risk Benefits, And Challenges in Global IT Outsourcing: Perspectives and Practices, *Journal of Global Information Management*, 14(3), 39–69.

Tho, I. (2005). Managing the Risks of IT Outsourcing, Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann.

Thouin, M.F., Hoffman, J.J. and Ford, E.W. (2009). IT Outsourcing and Firm-Level Performance: A Transaction Cost Perspective, *Information and Management*, 46, 463– 469.

Tiwana, A. and Bush, A.A. (2007). A Comparison of Transaction Cost, Agency, and Knowledge-Based Predictors of IT Outsourcing Decisions: A U.S.-Japan Cross-Cultural Field Study, *Journal od Management Information Systems*, 24(1), 259-300.

Wang, E.T.G. (2002). Transaction Attributes and Software Outsourcing Success: An Empirical Investigation of Transaction Cost Theory, *Information Systems Journal*, 12, 153-181.

Willcocks, L.P., Lacity, M.C. and Kern, T. (1999). Risk Mitigation in IT Outsourcing Strategy Revisited: Longitudinal Case Research at LISA, *The Journal of Strategic Information Systems*, 8(3), 285–314.

Williamson, O.E. (1975). Markets and Hierarchies: Analysis and Antitrust Implications, *New York: Free Press.*

Williamson, O.E. (1979). Transaction-Cost Economics: The Governance of Contractual Relation, *Journal of Law and Economics*, 22, 233–262.

Williamson, O.E. (1981). The Economics of Organization: The Transaction Cost Approach, *American Journal of Sociology*, 83, 539–577.

Williamson, O.E. (1985). The Economic Institutions of Capitalism: Firms, Markets, Relational Contracting, The Free Press, New York.

Williamson, O. E. (1991). Comparative Economic Organization: The Analysis of Discrete Structural Alternatives, *Administrative Science Quarterly*, 36, 269–96.

Yasuda, H. (2005). Formation of Strategic Alliances in High-Technology Industries: Comparative Study of the Resource-Based Theory and the Transaction-Cost Theory, *Technovation*, 25, 763-770.

Technavio (2016). Date retrieved 16.04.2016, address: http://www.technavio.com/report/global-ito-and-bpo-it-outsourcing-market

HAVAYOLU ŞİRKETİ İKRAM HİZMETİ TEDARİK SÜRECİNDE ARAÇ ROTALAMA PROBLEMİ

Fuat Şimşir
Karabük Üniversitesi

Hüsna Altunkaynak
Karabük Üniversitesi

ÖZET

Araç rotalama problemi üzerine yapılan çalışmalar genellikle şehiriçi veya şehirlerarası ulaşım da kullanılan farklı alanlarda hizmet sunabilen araçlar için yapılan bir çalışmadır. Havayolu şirketinde ikram hizmetlerinin uçaklara ulaşmasını sağlayan araçların gidiş geliş yoğunluğunun fazla olmasından dolayı ve uçaklara en kısa mesafe ile ulaşımın sağlanabilmesi için düşünülen araç rotalama probleminde, rotalama ile ilgili yapılan çalışmalara farklı bir alanda alternatif sunulması amaçlanmıştır. Araç rotalama probleminde doğru rotanın tespit edilebilmesi neticesinde maliyetin, sürenin ve mesafenin optimizasyonu sağlanmış olunur. Böylece müşterinin beklentisini de karşılamış olmakla beraber şirketin veriminin artmasına da katkıda bulunulabilir. Uçakların uçuş saatleri, bir araca en fazla kaç uçak için yükleme yapıldığı, her araçtaki trolley miktarı, aracın depodan ne zaman çıktığı ve gidilen güzergâhlara göre mesafeler incelenmiştir. Tasarruf Algoritması ile elde edilen sonuçlar, mevcut durumun sonuçları ile karşılaştırmalı olarak sunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Araç Rotalama, Tasarruf Algoritması, Tedarik Zinciri.

VEHICLE ROUTING PROBLEM IN AIRLINE COMPANY CATERING PROCUREMENT PROCESS

ABSTRACT

Studies about problem of vehicle routing is a study that commited for vehicles are used intracity or intercity transportation that can offer services in different area. The problem of vehicle routing is considered, at the airline company, the vehicles providing to transmit complimentary food and drink to plane due to their round trip is heavy and for providing to transmit with the shortest distance, it aims to offer a different alternative to related with study for routing. As a result of determining correct route on problem of vehicle routing, you will provide optimisation of cost, time and distance. Thus, it will provide both meeting customer's expectation and the rise of company's rendement. Airplane's hour of flight, how much loading is done for an airplane to a vehicle as maximum, amount of trolley for every vehicle, when did the vehicle move off and distances that according to destination route is examined. The results obtained by saving algorithm, the results were presented in comparison with the current situation.

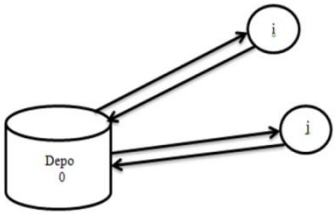
Key Words: Saving Algorithm, Supply Cahin, Vehicle Routing.

1. GİRİŞ

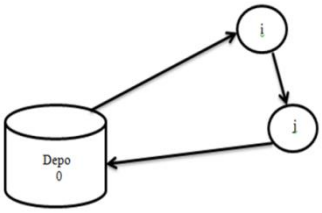
Araç rotalama problemi, bir merkezi depoda yerleşmiş bulunan ve her biri aynı veya farklı kapasitelere sahip olan araçlar filosunun, her biri farklı bir yerleşime ve bilinen talebe sahip olan bir müşteriler kümesine toplam seyahat mesafesini veya süresini en küçükleyecek şekilde hizmet sunarak depoya geri dönmesi için gerekli rotaların belirlenmesi problemidir. Araç rotalama problemleri ilk defa Dantzig ve Ramser tarafından tanımlanmıştır. (Dantzig ve Ramser, 1959).
(Mazzeo ve Loiseau, 2004), (Zhang ve Tang, 2009), (Gajpal vd., 2015), (Iqbal vd., 2015) yaptıkları çalışmada araç rotalama problemini incelemişlerdir ve çözüm yöntemi olarak karınca kolonisi algoritması uygulamışlardır.
(A.Özkök ve Kurul, 2014), (Gencer vd., 2009), (Atmaca, 2012) yapmış oldukları çalışmada araç rotalama problemini incelemişler ve matematiksel modelleme yöntemi kullanılarak çözüme kavuşulmuştur.
(M. Baker ve Ayechew, 2003), (Prins, 2004), (Jeon vd., 2007), (Karakati˘c ve Podgorelec, 2015) yapmış oldukları çalışmada araç rotalama problemini incelemişler ve genetik algoritmayla çözüme ulaşmışlardır.

2. TASARRUF ALGORİTMASI

Clark ve Wright tarafından geliştirilmiş olan tasarruf algoritması her bir adımda turlar setinin daha iyi bir set elde etmek üzere değiştirilmesine dayanmaktadır. Bu nedenle Clark ve Wright algoritması bir değişim yöntemidir. (Toth ve Vigo, 2002)
Yöntemde başlangıç olarak her bir- araç için ayrı bir rota oluşturulmakta yani her bir talep noktasına ayrı bir araç ile hizmet verilmektedir. Sonra oluşabilecek en büyük tasarrufa ve uygunluk şartlarına göre iki rota birleştirilmektedir. Burada ifade edilen tasarruflar i ve j düğümlerine iki ayrı araç yerine bir tek araç ile hizmet verilmesi durumunda elde edilecek maliyet azalmasıdır.



Şekil 2.1: Depodan Müşteriye İlk Durum (Kocaoğlu, 2003)



Şekil 2.2: Konumların Birbirine Bağlandığı İkinci Durum (Kocaoğlu, 2003)

3. PROBLEM TANIMI

Ele aldığımız problemde; bir merkez depodan 18 uçağa dağıtım yapılacaktır. Depo, tüm talepleri karşılayacak kapasitededir. Depoda çok sayıda araç bulunmakta olup, her biri 60 trolley kapasitelidir.
Bu çalışmada amaç, araç kapasite kısıtını aşmayacak şekilde, müşteri taleplerini karşılarken maliyeti, mesafeyi ve süreyi en az yapacak dağıtım güzergahını belirlemektir.
Mevcut yönteme göre yapılan çalışmada bir aracın gittiği birden fazla uçak için uçuş saatleri arasında yarım saat olduğu görülmekte olup önerilen yönteme göre tasarruf algoritması yöntemi uygulanarak farklı sonuçlar elde edilmiştir. Mesafeler km olarak hesaplanmıştır.

4. HAVAYOLU ŞİRKETİNDE ARAÇ ROTALAMA İÇİN YAPILAN UYGULAMA

Tablo 4.1: 15.02.2016 Tarihinde 14:40-16:40 Saatleri Arasında 18 ve 19 No' lu Körükten Yurtiçi Uçaklarına Giden Araçlar İçin Alınan Verilerin Uçuş Önceliğine Göre Sıralanması

Uçuş Tarihi	Uçuş No	Uçuş Saati	Körük No	Araç no	Üniteden çıkış saati	Trolley Miktarı	Park Pozisyonu
15.02.2016	TK1001	17:00	19	201	15:14	17	K11
15.02.2016	TK1003	17:00	18	10	15:19	17	Z8
15.02.2016	TK1005	17:00	19	95	15:39	15	208
15.02.2016	TK1007	17:15	18	220	15:47	15	206
15.02.2016	TK1009	17:25	19	145	16:00	23	205
15.02.2016	TK1011	17:25	18	97	15:59	17	E4
15.02.2016	TK1002	17:30	19	201	15:14	19	I3
15.02.2016	TK1004	17:40	18	10	15:19	15	207
15.02.2016	TK1006	17:45	19	95	15:39	15	210
15.02.2016	TK1008	18:00	18	220	15:47	17	A1
15.02.2016	TK1010	18:05	19	145	16:00	17	K7
15.02.2016	TK1012	18:25	18	97	15:59	17	203
15.02.2016	TK1013	18:25	19	81	16:20	19	H20
15.02.2016	TK1014	18:55	19	81	16:20	23	212
15.02.2016	TK1017	18:55	19	110	16:40	23	208
15.02.2016	TK1015	19:00	18	63	16:40	26	Z13
15.02.2016	TK1018	19:35	19	110	16:40	17	E3
15.02.2016	TK1016	19:40	18	63	16:40	17	210

Tablo 4.2: Uzaklık Matrisi

	Ünite	TK1001	TK1003	TK1005	TK1007	TK1009	TK1011	TK1002	TK1004	TK1006	TK1008	TK1010	TK1012	TK1013	TK1014	TK1017	TK1015	TK1018	TK1016
Ünite	0																		
TK1001	1,840	0																	
TK1003	0,973	1,250	0																
TK1005	1,150	0,934	0,331	0															
TK1007	1,060	0,948	0,290	0,088	0														
TK1009	1,010	0,945	0,299	0,128	0,042	0													
TK1011	0,864	1,010	0,336	0,339	0,275	0,237	0												
TK1002	1,960	0,912	1,130	0,820	0,883	0,939	1,170	0											
TK1004	1,080	0,930	0,310	0,054	0,049	0,099	0,322	0,266	0										
TK1006	1,180	0,868	0,401	0,076	0,149	0,175	0,388	0,335	0,094	0									
TK1008	1,740	0,178	1,170	0,874	0,905	0,878	0,901	0,894	0,909	0,840	0								
TK1010	1,810	0,123	1,160	0,810	0,867	0,862	0,949	0,741	0,846	0,764	0,277	0							
TK1012	1,040	0,890	0,358	0,192	0,126	0,086	0,164	0,975	0,175	0,212	0,825	0,837	0						
TK1013	2,440	0,685	1,900	0,192	1,600	1,600	1,640	1,420	1,600	1,520	0,719	0,754	1,560	0					
TK1014	1,240	0,791	0,478	0,134	0,190	0,221	0,405	0,730	0,175	0,071	0,773	0,703	0,224	1,450	0				
TK1017	1,150	0,934	0,331	0	0,096	0,132	0,347	0,821	0,054	0,072	0,879	0,830	0,205	1,570	0,127	0			
TK1015	0,777	1,250	0,282	0,586	0,522	0,535	0,431	1,370	0,551	0,658	1,340	1,360	0,529	2,070	0,712	0,598	0		
TK1018	0,908	0,965	0,295	0,322	0,236	0,171	0,052	1,100	0,273	0,329	0,919	0,926	0,125	1,610	0,381	0,305	0,462	0	
TK1016	1,180	0,868	0,401	0,076	0,149	0,175	0,388	0,335	0,094	0	0,813	0,748	0,196	1,520	0,070	0,066	0,668	0,329	0

İlk olarak $1 \leq i \leq j < 19$ durumu için, tüm (i, j) çiftleri için tasarruflar hesaplanır.

$s_{ij} = c_{0i} + c_{0j} - c_{ij}$

Örneğin; s(TK1001,TK1002)= $c_{ÜNİTETK1001} + c_{ÜNİTETK1002} - c_{TK1001TK1002}$ =(1,840)+(1,960)-(0,912) = 2,888

Diğer tasarruflar da hesaplandıktan sonra, toplu sonuçlardan oluşan tasarruf matrisi oluşturulur. Daha sonra bu değerler çoktan aza doğru sıralanarak, rotalar oluşturulmaya başlanacaktır.

Tablo 4.3: Tasarruf Matrisi

	TK1001	TK1003	TK1005	TK1007	TK1009	TK1011	TK1002	TK1004	TK1006	TK1008	TK1010	TK1012	TK1013	TK1014	TK1017	TK1015	TK1018	TK1016
TK1001	0																	
TK1003	1,563	0																
TK1005	2,056	1,792	0															
TK1007	1,952	1,743	2,122	0														
TK1009	1,905	1,684	2,032	2,028	0													
TK1011	1,694	1,501	1,675	1,649	1,637	0												
TK1002	2,888	1,803	2,290	2,137	2,031	1,654	0											
TK1004	1,990	1,743	2,176	2,091	1,991	1,622	2,774	0										
TK1006	2,152	1,752	2,254	2,091	2,015	1,656	2,805	2,166	0									
TK1008	3,402	1,543	2,016	1,895	1,872	1,703	2,806	1,911	2,080	0								
TK1010	3,527	1,623	2,150	2,003	1,958	1,725	3,029	2,044	2,226	3,273	0							
TK1012	1,990	1,655	1,998	1,974	1,964	1,740	2,025	1,945	2,008	1,955	2,013	0						
TK1013	3,595	1,513	3,398	1,900	1,850	1,664	2,98	1,920	2,100	3,461	3,496	1,92	0					
TK1014	2,289	1,735	2,256	2,110	2,029	1,699	2,47	2,145	2,349	2,207	2,347	2,056	2,230	0				
TK1017	2,056	1,792	2,300	2,114	2,028	1,667	2,289	2,176	2,258	2,011	2,130	1,985	2,020	2,263	0			
TK1015	1,367	1,468	1,341	1,315	1,252	1,210	1,367	1,306	1,299	1,177	1,227	1,288	1,147	1,305	1,329	0		
TK1018	1,783	1,586	1,736	1,732	1,747	1,72	1,768	1,715	1,759	1,729	1,792	1,823	1,738	1,767	1,753	1,223	0	
TK1016	2,152	1,752	2,254	2,091	2,015	1,656	2,805	2,166	2,36	2,107	2,242	2,024	2,100	2,35	2,264	1,289	1,759	0

Tablo 4.4: Tasarruf Adımları

TASARRUF DEĞERİ	KONUM I	KONUM J	TOPLAM TALEP	HAREKET
3,595	TK1001	TK1013	36	TK1001,TK1013
3,527	TK1001	TK1010	53	TK1001, TK1013, TK1010
3,496	TK1010	TK1013		Aynı Rotadalar
3,461	TK1008	TK1013	70	Araç Kapasitesini Aşar
3,402	TK1001	TK1008	70	Araç Kapasitesini Aşar
3,398	TK1005	TK1013	68	Araç Kapasitesini Aşar
3,273	TK1008	TK1010	70	Araç Kapasitesini Aşar
3,029	TK1002	TK1010	72	Araç Kapasitesini Aşar
2,980	TK1002	TK1013	72	Araç Kapasitesini Aşar
2,888	TK1001	TK1002	72	Araç Kapasitesini Aşar
2,806	TK1002	TK1008	36	TK1002, TK1008
2,805	TK1002	TK1006	51	TK1002, TK1008, TK1006
2,805	TK1002	TK1016	68	Araç Kapasitesini Aşar
2,774	TK1002	TK1004	66	Araç Kapasitesini Aşar
2,470	TK1002	TK1014	74	Araç Kapasitesini Aşar
2,360	TK1006	TK1016	68	Araç Kapasitesini Aşar
2,350	TK1014	TK1016	40	TK1014, TK1016
2,349	TK1006	TK1014	91	Araç Kapasitesini Aşar
2,347	TK1010	TK1014	93	Araç Kapasitesini Aşar
2,300	TK1005	TK1017	38	TK1005, TK1017
*	*	*	*	*
*	*	*	*	*
*	*	*	*	*
*	*	*	*	*
1,341	TK1005	TK1015	113	Araç Kapasitesini Aşar
1,329	TK1015	TK1017	113	Araç Kapasitesini Aşar
1,315	TK1007	TK1015	115	Araç Kapasitesini Aşar
1,306	TK1004	TK1015	113	Araç Kapasitesini Aşar
1,305	TK1014	TK1015	115	Araç Kapasitesini Aşar
1,299	TK1006	TK1015	111	Araç Kapasitesini Aşar
1,289	TK1015	TK1016	115	Araç Kapasitesini Aşar
1,288	TK1012	TK1015	117	Araç Kapasitesini Aşar
1,252	TK1009	TK1015	117	Araç Kapasitesini Aşar
1,227	TK1010	TK1015	113	Araç Kapasitesini Aşar
1,223	TK1015	TK1018	117	Araç Kapasitesini Aşar
1,210	TK1011	TK1015		Aynı Rotadalar
1,177	TK1008	TK1015	111	Araç Kapasitesini Aşar
1,147	TK1013	TK1015	113	Araç Kapasitesini Aşar

5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

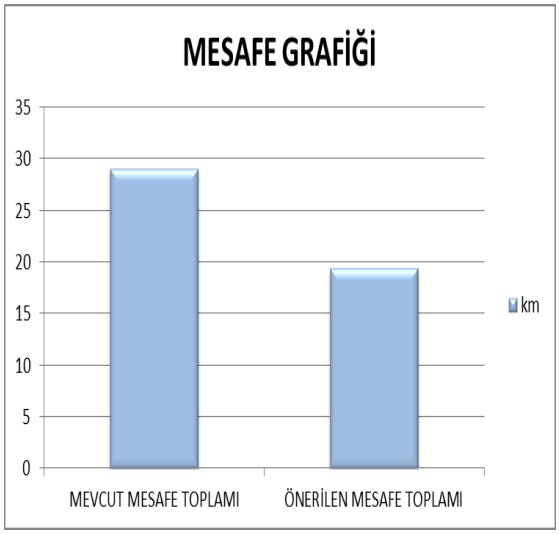
Havayolu şirketi ikram hizmeti tedarik sürecinde araç rotalama problemi için tasarruf algoritması önerilmesi durumunda araç rotalama problemiyle ilgili yapılan çalışmalara farklı bir alanda alternatif sunulmuştur.

Tablo 5.1: Mevcut Yöntem Ve Önerilen Yöntemin Karşılaştırılması

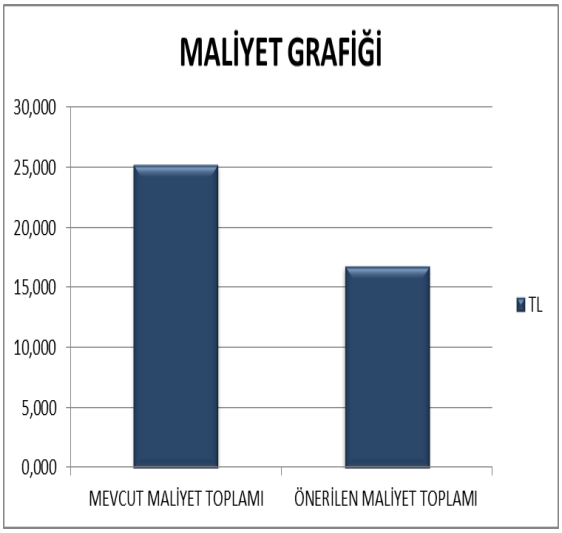
	MEVCUT YÖNTEM	ÖNERİLEN YÖNTEM
ROTALAR	TK1001,TK1002	TK1001,TK1010,TK1013
	TK1003,TK1004	TK1002,TK1006,TK1008
	TK1005,TK1006	TK1005,TK1004,TK1017
	TK1007,TK1008	TK1007,TK1014,TK1016
	TK1009,TK1010	TK1009,TK1012,TK1018
	TK1011,TK1012	TK1003,TK1011,TK1015
	TK1013,TK1014	
	TK1015,TK1016	
	TK1017,TK1018	
ROTA MESAFESİ	29,054	19,386
TOPLAM ARAÇ SAYISI	9	6
BİR ARACA AİT MAKSİMUM KAPASİTE	49	60
MALİYET	25,218	16,827

Yapılan gözlemler sonucunda ikramların 18 farklı uçağa ulaşmasını sağlayan araçlar için mesafe ve kapasite kısıtı dikkate alınarak araç rotalama probleminde optimallik sağlanmıştır.

1 km'de 0,2 lt yakıldığını varsayarak 1 litre benzinin fiyatını da 4,34 TL alarak yapılan hesaplamalar sonucunda elde edilen toplam maliyetler hesaplanmıştır.



Grafik 5.2: Mesafe Grafiği



Grafik 5.3: Maliyet Grafiği

KAYNAKLAR

Atmaca, E. (2012). Bir Kargo Şirketinde Araç Rotalama Problemi Ve Uygulaması. *TÜBAV BİLİM DERGİSİ, 2*, 12-17.

A.Özkök, B. ve Kurul, F. (2014). Araç rotalama problemine tam sayılı lineer programlama modeli ve gıda sektöründe bir uygulama. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi, 2,* 251-260.

Dantzig G.B., Ramser J.H., "The Truck Dispatching Problem", Management Science, 6, 80-91, 1959.

Gencer, C., Aydoğan, Emel. ve Kocabaş, S. (2009). İnsansız hava araçlarının rota planlaması için bir karar destek sistemi. *Savunma Bilimleri Dergisi, 8,* 59-75.

Gajpal, Y., M.S. Abdulkader, M. ve Y. ElMekkawy, T. (2015). Hybridized ant colony algorithm for the multi compartment vehicle routing problem [Çok Bölmeli Araç Rotalama Problemi İçin Melez Karınca Kolonisi Algoritması*]. Applied Soft Computing, 37*, 196-203.

Iqbal, S., Kaykobad, M. ve Rahman, M. S. (2015). Solving the multi-objective Vehicle Routing Problem with Soft Time Windows with the help of bees [Arılar Yardımıyla Hafif Zaman Pencereli Çok Amaçlı Araç Rotalama Problemi Çözümü*]. Swarm and Evolutionary Computation, 24*, 50-64.

Jeon, G., R. Leep, H. ve Shim, J.Y. (2007). A vehicle routing problem solved by using a hybrid genetic algorithm [Melez bir genetik algoritmayla çözülen araç rotalama problemi]. *Computers & Industrial Engineering, 53*, 680–692.

Kocaoğlu, B., 2003, Üçüncü Parti Lojistik Yönetim Sistemlerinde Dağıtım Planlaması Faaliyetleri ve Türkiye'deki Firmaların Uygulamada Karşılaştığı Sorunların Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İstanbul.

Karakati˘c, S. ve Podgorelec, V. (2015). A survey of genetic algorithms for solving multi depot vehicle routing problem [Çoklu Depo Araç Rotalama Problemini Çözmek İçin Genetik Algoritmalarda Anket]. *Applied Soft Computing, 27*, 519–532.

M. Baker, B. ve Ayechew, M.A. (2003). A genetic algorithm for the vehicle routing problem [Araç Rotalama Problemi İçin Genetik Algoritma]. *Computers & Operations Research, 30,* 787–800.

Mazzeo, S. ve Loiseau, I. (2004). An ant colony algorithm for the capacitated vehicle routing [Kapasiteli Araç Rotalama İçin Karınca Kolonisi Algoritması]. *Electronic Notes in Discrete Mathematics, 18*, 181-186.

Prins, C. (2004). A simple and effective evolutionary algorithm for the vehicle routing problem [Araç Rotalama Problemi İçin Basit Ve Etkili Evrensel Algoritma]. *Computers & Operations Research, 31*, 1985–2002.

Toth, P. ve Vigo, D. (2002). The Vehicle Routing Problem [Araç Rotalama Problemi]. *Society for Industrial and Applied Mathematics, 9, 367*.

Zhang, X. ve Tang, L. (2009). A new hybrid ant colony optimization for the vehicle routing problem [Araç Rotalama Problemi İçin Yeni Hibrid Karınca Kolonisi Algoritması]. *Pattern Recognition Letters, 30,* 848-855.

BİR OTOMOTİV YAN SANAYİ FİRMASINDA PUNTA KAYNAK HATTI İYİLEŞTİRME ÇALIŞMASI

Fuat Şimşir
Karabük Üniversitesi

İlker Güven
Karabük Üniversitesi

Adile Cansu Tabur
Karabük Üniversitesi

ÖZET

Rekabetin yoğun olduğu iş dünyasında firmalar tarafından yapılan ufak verimlilik hareketleri bile firmaların rekabet edilebilirliğini oldukça etkilemektedir. Üretim maliyetlerinin düşürülmesi, verimliliğin arttırılması gibi konularda ise iş etüdü çalışmaları etkili olmaktadır. İş etüdü çalışmaları, standart zamanların hesaplanması ve bu zamanlara göre mevcut metot üzerinde iyileştirmeye gidilerek yeni bir metot önerilmesi temeline dayanmaktadır. Yapılan bu iyileştirmeler sonucu verimliliğin artması ise beklenen bir sonuçtur.

Bu çalışma kapsamında otomotiv yan sanayi alanında faaliyet gösteren bir firmada punta kaynak hattı üzerinde iş etüdü analizi ve simülasyon çalışması yapılmıştır. Yapılan analiz ve simülasyon doğrultusunda punta kaynak hattı üzerinde modernizasyon yapılması önerilmiş ve punta nokta kaynağı işleminde robot kullanımının verimlilik ve kalite üzerindeki etkisine dikkat çekilmiştir.

Anahtar Kelimeler: ***İş etüdü, otomotiv yan sanayi, simülasyon***

ABSTRACT

In the intensive competitive business world, the competition among the companies is such a tiny line that can be influenced by even the minimized works done to provide the productivity. In that sense, work study is an important factor in such fields alike decreasing the manufacturing cost and increasing the productivity. Based on this fact, work study is considered as redesigned of the process or resulted in new methods or improved the old ones which are produced from the calculation of standard times. As a result of these works, the increase in profit is an expected result.

In context of this work, the analysis of work study and simulation are practiced on the spot welding line of a company which runs business on the field of automotive supply industry. From the result of this analysis and the simulation done, the necessity of modernization on the spot welding line is suggested and the focus is pointed on the importance of the usage of robots in the spot welding lines in terms of productivity and quality of the goods.

Key Words*: Work study, automotive original equipment manufacturer, simulation*

1. GİRİŞ

Günümüzde gelinen noktada üretim sistemleri emek yoğun dönemleri geride bırakarak, teknoloji ve yeni yaklaşımlar ile birlikte yaşanan bu gelişmeler sonucu firmalar üretim zamanlarını ve maliyetlerini azaltarak verimliliği arttırmaktadırlar.

Verimliliği arttırmanın yöntemlerinden bir diğeri de iş etüdüdür. İş etüdünün verimlilik ile doğrudan ilişkili olduğu ve mevcut kaynaklardan sağlanacak üretimi, çok az ya da yatırım yapmaksızın arttırmak amacıyla yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir(Kanawaty, 2004; Sabır ve Dönmez, 2013).

Bu çalışma kapsamında, otomotiv endüstrisinde, ana sanayi firmaları ile işbirliği içerisinde çalışan Yıldız Kalıp A.Ş. şirketinin üretim hattında bulunan Punta Kaynak(elektrik direnç kaynağı) hattı incelenmiştir Firmada üretilen ve punta kaynağına maruz kalan yarı mamullerin firma içerisindeki akışları incelenmiş, kaynak hattı üzerindeki toplam ekipman etkinliği hesaplanmış, teknolojik üretim metotları ve ekonomik koşullar göz önünde bulundurularak yeniden tasarlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

Uygulama için, ilk olarak mevcut hat incelenerek metot etüdünün yapılabilmesi için standart zamanlar hesaplanmıştır. Standart zamanların hesaplanması için, hatta işlem gören her bir iş parçasında 10 adet gözlem yapılmış ve ortalamaları alındıktan sonra kişisel dinlenme payları eklenerek standart zamanlar elde edilmiştir.

Elde edilen standart zamanlar kullanılarak metot etüdü yapılmış ve hat etkinliğinin ölçülmesi için toplam ekipman etkinliği hesaplanmıştır. Teknolojik imkanlar ve firmanın yatırım gücü göz önüne alınarak yeni metot için robot kullanımı önerilmiştir. Firmada yapılan önceki robot uygulamaları ve robot firmaları tarafından sağlanan performans değerleri göz önüne alınarak hesaplanan tahmini çalışma değerleri ile Arena programında simülasyon analizi yapılmıştır.

3. UYGULAMA

İş etüdü çalışmaları, toplam ekipman etkinliği ve arena simülasyonu olmak üzere üç adımından oluşmaktadır.

3.1 İş Etüdü

İş etüdü belli bir faaliyetin gerçekleştirilmesi için kullanılacak işçi ve maddi kaynakların mümkün olan en iyi şekilde kullanımı sağlayan ve bunu inceleyen hareket(metot) ve zaman etütlerine ve bu etütlerin faydalandıkları teknik usullerin tamamına verilen isimdir(Cumhur, 1960; Dizdar ve Özen, 2001). İş etüdü çalışması ***Zaman Etüdü*** ve ***Metod Etüdü*** olarak iki kısımda uygulanmıştır.

3.1.1 Zaman Etüdü

Zaman etüdü, faaliyetleri gerçekleştirirken belirli bir performans standardını yakalayabilmek için gereken zamanı, bazı teknikler yardımıyla, belirli sayıda gözlemle, en yüksek doğrulukta tespit etmek için kullanılan tekniklerden biridir(Yalçınkaya ve Acar, 2001; Şahin, 2003).

Normal zamanların ölçülmesi işleminde 10 adet gözlem yapılmış ve bu gözlemlerin ortalamaları alınmıştır. Gözlenen değerler ve sonrasında oluşturulan normal zamanlar Tablo 3.1'de verilmiştir. Veriler saniye cinsinden ölçülmüştür.

Tablo 3.1: Zaman etüt formu gözlenen değerler ve normal zamanlar.

İş Hattı: Punta Kaynak Hattı					**Tarih: 27.04.2016 – 29.04.2016**								
İş No	**Makine No**	**Operatör Sayısı**	**Gözlem No**										**Ort. N.Z.**
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	M1	1	51	50	53	54	52	52	50	51	53	54	**52**
2	M1	1	50	52	51	53	51	52	54	52	52	53	**52**
3	M2	1	36	38	36	38	37	36	37	37	37	38	**37**
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	**.**
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	**.**
15	M5	1	98	100	102	103	97	101	99	98	100	102	**100**

Toplam kişisel dinlenme payı yüzde olarak %27 hesaplanmıştır.

$$Standart\ Zaman = Normal\ Zaman + Kişisel\ Dinlenme\ Payı \qquad (3.1)$$

Buna göre her bir iş parçası için hesaplanan standart zaman Tablo 3.2'te verilmiştir.

Tablo 3.2 Her bir iş için standart zamanlar

İş No	**Normal Zaman**	**KDP(%)**	**KDP**	**Standart Zaman (saniye)**
1	52	27	14,04	66,04
2	52	27	14,04	66,04
3	**37**	**27**	**9,99**	**46,99**
.	.	.	.	.
15	100	27	27	127

3.1.2 Metot Etüdü

Standart zamanların belirlenmesinin ardından punta kaynak hattı üzerinde var olan metodu belirtmek için **3 numaralı** iş üzerinde metot etüdü çalışması yapılmıştır.

Tablo 3.3 İş süreçleri şeması

NO	FAALIYET				FAALIYET TANIMI	MESAFE (M)	SÜRE (SN)
	○	□	⇨	▽			
1			X		1.Sacın depodan getirilmesi	10	130
2	X				Açınım kesme operasyonu		22
3	X				Form verme operasyonu		27
4	X				Çevre ve kamlı kesme operasyonu		45
5	X				Kamlı kesme operasyonu		9
6	X				Flanş bükme ve ütüleme operasyonu		23
7		X			Kontrol 1		5
8			X		2.Sacın depodan getirilmesi	10	127
9	X				Boy kesme operasyonu		23
10	X				Bant kesme operasyonu		26
11	X				Form verme operasyonu		16
12	X				Çevre kesme operasyonu		25
13	X				Kamlı delme ve ikiye ayırma operasyonu		12
14		X			Kontrol 2		5
15	X				Punta kaynak makinesi ile iki yarı mamülün birleştirilmesi operasyonu	17	46,99
16	X				Sealer(Bant) yapıştırma operasyonu		20
17		X			Kontrol 3		5
18			X		Sevkiyat alanine taşıma	7	65

Üretilen 3 numaraları yarı mamulün fabrika içinde 12 işlem, 3 kalite kontrol, 3 taşımadan geçmekte ve 631,99 saniye sürmektedir. Bu tabloda 15 numaralı işlem punta kaynak hattında yapılmaktadır.

3.2 Toplam Ekipman Etkinliği

Ekipman etkinliği ölçülmesi için işletme içerisinde planlı duruşlar, plansız duruşlar, üretim adedi, hurda ürün adedi gibi değerlerin bilinmesi gerekmektedir(Arslan, 2008). Tablo 3.4'da özet bilgiler verilmiştir.

Tablo 3.4 Punta hattında Nisan ayı özet bilgileri

Gün	**Planlı Duruşlar(Saat)**	**Plansız Duruşlar(Saat)**	**Üretim(Adet)**		**Kalite Değerleri(Adet)**	
			Teorik	**Fiili**	**Kaliteli**	**Hurda**
26	28	4,5	5543	5278	5060	55

**26 iş günü*24 saat = 624 takvim saati*

Toplam ekipman etkinliğini hesaplayabilmek için net çalışma oranını, performans oranını ve kalite oranını hesaplamamamız gerekmektedir. Net çalışma oranını hesaplamak için net çalışma süresi aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

Net Çalışma Süresi = 624 – 28 – 4,5 = 591,5 Saat

Net Çalışma Oranı = (591,5 / 596) x 100 = %99,24

Performans Oranı = (5278 / 5543) x100 = % 95,21

Kalite Oranı = (5060/5278) x 100 = %95,87

OEE = %99,24 x %95,21 x %95,87 = %90,58

3.3 Yeni Metot Önerisi

Günümüz teknolojisini incelediğimizde endüstride robot kullanımı her geçen gün artmaktadır. Bu alanda robotlar kullanılarak en çok kullanılan kaynak yöntemi ise punta kaynak yöntemidir. 6 eksenli ilk endüstriyel robotlar 1975 yılında gaz altı kaynağı ve 1979 yılında ise punta kaynağında kullanılmaya başlar. Punta(nokta) kaynağı en çok otomotiv sanayinde kullanılmaktadır. Otomotiv üretiminde kullanılan toplam kaynak işlemleri yaklaşık olarak 4000-6000 nokta kaynağından ve diğer kaynaklardan oluşmaktadır(Pellegrinelli vd., 2014; Doruk vd., 2015). Bu kapsamda yeni metot olarak punta kaynak işleminin presler vasıtası ile değil, punta kaynak robotu ile yapılması fikri oluşmaktadır.

Yeni metot için presli punta hattı yerine robot kaynak hattı kullanılması nedeniyle standart zamanlar değişmektedir. Robotlu üretimin kaynak süresini kısaltacağı öngörülmektedir. Buna göre şirkette yapılan geçmiş robot uygulamaları ve robot firmalarından alınan değerler doğrultusunda tahmini bir işlem süresi olarak var olan işlem süresinin %35 verimli hali hesaplanmıştır. Toplam kişisel dinlenme payı %21 olarak hesaplanmıştır. Robot hattının çalışma yöntemi nedeniyle aynı anda 10 adet parçaya sıralı bir şekilde kaynak yapılabilmektedir.

Tablo 3.5 Robot kaynak hattı için standart zamanlar

İş No	Makine No	Parça Adeti	Ort. Normal Zaman	KDP(%)	KDP	Standart Zaman(saniye)
1	M1	10	338	21	70,98	**408,98**
2	M1	10	338	21	70,98	**408,98**
3	**M2**	**10**	**240,5**	**21**	**50,51**	**291,01**
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
15	M5	10	650	21	136,50	**786,50**

Yeni metot için sunulan öneride presli punta hattının robotlu punta hattı ile değiştirilmesi yer aldığından dolayı temel iş süreçleri şemasında ve ürün prosesinde herhangi bir değişiklik olmamaktadır. Mevcut ve yeni metot arasında sadece süre sütununda meydana gelen değişiklik ise Tablo 3.6'de gösterilmiştir.

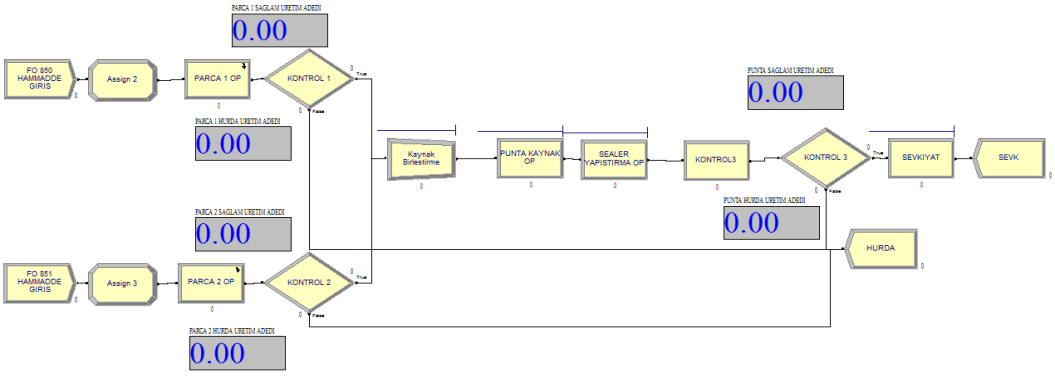
Tablo 3.6 Robot kaynak hattı için 15 no'lu işte meydana gelen değişim

NO	FAALIYET ○	□	⇨	▽	FAALIYET TANIMI	ADET	SÜRE (SN)
15	X				Punta kaynak makinesi ile iki yarı mamülün birleştirilmesi operasyonu	1	46,99
15*	X				Robot punta kaynak makinesi ile iki yarı mamülün birleştirilmesi operasyonu	10	291,01

Yeni hat ile birlikte toplam işlem süresi 291,01 olarak hesaplanmıştır. Tek bir parça için bu süre 29,10 olarak dikkate alınabilir. Yeni metot için ARENA programının genel şeklinde bir değişiklik yapılmamıştır. ROBOT PUNTA KAYNAK OP isimli proses için işlem süresi hesaplanan yeni standart zamana göre azaltılmıştır.

3.4 Arena Simülasyonu

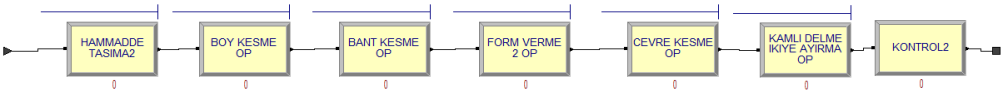
Mevcut durum için firma sipariş türü üretim yaptığından dolayı 3 numaralı parça için haftalık üretim adeti 1350 adettir. Hesaplanan standart zaman göz önüne alınarak ve günlük üretim miktarı düşünüldüğünde parçanın üretim adeti bir vardiya için 75 adet olarak sınırlandırılmıştır.



Şekil 3.1 ARENA simülasyon modeli

Çalışmanın odak noktasının dışında kalan fakat sürece etki eden diğer operasyonlar simülasyon modelinde alt model olarak tanımlanmıştır. Bu operasyonlar her iki hammadde için yapılan delme, kesme ve form verme gibi operasyonları kapsamaktadır.

Şekil 3.2 FO 850 ham maddesi için punta kaynağı dışı işlemler



Şekil 3.3 FO 851 ham maddesi için punta kaynağı dışı işlemler

4. SONUÇ

3 numaralı parça için yapılan ARENA simülasyonunda mevcut üretim metodu ile robotlu kaynak hattı metodu karşılaştırılmıştır. Sipariş üzerine iş yapan bu firmada üretim adeti sabit bırakılarak, parça üzerindeki işlem süreleri ile tüm sürecin süresi üzerine yapılan karşılaştırma aşağıdaki tablolarda belirtilmiştir.

Tablo 4.1 Mevcut durum ile önerilen durumun karşılaştırılması(Tüm süreler saniye cinsindendir)

Parça No: 13	Parça Üzerinde Harcanan Süre	Parçanın Bekleme Zamanı	Toplam süre	Operatör Anlık Kullanım
Mevcut Durum	368,68	6953,51	3809,43	0,0384
Robotlu Durum	351,03	6953,95	3791,40	0,0237

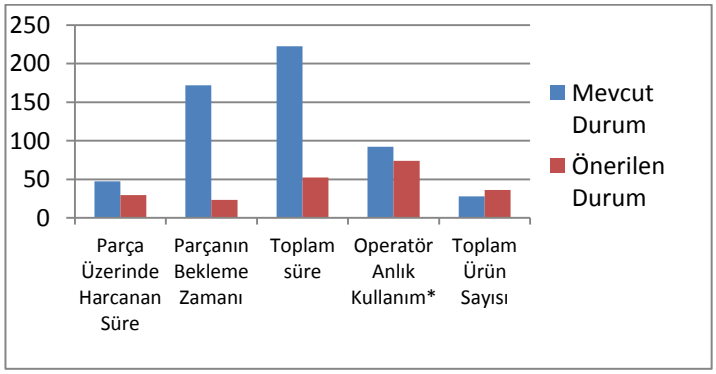
*Tabloda taşıma zamanlarına yer verilmemiştir.

Punta kaynak operasyonu 3 numaralı ürün için bütün bir proses içinde sadece tek bir operasyonu kapsadığından simülasyon programı ile elde edilen sonuçlar incelendiğinde mevcut metot ile önerilen metot arasındaki fark net olarak görülmemektedir. Bu nedenle önerilen metodun duyarlılık analizini yapabilmek için simülasyon modelinde punta kaynak operasyon prosesi dışındaki bütün proseslere sembolik olarak 1 saniye işlem süresi verilmiştir ve giriş yapan parça adeti sınırsız olarak yeniden tanımlanmıştır. Tablo 4.2'de elde edilen sonuçlar özetlenmiştir.

Tablo 4.2 Mevcut durum ile önerilen durumun karşılaştırılması(Tüm süreler saniye cinsindendir)

Parça No: 13	Parça Üzerinde Harcanan Süre	Parçanın Bekleme Zamanı	Toplam süre	Operatör Anlık Kullanım	Toplam Ürün Sayısı (adet)
Mevcut Durum	47,44	171,91	222,54	0,9227	28 Adet
Robotlu Durum	29,55	23,41	52,12	0,7382	36 Adet
Oran (%)	37,71	86,38	76,58	19,20	28,57

*Tabloda taşıma zamanlarına yer verilmemiştir.



Şekil 4.1 Mevcut durum ile önerilen durumun karşılaştırılması(*4. sütun 100 ile çarpılmıştır.)

Tablo 4.2'de ve Şekil 4.1'de görüldüğü üzere diğer değişkenler sabit bırakıldığında önerilen metot ile mevcut metot arasındaki fark gözle görülür düzeyde artmıştır. Toplam ürün sayısında artma ve iş sürelerinde ise azalma meydana gelmiştir.

Bu bilgiler göz önünde alındığında firmanın robotlu punta kaynak hattına geçmesi ve üretim prosesini yeni metoda göre düzenlemesi önerilmektedir. Yapılan bu çalışmanın genişletilerek eldeki imkanlar doğrultusunda firmanın diğer bölümlerine de uygulanması firma verimliliği açısından önem arz etmektedir. Verimliliğin yanı sıra işçi sağlığı ve iş kazaları gibi konularda da robot kullanımın bir artı değer oluşturacağı beklenmektedir.

KAYNAKLAR

Arslan, B. (2008), "Overall Equipment Effectiveness (OEE) Implementation: A Case Study", Yüksek Lisans Tezi, *Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü End. Müh Bölümü*, İstanbul

Cumhur, F. (1960), "İşletmelerde Prodüktiviteyi Artırıcı Bir Tedbir Olarak İş Etüdü", *Ankara Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, Ankara, Sayı 1-15, 0378-2921

Dizdar, E. ve Özen, R. (2001), "Ahşap Mobilya Endüstrisinde Üretim Verimliliği İçin İş Etüdü", *Z.K.Ü Karabük Teknik Eğitim Fakültesi Dergisi*, Sayı 1-2, Sf. 1-9

Doruk, E., Pakdil, M., Çam, G., Durgun, İ. ve Kumru, U., C. (2015), "Otomotiv Sektöründe Direnç Nokta Kaynağı Tofaş Uygulamaları", *Kaynak Kongresi IX. Ulusal Kongre ve Sergisi Bildiriler Kitabı*, Ankara, Sf. 29

Kanawaty, G. (2004), "İş Etüdü", Çev. Zühal Akal, *Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları*, Ankara

Pellegrinelli, S., Pedrocchi, N., Molinari-Tosatti, L., Fischer, A., ve Tolio, T. (2014), "Multi-Robot Spot-Welding Cell Design: Problem Formalization and Proposed Architecture", *Procedia CIRP*, Vol. 21, Sf. 324-329

Sabır, E. C., ve Dönmez U. (2013), "İplik İşletmesinde İş Etüdü Uygulaması", *Tekstil ve Mühendis*, 20:92, Sf. 11-26

Şahin, E. (2003), "Bir İşyerinde Metot ve Zaman Etüdü ile Verimliliğin Belirlenmesi", *Teknoloji*, Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fak. End. Müh. Bölümü, Sayı 3-4, Sf. 59-66

Yalçınkaya S. A. ve Acar A. İ. (2001), "Sapdöver Harman Makinası Üretiminde İş Akış Diyagramına Göre İş Etüdü", *Tarım Bilimler Dergisi*, Vol. 7(2), Sf. 78-83

DEVELOPING A DECISION SUPPORT SYSTEM FOR COST–TIME TRADE OFF IN PROJECT MANAGEMENT

Firas Majid Takleef
Gaziantep Üniversitesi

Vahit Kaplanoğlu
Gaziantep Üniversitesi

ABSTRACT

Project managers are generally requested to finish their project in a scheduled time by reducing the total cost. They can reduce the project duration by assigning more resources to the project activities. The project managers generally face a trade-off between cost and time. Some of the project activities are sometimes subcontracted to suppliers. In such cases project managers needs to evaluate project activity times and their risks, project completion time, project total cost and quality of their supplier support. In this study, a multi-attribute decision support system is proposed where activity normal and crash times are evaluated along with the supplier ranking with respect to some of their attributes.

Keywords: Project management, Cost-Time trade off, Multi attribute decision making

PROJE YÖNETİMİNDE MALİYET-ZAMAN ÖDÜNLEŞİMİ İÇİN BİR KARAR DESTEK SİSTEMİ GELİŞTİRİLMESİ

ÖZET

Proje yöneticilerinin genellikle yönettikleri projeleri toplam maliyeti azaltarak belirlenen süre içerisinde bitirmeleri gerekmektedir. Faaliyetlere daha fazla kaynak aktararak proje süresini kısaltabilirler. Proje yöneticileri maliyet ve zaman arasında bir ödünleşimle karşı karşıya kalmaktadırlar. Bunun yanı sıra bazı durumlarda bazı faaliyetler tedarikçilerden sağlanabilmektedir. Bu durumlarda proje yöneticileri proje faaliyetlerinin sürelerini ve risklerini, proje tamamlanma süresini, proje toplam maliyetini ve tedarikçilerinin hizmet verme kalitesini değerlendirmek durumunda kalmaktadırlar. Bu çalışmada, tedarikçilerin kıyaslanması ve faaliyetlerin normal zaman ve azaltılmış zamanlarının dikkate alındığı çok kriterli bir karar destek sistemi önerilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Proje yönetimi, Maliyet-Zaman ödünleşimi, Çok kriterli karar verme

1. INTRODUCTION

Project managers are under the pressure of finishing their projects in a given time. In addition to finishing the project in a given time they are also requested to finish their project with a minimum cost. Keeping costs at acceptable levels is almost always as important as meeting schedules (Krajewski et al. 2013). Project activities could be finished earlier in some cases. Crashing is referred to the shortening of project completion time by speeding up one or more of the project activities (Chen and Tsai 2011). The time–cost trade-off problems have been extensively investigated (Chen and Tsai 2011). The project managers generally face a trade-off between cost and time. Some of the project activities are sometimes subcontracted to suppliers. In such cases project managers needs to evaluate the attributes of their suppliers in addition to project activity times and their risks, project completion time and project total cost. On one side of the project management there exist cost and time evaluations for the project managers. However on the other side of project management there exists supplier evaluation. In this study, a multi-attribute decision support system is proposed where activity normal and crash times are evaluated along with the supplier ranking with respect to some of their attributes. This paper is organized as follows: in Section 2, the methodology is presented. Section 3 introduces a case study of a construction company that uses the proposed decision support methodology. Section 4 summarizes the paper.

2. THE METHODOLOGY OF THE RESEARCH

The proposed decision support system uses project crashing to get the minimum cost and Analytic Hierarchy Process (AHP) techniques to rank the suppliers with respect to their attributes. AHP helps to bring consistency in selection problems whose decision criteria are expressed in subjective measures based on managerial experience (Bryson, 1996). AHP is a technique for considering data or information about a decision in a systematic manner (Golden et al., 1989; Saaty, 1980; Saaty, 1988). Details about the proposed method are explained as follows;

Step 1: Project scheduling and network representation of a project:

The target of project scheduling is to construct a time table for a given list of activities. The scheduling process is based on the traditional critical path method. The two most common techniques of basic project scheduling are the Critical Path Method (CPM) and Program Evaluation and Review Technique (PERT). Project and activities are represented by a network. Network is a graph showing each activity to be performed its predecessor, successor and duration. In this step of the method the project network is constructed.

Step 2: Identify activities that will be implemented by subcontractor

As the proposed decision support system is for project managers, the decision makers are considered as the project manager of the main contractor. The decision maker (main contractor) will identify some of the activities on the project network to be implemented by subcontractors (secondary contractor) for several reasons, including activity specialization, skilled labor, experience etc.

Step 3: Method of selecting subcontractor:

A subcontractor is selected by the decision maker to implement some of the activities of the project, so the subcontractor must be suitable in terms of the technical offer (benefits) for example experience, quality performance, financial stability, etc. as well as commercial offer (cost, time) for the implementation of identified activities.

Step 4: The technical offer (benefits):

Step 4-a: Define criteria

The decision maker defines the criteria that will be used to judge the alternatives (subcontractors), (experience, quality performance, financial stability, manpower resources, equipment resources, current workload etc.)

Step 4-b: Evaluate subcontractors with each criterion:

Calculation of the pair wise comparison matrix for each level is required. For the pair wise comparison, a ranking scale is used for the criteria evaluation. The scale is a crisp scale ranging from 1 to 9, this scale values are assigned to the criteria based on the experts' opinions (Saaty, 1980).

Step 4-c: Calculate benefit of subcontractor:

The benefits of the subcontractors are calculated in this step by using the AHP technique.

Step 5: The commercial offer (costs):

Step 5-a: The assessment of the commercial offer (normal cost and normal time)

In this step the activities which will be subcontracted are determined. Normal time, crash time, normal cost and crash cost of the activities are collected from the subcontractor.

Step 5-b: Calculate the minimum cost with subcontractor activities (crashing)

Total project cost can be reduced by using method of crashing for time and cost because the crashing time lead to reduction of the project duration and thus to avoid delay penalties. By doing so, the minimum cost is obtained for each subcontractor.

Step 6: Final evaluation of subcontractors:

The final evaluation is done in this step after getting the highest criteria evaluation (benefits) and the commercial offer. For each supplier alternative, benefit-cost ratios are calculated in order to get final rating of the alternative subcontractors.

Step 7: Select the best subcontractor:

Use benefit to cost ratios to select the best subcontractor.

Figure 1 summarizes the proposed methodology.

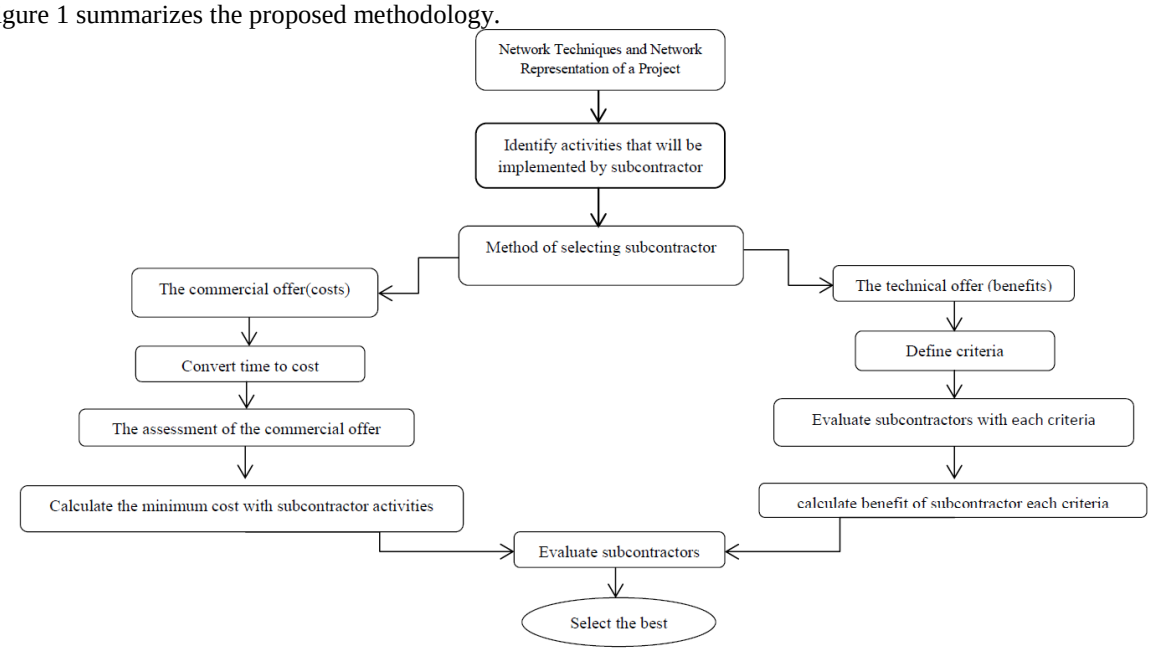


Figure 1. Flow diagram for the proposed decision support system

3. CASE STUDY

In this section a simple case study which uses the proposed decision support system is presented. A project management process of a construction company in Iraq is considered. The project network is represented in Figure 2. The activities are represented with letters (A- Excavate and lay the foundation, B- Building with bricks, C-Install the exterior and interior plumbing, D- Electrical works, E- Put up the roof, F- Install the flooring, G- Install the interior and exterior fixtures)

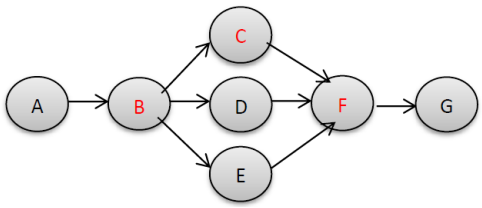


Figure 2. Project network

In this case study main contractor is willing to subcontract activities B, C and F. These activities are colored in Figure 2. Penalty cost of $25, 000 is determined for each week after the 66th week. For the given activities 5 subcontractor alternatives are determined.

The benefits of the alternative subcontractors are determined by AHP. Table 1 is showing the criteria and alternative subcontractors. Data about each alternative subcontractors are obtained and presented in Table 1.

Table 1. Alternative subcontractors and evaluation criteria

	Subcontractor (A)	Subcontractor (B)	Subcontractor (C)	Subcontractor (D)	Subcontractor (E)
Experience (Similar work)	6 years experience Two similar	8 years experience One similar	5 years experience Two similar	12 years experience Two similar	4 years experience
Financial stability	$5,000,000 assets	$7,000,000 assets	$10,000,000 assets	$9,000,000 assets	$2,000,000 assets
Quality of work	Good	Average	Good	Good	Bad
Staff	20 Engineers 60 Employees	15 Engineers 40 Employees	20 Engineers 50 Employees	12 Engineers 40 Employees	8 Engineers 25 Employees
Equipment	4 mixer machines 1 excavator 1 bulldozer	5 mixer machines 1 excavator 1 bulldozer	6 mixer machines 1 excavator 1 bulldozer	1 batching plant 2 concrete transferring 2 mixer machines	2 mixer machines
Current works load	1 big project ending 2 projects in mid (1 medium +1 small)	2 projects ending (1 big + 1 medium)	1 medium project started, 2 projects ending (1 big + 1 medium)	2 big projects ending, 1 medium project in mid	2 small projects started, 3 projects ending (2 small + 1 medium)

After applying the AHP method overall ranking for the subcontractors are presented in Table 2.

Table 2. Priority matrix for subcontractors

	Experience (0.3714)	Financial stability (0.2935)	Quality (0.1571)	Staff (0.0551)	Equipment (0.0381)	Current works load (0.0848)	Overall Eigen vector
Company (A)	0.0862	0.4248	0.2693	0.1512	0.0845	0.1437	0.2227
Company (B)	0.2492	0.0885	0.0739	0.2732	0.2641	0.5369	0.2008
Company (C)	0.1521	0.1781	0.4615	0.4489	0.5561	0.1729	0.2418
Company (D)	0.4574	0.2682	0.1636	0.0813	0.0571	0.0843	0.2889
Company (E)	0.0551	0.0396	0.0317	0.0406	0.0336	0.062	0.0458

After crashing the activities B, C and F project completion costs are calculated and presented in Table 3. The costs are also normalized and presented in Table 3.

Table 3. Normalized total costs

Subcontractors	Completion time for project(weeks)	Total cost $ with delay penalties	Normalized costs
A	61	770,000	0.2059
B	63	765,000	0.2045
C	63	730,000	0.1951
D	67	735,000	0.1965
E	67	740,000	0.1979

In order to obtain the best subcontractor a benefit/cost ration is done. Table 4 is showing the benefit/cost ratio for the given 5 subcontractors. Subcontractor D is the best subcontractor after calculating the ratio.

Table 4. Benefit to cost ratios

Subcontractors	Normalized costs	Overall Eigen vector (benefit)	Benefit/ Costs
Subcontractor (A)	0.2059	0.2227	1.0816
Subcontractor (B)	0.2045	0.2008	0.9819
Subcontractor (C)	0.1951	0.2418	1.2394
Subcontractor (D)	0.1965	0.2889	1.4702
Subcontractor (E)	0.1979	0.0458	0.2314

4. CONCLUSION

In this paper a multi-attribute decision support system is proposed where activity normal and crash times/costs are evaluated along with the supplier ranking. AHP and project crashing techniques are combined in the proposed decision support system. Project managers are generally requested to finish their project in a scheduled time by reducing the total cost. However, in such cases only considering the total cost may result in some biased decisions. Therefore, both total cost of the projects and attributes of the subcontractors need to be assessed simultaneously before deciding about a supplier. As the case study illustrates Subcontractor C seems best with respect to total cost. However at the end of the analysis Subcontractor D is found as the best subcontractor.

REFERENCES

Bryson, N., 1996. Group decision-making and the analytic hierarchy process: Exploring the consensus-relevant information content. Computers & Operations Research 23 (1), 27-35.

Chen, S.-P. & Tsai, M.-J., 2011. Time–cost trade-off analysis of project networks in fuzzy environments. *European Journal of Operational Research*, 212(2), pp.386–397.

Golden, B., Wasil, E., Harker, P., 1989. The Analytic Hierarchy Process: Applications and Studies. Springer-Verlag, Berlin.

Krajewski, L.J., Ritzman, L.P. & Malhotra, M.K., 2013. *Operations Management* 10 th Edition.

Saaty, T.L., 1980. The Analytic Hierarchy Process. McGraw-Hill, New York.

Saaty, T.L., 1988. Decision Making for Leaders. RWS Publications, Pittsburgh, PA.

SAĞLIK KURUMLARINDA ETİK YÖNETİM ANLAYIŞI VE ESTETİK TIP MERKEZLERİNDEKİ STRATEJİK HEDEFLER

Gülay Tamer
İstanbul Gelişim Üniversitesi

ÖZET

Günümüzde sağlık yönetimi konusu gerek ülkemizde gerekse uluslararası çevrelerde son derece önemli bir çalışma alanı haline gelmiştir. Herhangi bir sanayi kuruluşunda alınan hatalı kararlar en fazla üretim düşüklüğü ya da maddi zarar ile sonuçlanırken, sağlık yönetiminde yapılan yanlışlar, insan hayat kalitesini düşürerek toplum refahının bozulması ile sonuçlanmaktadır. Sağlık hizmetlerinde yer alan kurumların yönetim felsefeleri sağlık sorunlarının çözümüne doğrudan etki etmekteler. Bu nedenle, toplumunun yaşam kalitesinin gelişmesinde önemli rol oynamaktadırlar. Bu çalışmada; Sağlık kuruluşlarında uygulanan etik yönetik anlayışının çalışanların performansına olan etlileri incelenerek sağlık kuruluşlarının en özel alanlarından biri olan estetik tıp kurumları incelenmiştir. Bu kurumlarda; kişilerin sosyal hayatını etkileyen dış görünümleriyle ilgi tedavi, bakım, estetik ve koruyucu tedavi uygulamaları bireylerin hizmetine sunulmaktadır. Estetik Tıp kurumlarında uygulanan tedavi uygulamalarının sıklığı ve çeşitliliği ülkelerin gelişmişlik düzeyine, sosyo-kültürel seviyeye kişlerin ekonomik gelirlerine, cinsiyet, yaş aralığına, medeni durumlarına ve merkezlerin yapısal donanımlarına göre değişiklik göstermektedir. Sağlık kurumlarında beklentilerin üzerinde hizmetler sunabilmek için doğru müşteri profilinin belirlenebilmesi, sektörünün içinde bulunduğu koşullar değerlendirilerek hizmet kalitesinin artırılması gerekmektedir. Bu çalışma, Medical Estetik merkezlerinin kendilerini iş odaklı olarak yenileyerek büyümeleri ve sonuç olarak sektörel inovasyon sağlanabilmeleri için rehber olması hedefi ile hazırlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sağlık, Etik, Yönetim

PERCEPTION OF ETHICAL MANAGEMENT IN HEALTHCARE INSTITUTIONS AND STRATEGIC GOALS FOR AESTHETIC MEDICAL

ABSTRACT

Today, health management has become an extremely important business area both in national and international arena. Incorrectdecisions made in an industrial enterprise would cost decreased productivity or bottom line loss in worst case scenario, where the consequence of mistakes in health management is deterioration of social welfare by lowering quality of human life. Management philosophy of healthcareinstitutions has a directimpactonsolution of health issues. Therefore, their approach of management plays an important role in development of quality of lifeof the society. Ethical management perception of managers who are involved in different management levels of healthcare organizations, expanding resources depending on the level of development of countries; has a crucial effect on

submission of information to necessary resources properly and sufficiently, besides the employee performance. In this study; AestheticMedical Centers, one of the most exclusive areas among healthcare institutions, have been evaluated in the context of management ethics applied in healthcare institutions. In theseinstitutions; individuals get therapy, care services, aesthetic and preventive treatments related to their physical appearance to improve their social lives. The frequency and variety of the applied treatments in aesthetic medical center sdepend onthe level of development of the country, sociocultural evolution of the society, individual's economic welfare, sex, agerange, marital status, besides equipment and systems used in these centers. In orderto provide service over expectations in healthcare institutions, it is crucial to determine the correct customer profile and to increase the service quality by evaluating the current conditions of the sector. This study is preparedtobe a guidetoenable aesthetic medical centers to grow and renew themselves through business-oriented approaches, and consequently, to create sectoral innovation.
Keywords: Health, Ethic, Management

1.GİRİŞ

Sağlık hizmetleri sunan kuruluşların etik yönetim anlayışına göre yönetilmeleri ve sunulan hizmetlerin daha fazla sayıda bireye götürülebilmesi için, doğru teşhis, doğru tedavi, modern ekipmanlar, temiz hijyenik koşullar, bireylerin alım gücüne uygun fiyat politikası var olan sorunların çözümlenmesi ve iyi bir ekip çalışması büyük önem arz etmektedir. Sağlık hizmetlerin türü ve gelişimi bireylerin talepleri, kurumsallaşma, kültür, ekonomik özellikler gibi pek çok etken tarafından belirlenmekte ve hizmet kalitesinin yüksekliği ve güler yüzlü hizmet anlayışı çok önemlidir.((Seçim, 1996) Sağlık hizmetinde yer alan kurumlar yaşam kalitesi ile doğrudan ilişkili olması nedeniyle ve birçok sağlık sorunlarının tedavisine yönelik çok çeşitlilikler gösterir. (Hayran, 1997) Ülkelerin gelişmişlik düzeyine bağlı olarak önemli oranlarda ve giderek artan miktarlarda kaynak tüketimi yapan sağlık örgütlerinin yönetiminde farklı düzeylerde rol alan yöneticilerin etik kurallar doğrultusunda hizmet odaklı olmaları çalışanların performansı üzerinde, Personelin bilgi, beceri ve yetenek alanlarına göre hizmet planlanması kurum kültüründe ve kurumun başarısında ve mutlu hasta profilinde çok büyük öneme sahiptir.

2. ETİK YÖNETİM ANLAYIŞI

Yönetimde etik anlayışı; doğru, iyi ve uygun olarak tanımlanan ilkeleri ifade eder. Bireyler için etik konusu kişisel çabalarının doğrultusunda neyin doğru neyin yanlış olduğu konularının üzerinde etkili olduğu kadar en temel özellik olarak değerleri sınıflandırarak "Ne yapmalıyım?" sorusunu cevaplamaya çalışırken kullanılan yöntemlerin biçimidir. Etik ilkeleri ile ilgili araştırmalar Yunanlılar tarafından yapılmış "ethikos" doğru sosyal davranış olarak ifade edilirken "ethos" ise karakter olarak ifade edilmektedir. Aristo etik çalışmaların başlamasında çok önemli bir öneme sahip olup fikir babası olarak kabul edilmektedir.(Banyard,Flanagan,2005) Yönetimde Etik Anlayışı; tüm standartların ötesinde görülmektedir ve etik, doğru olanı yapmak gerektiği veya yapılması beklendiği için yapmak değil doğru olduğuna inandığı fikri benimsendiği için bazen çok zor durumlar olsa bile doğru kararların alınmasına olanak sağlayan bir yönetim şeklidir . Kuruluşların yönetim birimlerinde etik anlayışı büyük öneme sahiptir. Etiğin olmadığı yerde davranışlar ve ilişkiler çok sıradan olup bir amaca hizmet etmez. Örgütsel amaçlara hizmet etmek için çaba sarf etmek ve strateji belirlemek gereklidir. Kuruluşların yönetiminde izlenecek bir yol olmayınca, sayısız amaçlar arasında bir seçim yapmak imkansız olacaktır. Etiğin standartla belirlenmesi oldukça zordur ve başarılı olmak adına hedeflerimize ulaşamayabiliriz Rasyonel etik standartlarının ele alındığı ölçüde, en önemli değerlerimizi gerçekleştirmek için amaç ve eylemlerimizi doğru bir şekilde organize edebilme yeteneğine sahip olmayı gerektirmektedir. Etikte yönetimde meydana gelen herhangi bir hata başarma çabalarımıza zarar vererek hedeflenen başarıya ulaşmamızı önemli ölçüde engeller.(Driver,(2007) Etik konusuyla ilgili olarak eğitim alınmasının, yöneticilerin kendilerini sıkça içinde buldukları ve her ne kadar yasal olsa bile zaman zaman etik olmayan menfaat çatışması veya benzeri gibi belirsiz kaos durumlarında da doğru seçimi yapmalarına destek sağlamaktadır. Bu gibi durumlar artık oldukça yaygın olmakla beraber kurumlarda hizmet talep edem müşterilerin birçoğu, etik davranışın bir karakter özelliği olduğunu düşünüyorlar. Ayrıca, kuvvetli bir etik davranış biçimi bir yönetimin başarısı için çok değerli bir özellik taşımaktadır.

Etik yönetim anlayışına göre hizmet veren işletmeler müşterilerinin güvenini, saygısını ve sadakatini çok daha çabuk kazanarak müşteriler için ilave hizmet talebi ve değerli referans fırsatı sağlamaktadır. Etik yönetim anlayışı her kuruluş için büyük bir öneme sahiptir fakat bu durum sağlık kuruluşlarının yönetimde ve bir bütün olarak tüm sağlık sektörünün başarıya ulaşmasındaki ana etmendir. Sağlık işletmelerinin yönetiminde etik unsuru, duygusal anlamda da doğru ve isabetli kararlar almak için bize önemli bilgiler sağlar. Etik ilkeler doğrultusunda hizmet veren kuruluşlar yanlış bir durumla karşılaştıklarında hatalı durumlara meydan vermemek için hemen telafi yoluna giderek problemin her iki taraf için olumlu sonuçlanmasına olanak sağlar ve etik herkes için her alanda geçerlidir.(Mintz,2000)Etik,

ilkeleri kültürel olarak kabul edilmiş normları izlemez. Bazı kültürler oldukça etik bir hale gelebildiği gibi, diğerleri yozlaşarak bazı etik tabanlı sorunlara duyarsız kalabilirler. Etik, bir bilim değildir. Sosyal ve doğal bilimler daha iyi etik kararlar almamızda bize önemli bilgiler sağlayabilirler. Ancak, bilim tek başına bize ne yapmamız gerektiğini söylemez. Bilim insanların davranışları hakkında bize açıklamada bulunabilir, fakat etik insanların nasıl davranmaları gerektiği yönünde nedenler sunar. Ayrıca, bir şeyin yalnızca bilimsel veya teknolojik bakımdan mümkün olması, o şeyin yapılmasının etik olduğu anlamına gelmez.

3.ETİK YÖNETİM ANLAYIŞININ ÇALIŞANLARIN PERFORMANSINA ETKİLERİ

İş etiği konusunu işletmeler açısından ele alındığında, çalışanların hangi durumlarda doğru ya da yanlış davranışlarda bulunacağının tanımlanması bakımından önemlidir. Çalışma ortamında güvenilir ve sağlıklı koşullar oluşturmak işletmenin iş etiği ilkelerini destekleyebileceği gibi çalışanların işletmeye güvenlerini ve bağlılıklarını arttırabilecektir. Yöneticinin çevrede olan, birçok değişiklikleri zamanında görüp, hızlı bir şekilde işletmelerin amaçlarına en uygun bir şekilde ulaştıracak ve çevre ile uyumlaştıracak bir beyin görevini yürütür. Yöneticilerin organizasyonu yönetmede başarılı olabilmeleri için bazı becerilere sahip olması ve ve onları sürekli geliştirmesi gerekir. Yönetici, kendi ticari çıkarlarını korurken çevrede kendinden sorumlu vatandaşların da sorumluluğunu bilir (Birsel, 2007). Diğer bireylerin haklarını ihlal etmeden, kurumsal beklentilerini, karşılayarak uygun bir davranış sergilerler. Sorun ancak ve sadece toplumlar arasında uluslararası yönetim kanunları, gümrük, değerler ve beklentiler farklı olmasıdır.

Günümüzünde; Yöneticilerin yeniliklere açık olması, çalışanların performansının desteklenmesi, teşvik edilmesi, ödüllendirilmesi işletme amaçlarının gerçekleştirilebilmesi açışından önemlidir. Örgütsel performans, temel ekonomik araçlara ulaşma düzeyinin yanı sıra, işletmenin değişen çevre koşullarına uygun becerisinin göstergesi ve rekabetteki varlığının sürdürülebilirliğinde yenilik başarı olarak tanımlanmıştır. Sağlık hizmetlerinin yönetiminde de bireylere, toplumlara ya da kurumlara, sağlık ve tıbbi bakım ile iyi bir ortamda yaşamalarını sağlamak için, birlikte hizmet verdiği personeli, yapılacak işleri ve kullanılacak kaynakları ihtiyaçlar ve talepler doğrultusunda, planlamak, örgütlemek, yönlendirmek, denetlemek ve koordine etmek Etik Yönetim çok önemlidir. Sağlık alanında yaşanılan baş döndürücü değişme ve gelişmeler, kullanılan teknoloji ve tedavi yöntemlerindeki modern ekipmanlar, çok farklı sayıda ve ileri uzmanlığa sahip personelin bir arada çalışması, toplumun ihtiyaç beklentilerindeki yükselen trend, ülke kaynaklarının sınırlılığına rağmen sağlık sektöründe kullanılan kaynakların giderek artması bu sektördeki kaynakların minimum maliyet ve maksimum nicelikte üretilmesini sağlayacak belirli profesyonellerce yönetilmesini zorunlu hale getirmektedir.. (Engiz, 1998) Çünkü sağlık kurumları yukarıda belirtildiği üzere büyük miktarda kaynakların tüketildiği ancak tüketilen bu kaynaklarında giderek toplum tarafından sorgulandığı bir dönemde yaşamaktayız. Bu profesyonellerin yetiştirilmesinin ana yollarından birisi lisans ve lisansüstü formal eğitimlerle bir diğeri de belirli aralıklarla yapılacak kurs, seminer, kongrevb eğitimler olabilmektedir

3.1.SEKTÖREL ANALİZ/ESTETİK TIP SEKTÖRÜ NASIL BİR SEKTÖRDÜR?

Estetik tıp merkezlerinden tedavi ve bakım uygulamaları talep eden kişiler kendisi için gerekli olan tedavi seçeneğini tam olarak bilemediği için istismara açıktır. Kişilerin sağlığının korunması merkezdeki medikal estetik hekiminin görevidir. Bu görevin en iyi şekilde yerine getirilebilmesi, klinik görevlilerinin, bireyin sağlığını ön planda tutmalarıyla mümkündür. Hizmet alma amacıyla gelen kişilerin kendisine uygulanan, tedaviyi kontrol etme olanağı olmadığından tedavi hizmetlerinin gözetimi ve denetimi, tıbbi hizmetlerin organizasyonunda önem kazanan hususlar olmaktadır. Özellikle estetik tıp merkezlerinde yapılan klinik araştırmalar, hizmet alan kişi açısından risk unsuru taşıdığından, bu gözetim ve denetim konusu daha da önemli hale gelmektedir. Medikal & Estetik uygulamaların yapıldığı bu merkezlerde; plastik cerrah, dermatolog, medikal estetik hekimi, hemşire, beslenme uzmanı, estetiysen gibi konuların da uzman olan kişiler tarafından hizmet verilmelidir. (Gürgen, 1997)

Estetik ve güzellik merkezlerinde, kişinin görüntüsüyle ilgili deformasyonları gidermek amacıyla bazı estetik operasyonlar, cilt problemlerini çözme, (kırışıklık, Akne, leke, sarkma) kilo kontrolü (kilo verdirmek, kilo alma, hamile, çocuk, sporcu beslenmesi), cilt yenileme, anti-aging-bakımlar vb tedaviler uygulanmaktadır.

3.3. ESTETİK TIP SEKTÖRÜNDE HEDEF KİTLE

Yirmi sene önce sadece kadınların ihtiyaç hissettiği düşünülmekte; ya da görsel mesleği olanların, maddi gücü olan kişilerin sahip olabileceği uygulamalar olarak düşünülmekte iken; Günümüz de artık cinsiyet farkı gözetmeden kişiler bu tür koruyucu bakımlara ihtiyaç duymaktadırlar Medikal estetik kliniklerine gelen kişilerin beklentilerini aşağıdaki gibi sıralayabiliriz .Dünyanın herhangi bir yerinde gerçekleştirilen bilimsel estetik faaliyetlerinden haberdar olmak, estetik ve güzellik hizmetlerine imkanları ölçüsünde sahip olmak ve fiziki görünüşlerini daha iyi hale getirmek, görünümlerini koruyarak, sosyal çevrelerine karşı daha dinç , daha bakımlı ve prezantasyonu yüksek görüntü sergilemek sağlıklı ve güzel bir görüntü ile iş hayatında ve içinde bulundukları sosyal ortamlarda kendilerini huzurlu ve rahat hissederek özenilen bir görüntü sergilemek ,her daim genç ve enerjik görünüşüyle yıllara meydan okuma arzusu ,medyada gördüğü veya beğendiği kişilere benzeme arzusu, arkadaşım, yakınlarım veya ,tanıdığım kişiler estetik tedavi ve bakımlarına gidiyor bazı uygulamalar yaptırıyor, ben neden yaptırmayayım.? v.b ..nedenler sıralanabilir.

3.4. ESTETİK TIP MERKEZLERİNDEKİ STRATEJİK HEDEFLER

Estetik ve güzellik sektöründe hizmet veren kuruluşlar; Estetik Cerrahi hastaneleri, Medikal estetik poliklinikleri, Muayenehane hizmeti veren plastik cerrahlar, Dermatologlar Estetik Tıp Hekimleri, Güzellik salonlarındaki uygulamalar, kozmetik bazı çalışmalar, yapan kozmotoloklar, Kuaför salonları, Natural ürün hazırlayan aktarlar, medya kanalı ile yapılan bazı kozmetik ürün satışı yapan kampanya şirketleri v.b iş kolları estetik ve güzellik hizmetlerinde alternatif teşkil etmektedirler. (Özgen, 1993)

Estetik & Güzellik sektöründeki stratejik hedefleri özetleyecek olursak: sürekli büyümeyi sağlamak ve sektörün önde gelen firmalar arasında yer almak, Doğru ve karlı alanlara yatırım yapılması ve bu alanlarda etkinliğin artırılmasını sağlamak, Yüksek standartlarda hizmet kalitesinin artırılmasını sağlamak, Kaliteden ödün vermeksizin müşteri memnuniyetinde yüksek performans sağlayarak sağlık, merkezlerimizin karlılığını artırmak hedeflenmiştir.

4. KİŞİSEL YORUM

Estetik Tıp kliniklerine tedavi-bakım hizmeti almak için gelen bireylere daha iyi kalitede hizmet sunabilmek için neler yapılabilir ve mutlu müşteri (hasta profili) sorusuna cevap aramak ve merkezlerden hangi yaş, eğitim, sosyal durum ve gelir düzeylerinde hangi tür hizmetlere daha fazla gereksinim duyulduğunu ve genel olarak bu tür merkezlerden tedavi hizmeti alan kişilerin beklentilerini öğrenmek amacıyla bir takım çalışmalar yapılmalıdır. Müşteri sürekliliği sağlamak için uygulama öncesi ve sonrası sıkı takip etmek, yenilikler hakkında bilgilendirme ve kişiye özel hizmet kalitesi sağlamak, medikal estetik merkezlerinden hizmet alan müşteri profiline göre hangi tedavi uygulamalarının daha sık talep edildiği durumları belirlemek,uygulama çeşitliliğini belirlemek,yapılan hizmetlere ilave olarak yeni uygulamaları hizmete sunmak, fazla talep görmeyen işlemleri uygulamadan çıkarabilmek, mevcut durum analizi yapmayı, hem de geleceğe yönelik planlama yapmayı hedeflemek, aynı işkolundaki çerçeveyi netleştirme, ilgili piyasadaki dinamikleri ve iş görme koşullarını daha net olarak tanımak, hedef kitleyi netleştirerek etkinliği ve verimliliği arttırmak, bu sektördeki rakiplere yol göstermek ve sektörel inovasyon sağlamak v.b çalışmalar zorunlu hale gelmiştir.

5. SONUÇ VE BEKLENTİLER

Estetik Tıp merkezlerinden hizmet alan 600 bireye uygulanan analiz sonuçları değerlendirildiğinde merkezlerin verdiği tüm hizmetler içinde cinsiyet yaş ve medeni durumdan etkilenen hizmetler: Kırışıklık, tedavileri cilt problemleri, anti-anti-aging, lazer, estetik ameliyatlar, saç-makyaj hizmetleridir Kadınlar daha yüksek oranda tedavi ve bakım hizmetleri tercih etmektedir. Erkekler tedavi ve bakım uygulatma oranların da son 10 yılda %30 artış gözlemlenmiştir. Yaşa göre yapılan karşılaştırmada ameliyat ve medikal işlemlerden hizmet alanların büyük kısmı 40-60 yaş aralığındadır. Medeni durum açısından ise hizmet alanlar büyük oranda bekar müşterilerden oluşmaktadır büyük öneme sahiptir. Zira gelir arttıkça büyük artış olduğu gözlemlenmiştir. Özetle estetik tıp merkezlerinin en önemli müşteri kitlesi kadın, bekar, 40-60 yaş, eğitim ve gelir düzeyi yüksek bireylerden oluşmaktadır.

KAYNAKÇA

Ak B. Akar Ç. Karaca H. (1988), "Hastane İdaresi Ve Organizasyonu", H.Ü. SİYO Yayınları, Ankara,
Ak, Bilal (1990), "Sağlık Bilimlerinde Yönetim", Yeni Asya Yayınları, İstanbul
Aupha (1996-1998), "Health Services Administration Education: Directory of Programs", 10th Edition,
Baykal, B., "Motivasyon Kavramına Genel Bir Bakış", İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Yayını, No. 2524, 1978, İstanbul.
Banyard,P.Flanagan,C.Ethical İssues and guidelines in psychology.Londan:Routledge.2005
Caldwell C. (1998), "Sağlık Kuruluşlarında Stratejik Yönetim", (Çev. Osman Akınhay), Sistem Yayıncılık No: 184, İstanbul
Driver,J(2007).The Fundamenttals.Oxford,UK:Blackwell Publishing
Engiz O. (1998), "Sağlık İşletmeleri İçin Yeni İnsangücü Tipi, Toplam Kalite Yöneticisi. Modern Hastane Yönetimi" Cilt: 2, Sayı: 5, Haziran-Temmuz, İstanbul,
Erdoğan İ., "İşletmelerde Davranış", Beta Basım Yayım Dağıtım, 1994, İstanbul. Eren, E., "İşletme Örgütleri Açısından Yönetim Psikolojisi", 1979, İstanbul
Hayran O.(1997), "Stratejik Yönetim Hastane Yöneticiliği (Ed: Hayran O., Sur H.), Nobel Tıp Kitabevi, İstanbul,
Hayran O.Sur H. (1998), "Sağlık Hizmetlerinin Özel ve Kamusal Yönü Hastane Yöneticiliği", Nobel Kitabevi, İstanbul.
Kavuncubaşı Ş. (2000), "Hastane ve Sağlık Kurumları Yönetimi", Siyasal Kitabevi, Ankara,
Kavuncubaşı Ş. Ersoy K. (1998), "Sağlık İşletmelerinde İnsan Kaynakları Yönetimi",Modern Hastane Yönetimi, C.2, S.8, Kasım, İstanbul
Keenan, K., "Yöneticinin Klavuzu: Motivasyon", Çev: Ergin Koparan, Remzi Kitabevi, 1996, İstanbul
Lewıs G. (1976), "How to Handle Your Own Public Relations", Nelson – Hall inc. Publıshers, Chigaco.
L. Rosenbaum, B., "Yönetici İçin Küçük Motivasyon Modelleri", Çev: Serdar Özgerçin, 1993, Ankara.McGregor DT. (1960), "The Human Side of Enterprise", McGraw Hill, New York,
Tokat M. Seçim H. (1996), "Sağlık Ekonomisi", Anadolu Üniversitesi, AÖF Yayını, No:403, Eskişehir,
Nusret F. (1983), "Halk Sağlığına Giriş", Hacettepe Üniversitesi, DSÖ. Hizmet Araştırma ve Araştırıcı Yetiştirme Merkezi Yayın No: 2, Ankara
Özgen H. (1993), "Hastane Hizmetlerinin Kalite Yönetimi ve Kalite Güvencesi Standartlarına Göre Örgütlenmesi" TSE Sağlık Hizmetleri Kalite Paneli, Adana.
Özgen, H. Öztürk A. (1992), "Türkiye'deki Devlet Hastanelerinin Yönetim ve Organizasyon Yapısını Verimlilik Açısından İnceleyen Bir Araştırma", Sosyal Siyaset Dergisi Yıl: 1, Sayı: 8 İstanbul,
Özkul A. E. (1994), "Sağlık Sistemleri Planlama ve Kontrolü", A.Ü. Yayın No: 819: ARakich JS, (1992), "Longest BB Jr, Darr K. Managing Health Services Organizations", 3rd ed. Health Professions Press,
Baltimore ,Sabuncuoğlu, Z. " Personel Yönetimi Politika ve Yönetsel Teknikler", Ezgi Kitabevi, 1997, Bursa.
Schwartz W. (1999), "Hastalıksız Bir Yaşam" (Çev. Neşe Nur Domaniç), Soy Yayınları, Ankara,
Sözen C. Özdevecioğlu M. (2002), "Sağlık Hizmetlerinde Ve İşletmelerinde Yönetim", Nobel Yayın Dağıtım, Ankara
Mıntz,S. Cases in Accounting Ethics and Professionalism: Ethics and Professionalism Mc Graw- Hill,New York,s.139
Şahin Ü. (1998)"Hastane İşletmeciliğinde Eczane Hizmetlerinin Önemi", Medikal Teknik, İstanbul,
Tokat, M. (1995), "Türkiye'de Sağlık Sektörünün Finansmanı", Sağlık Bakanlığı Yayınları, Ankara,
Tunca, Y. (1964), "Sağlık Çalışmalarında 40 Yıl, 1922-1962", SSYB Yayın No: 303, Ankara,
Ünal G. (1987), "Sağlık Hizmetlerinde Denetim", SSYB. Sağlık Eğitimi Genel Müdürlüğü, Çağ Matbaası, Ankara, (www.sağlık.gov.tr/1.337/Yönetmelikler)

BİR ÜRETİM İŞLETMESİNDE HÜCRESEL ÜRETİM VE FONKSİYONEL YERLEŞİM DÜZENLEMELERİNİN ANALİZİ

Mustafa Egemen Taner
Pamukkale Üniversitesi

Mehmet Ulaş Koyuncuoğlu
Pamukkale Üniversitesi

Yusuf Yılmaz
Pamukkale Üniversitesi

ÖZET

Bu çalışmada, çeşitli üretim teknikleri kullanarak talaşlı imalat yapan bir işletmede üretim hattının fonksiyonel yerleşime ve hücresel üretim sistemine göre düzenlenmesi simülasyon ile analiz edilmiştir. Bu kapsamda öncelikle, beklemelerin neden olduğu kuyruk zamanlarını, makine kullanım oranlarını ve üretim çıktı miktarlarını incelemek amacıyla işletmenin mevcut durumu analiz edilmiştir. Daha sonra önerilen ve yapılan iyileştirme çalışmalarıyla işletmenin hücresel üretim sistemi yerleşimine göre yeniden düzenlenmesi modellenmiştir. Mevcut durum (fonksiyonel yerleşim) ile önerilen durum (hücresel yerleşim) arasındaki farklar kıyaslanarak elde edilen sonuçlar analiz edilmiş ve geliştirilen modelin mevcut durumdan daha iyi olduğu istatistiksel olarak kanıtlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Fonksiyonel yerleşim, hücresel üretim sistemi, simülasyon.

ABSTRACT

In this study, functional layout type which is the most used system within types of layout and cellular manufacturing system whose importance improve from day by day are compared with a simple application. During the comparison of these two different systems, simulation is used and evaluation is done according to the results of simulation. While the evaluation, quantity of production, queue length, waiting time, meeting of demand, utilization rate of machines and delivery periods are used as performance criterions. Before the comparison of functional layout type and cellular manufacturing system, traditional layout setting systems are analyzed in terms of their characteristics, benefits and disadvantages and cellular manufacturing concept is explained with its detail.

Keywords: Functional layout, cellular manufacturing system, simulation.

1. GİRİŞ

Günümüz piyasa koşullarında işletmeler, rekabet avantajlarını ellerinde tutabilmek için bir takım artı özelliklere sahip olmalıdır. Söz edilen rekabet avantajını sağlamak 1970'li yıllarda ürünlerin maliyeti ile 1980'lerde ise kalite ile mümkündü. Ancak günümüz koşullarında, söz konusu rekabet avantajı her iki şartı birlikte sağlayan düşük maliyetli kaliteli ürün üretimi ile mümkün olabilmektedir. Söz edilen düşük maliyetli kaliteli ürünleri üretebilmek ise üretim işletmelerinin içsel mekanizmalarını geliştirmeleri ve ekipman, yerleşim, metot gibi bir takım üretim elemanlarını yeniden düzenlemeleri ile mümkün olmaktadır.

Her bir işletme, kendi özellikleri ve üretim şekli doğrultusunda bir yerleşim düzenlemesi benimsemelidir. Çünkü her işletme için farklı bir yerleşim tipi uygun olabilir. Örneğin; ürünlerin standart olmadığı ve sipariş esasına göre üretim yapan bir işletme için işlevsel (fonksiyonel) yerleşim tipi uygun iken, az sayıda ürün türünden büyük hacimler ile üretim yapan bir işletme için ürüne göre yerleşim tipi daha uygun olacaktır.

Söz edilen durumlar ve koşullar dikkate alınarak hazırlanan bu çalışmada, geleneksel yerleşim düzenlemeleri ile önemi günden güne artan Hücresel Üretim Sistemi incelenmektedir. Geleneksel yerleşim düzenlemelerine ait özelliklerin açıklanmasının ardından yaygın olarak kullanılan Fonksiyonel Yerleşim ile Hücresel Üretim Sisteminin karşılaştırılması yapılmaktadır.

Karşılaştırma sırasında ABC üretim işletmesi örnek olarak alınmakta ve fonksiyonel yerleşime sahip olan mevcut durumu, simülasyon yöntemiyle analiz edilmektedir. Simülasyon sonuçlarının değerlendirilmesi ile birlikte ABC işletmesindeki üretim problemlerinin sayısal göstergeleri elde edilmiş ve söz konusu problemlerin çözümüne yönelik öneriler geliştirilmiştir.

Uygulama dahilinde hücre oluşturma yöntemlerinden ROC2 Algoritması kullanılarak hücreler oluşturulmuştur. Ardından üretim sisteminin, çekme sistemi ile kontrol edilmesi ve bu doğrultuda kanban sisteminin kurulması uygun bulunmuştur. Kanban kartları ile sistemin kontrol edilebilir bir şekilde işlemesini sağlamak amaçlanmaktadır.

Çalışmanın ikinci bölümünde, üretim sistemleri yerleşim düzenlemesine değinilerek hücresel üretim düzenlemesi özetlenmiştir. Üçüncü bölümde uygulama çalışması detaylı olarak aktarılmış ve dördüncü bölümde çalışma sonuçlandırılmıştır.

2. ÜRETİM SİSTEMLERİ YERLEŞİM DÜZENLEMESİ

Üretim araçlarının, yardımcı tesislerin, iş istasyonları ile taşıma, depolama, kalite kontrolü gibi üretim ile ilgili faaliyetlerin fiziksel konumları açısından bir bütün olarak ele alınmasına ve koordine edilmesi Üretim Sistemleri Yerleşimi olarak adlandırılmaktadır (Demir ve Gümüşoğlu, 2003).

Üretim Sistemleri Yerleşimi çalışmalarının genel amacı, işletme içerisinde yer alan ve üretim fonksiyonlarında kullanılan canlı ve cansız tüm varlıkların hareket miktarlarını minimize etmektir. Hatalı yapılan bir fabrika yerleşimi, başta sabit tesis maliyetleri olmak üzere, birçok maliyetin artmasına sebep olmaktadır. Maliyet artışlarının yanı sıra diğer alanlarda da olumsuz etkileri görülmektedir; enerji kaybı, yüksek fire oranı, gecikmeler, kontrol ve yönetim güçlüğü, üretim kapasitesinden yararlanma oranının düşüklüğü gibi...

Tesis Yerleşimi olarak da adlandırılan Üretim Sistemleri Yerleşimi genel anlamda iki ayrı şekilde uygulanabilmektedir. Bunlardan ilki yeni kurulan bir işletmeye ait tesis yerleşimi çalışmalarını kapsarken, ikincisi ise mevcut yerleşim düzeninin değiştirilmesi isteğinden doğan çalışmaları kapsamaktadır. Bununla birlikte, bazı durumlarda üretim aşamasına geçildikten sonra yapılan yerleşim düzeni çalışmalarının daha yüksek maliyetli olduğu da unutulmamalıdır. Ayrıca, ilk yerleşim düzeni ne kadar iyi olursa olsun, üretim tipinden ya da ürün çeşitliliğinden kaynaklanan değişikler sonucunda ikinci bir yerleşim düzenlemesi çalışması kaçınılmaz olmaktadır.

Bir işletmede ; malzeme, parça ve yarı mamullerin gereksiz yerlerde yığılması, iş akışının, işçinin ve malzemenin kontrolünde etkisiz kalınması, işçilerin normal iş yükünü kaldıramaması, bedensel veya zihinsel yorgunluk şikâyetleri, üretim periyodunun uzaması, siparişlerin tesliminde gecikmeler, kalifiye işçilerin gereksiz taşıma işlerini yapması ve boş beklemesi ve iş akışında tıkanma, gecikme, parça bekleme, tezgâhların boş durması veya aşırı yüklenmesi sorunları ile sık sık karşılaşılması gibi problemler söz konusu ise mevcut yerleşim düzenindeki aksaklık ve yetersizliklerin bulunduğunu söylemek mümkündür.

Literatürde geleneksel anlamda dört ana yerleşim düzenleme sistemi bulunmaktadır. Bunlar; *Sürece Göre* ya da *İşlevsel (Fonksiyonel) Yerleşim Düzeni*, *Ürüne Göre Yerleşim Düzeni*, *Sabit Pozisyonlu Yerleşim Düzeni*, *Hücresel Üretim Düzenlemesi*'dir. Her sistem kendine özgü özelliklere ve çıktı oranı ile ürün hattı genişliğine bağlı olan bir üretim biçimine sahiptir (Kobu, 2006). Her sistemin belirli üretim tipi ile bağlantısının olmasına rağmen hiçbir sistem tek başına tüm bir endüstriyi temsil edemez. Bu nedenle de her sistem özelliklerine ve üretimin doğasına bağlı olarak incelenmektedir.

Günümüze kadar endüstrilerde iki tür düzenin karışımı olan bir yerleşim düzenlemesi yoğunlukta idi. Fakat son yıllarda ürün tasarımı, süreç tasarımı, program tasarımı ve düzen tasarımı gibi sorunların birlikte incelendiği bir üretim sistemi olan Hücresel Üretim kavramı işletmelerde kabul görmüştür. Buna bağlı olarak da Hücresel Üretim Düzenlemesi ön plana çıkmıştır.

2.1. Hücresel Üretim Düzenlemesi

En gelişmiş üretim tiplerinden biri olan Hücresel Üretim, benzer imalat karakteristiklerine sahip olan ürünlerin bir araya getirilip ürün ailesi oluşturmaları ve bu ürün ailelerinin, yine benzer bir sistem ile oluşturulan makine gruplarından oluşan hücre adı verilen alanlarda üretilmesi esasına dayanır. Hücre içerisindeki tüm birimler hücreye giren tüm parçaları kendi kendine yeter bir düzeyde üretmek üzere organize edilmiştir (Baskak ve Tanyaş, 2003).

Hücresel Üretim, parçaları tasarım veya üretim benzerliklerine göre gruplandırılmasını yapar ve söz konusu parça ailesinin üretimi için gerekli makineleri belirleyerek hücreleri oluşturur. Fonksiyonel yerleşim sistemi, hücresel üretim sistemine dönüştürülürken, üretim sisteminin ve buna bağlı tüm fonksiyonların da yeniden düzenlenmesi gerekmektedir.

Hücresel Üretim felsefesinin özünde, tekrarlanan işlerdeki benzerliklerin 3 yolla bir araya toplanması yer alır (Babalı, 2007):

1. Benzer faaliyetleri bir araya toplayarak yapmak, böylece bağımsız faaliyetler arasındaki geçişlerde oluşan zaman kaybının önlenmesi,
2. Birbirleriyle yakın ilişkili faaliyetlerin standartlaştırılması, böylece sadece belirli farklılıklar üzerinde dikkatleri yoğunlaştırarak gereksiz tekrarların önlenmesi,
3. Tekrarlanan problemlere ilişkin bilgilerin verimli bir şekilde toplanıp depolanması, böylece bilgi arama zamanının azaltılması ve aynı problemin tekrar çözülmesi zahmetinden kaçınılması.

3. UYGULAMA

Çalışma kapsamında, fonksiyonel yerleşim tipi esaslı bir üretim sistemi analiz edilmiş ve hücresel üretim sistemi önerileri geliştirilmiştir. Bu amaçla, ABC işletmesi incelenmiş ve fonksiyonel olan mevcut yerleşimi ele alınıp üretim faktörleri açısından değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmenin ardından hücresel üretim sistemi önerileri geliştirilmiş ve önerilen sistem aynı şekilde üretim faktörleri açısından ele alınıp değerlendirilmiştir.

Analiz çalışmalarında mevcut durum ve önerilen hücresel üretim sistemi Arena 14.0 yazılımı kullanılarak simüle edilmiş ve sonuçları analiz edilmiştir.

Değerlendirme sırasında sistem çıktısı adedi, makine kullanım oranları, makine önlerinde oluşan kuyrukta oluşan toplam bekleme süresi, makine önlerinde bekleyen parça sayısı, parçaların toplam bekleme süreleri, toplam taşıma süreleri, proses içi stok (WIP) miktarları ve ürünlerin çevrim zamanı performans ölçütleri olarak belirlenmiştir.

3.1. Firma Tanımı

Ele alınan işletme, üretim sektörünün talaşlı imalat alanında faaliyet göstermekte ve A, B, C ve D olmak üzere dört farklı nihai ürünün üretimini gerçekleştirmektedir. İşletmenin toplam yıllık üretim kapasitesi yaklaşık 300.000 adettir. İşletme, nihai ürünlerin üretiminde kullanılan alt parçaların üretimini de kendisi gerçekleştirmektedir. Söz konusu alt parçalar; a1, a2, a3, a4, b1, b2, b3, b4, c1, c2, c3, d3 ve d4 olmak üzere 13 ayrı tiptedir.

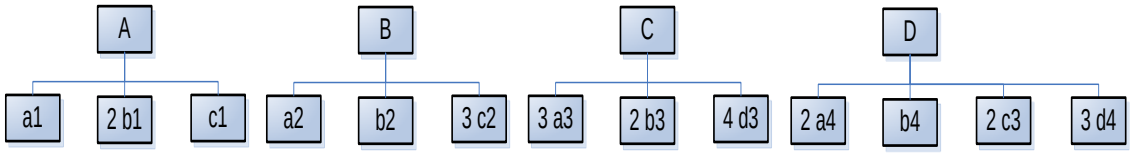
3.2. Problemin Tanımı

Günümüz rekabet koşullarında işletmelerin ayakta kalabilmeleri bazı üretim kalemlerinin ne kadar güçlü olduğuna bağlıdır. Söz edilen üretim kalemlerinin gücü de bir bakıma, yerleşim özelliklerine ve üretim şekillerine dayanmaktadır.

Klasik yerleşim tiplerine sahip olan işletmelerin, düzensizlik, makine kullanım oranlarında düşüklük, ürün ya da parça taşıma mesafe ve sürelerinin uzunluğu, üretim kontrol zorluğu, parçaların işlem öncesi ve sonrası bekleme sürelerinden kaynaklı temin sürelerinin yüksekliği gibi problemleri mevcuttur. Bu durumdan yola çıkılarak yapılan bu çalışma kapsamında ele alınan ABC işletmesinin de fonksiyonel yerleşim tipine sahip olmasından kaynaklı benzer problemleri vardır. Fonksiyonel yerleşimin en önemli sorunlarından olan yürüme mesafelerinin uzunluğu ve buna bağlı olarak oluşan yüksek taşıma süreleri ürün temin süresinin artmasına yol açarken, düzensiz yerleşim sonucu üretim sistemin kontrolü zorlaşmaktadır. ABC işletmesine ait bir diğer önemli sorun ise, işletmede mevcut olan itme sisteminin yol açtığı WIP fazlalığıdır.

3.3. Mevcut Durum Analizi

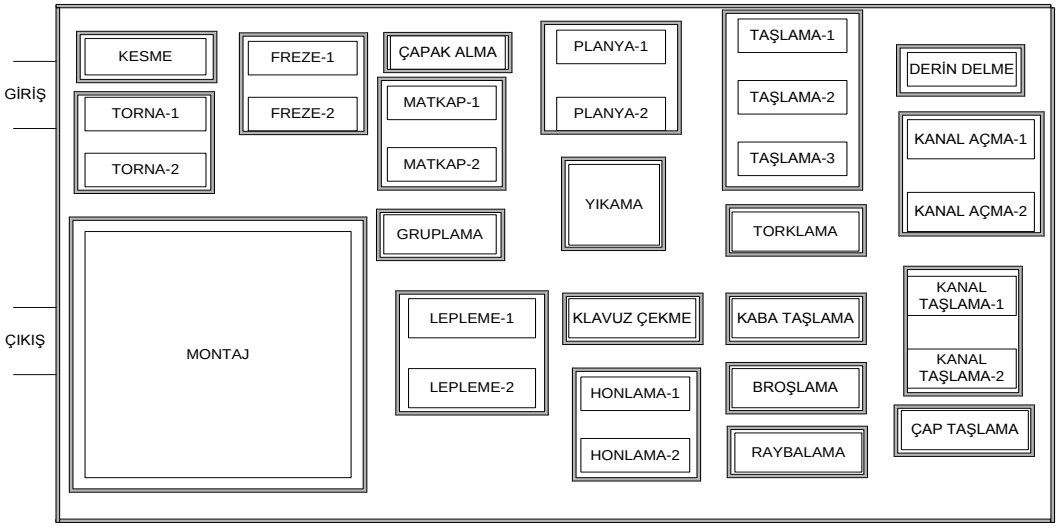
ABC işletmesinde üretilen A, B, C ve D ürünlerine ait ürün ağaçları Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Ürün Ağacı

Şekil 1'de de görüldüğü gibi A nihai ürünü; a1, b1 ve c1 alt parçalarından, B nihai ürünü; a2, b2 ve c2 alt parçalarından, C nihai ürünü a3, b3 ve d3 alt parçalarından ve D nihai ürünü a4, b4,c3 ve d4 alt parçalarından oluşmaktadır.

ABC işletmesinin ele alınan üretim alanı toplam 300 m^2'dir. Fonksiyonel olarak yerleştirilen alanda, montaj alanı da dâhil olmak üzere 21 farklı fonksiyonel birim bulunmakta ve 21 fonksiyonel birime ait toplam 30 makine yer almaktadır. İşletmenin üretim alanına ait yerleşimi Şekil 2'de sunulmuştur.



Şekil 2. Üretim Alanı Yerleşimi

Parçalara ve alt parçalara ait rota, hazırlık süresi, işlem süresi, talep ve yerleşim bilgileri çalışma kapsamında belirlenmiştir.

Mevcut duruma dair verilerin belirlenmesinin ardından sistem verileri simülasyona uygun hale getirilmiştir. Simülasyon programına veri girişi sırasında tüm verilerin normal dağılıma sahip olduğu ve standart sapmalarının verilerin gerçek değerlerinin %10'una eşit olduğu kabul edilmiştir. Simülasyon ortamında işletme 1 ay süre ile günde 12 saat olmak üzere, toplam 240 saat ve sistem çıktılarının analizinin daha anlamlı olabilmesi için 5 tekrarlı olarak çalıştırılmıştır.

Simülasyon sonuçları incelendiğinde;

- ABC işletmesi, mevcut durumda karşılaması gereken ürün taleplerini rahatlık ile karşılayabilmektedir,
- Üretim alanındaki makinelerin çoğu, birden fazla alt parçanın üretiminde kullanılmaktadır,
- Makine kullanım oranları yüksektir. Bu durum makinelerin etkin kullanıldığını gösterirken diğer yandan da, makinelerin boş kalmadıklarını yani makine önlerinde kuyruk oluşumunun olduğunun göstergesi olabilir ki bu durum tüm sonuçlar bir arada değerlendirildiğinde açıkça görülmektedir,
- Makine önlerinde kuyruk oluşumları yoğun bir şekilde gözlenmektedir,
- Fonksiyonel yerleşimin bir sonucu olarak üretim alanının ve üretim sisteminin kontrolü zordur,
- Alt parçaların sistem içerisinde bekleme süreleri oldukça yüksektir. Söz konusu bekleme süreleri ürün çevrim zamanının yarısından fazladır ki bu durum işletme için oldukça kötü bir durumdur,
- Prosesler arasında, makinelerin önünde, kuyrukta bekleyen parça sayısı fazladır ve bu, WIP miktarının artmasına sebep olmaktadır. Bilindiği gibi, WIP miktarı işletmeler için en son istenen şeylerden biridir.

- ABC işletmesinin fonksiyonel yerleşime sahip olması sebebi ile alt parçaların taşınma sürelerinin yüksek olması beklenmektedir. Fakat işletmenin üretim alanının dar olması ve fonksiyonel birimler arasındaki mesafelerin çok olmaması sebebi ile parçaların taşınma süreleri beklenen değerlerin altında ve kabul edilebilir değerler içerisindedir.

Mevcut durum analizinde çıkan sonuçlar ayrıntılı bir şekilde incelendiğinde, mevcut duruma ait sorunlara yönelik çözümlerin Hücresel Üretim Sistemi ile sağlanabileceği açık bir şekilde görülmektedir. İşletmeye Hücresel Üretim Sisteminin kurulması durumunda üretim sistemine ait birçok problemin çözülebileceği öngörülmüştür.

İşletmenin üretim sistemi incelendiğinde, Hücresel Üretim Sisteminin kurulması için gerekli ortamın var olduğu da görülmektedir. Bu durumlardan bazıları şu şekildedir;

- Birden fazla alt parçanın rotası birbiri ile çok benzeşmektedir. İşlem gördükleri makineler birbiri ile aynıdır.
- Ortak olarak kullanılan makinelerin bazıları 1'den fazla sayıda mevcuttur.
- Beklemeler ve yığılmalar çok fazla olduğundan çekme sisteminin kurulması uygundur.

Hücresel Üretim Sisteminin kurulmasına karar verildikten sonra, sistemin kurulabilmesi için bir takım ön çalışmaların yapılması gerekmektedir. Bu çalışmalar, ürün gruplarının ve makine gruplarının oluşturulması, hücrelerin oluşturulması ve makine ihtiyacının belirlenmesidir.

3.4. Önerilen Durum

Hücresel Üretim Uygulamalarına başlarken birinci adım, ürün ve makine gruplarının oluşturulmasıdır. Grupların belirlenmesi ile ortak işlemlere ve benzer üretim sürecine sahip olan ürünler bir arada toplanırken, söz edilen ürünlerin üretimlerinde kullanılan makineler de bir arada toplanır.

Gruplama işlemi için birçok yöntem bulunmaktadır. ABC işletmesinde yapılan uygulama için, bu yöntemlerin içerisinden ROC2 algoritması ile gruplama tekniği seçilmiştir.

ROC2 algoritmasının sonucunda 4 farklı ürün ve makine grubu oluşmuştur. Aynı zamanda bu demek oluyor ki, üretim alanında 4 farklı hücre oluşacaktır. a1, a2, a3 ve a4 alt parçaları bir grupta, c1, c2 ve c3 alt parçaları bir grupta, b1, b2, b3 ve b4 alt parçaları bir grupta ve d3, d4 alt parçaları ayrı bir grupta yer almaktadır.

Mevcut durumdaki makine adetleri ile olması gereken durumdaki makine adetlerinin karşılaştırılması ile ABC işletmesinin yeni makine alımına ihtiyaç duyup duymadığı belirlenebilir. Eğer olması gereken ile mevcut durumda var olan makine adetleri birbirleri ile uyumlu ise, farklı hücreler tarafından kullanılan makinelerin hücreler arasında ortak olarak kullanılması uygun olacaktır. Farklı çıkmaları durumunda ise yeni makine alımı öngörülecektir.

ROC2 algoritması ile belirlenen hücreler oluşturulurken, birden fazla hücrenin gereksinim duyduğu makinelerin hücrelere dağıtımı sırasında, makinelerin kullanıldıkları hücreler tarafından ortak kullanılması uygun görülmüştür. Makinelerin hangi hücreye dahil edileceğinin kararı ise, makinelerin daha yoğun olarak kullanıldıkları hücrelerde yer alması gerektiği düşüncesi ile verilmiştir. Sonuç olarak; Freze H2, Planya H1, Kanal Taşlama ise H4 tarafından daha fazla kullanılmaktadır. Bu sonuçlara göre Freze H1'e, Planya H2'ye, Kanal Taşlama ise H4'e dahil edilecektir. Şekil 3'te ABC işletmesinin üretim alanının hücresel üretime geçildikten sonraki yeni yerleşim düzenini göstermektedir.

Hücresel üretim sisteminin kurulmasının ardından, sistem içerisindeki parça beklemelerini ve WIP miktarını azaltmak amacı ile bir çekme sisteminin kurulması düşünülmüştür. Bu amaçla en uygun yer olarak montaj hattı önü ve giriş alanı düşünülmüş ve çekme esaslı süpermarket sistemi montaj hattı önüne ve giriş alanına kurulmuştur.

Süpermarket sistemi ve çekme sistemi, beraberinde kanban sistemini de gerektirmektedir. Süpermarketten kaç ürün ya da parça çekileceği ve sistem içerisinde en fazla kaç parçanın aynı anda işlem görebileceği, kanban kontrolünde sağlanmaktadır. Kanban sisteminin kurulmasına karar verilmesinin ardından, her bir ürünün üretimi için kaç adet kanban kartına ihtiyaç duyulduğunun hesaplanması gerekmektedir. Kanban çevrim süresi, ürünlere ait alt parçaların işlem süresi dikkate alınarak yaklaşık bir değer olarak hesaplanmış ve her parça için ortalama değerler bulunmuştur. Hesaplama sırasında kullanılan veriler iki ayrı gruba ayrılmıştır ve gruplara ait zaman dağılımları şu şekilde belirlenmiştir. İlk grup, ürünlerin alt parçalarına ait işlem süreleri olarak belirlenirken, ikinci grup ise kanban kartlarına ait taşıma ve bekleme süreleri olarak belirlenmiştir. İkinci gruba ait değerler belirlenirken, bu sürelerin alt parçaların işlem süreleri kadar olduğu varsayımı kullanılmıştır.

Mevcut durumun analizi sonucu ortaya çıkan eksik yönleri kapatmak için geliştirilen Hücresel Üretim Sisteminin işletmeye uygunluğu da yine simülasyon ile test edilmiştir. Değişiklik göstermeyen veriler mevcut durumdan alınarak, değişiklik gösteren veriler ise gerekli hesaplamalar yapılarak programa girilmiş ve program yine 5 tekrarlı olmak üzere 20 gün günde 12 saat çalıştırılmıştır.

Şekil 3. Hücresel Üretim Sistemine Göre Yerleşim Düzeni

Simülasyon sonuçları incelendiğinde;

- Hücresel üretim sisteminin kurulması ile birlikte, fonksiyonel yerleşimin en büyük sorunlarında biri olan işlemler öncesi parça beklemeleri azalmıştır,
- Mevcut durum ile önerilen durum arasında önemli bir diğer fark, WIP miktarlarıdır. Hücresel üretime geçiş ile birlikte WIP miktarında büyük azalma gerçekleşmiştir. Sisteme parça girişinin kontrol edilmesi ile birlikte sistem içerisinde dolaşan parça sayısı azalmış ve böylece de WIP miktarı büyük ölçüde azalmıştır.
- Makine kullanım oranlarında, talepte herhangi bir değişim olmadığından bir değişim beklenmemekte idi ve bu beklentiyi doğrulayan bir şekilde makinelerin kullanım oranlarında çok ciddi bir azalma meydana gelmemiştir.
- Hücresel üretimin avantajlarından biride taşıma sürelerini azaltmasıdır. Fakat ABC işletmesi için mevcut durum ve önerilen durum arasında taşıma sürelerinde dikkate alınır bir azalma yoktur. Bunun sebebi ABC işletmesinin üretim alanının darlığı ve mevcut yerleşim düzeninde de makine aralarının fazla olmamasıdır.
- Hücresel üretim sisteminin kurulması ile birlikte değişmesi beklenen bir diğer parametre de ürünlere ait temin süreleridir. Parçaların işlem öncesi bekleme süreleri azalmış, ancak buna karşılık olarak sisteme giriş alanındaki süpermarkette bekleme süreleri oluşmuştur. Söz konusu bu süreler birbirini dengelenmiş ve nihai ürünlerin çevrim zamanında herhangi bir azalma görülmemiştir.

4. SONUÇ

Uygulama sonuçları değerlendirildiğinde Hücresel Üretim Sisteminin işletme için olumlu sonuçlar verdiği ve mevcut durumda var olan birçok problemin çözüldüğü görülmektedir. ABC işletmesi için Hücresel Üretim Sisteminin olumlu sonuçlar vermesi, her işletme için Hücresel Üretim Sisteminin en iyi yerleşim ve üretim tipi olduğu anlamına gelmemektedir. Her işletmenin kendi yapısına ve üretim özelliklerine en uygun yerleşim tipini seçmesi gereklidir. Bunun için de işletme, kendini çok iyi analiz etmeli ve yapısal özelliklerini iyi tanımalıdır.

KAYNAKLAR

Babalı, E. 2007, “Grup Teknolojisinde Parça Ailesi ve İmalat Hücresi Oluşturma”
Baskak, M. ve Tanyaş, M. (2003), Üretim Planlama ve Kontrol, İrfan Yayıncılık
Demir, H. ve Gümüşoğlu Ş. (2003), Üretim Yönetimi (İşletme Yönetimi), Beta Basım Yayım
Kobu, B. (2006), Üretim Yönetimi, Beta Basım Yayım

A LITERATURE REVIEW ON PRODUCTION SCHEDULING WITH THE DRUM-BUFFER-ROPE TECHNIQUE

Halit Alper Tayalı
Istanbul University

ABSTRACT

Minimizing production cost is a key element of the industry. To use resources efficiently, various concepts of operations management have been developed since the Industrial Revolution such as just in time, total quality control or lean manufacturing. Manufacturing shops –classified broadly as job, batch or flow shop according to process type, standardization level or quantity of production– continue to evolve by applying these various improvement approaches. Synchronous manufacturing and theory of constraints attempt to improve production processes by analyzing operational measures. They emphasize the importance of work in process levels and amend to have short term planning processes organized in accordance with the system constraints. This review tries to highlight the important connections between the drum-buffer-rope scheduling, single piece flow and operations-finance interface.
Keywords: Drum-buffer-rope, production scheduling, theory of constraints

ÜRETİM ÇİZELGELEMEDE DAVUL-TAMPO-İP YÖNTEMİ ÜZERİNE BİR LİTERATÜR İNCELEMESİ

ÖZET

Endüstride üretim maliyetlerinin minimizasyonu önemli bir yer tutmaktadır. Sanayi Devriminden günümüze dek, kaynakların etkin kullanımı için tam zamanında üretim, toplam kalite kontrolü veya yalın üretim gibi çeşitli üretim yönetimi teknikleri geliştirilmiştir. Üretim süreçlerine göre iş, parti veya akış tipi olarak sınıflandırılabilen atölyeler, bu farklı süreç iyileştirme yaklaşımlarını kullanarak evrilmeye devam etmektedir. Üretim süreçlerini operasyonel ölçütler ile inceleyerek geliştirmeye yönelik bir yaklaşım sunan senkronize üretim ve kısıtlar teorisi, ara stok seviyelerinin önemini vurgularken sistem kısıtları ile uyumlu, ve kısa vadeli planlama süreçlerinin gerekliliğine işaret etmektedir. Bu çalışmada senkronize üretim ve kısıtlar teorisinin çizelgeleme uygulaması olan davul-tampon-ip yöntemine ilişkin bir literatür incelemesi sunulmaktadır. Literatür incelemesi sonuçları davul-tampon-ip yöntemi ve parça akışı arasındaki ilişkiye işaret etmektedir.
Anahtar sözcükler: Davul-tampon-ip, kısıtlar teorisi, üretim çizelgeleme

1. INTRODUCTION

Manufacturing shops can be classified broadly as job, batch or flow shop -according to process type, standardization level or production volume (Kasapoğlu and Tayalı, 2012). To use resources efficiently within a production system, various concepts of operations management have been developed since the Industrial Revolution. There are several continuous improvement techniques that are applicable in the fields of operational research and operations management; such as, just in time (JIT), total quality control and etc. Nave provides a comparison of six-sigma, lean thinking and the theory of constraints; with respect to the theory behind these programs, their application guidelines along with their assumptions and their primary and secondary effects on production systems (Nave, 2002).

Industrial companies continue to evolve by applying these mainstream continuous improvement programs, yet there is no consensus on the best approach since each technique focuses on different performance measures. For instance, six-sigma based applications focus on reducing process variation while lean production techniques prioritize the elimination of waste in the supply chain to improve the value flow (Womack and Jones, 1998; Nave, 2002). A tailor-made approach that combines different aspects of several process improvement concepts is also viable. Even so, a systematic analysis is required before deciding on and applying the proper concept to meet a shop's progress requirements (Ouenniche, 2011).

2. DRUM BUFFER ROPE

The theory of constraints is developed by Eliyahu Goldratt (Goldratt, 1980; Balderstone and Mabin, 1998). He developed a software that combined mathematical programming and simulation to create a schedule for his friend's chicken coop business. Goldratt first simplified the number of variables in the numerically complex scheduling problem. Having realized that most production systems are naturally unbalanced, instead of balancing the whole system capacity, he chose to balance the workflow within the system (Russell and Taylor, 2011).

A resource in a production system serving at a lower rate than demand is called a bottleneck and dealing with the bottlenecks is the crucial part of the theory of constraints (Chase et al., 2001). Bottlenecks are often encountered in production systems and Goldratt observed the fact that the flow through the production system can be controlled by identifying the bottleneck and nonbottleneck resources. He concentrated on scheduling production at the bottleneck resource initially, then scheduled the nonbottleneck resources to support the bottleneck activities and synchronized the production in the end. Therefore, some companies have called this scheduling approach as synchronous manufacturing. Theory of constraints aim for the whole production system to work in harmony by controlling the work in process levels and constraints in a continuous manner (Birgün et al., 2011; Yüksel, 2011). The total system performance can be monitored easily once the system is synchronized -instead of monitoring only localized measures, such as labor or machine utilization (Chase et al., 2001).

Goldratt's intuitive and innovative approach have been implemented by many manufacturing and production companies. Note that many scheduling software companies in the market use Goldratt's idea of scheduling the bottleneck first and then feeding the schedule with nonbottleneck operations (Russell and Taylor, 2011). Goldratt introduced the drum-buffer-rope (DBR) concept to maintain the synchronization along the production resources. (Chase et al., 2001; Heizer and Render, 2008; Russell and Taylor, 2011; Krajewski et al., 2013; Srinivasan, 2016).

Drum is the production rate that matches supply with demand. The bottleneck of the production system is the drum that sets the beat and the pace of the production for the whole system.

Buffer is the inventory, generally in terms of time, placed right before the bottleneck. Buffers make sure that the bottlenecks have always work to do. Buffers also prevent early output flows from going right into the bottleneck to be processed so that the bottleneck is also protected from disruption. Buffers can be placed in front of other capacity constrained resources to make sure that these resources are not starved to work. It is important to note that more than one buffer can be placed before capacity constrained resources, such as assembly or shipping buffers right before assembly and shipping workstations, respectively (Srinivasan, 2016).

Rope, similar to a Kanban, is the mechanism that communicates the beginning of production signal to system resources. The rope mechanism ties the material release schedule to the drum and informs all system resources about the ongoing production schedule as well as the actions that should be taken with regards to changes in the system. In other words, the rope provides the synchronization that is necessary to pull the outputs through the system. DBR scheduling technique, as a whole, helps to release work orders to the production system at the pace set by the bottleneck. It does not focus solely on the efficiency of a single resource but rather monitors the whole system performance. According to Goldratt, production

time lost at a bottleneck, reduces the system output whereas the same production time lost at a noncapacity constrained resource may not affect the system output. Therefore, nonproductive time at the bottlenecks (e. g. setup times) should be minimized and automation efforts should be focused on the bottleneck processes (Russell and Taylor, 2011). Bottlenecks are considered to be the optimal spots for controlling the cost and the production flow. As a result, they are valuable for the system and thus they should not be starved, meaning that they should be in production all throughout the schedule (Srinivasan, 2016). The procedure for DBR scheduling that includes forward and backward scheduling is as follows (Russell and Taylor, 2011):

1. Identify the product structure diagram with machine setup and processing times
2. Identify the bottleneck or the capacity constrained resources
3. Schedule the bottleneck first
4. Forward schedule the bottleneck machine
5. Backward schedule the other machines to sustain the bottleneck schedule

Gardiner et al. claim that this DBR scheduling approach has changed production management and related research (e. g. buffer management) (Gardiner et al., 1993).

3. LITERATURE REVIEW

To improve production processes by analyzing operational measures, scheduling activities should follow systematic and short term planning processes organized in accordance with system constraints. Scheduling with DBR aims for reduced cycle times; balances work in process inventory levels and offers decreased costs. This section presents a brief literature review of the operations management and operational research literature on DBR, the scheduling application of synchronous manufacturing and the theory of constraints. The studies are summarized under two headings that have been vital to the DBR scheduling method.

3. 1. Relation to Operations-Finance Interface

Goldratt identifies the aim of a firm as making profit. Processes and their operational performance measures along with their financials are nested within the theory of constraints and DBR scheduling. Therefore, as the research from the DBR scheduling extends naturally to operational and financial measures, a discussion on the operations-finance interface is inevitable.

Return on invested capital (ROIC) is detailed in Cachon and Terwiesch's book, where a whole chapter is dedicated on the operations of a company and its financial performance. Identical to Goldratt's approach, Cachon and Terwiesch state that operational variables are the key drivers of a company's financial performance, and to increase the economic value of a company, a detailed analysis of operations -where the value creation takes place- must be done (Cachon and Terwiesch, 2009).

Wu et al. use simulation in a furniture manufacturing company to compare the effectiveness of DBR by makespan (Wu et al., 1994). Guide investigates the performance of the DBR scheduling algorithm combined with a number of priority dispatching rules in a remanufacturing facility via a simulation model (Guide, 1997). Corbett and Csillag executed a research with seven companies that implemented DBR. Authors provide an analysis on the effects of DBR scheduling (Corbett and Csillag, 2001). Atwater and Chakravorty present experiment results of a simulation model that studies the performance of a DBR scheduling system under varying utilization levels (Atwater and Chakravorty, 2002). Steele et al. present pioneering results -in favor of DBR- of a real-world setting to evaluate key differences and convergence points between materials requirement planning (MRP) and DBR scheduling techniques (Steele et al., 2005). Ünal et al. examine an application of the theory of constraints in a manufacturing company. This work reveals the effect of removing the capacity constraint on profitability along with operational improvements in work in process levels (Ünal et al., 2005). Wu et al. examine the significance and the relationship between scheduling, executing and control phases of DBR scheduling with a simulation model (Wu et al., 2010). Altun and Göleç compare the operational performance measures of push, pull and synchronous production systems by examining the work in process and inventory levels along with the system's output rate and flow time. By using simulation modeling, authors suggest that pull systems of Kanban and CONWIP along with synchronous manufacturing perform better that push systems (Altun and Göleç, 2016).

3. 2. Numerical Examples and Applications

Goldratt makes a clear distinction between process and transfer batches. The items that are processed are called process batches and the items that are transported between workstations are called transfer batches. As expected the lot sizes of these batches have an impact in the schedule. The fact that, in an ideal production setting, items should be transferred in lot sizes of one, is also proposed by lean thinking and single piece flow. DBR, also, supports the idea of continuous process improvement and flow in a

manufacturing shop, similar to the case as in single piece flow: Using reduced transfer batches validate the implementation of a continuous single piece flow, identical to the guiding principle behind lean philosophy (Womack and Jones, 1998). Findings of this hypothesis and research to be executed in a job shop environment should be expected to prove the theory behind lean thinking which states that by maintaining a single piece flow within the production system, production costs would eventually decrease.

Chase et al. examine the effects of changing the process batch sizes on production lead time for a job order, where they also compare the scheduling systems of synchronous manufacturing to those of and JIT (Chase et al., 2001). Numerical DBR scheduling examples with different lot sizes and setup times are provided in Russell and Taylor along with the steps of DBR scheduling algorithm (Russell and Taylor, 2011).

Schragenheim and Ronen introduce DBR and its complicated mechanics with numerical examples (Schragenheim and Ronen, 1990). Guide and Ghiselli state that little had been written about the implementation of synchronous manufacturing. They describe the process of implementing DBR at Alameda Naval Aviation Depots' engine division (Guide and Ghiselli, 1995). Guide states that DBR can be used to schedule only the bottleneck to reduce the amount of needed data. Benchmarking results from a simulation model of DBR scheduling at a repair depot is also provided (Guide, 1996). Ye and Han describe a model in which reliability analysis is used to determine the buffer sizes in a DBR-controller production system and present a numerical example to illustrate the model (Ye and Han, 2008). Şakar and Ayanoğlu apply the theory of constraints and DBR scheduling method for a cargo company to meet additional demand at peak periods (Şakar and Ayanoğlu, 2015). Krajewski et al. provide a summary of the results obtained after implementing DBR scheduling method at the U.S. Marine Corps Maintenance Center. After implementing the theory of constraints policy, the average repair times decreased from 167 days to 58 days; work-in-process levels were tremendously reduced; the repair costs decreased by 25%; the repair capacity increased from 10 units of military trucks per month to 23 units per month (Krajewski et al., 2013).

There are various modified scheduling methods based on DBR, such as simplified-DBR (Schragenheim and Dettmer, 2000; Lee et al., 2010). Cao et al. have designed a scheduling method based on DBR and demonstrated its effectiveness at a semiconductor manufacturing system (Cao et al., 2011). Zhang and Du propose an improved DBR scheduling method based on discrete system simulation modeling that identifies bottleneck resources and determines the buffer (Zhang and Du, 2015). Srinivasan provides various DBR scheduling models along with numerical examples (Srinivasan, 2016).

4. CONCLUSION

DBR has been proposed as a line balancing and cost saving scheduling algorithm in the era of learning machines, earlier in the late 20th century. It is pointed out in the related DBR literature with numerical examples that -in an ideal production setting- the moving items should be transferred in relatively small lot sizes. This demonstrates that the structure of the DBR scheduling method resembles the set of techniques used in lean production. Consequently, theoretical and applied future research directions should focus on the philosophy of the single piece flow, the common ground beneath lean production and the theory of constraints. Micro-policy changes within a production system can yield substantial results. Future research directions for DBR scheduling should also include buffer management concepts, such as determining the varying optimal quantities and duration of required buffer inventories. Research for practical implementation of DBR scheduling within industrial production systems are also applicable. These efforts should concentrate on merging inventory and buffer management issues with the operations-finance interface.

REFERENCES

Altun, K.; Göleç, A, “A comparative simulation study of production control systems”, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Vol. 27, No. 2, 2016.

Atwater, J. B.; Chakravorty, S. S., “A Study of the Utilization of Capacity Constrained Resources in Drum-Buffer-Rope Systems”, Production and Operations Management, Vol. 11, No. 2, 2002, pp. 259-273.

Balderstone, S. J.; Mabin, V. J., “A Review of Goldratt’s Theory of Constraints (TOC)–lessons from the international literature”, In Annual Conference of the Operational Research Society of New Zealand, 1998.

Birgün, S.; Öztepe, T.; Şimşit, Z. T, “Bir Çağrı Merkezinde Müşteri Şikayetlerinin Düşünce Süreçleri İle Değerlendirilmesi”, XI. Üretim Araştırmaları Sempozyumu, 23-24 June 2011.

Cachon, G.; Terwiesch, C., "Matching supply with demand: An introduction to operations management", McGraw-Hill, 2009.

Cao, Z.; Peng, Y.; Wang, Y., "A drum-buffer-rope based scheduling method for semiconductor manufacturing system", In IEEE Conference, Automation Science and Engineering (CASE), 2011, pp. 120-125.

Chase, R., B.; Nicholas J. A.; Robert J., "Operations Management for Competitive Advantage", US, Irwin/McGraw-Hill, 2001.

Corbett, T.; Csillag, J. M., "Analysis of the effects of seven drum-buffer-rope implementations", Production and Inventory Management Journal, Vol. 42, No. 3, 2001, p. 17.

Gardiner, S. C.; Blackstone, J. H.; Gardiner, L. R., "Drum-buffer-rope and buffer management: Impact on production management study and practices", International Journal of Operations & Production Management, Vol. 13, No. 6, 1993, pp. 68-78.

Goldratt, E., "Optimized production timetable: A revolutionary program for industry", In APICS 23rd Annual Conference Proceedings, 1980.

Guide, V., D., R., "Scheduling using drum-buffer-rope in a remanufacturing environment", International Journal of Production Research, Vol. 34, No. 4, 1996, pp. 1081-1091.

Guide, V., D., R., "Scheduling with priority dispatching rules and drum-buffer-rope in a recoverable manufacturing system", International Journal of Production Economics, Vol. 53, No. 1, 1997, pp. 101-116.

Guide, V., D., R.; Ghiselli, G. A., "Implementation of drum-buffer-rope at a military rework depot engine works", Production and Inventory Management Journal, Vol. 36, No. 3, 1995, p. 79.

Heizer, J.; Render, B., "Operations Management", 9. ed., USA, Prentice Hall, 2008.

Kasapoğlu, A., Ö.; Tayalı, H., A., "Transformation of job shop to flow shop in an era of global crises", Proceedings of the 10th International Logistics & Supply Chain Congress, Istanbul, 2012.

Krajewski, L., J.; Manoj, K., M.; Larry, P., R., "Operations Management: Processes and Supply Chains – Üretim Yönetimi: Süreçler ve Tedarik Zincirleri", Ed. Birgün, S., Nobel Yayınevi, Ankara, 2013.

Lee, J. H.; Chang, J. G.; Tsai, C. H.; Li, R. K, "Research on enhancement of TOC Simplified Drum-Buffer-Rope system using novel generic procedures", Expert Systems with Applications, Vol. 37, No. 5, 2010, pp. 3747-3754.

Nave, D., "How to compare six sigma, lean and the theory of constraints", Quality Progress, Vol. 35, No. 3, 2002, pp. 73-78.

Ouenniche, J., Unpublished lecture notes for the lecture titled "Design & Operational Management of Supply Chains of Products & Services", ESC Rennes, France, 2011.

Russell, R., S.; Taylor, B., W., "Operations Management, Creating Value Along the Supply Chain", John Wiley & Sons, 2011.

Schragenheim, E.; Ronen, B, "Drum-buffer-rope shop floor control", Production and Inventory Management Journal, Vol. 31, No. 3, 1990, pp. 18-22.

Schragenheim, E.; Dettmer, H. W., "Simplified Drum-Buffer-Rope A Whole System Approach to High Velocity Manufacturing", 2000, Goal Systems International.

Srinivasan, G., "Manufacturing Systems Management'", http://nptel.ac.in/courses/110106044/36, online access, Mar. 9, 2016.

Steele, D. C.; Philipoom, P. R.; Malhotra, M. K.; Fry, T. D. "Comparisons between drum-buffer-rope and material requirements planning: A case study", International Journal of Production Research, Vol. 43, No. 15, 2005, pp. 3181-3208.

Şakar, M.; Ayanoğlu, M, "Bir Kargo Firmasının Ek Taleplerinin Karşılanması için Kısıtlar Kuramı Yaklaşımı Uygulaması", İşletme Bilimi Dergisi, Vol. 3, No. 2, 2015, pp. 19-38.

Ünal, E., N.; Tanış, N., V.; Küçüksavaş, N., "Kısıtlar Teorisi ve Bir Üretim İşletmesinde Uygulama", Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Vol. 14, No. 2, 2005, pp. 433-447.

Womack, J., P.; Jones, D., T., "Yalın düşünce", Çev. Aras, N., Sistem Yayıncılık, 1998.

Ye, T.; Han, W., "Determination of buffer sizes for drum–buffer–rope (DBR)-controlled production systems", International Journal of Production Research, Vol. 46, No. 10, 2008, pp. 2827-2844.

Yüksel, H., "Kısıtlar Teorisinin Düşünce Süreçleri Kullanılarak Bir Üretim İşletmesinin Etkinliğinin Artırılması", Journal of Yaşar University, Vol. 21, No. 6, 2011, pp. 3622-3632.

Wu, S. Y.; Morris, J. S.; Gordon, T. M, "A simulation analysis of the effectiveness of drum-buffer-rope scheduling in furniture manufacturing", Computers & Industrial Engineering, Vol. 26, No. 4, 1994, pp. 757-764.

Wu, H. H.; Chen, C. P.; Tsai, C. H.; Yang, C. J., "Simulation and scheduling implementation study of TFT-LCD Cell plants using Drum–Buffer–Rope system", Expert Systems with Applications, Vol. 37, No. 12, 2010, pp. 8127-8133.

Zhang, X. M.; Du, Y., L., "Research of Production Scheduling Based on Theory of Constraints" International Conference on Electrical, Automation and Mechanical Engineering, Atlantis Press, 2015.

TIBBİ KARAR SÜREÇLERİ İÇİN MARKOV MODELLER VE ÖĞRENME ALGORİTMALARI

Cem Tekin
Bilkent Üniversitesi

Nima Akhbarzadeh
Bilkent Üniversitesi

ÖZET

Bu bildiride tıbbi karar (tedavi) süreçlerinin Markov Karar Süreçleri (MKS) kullanılarak kişiselleştirilmesi ve hasta durum geçiş olasılıklarının bilinmediği durumlarda hastalar için optimal kişiselleştirilmiş tedavi süreçlerinin öğrenilmesi ele alınmıştır. Hasta tedavi süreci durum geçiş olasılıklarının hastanın kontekstine (cinsiyet, çevresel faktör, genetik faktör vb.) bağlı olduğu ve bilinmediği bir amaç odaklı, çıkmaz durumlu MKS olarak modellenmiştir. Geçmiş hastaların tedavi süreçlerinden elde edilen veriyi kullanarak, yeni hasta için kişiselleştirilmiş bir tedavi süreci öneren bir artımsal öğrenme algoritması geliştirilmiştir. *Kontekst-bazlı İyimser Değer Yinelemesi* (KİDY) olarak adlandırılan bu algoritma, yeni hastanın durum geçiş olasılıklarını kontekst kümesi bölüntülemesi ve belirsizlik altında optimistik yaklaşım prensiplerini kullanarak kestirmektedir. KİDY, literatürdeki çeşitli hastalık modelleri kullanılarak oluşturulmuş bir MKS üzerinde test edilmiştir. Sistemdeki hasta sayısı arttıkça KİDY'nin performansının (hasta sağkalım oranı) durum geçiş olasılıklarını bilen optimal kahin poliçeye yakınsadığı gözlemlenmiştir. Ayrıca, KİDY'nin kontekst bilgisi kullanmayan optimal poliçelerden daha iyi performans sergilediği gözlemlenmiştir.

Anahtar Sözcükler: Klinik Karar Destek Sistemleri, Markov Karar Süreçleri, Öğrenme Teorisi.

MARKOV MODELS AND LEARNING ALGORITHMS FOR CLINICAL DECISION MAKING PROCESSES

ABSTRACT

This paper investigates personalization of the clinical decision making (treatment) process using Markov Decision Processes (MDP), and learning of the optimal personalized treatment process when the patient health state transition probabilities are unknown. The treatment process is modeled as a goal-oriented MDP with dead-end states, in which the state transition probabilities are unknown and context (e.g., gender, environmental factors, genetic factors) dependent. An online learning algorithm, called *Contextual Optimistic Value Iteration* (COVI) that recommends personalized treatments to the new patient by using the data from the treatments of past patients is developed. COVI estimates the state transition probabilities of the new patient using context set partitioning and the principle of optimism in the face of uncertainty. COVI is tested on an MDP constructed using various disease models from the literature. The performance (patient survival rate) of COVI is shown to converge to the performance of the optimal oracle algorithm that knows the state transition probabilities, as the number of patients in the

system increases. Also, COVI is shown to achieve better performance than optimal policies that do not exploit the context information.
Keywords: Clinical Decision Support Systems, Markov Decision Processes, Learning Theory.

1. GİRİŞ

Yakın zamanda yapılan araştırmaların da gösterdiği gibi standart klinik prosedürün hastaya uygun olmadığı durumlarla sıklıkla karşılaşılabilir. Örneğin Amerika Birleşik Devletleri'nde yapılan bir araştırma çeşitli hastalıklar için tedavi kalite skorları belirlemiş ve incelenen hasta popülasyonundaki tedavi kalite skorlarının göğüs kanseri hastaları için tavsiye edilen skorun %75.7'si, diyabet hastaları için %45.4'ü, alkol bağımlılarını için ise %10.5'i olduğu bulunmuştur (McGlynn vd., 2003). Test ve tedavi yöntemlerinin çoğalması ve daha karmaşık hale gelmesi nedeniyle hastaları onlar için en uygun olan test ve tedavi yöntemleriyle eşleştirmek gün geçtikçe daha zor bir hal almaktadır. Neyse ki bilişim teknolojisindeki yeni ilerlemeler hastaya özel (kişisel) tanı koyan ve tedavi öneren yapay zeka uygulamalarının geliştirilebilmesine olanak sağlamaya başlamıştır (Patel vd., 2009).

Bu çalışmada hasta tedavi süreci bir *Bağlamsal Markov Karar Süreci* (BMKS) olarak modellenmiştir. BMKS, Amaç Odaklı ve Çıkmaz Durumlu Markov Karar Süreçleri'nin (Kolobov vd., 2012) bir genellemesidir. Bir BMKS'de hasta durumunun değişimi hastanın şu anki sağlık durumu ve uygulanan tedavi dışında kontekst olarak adlandırdığımız hastanın dışsal değişkenlerine (yaş, cinsiyet, hastalık geçmişi, kandaki madde seviyeleri vb.) de bağlıdır. BMKS modelinde *amaç* ve *çıkmaz* hasta durumları vardır. *Amaç* hasta durumu tedavinin başarılı olduğu durumu temsil ederken, *çıkmaz* hasta durumu tedavinin başarısız olduğu durumu temsil eder. Amaç ve çıkmaz durumlar soğurucu durumlardır. Hastanın ilk sağlık durumu amaç ve çıkmaz harici bir durumdur. Hedef, eylemleri optimal bir şekilde seçerek hastanın durumunun *amaç* duruma soğurulma olasılığının maksimize edilmesidir. Bu problem, literatürde MAXPROB olarak tanımlanmıştır ve durum geçiş olasılıkları bilindiği taktirde değer yinelemesinin bir çeşidi ile çözülmüştür (Kolobov vd., 2011). MAXPROB probleminden farklı olarak bu bildiride durum geçiş olasılıklarının önceden bilinmediği ve hastanın kontekstine bağlı olduğu varsayılmıştır. Bildirinin getirdiği yenilikler şöyle özetlenebilir:

- Hasta tedavi süreci bir BMKS olarak modellenmiştir.
- Durum geçiş olasılıklarını zaman içinde kestiren ve kestirilen değerleri kullanarak optimal eylemleri öğrenen bir algoritma geliştirilmiştir. Geliştirilen algoritma *Kontekst-bazlı İyimser Değer Yinelemesi* (KİDY) olarak adlandırılmıştır.
- Gerçek hastalık modelinden esinlenmiş bir simülatör kullanılarak KİDY'nin 5 yıllık sağkalım oranı üzerindeki etkisi farklı senaryolar için hesaplanmıştır.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, BMKS modelinin ve KİDY'nin Klinik Karar Destek Sistemleri (KKDS) içinde kullanılmasıyla, tedavi sürecinin başarısının arttırılabileceğini göstermektedir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Hasta tedavi sürecini MKS olarak modelleyen önemli araştırmalardan birinde bir akıl sağlığı uygulaması dikkate alınmıştır (Bennett ve Hauser, 2013). Hastanın durum geçiş matrisinin kestirimi algoritma çalıştırılmadan önce eldeki veri kullanılarak yapılmıştır. Kestirilmiş durum geçiş matrisi kullanılarak tedavi masraflarının minimize edilmesi enküçültme problemi olarak modellenmiş ve geriye doğru tümevarım ile çözülmüştür. Bu çalışmaya benzer olarak MKS'ler böbrek transplantasyonunun, rektal kanser hastalarının operasyon sonrası gözlem metotlarının ve karaciğer transplantasyonu zamanı kestiriminin modellenmesinde de kullanılmıştır (Sonnenberg ve Beck, 1993). Tedavi sürecindeki hasta durumlarının kısmi gözlemlenebilir olduğu uygulamalarda ise tedavi süreci *Kısmi Gözlemlenebilir* MKS (KG-MKS) olarak modellenmiştir. Buna örnek olarak bir anestezi ilacının dozu ile ilgili yapılan çalışma gösterilebilir (Hu vd., 1996). Yukarıdaki araştırmalarda kullanılan metotlar sistem modelini eğitim verisine göre oluştururlar ve karar mekanizmasını eğitim verisine göre sabitlerler. Bu bildiride sunulan yöntem ise bunların tam aksine tedavi sürecini bilinmeyen ve öğrenilmesi gereken bir problem olarak ele alır. Her hastanın tedavilere vereceği yanıt farklı olacağından, kişiselleştirilmiş optimal tedavi sürecinin öğrenilebilmesi için hastalar arasındaki benzerliklerin kullanılması gerekmektedir. Bu bildiride sunulan yöntem hastaları kontekstlerine göre gruplayarak, benzer hastalar için ortak bir şekilde öğrenebilmektedir. Bu sayede tedavi sürecinin performansı tedavi edilen hasta sayısı arttıkça iyileşmektedir.

3. PROBLEM TANIMI

BMKS Modelinin Tanımı: BMKS $< X, Z, D, G, S, A, P, T, s_0 >$ olarak tanımlanır. Kontekst kümesi X ile gösterilir.[6] Örneğin, göğüs kanseri için hasta konteksti cinsiyet, ırk, doğurganlık geçmişi, yaş, genetik faktörler gibi birleşenlerden oluşabilir. Z durum kümesidir. Çıkmaz durum kümesi D, amaç durum kümesi ise G ile gösterilir. D ve G'deki durumlar soğurucu durumlar, diğer bütün durumlar geçici durumlardır. Z'deki durumlar *hastalık aşaması* (HA) ve tedavi süresi ikililerinden oluşmaktadır. Hastalık aşaması kümesi $S := \{C, 1,2, \dots, W-1, W\}$ ile gösterilir. $C = 0$ en hafif aşamayı (örn. hastalığın semptomlarının ortadan kalktığı), W ise en ağır aşamayı göstermektedir (örn. ölüm). $s_0 \in \tilde{S} := \{1, \dots W - 1\}$ hastalığın ilk teşhisteki aşamasını göstermektedir. Göğüs kanseri için HA durum kümesinin bir örneği olarak Ivy'nin modeli gösterilebilir (Pardalos ve Romeijn, 2009).

T hastalık başlangıcından itibaren hedef sağkalım süresini göstermektedir. $Z = \{z := (z_1, z_2) = (s, t): t = 0$ ve $s \in \tilde{S}$ veya $1 \leq t \leq T$ ve $s \in S\}$ olarak yazılabilir. Amaç durum kümesi $G = \{(s, T) \in Z: s \neq W\}$, çıkmaz durum kümesi ise $D = \{(s, t) \in Z: s = W\}$ olarak yazılabilir. Eylem kümesi A ile gösterilir ve sonlu sayıda eylem içerir. Örneğin göğüs kanseri için A ameliyat, hormon tedavisi, kemoterapi, ve bunlar için kullanılan ilaç tipleri ve ilaç dozlarının kombinasyonlarından oluşabilir.

Durum geçiş olasılıklarının kümesi olan P, HA geçiş olasılıklarının fonksiyonudur. Kontekst $x \in X$ ve HA $s \in S$ iken $a \in A$ eylemini alıp HA $s' \in S$'ye geçiş olasılığı $q(x, s, a, s')$ ile gösterilir. Herhangi bir kontekst x için $q(x, s, a, s') > 0$ ise, diğer kontekstler $x' \in X$ için de $q(x, s, a, s') > 0$'dır. S içindeki tek soğurucu HA W'dir. Bu yüzden her $x \in X$ ve $a \in A$ için $q(x, W, a, W) = 1$'dir. $J(s, a) := \{s' \in S: q(x, s, a, s') > 0, x \in X\}$ olarak tanımlanır ve HA s iken a eylemi alındığında gerçekleşme olasılığı pozitif olan HA'ların kümesidir ($J(s, a)$'nın bilindiği varsayılmaktadır). HA s ve eylem a için pozitif HA'ların kümesi $S_+(s, a) := \{s' \in J(s, a): s' < s\}$ olarak tanımlanır. HA s'den $S_+(s, a)$'ya olan geçişler hastanın durumunun iyiye gittiğinin göstergesidir.

HA geçiş olasılıkları kümesi $Q := \{q(x, s, a, s')\}$ olarak tanımlanır. Kontekst $x \in X$ ve durum $z = (z_1, z_2) \in Z$ iken ($z_2 < T$ için) $a \in A$ eylemi alındığında durum $z' \in Z$'ye geçiş olasılığı $p(x, z, a, z')$ olarak tanımlanır ve aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$p(x, z, a, z') = \begin{cases} q(x, z_1, a, z_1'), & \text{eğer } z_2' = z_2 + 1 \text{ ise} \\ 0, & \text{eğer } z_2' \neq z_2 + 1 \text{ ise} \end{cases}$$

Durum geçiş olasılıkları kümesi $P := \{p(x, z, a, z')\}$ olarak tanımlanır. Q ve P **bilinmemektedir**. Tanımı ve özellikleri bakımından BMKS'ye en yakın MKS *Çıkmaz Durumlu*, *Amaç Odaklı Markov Karar Sürecidir* (ÇA-MKS) (Kolobov vd., 2012). Fakat BMKS'de optimal eylem dizisi ÇA-MKS'de olduğu gibi değer yineleme yöntemi ile bulunamaz. Bunun nedeni ise durum geçiş olasılıklarının önceden bilinmemesidir.[7]

Hasta Geliş Modeli ve Performans Ölçütünün Tanımı: Hastalar sisteme sıralı bir şekilde gelirler ($n = 1,2, \dots$). Bir hastanın tedavi sürecinin bitmesi ile diğer hastanın tedavi süreci başlar.[8] Etap n'deki hasta olan Hasta n'nin (H_n) konteksti x_n başlangıç HA'sı $s_{n,0}$ ile gösterilir. H_n'nin tedavi süreci $t \in \{0,1, \dots, T\}$ anlarından oluşur. H_n'nin t anındaki HA'sı $s_{n,t}$ ile ve bu anda H_n için alınan eylem ise $a_{n,t}$ ile gösterilir. Amaç, verilen bir toplam hasta sayısı N için durumları G kümesine soğurulan hasta sayısını maksimize etmektir (örneğin her an y aylık bir zaman dilimi olarak alındığında amaç $T \times y/12$ yıllık ortalama sağkalım süresini maksimize etmektir). Bu amaç *toplam beklenen ödülü* $R(N) := E\left[\sum_{n=1}^{N} I(s_{n,T} \neq W)\right]$ maksimize etmekle aynıdır (E beklenti operatörünü, I ise indikatör fonksiyonunu temsil etmektedir). $R(N)$'nin maksimizasyonu P bilindiği takdirde Şekil 1'deki algoritma kullanılarak yapılabilir.

---

[6] X hem kategorik hem de reel değerler içeren çok boyutlu bir küme olarak tanımlanabilir.

[7] Hasta ve uygulanan tedavi sayısı sonsuza gitmedikçe bütün geçmiş veri kümeleri ancak geçiş matrisinin ve ilgili kontekstlerin gürültülü bir şekilde tahminine olanak sağlar. Bu yüzden geçmiş veri kümeleri olsa dahi, bir çevrimiçi algoritmanın yeni gelen verileri de kullanarak eylem önermesi gerekmektedir.

[8] Modelimiz ve algoritmalar hastaların tedavi süreçlerinin paralel ve asenkron olarak ilerlediği durumları kapsayacak şekilde genişletilebilir. Bu durumda algoritma hastalar için optimal poliçenin kestirimini her yeni hasta için değil, her hastanın her yeni tedavi anı için yapacaktır. Notasyonu ve performans ölçütünün tanımını basit tutmak amacıyla, hastaların birbiri ardına geldiği varsayılmıştır.

Optimal Algoritma:
Girdi: N, P
$n = 1$
while $n \leq N$ **do**
  x_n'i gözlemle
  $P_{x_n} = \{p(x_n, z, a, z')\}$ durum geçiş olasılıklarını kullanarak optimal poliçe π_n'yi hesapla (MAXPROB problemini değer yineleme yöntemi ile çözerek (Andrey Kolobov et al. 2011)
  $t = 0$
  while $t < T$ **do**
    $a_{n,t} = \pi_n(s_{n,t})$ eylemini seç
    $t = t + 1$
  end while
  $r_n = I(s_{n,T} \neq W)$ ödülünü al
end while

Şekil 1: Optimal algoritma (Durum geçiş olasılıklarını bilen bir kahin algoritma)

4. ÖĞRENME ALGORİTMASI

Bu bölümde BMKS problemi için *Kontekst-bazlı İyimser Değer Yinelemesi* (KİDY) algoritması geliştirilmiştir (Şekil 2). KİDY başlangıç aşamasında kontekstler arasındaki benzerlikleri kullanarak X'i m adet kümeye bölüntüler. B ile gösterilen bu bölüntü farklı şekillerde oluşturulabilir. Örneğin, HA geçiş olasılıklarının kontekste dayalı benzerliği biliniyor olabilir (örneğin, benzer çevresel faktörlere sahip hastaların tedavilere benzer şekilde yanıt vereceği gibi). Bu benzerlik bir Lipschitz benzerlik metriği olarak modellenebilir:

$$|q(x, s, a, s') - q(x', s, a, s')| \leq L \times \text{dist}(x, x') \;\; \forall x, x' \in X, s, s' \in S, a \in A.$$

Literatürdeki birçok benzer araştırmadaki gibi (Slivkins, 2014) bu metriğin KİDY tarafından bilindiği varsayılır ve KİDY bölüntüyü bölüntüdeki her bir küme içerisindeki q değerlerindeki varyasyon verilen bir $\epsilon > 0$ değerinin altında kalacak şekilde oluşturabilir.

KİDY bölüntünün her kümesi $b \in B$ için aşağıdaki sayaçları tutar:

- $N_n(b, s)$: H_n'den önce gelen hastalar arasından konteksti b kümesi içinde olan hastalarda HA s'nin toplam gözlemlenme sayısı.
- $N_n(b, s, a)$: H_n'den önce gelen hastalar arasından konteksti b kümesi içinde olan hastalarda HA s iken a eyleminin toplam alınma sayısı.
- $N_n(b, s, a, s')$: H_n'den önce gelen hastalar arasından konteksti b kümesi içinde olan hastalarda HA s iken a eyleminin alınıp bir sonraki HA olarak s''nin toplam gözlemlenme sayısı.

KİDY ilk olarak H_n'nin konteksti x_n'yi içeren küme olan $b_n \in B$'yi bulur. Daha sonra yukarıda tanımlanan sayaçları kullanarak her $s \in S - \{W\}$, $a \in A$ ve $s' \in S$ için $q(x_n, s, a, s')$'ya denk gelen kestirilmiş HA geçiş olasılığını

$$\hat{q}_n(b_n, s, a, s') = \begin{cases} \dfrac{N_n(b, s, a, s')}{N_n(b, s, a)} & \text{eğer } N_n(b, s, a) > 0 \text{ ise} \\ \dfrac{1}{J(s, a)} & \text{eğer } N_n(b, s, a) = 0 \text{ ise} \end{cases}$$

hesaplar ($\hat{q}_n(b_n, s, a, s')$, $q(x_n, s, a, s')$'nun gürültülü bir kestirimidir). MAXPROB probleminin $\{\hat{q}_n(b_n, s, a, s')\}$ değerleri kullanılarak çözülmesi ile elde edilecek poliçe optimal poliçeye yakınsamayabilir. Buna örnek olarak, bu tip kestirimlerin BMKS probleminden çok daha basit bir problem olan çok kollu makine problemlerinde bile optimal poliçeye yakınsamadığı bilinmektedir (Auer vd., 2002). Bunun haricinde $q(x, s, a, s')$ değerlerinin en az hata ile kestirilmesini sağlayan algoritmaların toplam ödülü maksimize etmediği de bilinmektedir (Bubeck vd., 2009). Toplam ödülü maksimize edebilmek için kestirim hatası ve kestirilmiş değerlere göre ödül maksimizasyonu arasındaki hassas dengeyi kurabilen bir algoritma tasarlanması gerekmektedir. KİDY bu tip algoritmaların tasarlanmasında sıklıkla kullanılan *belirsizlik altında optimistik yaklaşım* prensibini kullanır (Tewari ve Bartlett, 2008). Bu prensibe göre her kontekst kümesi - hastalık aşaması - eylem üçlüsü için bir belirsizlik skoru $\phi_n(b, s, a)$ hesaplanır. Bu skor hesaplanırken gerçek geçiş olasılığı değerinin yüksek olasılıkla $[\hat{q}_n(b, s, a, s') - \phi_n(b, s, a), \hat{q}_n(b, s, a, s') + \phi_n(b, s, a)]$ arasında kalması hedeflenir. Bu skor $N_n(b, s)$'nin artan ve $N_n(b, s, a)$'nın azalan bir fonksiyonudur ($\phi_n(b, s, a)$'nin bir örneği Bölüm 5'te verilmiştir). $q(x_n, s, a, s')$'in iyimser kestirimi $u_n(b_n, s, a, s')$ ile gösterilir. Bunun hesaplanması için öncelikle $s' \in S_+(s, a)$ için şişirilmiş kestirimler $u_n(b_n, s, a, s') = \hat{q}_n(b_n, s, a, s') + \phi_n(b_n, s, a)$ hesaplanır. HA s'den a eylemi ile çıkış olasılıklarının toplamının bire eşitlenmesi için normalizasyon yapılır: $u_n(b_n, s, a, s') \leftarrow u_n(b_n, s, a, s') / \sum_{s'' \in J(s,a)} u_n(b_n, s, a, s'')$.İyimser HA geçiş olasılıkları kümesi $U_n := \{u_n(b_n, s, a, s')\}$ olarak tanımlanır. İyimser durum geçiş olasılıkları ($z_2 < T$ için)

$$\hat{p}_n(b_n, z, a, z') = \begin{cases} u_n(b_n, z_1, a, z_1'), & \text{eğer } z_2' = z_2 + 1 \text{ ise} \\ 0, & \text{eğer } z_2' \neq z_2 + 1 \text{ ise} \end{cases}$$

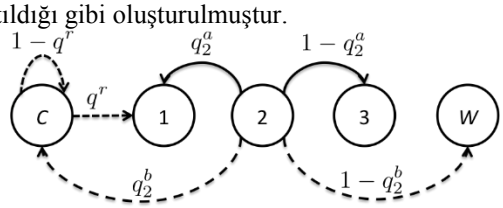
olarak hesaplanır. İyimser durum geçiş olasılıkları kümesi $\hat{P}_n := \{\hat{p}_n(b_n, z, a, z')\}$ MAXPROB (Kolobov vd., 2011) için tanımlanmış değer yinelemesi algoritmasına verilerek H_n için kestirilmiş optimal poliçe $\hat{\pi}_n$ hesaplanır. H_n için her $t \in \{1, \dots, T-1\}$ anında hastalığın o anki aşamasına bağlı olarak $a_{n,t} = \hat{\pi}_n(s_{n,t})$ eylemi alınır. H_n için alınan eylemler ve hastanın gözlemlenen durumları kullanılarak $N_{n+1}(b_n, s)$, $N_{n+1}(b_n, s, a)$ ve $N_{n+1}(b_n, s, a, s')$ değerleri güncellenir ve aynı prosedür bir sonraki hasta için tekrarlanır.

KİDY:
Girdi: N, m, $J(s,a)$, $S_+(s,a)$, $s \in S, a \in A$
Başlangıç: X'i kontekstlerin arasindaki benzerliğe göre m adet kümeye bölüntüleyerek B bölüntüsünü oluştur.
Sayaçları başlangıç durumuna getir: (i) $n = 1$; (ii) $N(b,s) = 0, \forall b \in B, s \in S$; (iii) $N(b,s,a) = 0, \forall b \in B, s \in S - \{W\}, a \in A$; (iv) $N(b,s,a,s') = 0, \forall b \in B, s \in S - \{W\}, a \in A, s' \in S$
while $n \leq N$ **do**
  B içindeki x_n'yi kapsayan küme olan b_n'yi bul
  Sayaç değerlerini kullanarak U_n'yi Bölüm 4'te anlatıldığı gibi hesapla
  U_n'yi kullanarak kestirilmiş optimal poliçe $\hat{\pi}_n$'yi hesapla
  $t = 0$
  while $t < T$ **do**
    $a_{n,t} = \hat{\pi}_n(s_{n,t})$ eylemini seç
    $N(b_n, s_{n,t}) \leftarrow N(b_n, s_{n,t}) + 1$
    $N(b_n, s_{n,t}, a_{n,t}) \leftarrow N(b_n, s_{n,t}, a_{n,t}) + 1$
    $s_{n,t+1}$ durumunu gözlemle
    $N(b_n, s_{n,t}, a_{n,t}, s_{n,t+1}) \leftarrow N(b_n, s_{n,t}, a_{n,t}, s_{n,t+1}) + 1$
    $t \leftarrow t + 1$
  end while
  $r_n = I(s_{n,T} \neq W)$ ödülünü al
  $n \leftarrow n + 1$
end while

Şekil 2: KİDY

5. SONUÇLAR

Numerik sonuçlarda kadınlarda göğüs kanseri için beş yıllık sağkalım oranı ele alınmıştır. HA geçiş modeli Şekil 3'te verilmiştir. HA kümesi $S = \{C, 1,2,3, W\}$ olarak alınmıştır. $C = 0$ kanser yok, 1 lokal, 2 bölgesel, 3 ileri derece kanser, $W = 4$ ölüm durumlarını göstermektedir. $A = \{a, b\}$, a ilaç (örn. tamoxifen), b ise ameliyat olarak alınmıştır. C durumunda eylem alınmamaktadır. $i \in \{1,2,3\}$ için $J(i,a) = \{i-1, i+1\}$ ve $J(i,b) = \{C, W\}$ olarak alınmıştır. $T = 5$ olarak alınmıştır ve her bir an bir senelik bir zaman dilimine denktir. $X = \{(H,F), (H,nF), (nH,F), (nH,nF)\}$ iki boyutlu kategorik kontekst kümesi olarak tanımlanmıştır. H Hispanik, nH Hispanik olmayan, F ailede göğüs kanseri geçmişi olan, nF ailede göğüs kanseri geçmişi olmayan anlamına gelmektedir. Hasta n'nin konteksti diğer hastalardan bağımsız olarak X üzerinde gerçek veri kullanılarak tanımlanmış bir dağılımdan seçilmektedir (Wenten vd., 2002). Bu dağılıma göre hastaların %6'sı (H,F), %40'ı (H,nF), %9'u (nH,F) ve %45'i ,(nH,nF) kontekstine sahiptir. Kontekstlere bağlı bilinmeyen sentetik HA geçiş olasılıkları klinik bulgularla örtüşen bir şekilde iki eylemin de hastayı iyileştirme olasılıkları hastalığın durumu ilerledikçe azalacak biçimde sabitlenmiştir. Durum geçiş olasılıkları HA geçiş olasılıkları kullanılarak Bölüm 3'te anlatıldığı gibi oluşturulmuştur.



Şekil 3: HA geçiş olasılıkları. HA C'de hastalığın nüks etme olasılığı q^r'dir. $i \in \{1,2,3\}$ için a ile hastalığın iyiye gitme olasılığı q_i^a, b ile iyiye gitme olasılığı ise q_i^b'dir. Bu değerler şekilde sadece $i = 2$ için gösterilmiştir ve KİDY tarafından bilinmemektedir.

Toplam hasta sayısı $N = 1000$ olarak alınmıştır. KİDY tarafından kullanılan başlangıçtaki durum geçiş olasılıkları rastgele seçilmiştir. C durumunda eylem alınmadığından dolayı KİDY, C durumundan çıkış olasılıklarının hesaplanmasında örneklem ortalamasını kullanmıştır. Diğer durumlar için ise belirsizlik skoru $\phi_n(b,s,a) = \sqrt{2 \log N_n(b,s) / N_n(b,s,a)}$ olarak alınmıştır. Bu seçim, çok kollu makine problemlerindeki optimal belirsizlik skoru göz önüne alınarak yapılmıştır (Auer vd., 2002). 1000 farklı simülasyonun ortalaması alınarak hesaplanmış sonuçlar gerçek veri baz alınarak oluşturulmuş bir başlangıç HA dağılımı için Tablo 1'de verilmiştir. Buna göre Hasta n'nin başlangıç HA'sının 1, 2 ve 3 HA'ları üzerinde, 0.61, 0.33, 0.06 şeklinde dağıldığı varsayılmıştır (American Cancer Society, 2015). KİDY'nin performansı farklı kontekst bölüntüleri için hesaplanmıştır:

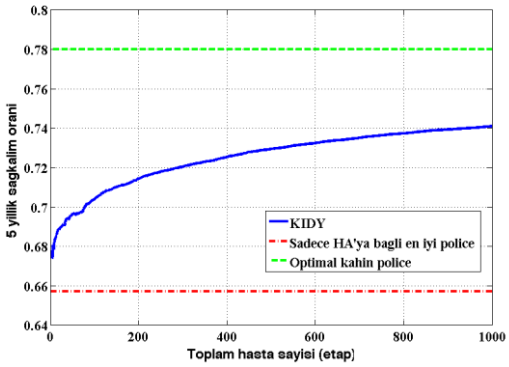
- $B_1 = \{\{(H,F)\}, \{(H,nF)\}, \{(nH,F)\}, \{(nH,nF)\}\}$ (4 kümeli bölüntü)

- $B_2 = \{\{(H,F),(H,nF)\},\{(nH,F),(nH,nF)\}\}$ (ırka göre bölüntü)
- $B_3 = \{\{(H,F),(nH,F)\},\{(H,nF),(nH,nF)\}\}$ (aile geçmişine göre bölüntü)

Sonuçlar KİDY'nin en iyi performansı B_2 ile sağladığını göstermektedir. B_1'in B_2'den kötü performans sergilemesinin nedeni HA geçiş olasılıklarını 2 yerine 4 küme için öğrenmesinden doğan kestirim hatasıdır. Hastaları B_3'e göre gruplamanın ise iyi sonuç vermediği gözlemlenmektedir. KİDY'nin B_1 ile 5 yıllık sağkalım oranını konteksti hesaba katmadan sadece HA'ya bakarak tedavi öneren en iyi poliçeye göre %8'den fazla arttırdığı ve bütün kontekstler için bütün HA geçiş olasılıklarını bilerek optimal tedaviyi öneren kahin poliçeden en yaklaşık %4 oranında kötü performans sergilediği gözükmektedir. Bu kaybın sebebi KİDY'nin HA geçiş olasılıklarını önceden bilmemesidir. Şekil 4'te ise KİDY'nin performansının hasta sayısına bağlı değişimi B_1 için gösterilmektedir. Bu şekilden hasta sayısı arttıkça KİDY'nin performansının optimal kahin poliçeye yakınsadığı gözlemlenmektedir.

	Optimal kahin poliçe	Sadece HA'ya bağlı en iyi poliçe	KİDY B_1	KİDY B_2	KİDY B_3
5 yıllık sağkalım oranı (%)	78.00	65.70	74.1	74.75	69.92

Tablo 1: KİDY ve optimal poliçelerin 1000 hasta için 5 yıllık sağkalım oranları



Şekil 4: KİDY'nin toplam hasta sayısına bağlı performansı

6. TEŞEKKÜR

Bu araştırma TÜBİTAK tarafından 2232 Burs Programı (Proje no. 116C043) kapsamında desteklenmektedir.

KAYNAKÇA

American Cancer Society. Cancer Facts & Figures for Hispanics/Latinos 2015-2017. (2015). *American Cancer Society.*

Auer, P., Cesa-Bianchi, N., & Fischer, P. (2002). Finite-time analysis of the multiarmed bandit problem. *Machine Learning*, *47*(2-3), 235–256.

Bennett, C. C., & Hauser, K. (2013). Artificial intelligence framework for simulating clinical decision-making: A Markov decision process approach. *Artificial Intelligence in Medicine*, *57*(1), 9–19.

Bubeck, S., Munos, R., & Stoltz, G. (2009). Pure exploration in multi-armed bandits problems. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, *5809 LNAI*, 23–37.

Hu, C., Lovejoy, W. S., & Shafer, S. L. (1996). Comparison of Some Suboptimal Control Policies in Medical Drug Therapy. *Operations Research*, *44*(5), 696–709.

Kolobov, A., Mausam, & Weld, D. S. (2012). A Theory of Goal-Oriented MDPs with Dead Ends. In *The Twenty-Eighth Conference on Uncertainty in Artificial Intelligence*.

Kolobov, A., Mausam, Weld, D. S., & Geffner, H. (2011). Heuristic search for generalized stochastic shortest path MDPs. *Proceedings of the Twenty-First International Conference on Automated Planning and Scheduling*, 130–137.

McGlynn, E. A., Asch, S. M., Adams, J., Keesey, J., Hicks, J., DeCristofaro, A., & Kerr, E. A. (2003). The quality of health care delivered to adults in the United States. *The New England Journal of Medicine*, *348*(26), 2635–2645.

Pardalos, P. M., & Romeijn, E. H. (2009). *Handbook of optimization in medicine*. Springer Science & Business Media.

Patel, V. L., Shortliffe, E. H., Stefanelli, M., Szolovits, P., Berthold, M. R., Bellazzi, R., & Abu-Hanna, A. (2009). The coming of age of artificial intelligence in medicine. *Artificial Intelligence in Medicine*, *46*(1), 5–17.

Slivkins, A. (2014). Contextual bandits with similarity information. *The Journal of Machine Learning Research*, *15*(1), 2533–2568.

Sonnenberg, F., & Beck, J. (1993). Markov models in medical decision making a practical guide. *Medical Decision Making*, *13*(4), 322–38.

Tewari, A., & Bartlett, P. (2008). Optimistic Linear Programming gives Logarithmic Regret for Irreducible {MDPs}. *Advances in Neural Information Processing Systems 20*, 1505–1512.

Wenten, M., Gilliland, F. D., Baumgartner, K., & Samet, J. M. (2002). Associations of weight, weight change, and body mass with breast cancer risk in Hispanic and non-Hispanic white women. *Annals of Epidemiology*, *12*(6), 435–444.

ÜLKE MENŞEİ ETKİSİ KULLANILARAK YERLİ YEDEK PARÇA SEKTÖR PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Mahmut Tekin	Mustafa Soba	İbrahim Akbulut	Berna Çalışkan	Esra Erdin
Selçuk Üniversitesi	Uşak Üniversitesi	Uşak Üniversitesi	Uşak Üniversitesi	Uşak Üniversitesi

ÖZET

Birçok sektörle yakın ilişkisinden dolayı otomotiv sektörü ülke ekonomileri için kritik bir öneme sahiptir. Ülkemizin de bu sektörden aldığı payın arttırılması amacıyla yerli araç projesi çalışması yapılmaktadır. Birçok parçanın bir araya getirilmesiyle oluşan araçların başarılı olması için parçaların performanslarının da yeterli performansı göstermesi gerekmektedir. Çalışmada yerli otomotiv yedek parçalarının, sektörde kaliteli olarak algılanan Japon ve Avrupa ürünleri, sektörde önemli bir gelişim sağlayan Tayland ürünleri ve fiyat avantajı ile rekabette yer alan Çin ürünleri ile performansları değerlendirilmiştir. Yerli ürünlerin performansının Avrupa menşeili ürünlere yakın olduğu, Tayland ve Çin menşeili ürünlere göre daha iyi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Japon menşeili ürünlerin performansı diğer ülke ürünlerine göre daha iyidir.
Anahtar Sözcükler: Yedek Parça, Ülke Menşei Etkisi, Yerli Ürün

EVALUATION OF DOMESTIC PRODUCTS WITH USING COUNTRY OF ORIGIN EFFECT

ABSTRACT

Due to the close relationship with many of the industry, the automotive sector has a critical importance in the national economy. İmproving domestic car project will help to increase the share of this sector. The performance of domestic vehicles built up depends on the performance of domestic parts. In this study, domestic spare parts evaluated with Japaneese, European,Tailand and Chineese spare parts. The perception of domestic spare parts is better than Thailand and Chineese spare parts but worse than Japon and European spare parts. Japon spare has best perception perfprmance.
KeyWords: Spare Part, Country of Origin Effect, Domestic Product

1. GİRİŞ

Otomobillerin kişilerin hayatlarında önemli bir yeri olduğu, günlük hayatlarını kolaylaştırmak için bir vasıta olduğu bir gerçektir. Bu yüzden otomobil endüstrisi ülke ekonomilerinde önemli bir yer tutmaktadır. Ülkemiz otomobil endüstrisinin daha çok montaj ağırlıklı olması ve otomobil üreten ülkeler statüsüne geçişi için yerli araç projesi hayati bir öneme sahiptir. Daha önce Devrim ve Anadol otomobilleri ile yapılmak istenen bu atılım, daha önceki deneyimlerden yararlanılarak projesi devam eden yerli otomobil ile aşılmaya çalışılmaktadır. Birçok parçanın bir araya getirilmesi ile oluşan otomobillerin hem ilk üretiminde hem de yenilenme işlemlerinde kullanılan parçalarda yerli üretim parçaların kullanılması, ülke ekonomisinin otomobil ekonomisinden aldığı paydan artış olmasında etkili olacaktır. Bu noktada yerli otomobil parçalarının yeterli kaliteyi yakalayabilmesi, beraberinde de markalaşmayı başarabilmesi otomobillere yerli araçlara duyulan güvenin artmasına neden olacaktır.

Otomotiv yedek parça sektöründe yer alan ürünlerin yoğun olarak Avrupa, Japon, Çin, Tayland ve Türk menşeili olduğu yedek parça sektörde yer alan işletmelerle görüşülerek belirlenmiştir. Burada Japon ve Avrupa ürünlerin genellikle araçların ilk üretiminde kullanılan "orijinal parça" diye tabir edilen ürünler olduğu, diğer ülke menşeili ürünlerin ise genellikle "eşdeğer parça " olarak tabir edilen muadil ürünler olduğu görülmektedir.

Çalışmada farklı ülke menşeili ürünlerin tüketici algılarına göre performanslarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Sektörde kaliteli olarak algılanan Japon ve Avrupa, yedek parça sektöründe adından söz ettiren Tayland, diğer birçok sektörde olduğu gibi otomotiv yedek parça sektöründe de yer alan Çin ve Yerli kategorileri kullanılmıştır.

2. ÜLKE MENŞEİ ETKİSİ

Tüketici satın alma kararlarını etkileyen çeşitli faktörler bulunduğu çeşitli araştırmalar sonucu elde edilen bilgiler ışığında ortaya konmuştur. Tüketicilerin ürünlerin nereden geldiğini, nerede üretildiğini ürünün kalitesini değerlendirdiği göz önünde bulundurulursa ülke menşei etkisinin tüketici satın alma kararlarını etkileyen parametrelerden biri olduğu görülmektedir (Rezvarivd, 2012).

Menşe ülke kavramı, ürünlerin veya hizmetlerin üretildiği veya pazarlandığı ülkeler ile tüketici zihninde ilişkilendirilmesidir (Armağan ve Gürsoy, 2011). Menşei ülke, *"bir markanın hedef müşterileri tarafından algılanan ait olduğu yer, bölge ya da ülke*" olarak tanımlanmaktadır. İlişkilendirilen o yer, tüketicinin zihninde olumlu veya olumsuz imaj oluşturmasına yol açmaktadır. Ürünün veya hizmetin hatta markanın belli bir ülkeye ait olması tüketicinin daha önceki deneyimlerine çağrışım yapmaktadır. Objektif veya sübjektif olan bu süreç "ülke menşei etkisi" olarak adlandırılmaktadır (Nart, 2008;Peterson ve Jolibert, 1995) çalışmalarında menşei ülke etkisi konusunda ilk çalışmaların Schooler (1965) tarafından yapıldığını belirtmişlerdir.. O günden bugüne yapılan çalışmalar çeşitli alanlarda çeşitli faktörlerle beraber incelenmiştir. Literatür incelendiğinde ülke menşei etkisi zamanla ülke imajı kavramları ile aynı anlamda kullanıldığı görülmektedir (Pereira vd., 2005;Ueltschy, 1998). Tüketiciler ürünler hakkında deneyimler yaşadıkça ürünlerin ait oldukları ülkeler hakkında genel bir kanaat geliştirmesi ile o ülke ürünlerini kullanma eğilimine sahip olabilmektedirler. Bu da "kısaltma etkisi" kavramı ile açıklanmaktadır (Hsieh, 2004). İtalyanlar giyim ürünleri, spor arabalar, yiyecek, sanat, ince işçilik ve tasarımda, parfüm ürünleri ile, İsviçre saatleri ile Japonya elektronik ürünler ile, Amerika yenilikçi ürünler ve Almanya otomobilleri ve ağır sanayi ürünleri ile tanındıkları için bu ülkelerin markaları da bu menşei etkisinin olumlu ve olumsuz sonuçlarından etkilenmektedir (Javorski ve Fosher, 2003).

Ülke menşei etkisi karmaşık bir olgudur çünkü bilişsel, duyuşsal ve normatif yönleri bulunmaktadır. Bu yönler arasında etkileşimden kaynaklanan bulanık bir ilişki bulunmaktadır. Bilişsel yönden bakıldığında ülke menşei etkisi ürünün kalitesinin dışsal bir göstergesi olarak görülmektedir. Tüketiciler geçmiş deneyimleri ile ülke menşei etkisi ile ürünü statü, kimlik ve ulusal gurur ile ilişkilendirmektedirler. Ülke menşei etkisinin normatif yönü ise müşterilerin tercihi ile ilgilidir. Ülkelerin politikalarını desteklemek için o ülke ürünleri tercih sebebi olabilirken tam tersi olarak da ülke politikalarına tepki olarak da o ülke ürünlerine karşı bir tepki oluşturulabilmektedir (Verlegh ve Steenkamp, 1999).

3. UYGULAMA

Araştırmanın amacı yedek parça sektöründe farklı ülke ürünlerinin belirlenen kriterler için ülke menşei etkisini nasıl algıladıkların ortaya konmasıdır. Ülke menşei etkisinin ölçülmesi amacıyla Pisharodi veParameswaran' ın1992 yılında çalışmalarında ortaya koydukları ve 2002 ve 2005 yılında uygulanarak geçerliliği ve güvenilirliği kabul edilmiş ülke menşei etkisi ölçeğinin Kurtuluş ve Bozbay (2011) tarafından ürün için seçilen 10 kriterli ölçeği kullanılmıştır.

Araştırmanın örneklemini Manisa ilinde ikamet eden ve otomobil yedek parça konusunda deneyimli 105 kişi oluşturmaktadır. Yedek parça ürünlerde ülke menşei etkisinin etkili bir şekilde ölçülebilmesi için özellikle yedek parça sektöründe yeterli bilgisi olduğu düşünülen yedek parça perakendecileri, tamir ustaları ve yedek parça perakendecilerinden alışveriş yapan gerçek kullanıcılara yüz yüze anket uygulanmıştır.

Temelleri 1982 yılında Deng tarafından atılan Gri İlişkisel Analizde belirsiz bilgi gri eleman olarak tanımlanırken sistemdeki iki unsur arasındazamanla meydana gelen değişim de gri ilişki olarak tanımlanmaktadır. Unsurlar arasındaki ilişkiyi benzerlik veya farklılık temelinde ölçme de Gri İlişkisel Analiz olarak adlandırılmaktadır (Feng ve Wang, 2000). Gri ilişkisel analiz az veri bulunduğunda ve belirsizlik ortamında iyi sonuçlar vermektedir (Zhang vd., 2014).

TOPSİS yönteminin temelini en iyi ideale yakınlık ve en kötü ideale uzaklık oluşturmaktadır (Opricovic ve Tzeng,,2004). Araştırma problemlerinin içinde özellikle belirli özellikler tercih edilecekse bu metot kullanılmaktadır (Balcerzak ve Pietrzak, 2014). Yöntem sayesinde alternatifleri performansları değerlendirilip alternatiflerin sıralaması belirlenebilmektedir.

Tablo 1. Kriterler ve alternatifler

	K1	***K2***	***K3***	***K4***	***K5***	***K6***	***K7***	***K8***	***K9***	***K10***
	Dayanıklıdır	**Kolay bozulmaz**	**Değerlidir**	**Orijinaldir**	**Sahip olmaktan gurur duyulan üründür**	**Titiz işçilik vardır**	**Lüks ürünlerdir**	**Yüksek performanslıdır**	**İleri teknolojiye sahiptir**	**Yenilikçidir**
Japon	4,00	4,03	3,97	3,94	4,03	4,00	3,83	4,03	3,97	4,03
Avrupa	3,69	3,49	3,63	3,69	3,63	3,66	3,80	3,66	3,71	3,71
Tayland	2,97	2,94	2,97	2,66	2,74	2,74	2,66	2,63	2,89	2,91
Çin	1,94	2,00	2,00	1,77	1,83	2,00	1,86	1,83	2,31	2,80
Yerli	3,40	3,17	3,54	2,94	3,49	3,34	2,83	3,14	2,91	3,09

Tablo 2. Gri İlişkisel Analiz sonuçları ve alternatiflerin sıralanması

	K1	***K2***	***K3***	***K4***	***K5***	***K6***	***K7***	***K8***	***K9***	***K10***	G oi	**Sıralama**
Japon	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	*1*
Avrupa	0,77	0,65	0,74	0,81	0,73	0,75	0,97	0,75	0,76	0,66	0,76	*2*
Tayland	0,50	0,48	0,50	0,46	0,46	0,44	0,46	0,44	0,43	0,35	0,45	*4*
Çin	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	*5*
Yerli	0,63	0,54	0,70	0,52	0,67	0,60	0,50	0,55	0,44	0,40	0,55	*3*

Tablo 3. TOPSİS sonuçları ve alternatiflerin sıralanması

	K1	***K2***	***K3***	***K4***	***K5***	***K6***	***K7***	***K8***	***K9***	***K10***	***topsis***	***Sıralama***
Japon	4,00	4,03	3,97	3,94	4,03	4,00	3,83	4,03	3,97	4,03	1,00	*1*
Avrupa	3,69	3,49	3,63	3,69	3,63	3,66	3,80	3,66	3,71	3,71	0,83	*2*
Tayland	2,97	2,94	2,97	2,66	2,74	2,74	2,66	2,63	2,89	2,91	0,41	*4*
Çin	1,94	2,00	2,00	1,77	1,83	2,00	1,86	1,83	2,31	2,80	0,00	*5*
Yerli	3,40	3,17	3,54	2,94	3,49	3,34	2,83	3,14	2,91	3,09	0,59	*3*

Analiz sonuçlarında Japon menşeili ürünlerin performanslarının diğer ülke ürünlerine göre daha iyi olduğu belirlenmiştir. Yerli ürünlerin performansları Japon ve Avrupa menşeili ürünlerin gerisinde kalırken Tayland ve Çin menşeili ürünlerin performanslarından daha iyi olduğu görülmüştür

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmada yerli ürünler 10 farklı kritere göre diğer ülke ürünlerine göre değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucunda kriterlerin genelinde yerli ürünlerin Japon ve Avrupa menşeili ürünlere göre algı olarak daha düşük olduğu görülürken Tayland ve Çin menşeili ürünlere göre daha iyi bir algıya sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Anketin demografik bilgiler kısmında katılımcılara sorulan yedek parça tercihlerinde yüksek oranda orijinal parça tercih edildiği ortaya konmuştur. Burada yerli otomobil projesinde kullanılacak parçaların da yerli ürün olacağı dikkate alındığında, ortaya çıkacak yerli otomobilin de Avrupa ve Japon otomobillerden daha kaliteli algılanmayacağı genellemesine ulaşılabileceği düşünülmektedir. Yerli yedek parça üreticilerinin şu an piyasada bulunan çok sayıda marka otomobilin üretiminde parça tedariki sağladığı sektörü yakından takip edenler tarafından bilinmektedir. Fakat bu markaların tüketicilerin geneli tarafından bilinmediği göz önüne alınmalı ve bu konuda markalaşma çalışmalarına ağırlık verilmelidir.

Yerli ürünlerin, son yıllarda yedek parça sektöründe önemli bir ülke konumuna yükselen Tayland ürünlerinin performansından daha iyi algılanması, çoğu kriterde Avrupa menşeili ürünler ile aynı grupta yer alması yerli ürünlerin tüketicinin gözündü iyi bir konumda olduğunun göstergesidir. Sektörde Japon ürünlerin diğer ülke ürünlere karşı bariz bir üstünlüğü olduğu görülmektedir. Japon ürünler çalışmada yer alan kriterlere göre en iyi puanları almıştır. Çin menşeili ürünler ise bütün kriterlerde diğer ülke menşeili ürünlerden daha kötü olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Çin menşeili ürünlerin fiyat olarak uygun iken kalite konusunda istenen seviyede olmadığı belirlenmiştir.

Katılımcılar yerli ürünler için en düşük puanı yerli ürünlerin lüks olma kriterine vermişlerdir. Burada en yüksek puanı yerli ürünlerin değerli olması kriteri almıştır. Bu sonucun çıkmasında ürünlerin değerli olmasının yanında milliyetçi söylemlerin etkisinin olduğu söylenebilir. Milliyetçiliğin etkili olduğu bir diğer kriter de yerli ürünlerin sahip olunmaktan gurur duyulan ürünler olması kriteridir. Bu kriterde Avrupa menşeili ürünlerin puanına yakın bir değer olduğu görülmektedir.

Yerli ürünlerin düşük değer aldığı bir diğer kriter de yerli ürünlerin ileri teknolojiye sahip olduğu kriteridir. Katılımcıların yerli ürünlerin teknolojik olduğuna algısı düşük seviyededir. Çin menşeili ürünlerde bu kritere olan algı diğer kriterlere göre daha iyidir.

Yerli ürünlerde en iyi kriter değeri 3,49 ile sahip olunmaktan gurur duyulan ürün olma kriteri iken Avrupa menşeili ürünlerde en düşük değer 3,49 ile kolay bozulmama kriterinde görülmektedir. Burada yerli ürünlerin en iyi değerde olduğu kriterde bile Avrupa menşeili ürünlerin en düşük değere sahip olduğu kriteri geçemediği görülmektedir.

Hem GİA' da hem de TOPSİS' de alternatiflerin sıralaması aynı çıkmıştır. Her ikisinde de aynı sonucun çıkması alternatiflerin sıralamasında geçişkenliğin olmadığını göstermektedir. Yerli ürünlerin tüketiciler tarafından daha iyi olarak algılanması için daha kalite ürünlerin piyasaya sunulması, teknoloji konusunda AR-GE çalışmalarına önem verilmesi, marka bilinirliğine yönelik çalışmalar yapılması gerekmektedir.

Daha sonra yapılacak çalışmalarda yedek parça sektöründe hangi ürün gruplarında yapılacak çalışmaların ülke ekonomimize daha çok katkısının olacağı araştırılabilir. Ayrıca ülkemizde üretilen yedek parçaların diğer ülkelerde bilinirlikleri araştırılıp, marka bilinirliklerine ne tür çalışmaların katkı sağlayabileceği araştırılabilir.

KAYNAKÇA

Armağan, E. A. ve Gürsoy, Ö.(2011). Satın alma kararlarında tüketici entrosentrizmi ve menşe ülke etkisinin CETSCALE ölçeği ile değerlendirilmesi. *Organizasyon ve Yönetim Bilimleri Dergisi, 3*(2).

Balcerzak, A. P. ve Pietrzak, M. B. (2014). *Are new EU member states improving their institutional effectiveness for global knowledge-based economy? TOPSIS Analysis for the years 2000-2010*, 16.

Deng, J. (1982). Control problems of grey systems. *Systems and Control Letters, 1*, 288–294.

Feng, C.M. ve Wang, R.T. (2000). Performance evaluation for airlines including the consideration of financial ratios, *Journal of Air Transport Management, 6*,133-142.

Hsieh, M. (2004), An investigation of country-of-origin effect using correspondence analysis: A cross-national context, *International Journal of Market Research, 46*(3), 267-295.

Jaworski S. P. ve Fosher, D. (2003). National brand identity and its effect on corporate brands: The nation brand effect (NBE) , *The Multinational Business Review, 11* (2), 99 – 113.

Kurtuluş, K. ve Bozbay, Z. (2011), Ülke İmajı: Japonya ve Çin'in ülke imajları açısından karşılaştırılması, *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi, 40*(2), 267-277.

Nart, S. (2008). Menşe ülke etkisinin tüketici algılama ve davranışına yansıması: İngiltere pazarında Türk ve Alman markalarının karşılaştırılması, *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi veİdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 13*(3), 153-177.

Opricovic, S. ve Tzeng, G. H. (2004). Compromise solution by MCDM methods: A comparativ eanalysis of VIKOR and TOPSIS. *European Journal of Operational Research, 156*(2), 445-455.

Pereira, A.,Hsu, C., C. ve Kundu, S., K. (2005). Country-of origin image: Measurement and cross-national testing. *Journal of Business Research*, *58*(1), 103-106.

Peterson, R. A. ve Jolibert, A. J. (1995). A meta-analysis of country-of-origineffects. *Journal of International Business Studies*, *26*(4), 883-900.

Pisharodi, R. M. ve Parameswaran, R. (1992). Confirmatory factor analysis of a country-of-origin scale: Initial results. *NA-Advances in Consumer Research, 19*.

Rezvani, S., Dehkordi, G. J., Rahman, M. S.,Fouladivanda, F., Habibi, M. ve Eghtebasi, S. (2012). A conceptua lstudy on the country of origin effect on consumer purchase intention. *Asian Social Science*, *8*(12), 205.

Schooler, R. D. (1965). Product bias in the Central American common market *Journal of Marketing Research*, 394-397.

Ueltschy, L. C. (1998), Brand perceptions as influenced by consumer ethnocentrism and COO effects, *The Journal of Marketing Management, Spring/Summer, 8*(1), 12-24.

Verlegh, P. W. veSteenkamp, J. B. E. (1999). A review and meta-analysis of country-of-origin research. *Journal of Economic Psychology*, *20*(5), 521-546.

Zhang, Y.,Li, Y., Wang, C.,& Han, S."Application of grey relational analysis in appraisal of industrial economic benefits". International Conference on LogisticsEngineering, Management andComputerScience (LEMCS)(Atlantis Press, 2014), s 286-289.

NÖROPAZARLAMA NEDİR, NE DEĞİLDİR: KAVRAMSAL BİR DEĞERLENDİRME

Mahmut Tekin
Selçuk Üniversitesi

Mustafa Soba
Uşak Üniversitesi

Muhammed Enes Biga
Uşak Üniversitesi

Yılmaz Uğurcan
Uşak Üniversitesi

ÖZET

Pazarın temel faktörü olan insanın, satın alma davranışları ile tercihlerini anlamak ve ayrıca ürün ile hizmetlerin tüketici zihninde kalıcı olmasını sağlamak, pazarlamanın çözmek için çabaladığı en önemli konular olmuştur. Pazarlama biliminde bu konuda pek çok yöntem ve araştırma teknikleri kullanılmış ve halen daha üzerine yenilikler katarak kullanılmaktadır. Değişen pazarlama disiplini ile birlikte araştırma yöntemlerinde de farklılıkları zorunluluk haline getirmiştir. Nörobilim alanında yaşanan gelişme ve ilerlemeler, pazarlama çabalarına destek olmaya başlamış ve yeni bir alt disiplin olan nöropazarlama alanı ortaya çıkmıştır. Satın alma öncesi süreçten başlayarak satın alma esnasında ve sonrasında tüketicinin yaşadığı bilinç dışı aktiviteleri belirlemek, nöropazarlamanın birincil önceliği konumundadır. Bu çalışma ile literatürde bulunan diğer bilgi ve yorumlar derlenerek, kavramsal olarak nöropazarlamanın ne olduğu, ne olmadığı açıklanmakta ve pazarlamanın nörobilim ile ortaklığı, bilinç dışının nöropazarlama araştırmalarında ki rolü, nöropazarlama alanında geçmişten günümüzekadar yapılmış araştırmalar incelenerek olumlu veya olumsuz tarafları hakkında bilgi verilerek bir değerlendirme yapılarak, bu konunun çatısı altında yapılan literatürlerinin de katkısıyla nöropazarlama hakkında doyurucu bilgiler vererek çağdaş pazarlama yaklaşımlarının yeniliklerini ve güncelliklerini sunmak ve tanıtmak amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Bilinçaltı Reklamcılık, Nöropazarlama, Nörobilim

NEUROMARKETING, WHAT IS AND WHAT IS NOT: A CONCEPTUAL EVALUATION

ABSTRACT

The people who are the main factors of the market, understand their preferences and buying behavior and also ensure the permanent service in the minds of consumers with products that are the most important issues to solve marketing efforts. Marketing science and research techniques used in many ways in this regard and are still used, taking on more innovations. the differences in research methods with varying marketing discipline has become imperative. The development and progress experienced in the field of neuroscience, has begun to support their marketing efforts and has emerged a new sub-discipline of neuromarketing. Starting from the pre-purchase process and after the time of purchase to determine consumer lived unconscious activities, neuromarketing roll is the top priority. This study literature in which other information and comments compiled conceptually what is neuromarketing roll, describes what it is not, and marketing of neuroscience and partnership role in neuromarketing research of the

unconscious, neuromarketing examining past günümüzekad is done research in the field by making an evaluation giving information about both positive and negative sides the literature of this subject held under the auspices of giving satisfactory neuromarketing information but with the help of modern marketing approach to deliver the innovation and the timeliness and is intended to promote.
Keywords: Neuromarketing, Neuroscience, Subliminal Advertising

1. GİRİŞ

'Homo Economicus', ekonomik anlamda ben merkezci hareket eden ve rasyonel davranan insan demektir (Akyıldız, 2008:30). Tüketici ekonomik anlamda rasyonel davranır savı, iktisadın en temel varsayımıdır. Ancak insan her zaman, rasyonel davranış sergilemez. Nörobilim(neuroscince) alanında gerçekleşen ilerlemeler, insanın sadece rasyonel bir seçimde bulunmadığı, davranış ve kararların irrasyonelite ile beraber şekillendiğini göstermektedir (Yücel ve Çubuk, 2014:222). Bundan önceki süreçte tahmin üzerinden yürütülen tüketici tercihleri konusu, nöropazarlama çabaları ile ampirik bir düzeye ulaşmıştır. İki disiplinin ortasında duran nöropazarlama, insan beyni ve satın alma davranışı arasındaki ilişkiyi açığa çıkarma çabasındadır (Ustaahmetoğlu, 2015:156). Nörobilimin beyin üzerinde yaptığı bu çalışma ve buluşlar pazarlama, ekonomi, psikoloji ve politika gibi pek çok alana adapte edilmeye başlanmıştır. Ekonomi alanında yapılan araştırmalar *'nöroekonomi(neuroeconomics)'* olarak adlandırılırken, pazarlama alanına yansıması ise *'nöropazarlama(neuromarketing)'* olarak kendini göstermektedir (Ural, 2008:422).
Pazarlama sisteminde her insan birer tüketicidir. İnsan, istek ve ihtiyaçlarını gidermek için uğraşan ve açıkça olmasa da hedonist amaçlar güden bir varlıktır. Bu hedonist istek ve arzular, yıllar içerisinde sürekli değişime uğramaktadır. Henry Ford'un 20. Yüzyılın ilk yarısında söylediği; 'siyah olmak kaydıyla istediğiniz renk otomobile sahip olabilirsiniz' sözü, günümüz pazarlama düzeninin nereye geldiğini daha iyi göstermektedir. İnsanı anlamak, onun istek ve arzularının altında yatan nedenlerin reel olarak karşılayabilmek, pazarlama çabalarının odak noktası haline gelmektedir. Bu anlamda ürün ve hizmetlerini satmak için uğraşan işletmeler, tüketicilerin bu ihtiyaçlarını gidermek ve satın alma davranışını anlayabilmek adına çeşitli araştırma ve geliştirme faaliyetlerinde bulunmaktadırlar (Durmaz, Bahar ve Kurtlar, 2011:115). Klasik pazar araştırma ve bilgi toplama teknikleri, değişen günümüz pazarlama sisteminde yetersiz kalmaktadır. Bu anlamda yapılan anket, gözlem ve fokus grup görüşmeleri ile alınan sözel cevaplar, bazen gerçek cevaplardan oldukça uzak olmaktadır (Ural, 2008:422). Netice itibariyle bu durum, pazarlama sistemi kullanıcılarını yeni, daha güvenilir ve daha isabetli araştırma yöntemleri arayışına götürmektedir. Bu alanda ki açık, nöropazarlama araştırmaları ile giderilmeye çalışılmaktadır. Nörobilimsel teknikler, klasik araştırma yöntemlerine oranla daha isabetli sonuçlar göstermekle beraber, o yöntemlerin elde edemediği farklı bilgileri de sağlayabilmektedir (Ustaahmetoğlu, 2015:155). Nöropazarlama, kara kutu olarak da ifade edilen beynin irrasyonel karar mekanizmasıyla ilgilenmektedir. Bilinç seviyesinde –çeşitli sebeplerle- algılayamadığımız birçok uyaran bilinç dışında depolanmaktadır. Beynimiz her şeyi kaydeder. Bu kadar çok bilgiyi beyin bilinç seviyesinde tutmaz, sadece ilgilendiğimiz kısımları bilinçli halde algılamaktadır (Erdemir, 2015:2). Bu sebeptendir ki, nöropazarlama çabaları günümüzde önemli bir konu haline gelmektedir. Çünkü nöropazarlama, tüketicilerin satın alma davranışlarının altında yatan bu bilinç dışı etkileri anlamaya yardım etmekte ve elde edilen bilgiler ışığında işletmelerin satış ve tutundurma stratejilerini yönlendirmesini sağlamaktadır (İ.G. Ceylan ve H.B.Ceylan, 2015:124).
Rekabetin arttığı küresel yeni dünya düzeninde, bu bilgiler doğrultusunda sürekli değişen tüketici davranışlarının bilinç dışı düzeyde ki etkilerini anlamak için nöropazarlama araştırmaları giderek değerli bir alan olmaktadır. Tercihlerinde rasyonel olmadığı ifade edilen tüketiciyi anlamın yolu, onu irrasyonel bağlamda çözmekten geçer. Nöropazarlama, ekonomik birimlerin –tüketici, grup, organizasyon- pazarlama aktivitelerine karşı yaşadığı bilinç ve bilinç dışı sürecini tahlil etme ve bu yolla tüketiciyi anlama çabasıdır.
Bu çabalarını da pazarlama faydasına kullanan, nörobilim ve pazarlama disiplinlerinin alt uzantısıdır (dijitalpazarlamadergisi.com). Pazar ortamında insan, satın alma kararının büyük bir kısmını –irrasyonel(irrationnel) aktörlerin de etkisiyle- bilinçsiz bir şekilde alır ve bunu yaparken de farkındalığa sahip değildir (Orzan G., Zara IA. Ve Purcarea VL, 2012:429). Nöropazarlama, bu irrasyonel duygu ve düşüncelerin satın almaya ne gibi etkisi olduğunu ve tüketiciyi nasıl etkilediğini anlamaya çalışır (thinkneuro.net). Yapılan çalışmalar nörobilim alanında kullanılan tıbbi aletler yardımı ile yapılmakta ve bu alanda pek çok araştırma yapılmaktadır. Henüz ülkemizde deneysel anlamda yeterli uygulama alanı bulamasa da, özellikle ABD ve Avrupa'da oldukça popüler bir araştırma alanı haline gelmiştir.

2. BEYİN VE PAZARLAMA İLİŞKİSİ

Son çeyrek yüz yıldır beyin çalışmaları üzerine gerçekleşen ilerlemeler, pazarlama disiplini ile birleşmiş ve tüketici davranışlarını çözümleme noktasında daha doğru bilgi almak adına nöropazarlama alanı ortaya çıkmıştır (Özdoğan vd, 2008:4). Beyin, çözülmesi zor ve bilim dünyası için gizemini koruyan oldukça karmaşık bir yapıya sahiptir. Şu bilinmektedir ki, insan beyninde yüz milyon nöron, yani sinir hücresi bulunmaktadır. İnsan beynine dair çalışmalar her ne kadar başarılı bir şekilde ilerliyor olsa da, bu alanda yapılan araştırma ve buluşların henüz yolun başında olduğu görülmektedir (Ustaahmetoğlu, 2015:162). Konunun özünü daha iyi anlayabilmek adına bilinç ve bilinç dışı kavramlarından bahsetmek doğru olacaktır. Bilinç(conscious) kavramı, farklı bilimlerde farklı şekilde tanımlanmış ve değişik anlamlar yüklenmiştir. Kökenine bakıldığı zaman, Latince 'con'(birlikte) ve 'scire'(bilmek, görmek) kelimelerinin birleşimi ile oluşmuş somutluğu ifade eden bir kavramdır (Küçükbezirci, 2013:1881). Bilinç; kişinin benliğine, tecrübelerine, hayatına, çevresindeki kişilere kısaca bir bütün olarak içinde bulunduğu dünyaya dair farkındalığı, kendi kendisinin farkında olma halidir (https://tr.wikipedia.org). Tanımdan da hareketle bilinç, kişinin kendisinin ve etrafındaki olguların farkında olma halidir. Bu anlamda kullanılan bilinç kavramı, muhtevası itibariyle duygusal ve algısal özelliktedir (Küçükbezirci, 2013:1882). Bilinç insanın kendinden haberdar olması, içinde yaşadığı dünyada gördüğü, duyduğu, hissettiği iç ve dış uyarıcıların farkında olma halidir (Kayan, b.t.).

Ünlü nörolog S. Freud tarafından ortaya çıkarılan bilinç dışı(unconscious) kavramı; bilinçli şekilde farkına varamadığımız olguların yönetildiği bilinç düzeyinin altı şeklinde ifade edilmektedir (Küçükbezirci, 2013:1882). Bilimsel çevrelerce kullanım olarak bilinç dışı kavramı tercih edilmekle birlikte; alt bilinç ve bilinçaltı gibi kavramlarla aynı anlama gelmektedir. Carl G. Jung9 bilinç dışını, bilinç düzeyinde öğrenilen fakat daha sonra çeşitli etkenler sonucu unutulan ya da bastırılan her türlü fiziki ve fiziki olmayan içeriklerin bulunduğu alandan oluştuğunu söyler (Yolcu, b.t.203; İ.G.Ceylan ve H.B.Ceylan, 2015:131). Freud, bilinç dışını arzulardan oluşan yarım kalmışlıklar dünyası olarak ifade eder. Münhasıran hayal edilen, bastırılan, istek duyulan her türlü gizli ve ilkel duygu, düşünce ve hislerden oluştuğu ifade edilebilir. Bu sebeple bazı nöropazarlama araştırmacılarının da belirttiği gibi; bu gizli ve ilkel duygular tatmin edilmeli, pazarlamacılar bu eksik kalmış duygu, düşünce ve hislerin üzerine oynamalıdırlar (Mutlu, 2005,40). Beynimizin %95'lik kısmını oluşturan ve unuttuğumuz ya da farkında olmadan aldığımız her türlü uyarandan oluşan bilinç dışı, bilinçli haldeyken rasyonel ya da irrasyonel her türlü bilgiyi işler ve bunu yaparken herhangi bir değerlendirmede bulunmaz. Tıpkı bir kamera gibidir. Beynin unutulmuş ya da bastırılmış içeriklerinden oluşan bir kısımdır ve çeşitli uyarıcılar ile beraber bu içeriklerin bilinç seviyesine çıkma özelliği vardır. Ki bu da, bilinç seviyesinde verdiğimiz kararları ciddi bir şekilde etkilemektedir (Yolcu, b.t:203; Kayan, b.t:b.d.). Bilinç dışının iletişim şekli, imaj ve hislerden oluşmaktadır. Örneğin, insan beyni korku anında bilinç seviyesinde kendisini 'çok korkuyorum, ama neden korkuyorum?' diye düşünürken, bilinç dışı o durumda bir canavarı tahayyül edebilir (Küçükbezirci, 2013:1884). Karar verme, düşünme, analiz etme ve yönlendirme gibi işlemler bilinçli zihin tarafından yerine getirilmektedir. Bilinç dışı ise yürüme, yazma, konuşma gibi otonom sinir ve kas hareketlerini yönlendirmektedir. Beynimizin otonom karar vericisi konumunda olan bilinç dışı, karar alma sürecinde de etkin rol oynamaktadır. Davranış ve düşüncelerimizin çok büyük çoğunluğu bilinç dışının etkisi altındadır (Küçükbezirci, 2013:1883). Daniel Kahneman10, tüketicilerin ekonomik satın alma karar sürecinde beyinlerinin farklı bölgelerinin etkileşimde olduğunu tespit ettiği araştırması ile Nobel ekonomi ödülünü kazanmıştır (Soydal, Mızrak ve Yorgancılar, 2010:222). Gregory S. Berns, yaptığı araştırmalar sonucu satın alma kararlarının büyük çoğunluğunun bilinç dışı içeriklerden etkilendiğini kanıtlamıştır (Ural, 2008: 424).

3. LİTERATÜR ÇALIŞMASI

Stallen vd. yaptıkları çalışmalarında fonksiyonel manyetik rezonansı görüntüleme teknikleri ile bir ürünün insan belleğinde satın alma eğilimi üzerindeki ün etkisinde olan temel süreçleri araştırmışlardır. Çalışma sonucunda ortaya çıkan bulgularda ise insan bilincindeki medial orbitofrontal korteks aktivitesinde artış olduğu gözlemlenmiş, buda ünlü markaların ve ürünlerin tercih edilmesindeki nörolojik hareketlerin satın alma ve tercihlerdeki etkilerinin olduğu açıklamıştır(Stallen vd., 2010:802).

Koenigs ve Tranel yaptıkları çalışmalarında tüketicilerin bilinç altlarında yer alan marka tercihlerini ölçmek amacıyla bir deney yapmışlardır. Gözleri bağlı deneklere Pepsi ve Coca Cola olmak üzere iki farklı kola markası tattırılmış olup lezzet olarak denekler tarafından ilk olarak Pepsi markası beğenilse ve

---

[9] Carl Gustav Jung; analitik psikolojinin kurucusu, İsviçreli ünlü psikiyatrdır.

[10] İktisat alanında Nobel sahibi olan, ABD'li ünlü psikolog.

tercih edilse de bunu öğrendikten sonra deneklerin bilinçaltlarında daha iyi bir imajla yer alan Coca Cola tercihi ile yorumların ve eğilimlerin değiştiği sonucuna varılmıştır(Koenigs ve Tranel, 2007:1).
Campero ve Hernandez işletme stratejileri ve pazarlama araştırması çalışmalarında işletmelerin nöropazarlama yaklaşımı benimsemelerinin etkilerini araştırmışlardır. Çalışma neticesinde ise nöropazarlama yaklaşımı kullanarak stratejisini belirleyen işletmelerin pazarlama araştırmalarıyla müşteri taleplerini daha iyi anlayacak, önemli örgütsel sorunlar ve karar mekanizmalarında insanların nasıl davranacaklarını veya nasıl tepkiler verebileceklerini daha doğru tahmin edebilecek ve anlayabilecekleri sonucuna varmışlardır(Campero ve Hernandez, 2013:517).
Sebastian nöropazarlama alanında yapmış olduğu çalışmada, nöropazarlama sayesinde pazarda yer alan satın alıcılar ve karar vericiler üzerinde daha doğru bilgilere ulaşılarak tahmin edilebilirlik açısından nöropazarlamanın işletmelerin esnekliği için önemli olduğu sonucuna varmıştır(Sebastian, 2014:753).
Bayassova ve Kazan çalışmalarında nöropazarlama konusunda tüketicilerin davranışlarında yaşanabilecek sorunları inceleyerek, bunları göz önüne alıp, sorunlara karşı çözüm yolları bulmaya çalışmışlardır. Çalışma sonucunda ise atmospherics, ayna nöronlar, ritüeller, hormonlar, sematik belirteçler ve sübliminal manipülasyon gibi konu başlıklarından oluşan uyarıcıların bu modeldeki öneminin ne kadar ciddi olduğunun farkına varılmıştır(Bayassova ve Kazan, 2016:71).
Ceylan ve Ceylan yapmış oldukları çalışmada ambalaj tasarımında bilinçaltı mesaj ögelerinin ve nöropazarlama yaklaşımı tekniğinin kullanımlarını araştırmışlardır. Araştırma aşamasında göz izleme (eye tracking) ve EEG yardımıyla tüketici tepkimeleri ölçülerek netice alınmaya çalışılmıştır. Çalışma sonunda ise iki yöntemde de tüketiciye duygusal etki oluşturacak satın alma eylemi harekete geçirilmiş olup, bilinç altı mesaj kullanımı noktasında ise bir gizli kullanımın olmadığı neticesine varılmıştır (Ceylan ve Ceylan, 2015:123).

4. SONUÇ

Nöropazarlama çalışmaları ülkemizde genellikle marka ve reklam esasına dayanan genel çaplı bir çalışmalardır. Genellikle Türkiye'de deneysel çalışmaların pahalılığından dolayı ve yüksek bütçe gerekli olması sebebiyle çalışmalar teorik olarak kalmaktadır(Yücel ve Çubuk, 2014:133).
Nöropazarlama sayesinde tüketicilerdekiduygu ve duyum yoğunluklarının şiddetleri ölçülerek satın alma eylemi noktasında ne derece yatkın veya uzak durdukları gözlemlenebilmektedir. Nöropazarlama yöntemlerinin ve tekniğinin pazarlama modelleri içerisinde daha etkili ve verimli olacağı aşikardır. Nöropazarlama yöntemleri ile tüketici beğenilerinin ve tercihlerinin belirlenmesi, piyasaya giren ürünlerin çok kısa zamanda ortadan kaybolmaması ve verilen yatırımların boşa gitmemesi noktasında yardımcı olmaktadır(Yücel ve Çubuk, 2013:172).
Yapılan bu çalışmada ülkemizde henüz yeni tanınan ve giderek popülerleşen bir pazarlama tekniği olan nöropazarlamanın daha iyi bilinmesi ve yayılması amacıyla kavramsal bir değerlendirme yaparak kullanımını ve tercih edilebilirliği teşvik edilmeye çalışılmıştır. Nöropazarlama yaklaşımı henüz yeni ve araştırılması masraflı olsa da pazarlama yöntemleri içerisinde müşteri taleplerini en iyi şekilde algılayabilen ve insanların tercih şiddetlerini en iyi şekilde ortaya çıkartmaktadır. Bu yöntemin kullanılması için gerekli maddi ve teknik donanım temini zor karşılansa da pazarda yer alan müşteriler ve tüketiciler hakkındaki soru işaretlerini en uygun şekilde cevaplandırabilecek pazarlama modelidir. Ülkemizde yapılacak olan nöropazarlama çalışmalarının klasik pazarlama olgusunun üzerinde yeni bir model olarak daha iyi bir şekilde açıklayıcı bir özellik taşıyacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

Bayassova, A. ve Kazan, H. (2016), 'Gerçek Eylem Olarak Nöropazarlama: Tüketici Davranışları Uygulaması' , International Journal of Social and Educational Sciences – Uluslararası Sosyal ve Eğitim Bilimleri Dergisi Volume 3, Issue 5, June 2016 & Cilt 3, Sayı 5, Haziran 2016

Campero, A.A.B. ve Hernandez, J.G.V. (2013), 'Analitical approach to neuromarketing as a business strategy' , Procedia - Social and Behavioral Sciences 99 (2013) 517 – 525

Ceylan İbrahim G. ve Ceylan Hatice B. (2015), 'Ambalaj Tasarımında Bilinç Altı Mesaj Öğelerinin ve Nöropazarlama Yaklaşımının Kullanımlarının Karşılaştırılması', *International Periodical For the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, Sayı.10, 123-142.

Durmaz Y. Bahar R. Ve Kurtlar M. (2011), 'Kişisel Faktörlerin Tüketici Satın Alma Davranışlarına Etkisi Üzerine Bir Araştırma', Akademik Yaklaşımlar Dergisi, Sayı.1, 114-133.

Erdemir K.O. (2015), 'Nöropazarlama Araştırmalarını Anlama Kılavuzu', *Brandmap*, 1-5.

Kayan B. 'Bilinç Altı Mesaj Teknikleri, Kullanım Alanları ve Şekli'.

Koenigs, M. ve Tronel, D. (2007), 'Prefrontal cortex damage abolishes brand-cued changes in cola preference' , Social Cognitive and Affective Neuroscience Advance Access published September 18, 2007

Küçükbezirci Y. (2013), 'Bilinç Altı Mesaj Gönderme Teknikleri ve Bilinç Altı Mesajların Topluma Etkileri', *International Periodical For the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic,* Sayı.8, 1879-1894.

Mutlu O. (2005), 'Arzunun Devrimi ve Medya', *Selçuk İletişim*, Sayı.4, 38-41.

Orzan G., Zara IA. Ve Purcarea VL (2012), '*Neuromarketing Techniques in Pharmaceutical Drugs Advertising: A discussion and agenda for future research*' Journal of Medicine and Life, Sayı.5, 428-432.

Özdoğan, B. Tolon, M. Ve Eser, Z. (2008), 'Nöropazarlama Üzerine Kavramsal Bir Çalışma', *Üçüncü Sektör Kooperatifçilik*, Sayı.3, 1-15.

Soydal, H. Mızrak Z. Ve Yorgancılar F.N. (2010), 'Nöro Ekonomi Kavramının İktisat Bilimi İçindeki Yeri, Önemi ve Bilimselliği', *Selçuk Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, Sayı.19, 215-240.

Stallen, M., Smidts, A., Rijpkema, M., Smit, G., Klucharev, V., Fernandez, G. (2010), 'Celebrities And Shoes On The Female Brain: The Neural Correlates Of

Product Evaluation İn The Context Of Fame' , Journal of Economic Psychology 31 (2010) 802–811

Sebastian, V. (2014), 'Neuromarketing and evaluation of cognitive and emotional responses of consumers to marketing stimuli' , Procedia - Social and Behavioral Sciences 127 (2014) 753 – 757

Ural, T. (2008), 'Pazarlamada Yeni Yaklaşım: Nöropazarlama Üzerine Kuramsal Değerlendirme', *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Sayı.2, 421-432.

Ustaahmetoğlu, E. (2015), 'Nöropazarlama Üzerine Bir Değerlendirme', *Uluslararası İlişkiler ve Yönetim Dergisi*, Sayı.2, 154-168.

Yolcu E. 'Bilinç Dışı(Bilinç Altı) Reklam Tartışmaları ve Çalışmaları', *İletişim Fakültesi Dergisi*, 203-210.

Yücel A. ve Çubuk F. (2013), 'Nöropazarlama ve Bilinç Altı Reklamcılık Yaklaşımlarının Karşılaştırılması', *Niğde Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi*, Sayı.2, 172-183.

Yücel, A. ve Çubuk, F. (2014), 'Bir Nöropazarlama Araştırmasının Deneysel Yolculuğu Ve Araştırmanın İlk İpuçları' , Fırat University Journal of Social Science Cilt: 24, Sayı: 2, Sayfa: 133-149, ELAZIĞ-2014

http://www.dijitalpazarlamadergisi.com

http://www.thinkneuro.net

https://tr.wikipedia.org

YÜKSEK BELİRSİZLİK ALTINDA ÇOK PERİYOTLU TERSİNE LOJİSTİK AĞ TASARIMI

Gül Tekin Temur
Beykent Üniversitesi

Seda Yanık
İstanbul Teknik Üniversitesi

ÖZET

Ürün geri dönüşleri ve geri kazanımını disipline eden Tersine Lojistik Ağ Tasarımı (TLAT), tersine lojistik yönetim alanındaki en önemli problem alanlarındandır. Fakat bu süreç, ürün geri dönüş miktarı, zamanı ve kalitesi konularındaki bilinmezlikler nedeniyle çok daha karmaşık hale gelmektedir. Yüksek boyutlu bilgi ve eksik veri içeren problemlerle mücadele etmek için, bu çalışmada, yeni bir yaklaşım olan "Bulut Tabanlı Tasarım Optimizasyonu (BTTO)" adlı yöntemden faydalanılmıştır. Bu yöntemin seçilme nedenleri şu şekilde sıralanabilir: (1) BTTO, çok sayıda belirli ve belirsiz faktörü aynı anda ele alabilmektedir; (2) BTTO, bulanık küme teorisi ve stokastik dağılımların arasında yer alması sebebiyle geleneksel yöntemlere alternatif çözümler üretmektedir, ve (3) BTTO, karar vericilerin beklenmedik durumlara karşı dayanıklı kararlar almasını sağlayan gürbüz çözümler sağlamaktadır. Bu çalışma, BTTO'yu ağ tasarım probleminde ilk kez kullanarak mevcut yazına katkıda bulunmaktadır. Önerilen yaklaşımın doğrulanması amacıyla bir fabrika seçme ve dağıtım problemi ele alınmış ve sonuçlar karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bulut tabanlı tasarım optimizasyonu, tersine lojistik ağ tasarımı, ürün geri dönüşleri

MULTI PERIOD REVERSE LOGISTICS NETWORK DESIGN UNDER HIGH UNCERTAINTY

ABSTRACT

Reverse Logistics Network Design (RLND) is one of vital decisions in reverse logistics which helps to discipline product return and recovery processes. Because of the uncertainty in product return amount, time and quality, RLND process becomes highly complex. In order to deal with problems including high dimenasional information and data incompleteness, a novel approach called as cloud based design optimization (CBDO) is utilized because of the following reasons: (1) CBDO is able to handle high number of uncertain factors; (2) proposes alternative solution to traditional approaches by intervening between fuzzy set theory and stochastic distributions; (3) provides a robust solution which strengthens decision makers against unexpected situations. This study contributes to the extant literature by proposing a CBDO model based solution for network design as a first time. A case study in facility location allocation problem is conducted and results are discussed.

Keywords: Cloud based design optimization; reverse logistics network design; product returns

1. GİRİŞ

Tersine Lojistik (TL) yönetimi ürün geri dönüş ve geri kazanım süreçlerinin yönetilmesidir. TL'nin amacı geri kazanım faaliyetleri sistematik bir şekilde başarıyla yürütmektir. TL, en yaygın kullanılan şu tanıma göre "Hammaddelerin, süreç-içi stoğun, paketleme veya bitmiş ürünlerin bir imalat, dağıtım veya kullanım noktasından, geri kazanım veya uygun bertaraf noktasına geriye doğru akışlarının planlanma, uygulanma ve kontrol edilme sürecidir" (De Brito ve Dekker, 2004). Tersine lojistik alanında araştırma alanlarından biri tersine lojistik ağ tasarımıdır (TLAT). TLAT, kullanılmış ürünlerin toplanması yönetmeliğine uyum ve kârlılık gibi açılardan bir tedarik zincirinin iyileştirilmesi için stratejik öneme sahiptir (Ramezani vd., 2013; Manzini ve Bortolini, 2012). TLAT, ürün akış miktarlarının, tesislerin yerinin ve tesis kapasitelerinin belirlenmesi gibi maliyetli ve kritik kararların alınması için kullanılır. Ağ tasarımı çalışmaları literatürde farklı birçok ortam için tanımlanmıştır. Farklı ortamlardaki ağ tasarımı tipleri şu boyutlar cinsinden ifade edilebilir: (i) tedarik zincirindeki katman sayısı (tek veya çok katmanlı); (ii) sistemdeki ürün tipi sayısı; (iii) karar tipleri (örn. sadece lokasyon, sadece alokasyon veya her ikisi); (iv) planlama periyodu sayısı (örn. tek periyotlu veya çok periyotlu); (v) verinin belirsizliği (örn. deterministik, stokastik, dinamik, bulanık). Literatür oldukça geniş olduğu için bu bölümde, belirsizlik boyutunu ele alan TLAT çalışmalarından en güncel ve ilgili olanlardan özet bir tablo sunulmuştur (Bkz. Tablo 1). Bu tabloda belirsizlik içeren parametre sayılarının stokastik programlama yaklaşımında düşük sayıda, gürbüz optimizasyon yaklaşımında ortalama yükseklikte ve posibilistik/bulanık programlamada yüksek sayılarda olduğu görülmektedir.

Tablo 1. Literatürdeki belirsizlik altında ağ tasarımı öneren çalışmalar

		Modelleme				Belirsiz Parametreler												
Yıl	**Yazarlar**	**SP**	**GO**	**PP**	**D**	**T**	**GM**	**GK**	**SM**	**DM**	**K**	**İS**	**TZ**	**C**	**SM**	**B**	**Belirsizliği Ele Almak için Kullanılan Yaklaşım**
2009	D.H. Lee, M. Dong	x				x	x	x		x							Örnekleme ile elde edilen beklenen değer
2009	Pishvaee&Jolai	x				x	x	x									Olası senaryolardan bulunan beklenen değer
2010	Pishvaee&Torabi			x		x	x	x	x	x	x		x				Aralık bulanık sayıların beklenen değeri
2010	El-Sayed vd.	x				x	x										Beklenen değer
2010	Lee vd.	x				x	x										Olası senaryolardan bulunan beklenen değer
2010	Qin&Ji			x			x		x	x							Bulanık sayıların beklenen değeri
2011	Pishvaee vd.		x			x	x			x							Kapalı sınırlı kutuların uç noktaları
2012	Alumur vd.				x	x	x		x	x	x			x			Zamana bağlı değişen parametreler
2012	Vahdani vd.		x				x		x	x	x	x					Kuyruk modeli: nümerik çözüm Gürbüz optimizasyon: kutu belirsizliği
2012	Lieckens&Vandaele				x	x	x	x				x	x			x	Kuyruk modellerine bağlı nümerik çözüm
2012	Hasani vd.		x			x									x		Aralık gürbüz optimizasyon
2012	Piplani&Saraswat		x				x	x									Min-maks gürbüz optimizasyon
2013	Qiang vd.	x				x											Varyans eşitsizlik teorisi
2013	Ramezani vd.	x				x	x			x				x			Olası senaryolardan bulunan beklenen değer
2013	Amin&Zhang	x				x	x										Olası senaryolardan bulunan beklenen değer
2013	Rosa vd.		x			x	x										Olası senaryolardan bulunan beklenen pişmanlık değeri
2014	Hatefi&Jolai		x			x	x	x									Olası senaryolardan eş model
2014	Soleimani&Govindan	x					x								x		Ortalama risk amaç fonksiyonu

(Tablo 1 kısaltmaları: SP: Stokastik Programlama,GO: Gürbüz Optimizasyon, PP: Posibilistik/bulanık Programlama, D.: Diğer(kuyruk/ çok periyotlu, vb.) , T: Talep, GM: Geri dönüş miktarı, GK: Geri dönüş kalitesi, SM: sabit maliyetler, DM: değişken maliyetler, K: Kapasite, İS: işlem süresi, TZ: teslim zamanı, C: Ciro, SM: Satın alma maliyeti, B: Bozulma ve duruşlar)

Gerçek hayat TL problemlerinin modellenmesi ve ilgili verilerin elde edilmesinde, özellikle ürün dönüşlerindeki miktar, kalite ve dönüş zamanlarıyla ilgili yüksek belirsizlik, zorluklar teşkil etmektedir. Literatürdeki mevcut yaklaşımların yanı sıra, bulut tabanlı tasarım optimizasyonu (BTTO) başlığı altında yeni bir yöntem mevcuttur (Fuchs vd., 2008). Bu yöntem stokastik ve bulanık programlamanın bazı yönlerini bir araya getirmektedir. Bu çalışmanın literatüre katkısı temel olarak TL'de kullanılan geleneksel optimizasyon modellerinin zayıflıklarını çözmeye yönelik alternatif bir çözüm yöntemi sağlamasıdır. Önerilen yaklaşım ile Türkiye koşullarında bir geri dönüşüm firması için yüksek belirsizlik altında çok periyotlu bir TL ağı yapılandırmasına ilişkin bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Ele alınan problemde kapalı-döngü tedarik zinciri yerine TL problemi ele alınmıştır çünkü uygulama yapılan firma ileriye doğru ve tersine lojistik operasyonlarını ayrı yürütmeyi planlamaktadır. Bu çalışma şu şekilde devam etmektedir: Bölüm 2'de problem tanımı ve ana metodoloji, Bölüm 3'te vaka çalışması, Bölüm 4'te sonuçlar tanımlanmıştır.

2. PROBLEM TANIMI VE ARAŞTIRMA METODOLOJİSİ

Bu çalışmada TLAT modeli çok periyotlu, tek ürünlü, çok aşamalı (toplama noktaları, toplama merkezleri, geri dönüşüm merkezleri ve bertaraf merkezleri/hammadde sağlayıcılar) olup benzer vakalar için genelleştirilebilir ve uygulanabilir özelliktedir. BTTO'da öncelikle literatür araştırması ve uzman görüşleri doğrultusunda, zaman içerisinde değişiklik göstermesi muhtemel tüm belirsiz TLAT parametreleri tanımlanmakta ve sözkonusu parametrelerin geçmiş verilerinden yararlanılarak olasılık dağılımları ortaya çıkarılmaktadır. Belirsiz parametreler dikkate alınarak, ilgi senaryoların iç içe geçmiş bir toplamını oluşturan bulutların ortaya çıkarılması sağlanmaktadır. Oluşan bulutlar optimizasyon modeline kısıt olarak dahil edilmektedirler. Buna paralel olarak modelin diğer özellikleri (örneğin sabit değişkenler, tasarım değişkenleri, kısıtlar) da farklı periyotlar dikkate alınarak uzmanlar tarafından belirlenmektedir. Optimizasyon modeli, modelin gürbüz yapısını arttırmak amacıyla oluşturulan kısıtlar ve ürünün fonksiyonelliğine ilişkin kısıtlar altında tanımlanan amacı minimize etmektedir. Bu optimizasyon en kötü senaryo durumuna ilişkin sonuç vermekte ve sonuçlar uzmanlar tarafından yeniden kontrol edilerek yeni bir belirsizliğin sisteme dahil edilip edilmemesi gerektiği kontrol edilmektedir. Model, uzmanlar açısından tatmin edici bir sonuç yakalanıncaya kadar, yeni belirsizlikler eklenerek yeniden çalıştırılabilir.

BTTO, gürbüz tasarım temelli bir optimizasyon modeli olup karar vericileri en kötü senaryolara karşı korumayı hedefler. Özellikle de pek çok yönetim alanına dayalı çok disiplinli kararlarda oluşan yüksek belirsizlik miktarını, ilk olarak Neumaier (2004) tarafından ortaya konulan "bulut" oluşumu sağlayarak daha basit bir biçime indirgemektedir. Bulutlar, belirsiz bilginin açık bir biçimde ele alınmasına yardımcı olmakta ve olasılıklı verileri gözeterek uyarlanabilir en kötü senaryo analizi sağlamaktadır. Bulutların yardımıyla belirsizlikler anlam kazanmaya başlayabilmektedir Modelin gürbüz yapısı, sistemi belirsiz ve/veya dikkate alınmayan verilerdeki dalgalanmalara karşı korumakla sağlanmaktadır.

Bulutlar, bulanık küme teorisi ve stokastik dağılımının boyutları arasında yer almakta ve stokastik modellemeye göre daha az bilgi, bulanık kümeye göre daha çok bilgiye dayalı olarak çözüm sağlamaktadır. Meydana gelen bulutlar, optimizasyon içerisinde "emniyet kısıtı" olarak dahil edilmektedirler. Geniş ölçekli problemler için "olası bulut belirsizliği" geliştirilmiştir. "Olası bulut belirsizliği", üretilen senaryoların güven aralıkları üzerinde en kötü senaryo analizi gerçekleştirilmesine izin vermektedir (Fuchs vd. 2008). Fuchs ve Neumaier (2008) ve Fuchs (2008)'un çalışmalarında olası bulut belirsizliğine dayalı gürbüz tasarım optimizasyonu geliştirilmiş ve bu yöntem BTTO olarak adlandırılmıştır.

Olası bulutlar, yüksek belirsizliği tek belirsizlik durumuna indirgerler. Öncelikle, bulut şeklini tanımlayan bir olası fonksiyon seçilir. İki temel olası fonksiyon vardır: kutu biçimli olası fonksiyon ve elipsoit biçimli olası fonksiyon. Fuchs (2008), kutu biçimli olası fonksiyonun pek çok vaka için tercih edilebilir olduğunu belirtmiştir. İkinci olarak, olası bulutların uygun sınırları Kolmogorov-Smirnov yardımıyla bulunur. Eğer problemin yapısında bilgi eksikliği mevcutsa bu yöntem çok faydalı olmaktadır (Fuchs, 2008). Üçüncü aşamada Latin Hiperküp Örneklemesi aracılığıyla bir örneklem türetilir. Son olarak da marjinal etkileri azaltmak amacıyla her bir örnek için ağırlık atanır. Bu sürecin detayları için Fuchs (2008)'un çalışması incelenebilir.

3. ÖRNEK ÇALIŞMA

Genel bir tersine lojistik sürecinde öncelikle yaşam ömrünü tamamlamış olan ürünler konteynırlarda toplanır. Sonrasında, geri dönüşü sağlanan ürünler toplama merkezine iletilir. Elle ayırma yöntemi ile geri kazanımı sağlanabilecek olan ürünler, sağlanamayacak olanlardan ayrılır. Hiçbir şekilde geri kazanımı mümkün olmayan ürün ve malzemeler bertaraf merkezlerine gönderilirken, geri kazanımı mümkün olanlar geri kazanım merkezlerine iletilir. Bu ürünler geri kazanım merkezinde işlendikten sonra elde edilen hammaddeler, hammadde sağlayıcılarına iletilir ve geri kazanlar yine bertaraf merkezlerine gönderilir.

BTTO modelinin performansını sınamak amacıyla AEEE endüstrisinde bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Çalışmamızda uygulama alanı olarak geri dönüşüm tesisi seçilmiştir. Firma yöneticileri, çevresel yönetmeliklerin de uygulanmaya başlamasıyla toplanan AEEE miktarında artış olacağını düşünmekte ve bu nedenle farklı zaman aralıkları için geri dönen ürün miktarındaki artışa bağlı bir lojistik ağ tasarımı gerçekleştirmeleri gerektiğini düşünmektedirler. Ağ içerisinde 3 ana toplama noktası ($k = 1,2,3$), 2 alternatif toplama merkezi olduğu ($l = 1,2$), 2 alternatif geri dönüşüm tesisi olduğu ($m = 1,2$), bir bertaraf tesisi bulunduğu ($d = 1$) ve bir de hammadde sağlayıcı ($s = 1$) olduğu bilinmektedir. Önerilen TLAT modeli, gelecekteki 4 farklı yıl (p = 1,2,3,4) için en iyi tesislerin seçimi ve seçilen tesisler arasında ürün dağıtımını minimum maliyet ile gerçekleştirmeye yöneliktir. İlk yıl yani ilk periyot için açma kararının verileceği ve sonraki yıllarda bu kararda değişiklik olmayacağı, sadece ürün dağıtımlarının

değişebileceği varsayılmıştır. Ürün geri dönüş miktarlarının, yönetmeliklerin ve artan çevresel bilincin etkisiyle yükseleceği düşünülmektedir. Her bir periyot için her bir toplama noktasında oluşan geri dönüş miktarı (Q_{kp}) elektrik ve elektronikli atık (AEEE) yönetmeliğinde belirlenen sorumluluklar dikkate alınarak belirlenmiştir.

3.1. Aşama 1: Belirsiz parametrelerin tespiti

Örneğimizde, sınıflandırma miktarı, malzeme oranları, işleme, açma ve ulaşım maliyetleri stokastik olarak dikkate alınmıştır. Belirsiz parametrelerin açıklamaları aşağıda gösterildiği gibidir:

L_{lp} = p periyodunda l toplama merkezinde elde edilen geri dönüştürülebilir malzeme yüzdesi
M_{mp} = p periyodunda m geri dönüşüm merkezinde elde edilen malzeme yüzdesi
FL_{lp} = p periyodunda l toplama merkezini açma mal.
FM_{mp} = p periyodunda m geri dönüşüm merkezini açma mal.
CL_{lp} = p periyodunda l toplama merkezinde birim işleme mal.
CM_{mp} = p periyodunda m geri dönüşüm merkezinde birim işleme mal.
KC_{klp} = p periyodunda k toplama noktasından l toplama merkezine birim ulaştırma mal.
LC_{lmp} = p periyodunda l toplama merkezinden m geri dönüşüm merkezine birim ulaştırma mal.
LD_{ldp} = p periyodunda l toplama merkezinden d bertaraf merkezine birim ulaştırma mal.
MD_{mdp} = p periyodunda m geri dönüşüm merkezinden d bertaraf merkezine birim ulaştırma mal.
MS_{msp} = p periyodunda m geri dönüşüm merkezinden s hammadde sağlayıcısına birim ulaştırma mal.

3.2. Aşama 2: Belirli parametrelerin, değişkenlerin ve amaç fonksiyonunun belirlenmesi

CBDO modelinin detayları aşağıda verilmiştir:

İndisler
$k \in K$ = toplama noktaları kümesi
$l \in L$ = toplama merkezleri lokasyonu kümesi
$m \in M$ = geri dönüşüm merkezleri lokasyonu kümesi
$d \in D$ = bertaraf merkezleri lokasyonu kümesi
$s \in S$ = hammadde sağlayıcıları lokasyonu kümesi
$p \in P$ = periyot kümesi

Parametreler
Q_{kp} = p periyodunda k toplama noktasındaki ürün geri dönüş miktarı
L_{lp} = p periyodunda l toplama merkezinde elde edilen geri dönüştürülebilir malzeme yüzdesi
M_{mp} = p periyodunda m geri dönüş merkezinde elde edilen malzeme yüzdesi
FL_{lp} = p periyodunda l toplama merkezini açmanın sabit mal.
FM_{mp} = p periyodunda m geri dönüşüm merkezini açmanın sabit mal.
CL_{lp} = p periyodunda l toplama merkezinde birim işleme mal.
CM_{mp} = p periyodunda m geri dönüşüm merkezinde birim işleme mal.
KC_{klp} = p periyodunda k toplama noktasından l toplama merkezine birim ürün gönderme mal.
LC_{lmp} = p periyodunda l toplama merkezinden m geri dönüşüm merkezine birim ürün gönderme mal.
LD_{ldp} = p periyodunda l toplama merkezinden d bertaraf merkezine birim ürün gönderme mal.
MD_{mdp} = p periyodunda m geri dönüşüm merkezinden d bertaraf merkezine birim ürün gönderme mal.
MS_{msp} = p periyodunda m geri dönüşüm merkezinden s hammadde sağlayıcısına birim ürün gönderme mal.

Karar Değişkenleri
l_{lp} = p periyodunda l toplama merkezini açma (açılırsa 1, açılmazsa 0)
m_{mp} = p periyodunda m geri dönüşüm merkezini açma (açılırsa 1, açılmazsa 0)
kl_{klp} = p periyodunda k toplama noktasını l toplama merkezine bağlama indikatörü
lm_{lmp} = p periyodunda l toplama merkezini m geri dönüşüm merkezine bağlama indikatörü
ld_{ldp} = p periyodunda l toplama merkezini d bertaraf merkezine bağlama indikatörü
md_{mdp} = p periyodunda m geri dönüşüm merkezini d bertaraf merkezine bağlama indikatörü
ms_{msp} = p periyodunda m geri dönüşüm merkezini s hammadde sağlayıcıya bağlama indikatörü

Temel amaç, m_{cost} adını verdiğimiz ve maliyet minimizasyonunu içeren tasarım amacını dikkate alarak en uygun ağ yapısını belirlemektir. m_{cost}, aşağıdaki maliyet kalemlerinin toplamından oluşmaktadır:

Toplama merkezi ve geri dönüşüm merkezi açmanın sabit maliyeti	$\sum_{l=1}\sum_{p=1} FL_{lp} * l_{lp} + \sum_{m=1}\sum_{p=1} FM_{mp} * m_{mp}$
Toplama noktalarından toplama merkezlerine ürün taşıma maliyeti	$\sum_{k=1}\sum_{l=1}\sum_{p=1} KC_{klp} * Q_{kp} * kl_{klp}$
Toplama merkezlerinde işleme maliyeti	$\sum_{k=1}\sum_{p=1} Q_{kp} * \sum_{l=1}\sum_{p=1} CL_{lp} * l_{lp}$
Geri dönüşüm merkezlerinde işleme maliyeti	$\sum_{l=1}\sum_{p=1} L_{lp} * \sum_{k=1}\sum_{p=1} Q_{kp} * \sum_{m=1}\sum_{p=1} CM_{mp} * M_{mp} * m_{mp}$
Toplama merkezlerinden bertaraf merkezlerine ürün taşıma maliyeti	$\sum_{l=k=1}\sum_{p=1} (1 - L_{lp}) * \sum_{k=1}\sum_{p=1} Q_{kp} * \sum_{l=1}\sum_{d=1}\sum_{p=1} LD_{ldp} * ld_{ldp}$
Toplama merkezlerinden geri dönüşüm merkezlerine ürün taşıma maliyeti	$\sum_{l=k=1}\sum_{p=1} L_{lp} * \sum_{k=1}\sum_{p=1} Q_{kp} * \sum_{l=1}\sum_{m=1}\sum_{p=1} LC_{lmp} * lm_{lmp}$
Geri dönüşüm merkezlerinden bertaraf merkezlerine ürün taşıma maliyeti	$\sum_{l=1}\sum_{p=1} L_{lp} * \sum_{m=1}\sum_{k=1}\sum_{p=1} Q_{kp} * \sum_{m=1}\sum_{d=1}\sum_{p=1} MD_{mdp} * (1 - M_{mp}) * md_{mdp}$
Geri dönüşüm merkezlerinden hammadde sağlayıcılara ürün taşıma maliyeti	$\sum_{l=1}\sum_{p=1} L_{lp} * \sum_{m=1}\sum_{k=1}\sum_{p=1} Q_{kp} * \sum_{m=1}\sum_{s=1}\sum_{p=1} MS_{msp} * (M_{mp}) * ms_{msp}$

3.3. Aşama 3: BTTO modelinin kurulması

Uygulamamızda θ^i, ağ tasarımı seçeneklerinden minimum maliyetle yaptığımız seçimi göstermektedir. Her bir seçim, modelin girdi değişkenlerini gösteren 80 ana tasarım değişkeni $(v_1^i, \dots, v_{80}^i)$ ile tanımlanmaktadır. Böylece $n_i = 80$'dir. Eğer merkezler arasındaki herhangi bir bağlantı açılırsa n_i değeri "1" olacaktır, açılmazsa "0" değerini alacaktır. *1,…,* N_i, θ^i için olası seçenekleri göstersin. Bu durumda kesikli seçim değişkeni θ^i, N_i sonlu kümesine ait olacaktır $(v_1^i, \dots, v_{n_i}^i)$. Bu küme $N_i x n_i$ şeklinde tanımlanan tablo içerisinde gösterilir $(\tau_{j,k}^i)$. Örneğimizde 4 farklı ağ tasarımı seçeneği (olası seçenekler) bulunmaktadır, bu nedenle $N_i = 4$'tür. Belirli ve belirsiz parametre değerleri modele dâhil edilmiş ve önerilen BTTO modeli, Fuchs (2008) tarafından oluşturulan ve BTTO çözümüne has olan MATLAB uyumlu arayüz kullanılarak çalıştırılmıştır. Örneğimizdeki veriler dikkate alınarak çalıştırılan BTTO sonucunda ağ yapısı toplam maliyeti 135.618.000 pb olarak bulunmuştur. En uygun ağ yapısının ise 3. ağ yapısı olduğuna karar verilmiştir. Bu yapı içerisinde ikinci toplama merkezi açılmış olup $(l_2 = 1)$ burada toplanan ürünler birinci geri dönüşüm merkezine gönderilmektedir $(m_1 = 1)$. Geri kazanımı mümkün olmayan ürünler toplama ve geri dönüşüm merkezlerinden bertaraf merkezlerine gönderilmişlerdir. Birinci geri dönüşüm merkezinde elde edilen malzemeler, hammadde sağlayıcıya iletilmişlerdir. Sonuçlar iki kere teyit edilmiş ve uzmanlarla paylaşılmıştır. AEEE geri dönüşüm süreçlerindeki yüksek belirsizlikler altında karar vermek durumunda kalan yöneticileri, sistemdeki dalgalanmalara karşı koruyacak kötü senaryo bazlı bir çözüm üreten BTTO'nun kullanımı, parametrelerdeki belirsizlikler arttıkça ve/veya değiştikçe yeniden gerçekleştirilebilir.

4. SONUÇ

Tesis yeri seçim ve ürün dağıtımı problemine yönelik olan ve tersine lojistik literatüründe en önemli kararları içeren TLAT problemi, 1990'lu yılların başından beri araştırmacılar tarafından giderek artan bir ilgiyle ele alınan bir konu olmasına rağmen, problemde yer alan belirsizlikleri dikkate alan çalışma sayısı oldukça azdır. Bu nedenle bu çalışmada genelleştirilebilir, çok katmanlı, çok periyotlu, tek ürünlü ve maliyet minimizasyonunu hedef edinen bir TLAT modeli önerilmiş ve modeldeki belirsiz parametreleri dikkate alarak gürbüz bir çözüm elde etmek amacıyla yeni bir yaklaşım olan BTTO'dan faydalanılmıştır. BTTO, yüksek sayıdaki belirli ve belirsiz parametreleri bir arada dikkate alarak çözüm geliştirmede oldukça faydalı, kötü durum senaryosu altında en iyi çözüm sunan bir yaklaşımdır. Böylece karar vericilerin, en riskli koşullar karşısında savunmacı kararlar alabilmeleri ve beklenmedik durumlarla baş

edebilmelerini sağlamak başlıca amaçtır. Bu çalışma, tersine lojistik alanında BTTO kullanımına yönelik ilk çalışma olup TLAT problemlerinde belirsizliklerin dikkate alınmasına yönelik bir kılavuz niteliği taşımaktadır. Önerilen modelin uygulaması bir AEEE geri dönüşüm firmasında gerçekleştirilmiş, dalgalı ekonominin farklı etkilerini dikkate alan senaryolar için ayrı ayrı sonuçlar elde dilmiş ve yorumlanmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma İstanbul Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi (İTÜ-BAP Grant #38319) çerçevesinde gerçekleştirilmiştir. İTÜ-BAP Birimine çalışmaya verdiği destekten ötürü teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

Alumur, S., Nickel, S., Saldanha-da-Gama, F. ve Verter, V. (2012) Multi-period reverse logistics network design. European Journal of Operational Research, 220, 67-78.

Amin, S. H. ve Zhang, G. (2013) A multi-objective facility location model for closed-loop supply chain network under uncertain demand and return. Applied Mathematical Modelling, 37, 6, 4165-4176.

De Brito, M. P. ve Dekker, R. (2004). A framework for reverse logistics. In R. Dekker, K. Inderfurth, L. N. van Wassenhove, M. Fleischmann (Eds.), Reverse logistics, quantitative models for closed-loop supply chains, Springer-Verlag: Berlin Heidelberg.

El Sayed, M., Afia, N. ve El-Kharbotly, A. (2010). A stochastic model for forward-reverse logistics network design under risk. Computers&Industrial Engineering, 58, 423-431.

Fuchs, M. (2008). Uncertainty modeling in higher dimensions: towards robust design optimization. Dissertation in Universitat Wien.

Fuchs, M. ve Neumaier, A. (2008). Autonomous robust design optimization with potential clouds. International Journal of Reliability and Safety, Special Issue on Reliable Engineering Computing, preprint available on-line at: http://www.martin-fuchs.net/publications.php.

Fuchs, M., Girimonte, D., Izzo, D. ve Neumaier, A. (2008) Robust and automated space sys-tem design, in: A. Schuster (Ed.), Robust Intelligent Systems, Springer Verlag,London, 251–271, http://dx.doi.org/10.1007/978-1-84800-261-6.

Hasani, A., Zegordi, S. H. Ve Nikbakhsh, E. (2012) Robust closed-loop supply chain network design for perishable goods in agile manufacturing under uncertainty. International Journal of Production Research, 50, 16, 4649-4669.

Hatefi, S. M. ve Jolai, F. (2014) Robust and reliable forward–reverse logistics network design under demand uncertainty and facility disruptions. Applied Mathematical Modelling, 38, 9-10, 2630-2647.

Lee, D. H. ve Dong, M. (2009) Dynamic network design for reverse logistics operations under uncertainty. Transportation Research Part E, 45, 61-71.

Lee, D. H., Dong, M. ve Bian, W. (2010) The design of sustainable logistics network under uncertainty. International Journal of Production Research, 128, 159-166.

Lieckens, K. ve Vandaele, N. (2012) Multi-level reverse logistics network design under uncertainty. International Journal of Production Research, 50, 1, 23-40.

Manzini, R. ve Bortolini M. (2012) Strategic planning and operational planning in reverse logistics: a case study for Italian WEEE, In: P. Golinskaand C. A. Romano (eds.), Environmental Issues in Supply Chain Management, EcoProduction, Springer-Verlag, 107-130.

Neumaier, A. (2004). Clouds, fuzzy sets and probability intervals. Academic Research, Institutfür Mathematik, Universitat Wien.

Piplani, R. ve Saraswat, A. (2012) Robust optimization approach to the design of service networks for reverse logistics. International Journal of Production Research, 50, 5, 1424-1437.

Pishvaee, M. S. ve Jolai, F. (2009) A stochastic optimization model for integrated forward/reverse logistics network design. Journal of Manufacturing Systems 28, 107-114.

Pishvaee, M. S. ve Torabi, S. A. (2010) A possibilistic programming approach for closed-loop supply chain network design under uncertainty. Fuzzy Sets and Systems, 161, 2668-2683.

Pishvaee, M. S., Rabbani, M. ve Torabi, S. A. (2011) A robust optimization approach to closed-loop supply chain network design under uncertainty. Applied Mathematical Modelling, 35, 2, 637-649.

Ramezani, M., Bashiri, M., ve Tavakkoli-Moghaddam, R. (2013) A new multi-objective stochastic model for a forward/reverse logistic network design with responsiveness and quality level. Applied Mathematical Modelling, 37, 1-2, 328-344.

Rosa, V., Gebhard, M., Hartmann, E. ve Wollenweber, J. (2013) Robust sustainable bi-directional logistics network design under uncertainty. International Journal of Production Economics, 145, 1, 184-198.

Qiang, Q., Ke, K., Anderson, T. ve Dong, J. (2013) The closed-loop supply chain network with competition, distribution channel investment, and uncertainties. Omega, 41, 2, 186-194.

Qin, Z. ve Ji, X. (2010). Logistics network design for product recovery in fuzzy environment. European Journal of Operational Research, 202, 2, 479-490.

Soleimani, H. ve Govindan, K. (2014) Reverse logistics network design and planning utilizing conditional value at risk. European Journal of Operational Research, 237, 2, 487-497.

Vahdani, B., Tavakkoli-Moghaddam, R., Modarres, M. ve Baboli, A. (2012) Reliable design of a forward/reverse logistics network under uncertainty: a robust-m/m/c queuing model. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 48, 6, 1152-1168.

A CONSTRAINT PROGRAMMING MODEL FOR THE FLOW SHOP SCHEDULING PROBLEM WITH SEQUENCE DEPENDENT SETUP TIMES

Şeyda Topaloğlu
Dokuz Eylül University

Emre Şenol
Dokuz Eylül University

Arman Balçık
Dokuz Eylül University

ABSTRACT

In this study, a constraint programming (CP) model is developed for the flow shop scheduling problem with sequence dependent setup times. Due dates and deadlines are very important in real world problems. Most of the research about this problem considered other performance measures such as makespan, maximum lateness, and total tardiness. However, to create loyal customers and to maintain higher service quality, most of the companies are interested in minimizing the number of tardy jobs other than the other performance measures. The developed CP model is compared with a mixed-integer linear programming model (MILP) and the computational results indicate that the CP model is relatively much more efficient.

Keywords: Flow Shop Scheduling, Constraint Programmimg, Integer Linear Programming, Sequence Dependent Setup Time

1. INTRODUCTION

In this study, constraint programming (CP) and integer programming models for the flow shop scheduling problem with sequence dependent setup times are compared. The objective is to minimize the number of tardy jobs. Due dates and deadlines are very important in real world problems. Most of the research about this problem considered other performance measures such as makespan, maximum lateness, and total tardiness. But, to create loyal customers and to maintain higher service quality, most of the companies are more interested in minimizing the number of tardy jobs, than these performance measures.

A polynomial-time algorithm which minimizes the number of tardy jobs for the single-machine problem is proposed by Moore (1968). Lenstra et al. (1977) proved that the problem is NP-hard even for the two-machine flow shop problem. Hariri and Potts (1989) developed a branch-and-bound algorithm to solve the *m*-machine permutation flow shop problem. Gupta and Tunc (1998) proposed several heuristic algorithms for the two-stage hybrid flow shop problem to minimize the number of tardy jobs. Della Croce et al. (2000) studied the two-machine flow shop problem with common due dates. Sung and Kim (2003) investigated the two-machine flow shop problem in which the jobs are processed in batches and the objective is to minimize the number of tardy jobs. Varmazyar et al. (2011) proposed a mixed-integer programming (MILP) model to solve the flow shop scheduling problem with sequence dependent setup times with the same objective. They also proposed metaheuristic algorithms and compared their MILP results with the results of the metaheuristic algorithms. In this study, we propose a CP model to solve the same problem studied in Varmazyar et al. (2011).

2. PROBLEM STATEMENT AND FORMULATION

The considered research problem is denoted as $Fm|prmu, S_{ijk}|\sum U_j$. The assumptions of the problem can be stated as follows.

- Each job is to be processed once on each machine from the first to the last machine (*Fm*).
- The jobs are processed in the same sequence on all machines (*prmu*).
- The setup time of each job on each machine depends on the previously processed job on that machine (S_{ijk}).
- The objective function is the minimization of the number of tardy jobs ($\sum Uj$). A job (say job *j*) is early if its process is completed no later than its due date; otherwise, the job is considered as a tardy job.
- The setup times of jobs on all machines are anticipatory. A setup time is anticipatory if the setup process can be started without the corresponding job being available to be processed on the machine.

Varmazyar et al. (2011) developed a MILP model for the problem based on the concept of 'slots'. Slots are considered as the positions of jobs. Each job is assigned to only one slot and each slot is allocated to only one job. The parameters, decision variables, and the mathematical model are as follows.

***Parameters and indices*:**

n	number of jobs
m	number of machines
i	index for the machines $\{1,2,...,m\}$
j,l	index for the jobs $\{1,2,...,n\}$
k	index for the slots $\{1,2,...,n\}$
P_{ij}	processing time of job *j* on machine *i*
d_j	due date of job *j*
S_{ilj}	setup time of job *j* on machine *i* if job *l* is the immediately preceding job (*l*=0 indicates the setup time of job *j* if it is scheduled as the first job)
M	a large positive number

***Decision Variables*:**

C_{ik}	completion time of the job assigned to the *k*th slot on machine *i*
X_{jk}	1, if job *j* is assigned to the *k*th slot; 0, otherwise
D_k	1, if the job assigned to the *k*th slot is completed with delay; 0, otherwise
A_{jlk}	1, if job *l* is assigned to slot *k* and job *j* is assigned to slot (*k* +1); 0, otherwise

The MILP model:

$$Min = \sum_{k=1}^{n} D_k \quad (1)$$

subject to:

$$\sum_{j=1}^{n} X_{jk} = 1\,, \quad k = 1, \dots, n \quad (2)$$

$$\sum_{k=1}^{n} X_{jk} = 1\,, \quad j = 1, \dots, n \quad (3)$$

$$\sum_{l=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} A_{jlk} = 1\,, \quad k = 1, \dots, (n-1),\ l \neq j \quad (4)$$

$$A_{jlk} \leq X_{lk}\,, \quad k = 1, \dots, (n-1),\ j, l = 1, \dots, n, l \neq \mathrm{j} \quad (5)$$

$$A_{jlk} \leq X_{j,k+1}\,, \quad k = 1, \dots, (n-1),\ j, l = 1, \dots, n, l \neq j \quad (6)$$

$$C_{11} = \sum_{j=1}^{n} (P_{1j} + S_{10j}) * X_{j1} \quad (7)$$

$$C_{i1} \geq \sum_{j=1}^{n} (P_{ij} + S_{i0j}) * X_{j1}, \quad i = 2, \dots, m \quad (8)$$

$$C_{i+1,k} - C_{ik} \geq \sum_{j=1}^{n} P_{i+1,j} * X_{jk}\,, \quad i = 1, \dots, (m-1),\ k = 1, \dots, n \quad (9)$$

$$C_{1,k+1} - C_{1k} \geq \sum_{j=1}^{n} P_{1j} * X_{j,k+1} + \sum_{j=1}^{n} \sum_{l=1}^{n} S_{1lj} * A_{jlk}\,, \quad k = 1, \dots, (n-1) \quad (10)$$

$$C_{i,k+1} - C_{ik} \geq \sum_{j=1}^{n} P_{ij} * X_{j,k+1} + \sum_{j=1}^{n} \sum_{l=1}^{n} S_{ilj} * A_{jlk}\,, \quad k = 1, \dots, (n-1),\ i = 2, \dots, m \quad (11)$$

$$C_{mk} - \sum_{j=1}^{n} d_j * X_{jk} \leq M * D_k\,, \quad k = 1, \dots, n \quad (12)$$

$$X_{jk}, D_k, A_{jlk} \in \{0,1\} \quad (13)$$

$$C_{ik} \geq 0 \quad (14)$$

Constraint (1) and (2) ensure that each job should be assigned to one slot, and there should be one job in each slot. According to constraint (3), there is only one predecessor and one successor of a job. Also, A_{jlk} must be equal to one if job *l* is assigned to slot *k* and job *j* is assigned to slot *k* +1. If job *l* is not assigned to slot *k* or job *j* is not assigned to slot *k* +1, A_{jlk} must be equal to zero. Constraints (5) and (6) are incorporated into the model to support this fact. Constraints (7) and (8) are related to the completion time of the job in the first slot on the first machine and on the rest of the other machines, respectively. Constraint (9) guarantees that the completion time of a job in slot *k* on machine *i* +1 must be bigger than the sum of the completion time of the job on the previous machine *i* and its processing time on machine (*i*+1). The completion time of two consecutive jobs on the first
machine is evaluated by Constraint (10), whereas the completion time of two consecutive jobs on other machines is determined by Constraint (11). Accordingly, the difference between the completion time of two consecutive jobs on a machine should be at least greater than or equal to the summation of the required setup time and process time of the job processed as the later job. Constraint (12) is used to determine the tardy jobs.

3. PROPOSED CONSTRAINT PROGRAMMING MODEL

Recently, CP has been used as an alternative solution method to integer programming (IP) for solving combinatorial optimization problems. An overview of CP and its main techniques can be found in Smith (1995) and Brailsford et al. (1999). Traditionally a CP model is composed of a set of variables (X), a set of domains (D), and a set of constraints (C) specifying which assignments of values in D to variable X are legal. The efficiency of CP lies in powerful constraint propagation algorithms which remove those values generating infeasible solutions from the domain of the variables. If constraint propagation is not sufficient to find a feasible solution, then a tree search is performed. Indeed, branch-and-bound tree developed for IP is the same as the search tree of CP in which each node represents a decision variable and each branch represents a value assignment of the variable. Typically, at each node of the search tree, the following steps are taken: first, a variable not yet fixed is selected and a remaining value of its domain is assigned to it. Then, constraint propagation occurs. If the domain of a variable becomes empty during the propagation, the solver has detected an inconsistency in the previously taken decisions, and the whole search process backtracks, typically by choosing another value for the variable. When the constraint propagation terminates while there are still some unfixed variables, the solver creates a new search node and goes on with the procedure just detailed.

Given the indices and parameters for the MILP, the additional notation for the developed CP model is as follows.

***Parameters*:**

T_j	type of job *j*
$setup_i$	sequence dependent setup times on machine *i* defined in the tuple structure with the types of jobs one coming after the other as *id1* and *id2* respectively, and the setup time between the job types as *value* (<*id1*,*id2*,*value*>)

***Decision Variables*:**

$tardy_j$	tardiness measure of job *j* (1, if job *j* is tardy; 0 if finished at the due date; -1, if finished before the due date)
nbtardy	total number of tardy jobs
$task_{ij}$	time interval variable for job *j* processed on machine *i*
$schedule_i$	interval sequence variable for the ordering of jobs on machine *i*

The CP Model:

$$Min = nbtardy \quad (15)$$

subject to:

$$\boldsymbol{noOverlap}(schedule_i, setup_i), \quad i = 1, \dots, m \quad (16)$$

The objective function (15) minimizes the total number of tardy jobs. Assuming the jobs processed on machine i as a sequence, the noOverlap constraint (16) on the related interval sequence variable schedule *i* defines a chain of non-overlapping intervals that correspond to these jobs. Any interval in the chain is constrained to end before the start of the next interval in the chain. In the given structure of the constraint, it also starts the processing of a job on the machine after the sequence dependent setup time elapses.

$$\boldsymbol{sgn}\big(endOf(task_{ij}) - d_j\big) = tardy_j\,, \;\; j = 1, \dots, n, \;\; i = 1, \dots, m \quad (17)$$

In Equation (17), ***sgn*** is a function that returns a value -1, 1, or 0 according to the result of the computation given in the paranthesis whether negative, positive, or zero, respectively.

$$\boldsymbol{endBeforeStart}\big(task_{ij}, task_{rj}\big), \;\; j = 1, \dots, n, \;\; i, \;\; r = 1, \dots, m, \;\; i > r \quad (18)$$

Constraint (18) states that the end of time interval $task_{ij}$ is less than or equal to the start of time interval $task_{rj}$. Via this constraint, no job is processed on a machine simultaneously.

$$\boldsymbol{nbtardy} = count(all(j\ in\ jobs)tardy_j, 1) \quad (19)$$

Equation (19) determines the number of tardy jobs. By using the ***count*** function, we can find the total number of tardy jobs.

4. COMPUTATIONAL STUDY

In this section, we present the computational results to compare the performance of the MILP and CP models. Both the models are solved on a 2.3 GHz CPU, 4 GB memory PC using IBM ILOG OPL V6.33. The test problems are generated in differing sizes with respect to the number of machines and jobs as illustrated in Table 1. The processing times, setup times and due dates are generated randomly based on the given uniform distributions in the table.

Table 1. Problem Data

Problem No.	Size	# of Machines	# of Jobs	Processing Times	Setup Times	Due dates
1	Small	2	5	Unif(1,20)	Unif(1,50)	Unif(60,300)
2	Small	2	10	Unif(1,20)	Unif(1,50)	Unif(110,550)
3	Small	2	25	Unif(1,20)	Unif(1,50)	Unif(260,1300)
4	Small	3	5	Unif(1,20)	Unif(1,50)	Unif(70,350)
5	Small	3	10	Unif(1,20)	Unif(1,50)	Unif(100,530)
6	Small	3	25	Unif(1,20)	Unif(1,50)	Unif(270,1350)
7	Medium	6	5	Unif(1,20)	Unif(1,50)	Unif(30,150)
8	Medium	6	10	Unif(1,20)	Unif(1,50)	Unif(150,750)
9	Medium	6	25	Unif(1,20)	Unif(1,50)	Unif(300,1500)
10	Big	6	55	Unif(1,20)	Unif(1,50)	Unif(600,3000)

The computational results are given in Table 2. Accordingly, CP is far beyond the MILP approach. The solution time is almost shorter in every problem instance except problem no. 2. The difference between the solution times of the MILP and CP models are more noticeable when the problem size gets bigger. The most dramatic difference is observed for problem no. 10. While the proposed CP model finds the optimum solution in only 54 miliseconds, the MILP model could not even find a feasible solution after being run for 300 minutes. It should be also noted that the CP model has far less number of variables and constraints than the MILP model. Consequently, it can be said that the CP model is more effective and efficient than the MILP for solving this complex scheduling problem.

Table 2. Computational Results

Problem No.	MILP Model			Proposed CP Model		
	Solution Time	**# of Variables**	**# of Constraints**	**Solution Time**	**# of Variables**	**# of Constraints**
1	00:00:00:24	141	204	**00:00:00:08**	21	16
2	**00:00:00:71**	1031	1709	00:00:33:25	31	36
3	00:00:00:17	146	219	**00:00:00:04**	21	37
4	00:00:05:42	1041	1739	**00:00:00:07**	41	67
5	00:00:00:17	161	264	**00:00:00:07**	36	115
6	00:00:00:71	1071	1829	**00:00:00:07**	71	220
7	00:00:40:17	15701	29024	**00:00:04:62**	76	81
8	00:00:23:55	15726	29099	**00:00:00:11**	101	157
9	00:04:39:80	15801	29324	**00:00:00:21**	176	535
10	**No solution! After 5 hrs**	166761	321914	**00:00:00:54**	386	1165

5. CONCLUSION

A new CP model is developed for the sequence dependent flow shop scheduling problem, which minimizes the number of tardy jobs. To evaluate the performance of the proposed CP model, a comparative study is performed with an existing MILP model (Varmazyar et al., 2011) in the related literature over a set of randomly generated test problems. The computational results show that as a solution approach, constraint programming is more successful than integer programming for this problem.

REFERENCES

Brailsford, S.C., Potts, C.N., and Smith, B.M., 1999. Constraint satisfaction problems: Algorithms and applications. European Journal of Operational Research, 119, 557-581.

Della Croce, F., Gupta, J.N.D., and Tadei, R., 2000. Minimizing tardy jobs in a flowshop with common due date. European Journal of Operational Research, 120 (2), 375–381.

Gupta, J.N.D. and Tunc, E.A., 1998. Minimizing tardy jobs in a two-stage hybrid flowshop. International Journal of Production Research, 36 (9), 2397–2417.

Hariri, A.M.A. and Potts, C.N., 1989. A branch and bound algorithm to minimize the number of late jobs in a permutation flowshop. European Journal of Operational Research, 38 (2), 228–237.

Lenstra, J.K., Rinnooy Kan, A.H.G., and Brucker, P., 1977. Complexity of machine scheduling. Annals of Discrete Mathematics, 1, 343–62.

Moore, J.M., 1968. An n job, one machine sequencing algorithm for minimizing the number of late. Management Science, 15, 102–109.

Smith, B. (1995). A tutorial on constraint programming. Research Report 95.14, School of Computer Studies, University of Leeds.

Sung, C.S. and Kim, Y.H., 2003. Minimizing due date related performance measures on two batch processing machines. European Journal of Operational Research, 147 (3), 644–656.

Varmazyar, M., and Salmasi, N. (2012). Sequence-dependent flow shop scheduling problem minimising the number of tardy jobs. International Journal of Production Research, 50(20), 5843-5858.

TEDARİK ZİNCİRİ ENTEGRASYONU, MÜŞTERİ TATMİNİ VE İŞLETME PERFORMANSI: BİR SAHA ÇALIŞMASI

Esra Topçu
Sakarya Üniversitesi

Mustafa Cahid Ünğan
Sakarya Üniversitesi

ÖZET

Bu çalışmanın amacı tedarik zinciri entegrasyonu, müşteri tatmini ve işletme performansı arasındaki ilişkileri incelemektir. Analiz için 106 üretim firmasından online olarak anket verisi toplanmıştır. Toplanan veriler yapısal eşitlik modeli ile analiz edilmiştir. Bu analiz sonucunda birkaç bulguya ulaşılmıştır. Bunlardan birisi iç entegrasyonun müşteri entegrasyonu ve tedarikçi entegrasyonu üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkisi olduğudur. Müşteri tatmini ile işletme performansı arasında da pozitif ve anlamlı bir ilişki görülmektedir. Diğer yandan müşteri entegrasyonu ve tedarikçi entegrasyonunu ile müşteri tatmini arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.

Anahtar Sözcükler: tedarik zinciri, entegrasyon, performans

SUPPLY CHAIN INTEGRATION, CUSTOMER SATISFACTION AND FIRM PERFORMANCE: A SURVEY RESEARCH

ABSTRACT

The aim of this study is to analyze the effects of supply chain integration on supplier satisfaction and firm performance. For this analysis, online questionnaire data is collected from 106 production firms. Collected data is analyzed using structural equality model. The first conclusion of our analysis is that the internal integration has a positive and meaningful impact on customer integration and supplier integration. Another conclusion is that there is a positive and meaningful relation between the customer satisfaction and firm performance. On the other hand, a meaningful relation between customer integration and supplier integration is not observed. Due to the fact that there has not been a field study performed on this topic before in our country, it is envisioned that this study is going to help supply chain managers and contribute to the academic literature.

Keywords: supply chain, integration, performance

1. GİRİŞ

Değişen ve sürekli gelişen dünyada, günümüz işletmeleri rekabet avantajı sağlayabilmek ve müşteri ihtiyaçlarını en iyi biçimde karşılayabilmek için geleneklerden gelen yetkiyi sahiplenmekle birlikte değişime ve gelişime açık olmalıdır. Firmalar içinde bu değişim ve gelişim için Tedarik Zinciri Yönetimine (TZY) dahil olmak kaçınılmaz bir durum haline gelmeye başlamıştır. Tedarik zinciri stratejik bir öneme sahiptir (Alfalla-Luque vd., 2014). TZY işletmelerde bu stratejik önemi tedarik zinciri faaliyetlerinin koordinasyonu ve entegrasyonuyla birlikte sağlamaktadır. Bu çalışmada da zincirdeki birleşenlerin entegrasyonu üzerinde durulmuştur. Günümüzde Entegrasyonun TZY'nin vazgeçilmez bir parçası olduğu görülmektedir. İşletme bakış açısıyla entegrasyon, tüm süreçler arasında güçlü bir koordinasyon yapısı kurarak firma fonksiyonlarını bir araya getiren, bilgi teknolojilerini ve elektronik araçların etkin kullanımını sağlayan bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır. Tedarik zinciri entegrayonu zincir üyelerinin stratejik, taktik ve operasyonel faaliyetlerin işbirliğine dayalı yönetim düzeyi olarak tanımlanmaktadır. Tedarik zincirinin bir bütün olarak çalışması için, hem firma içindeki bölümler arasında hem de zincirdeki diğer firmalar arasında entegrasyona ihtiyaç duyulur (Alfalla-Luque ve Medina-Lopez, 2009). Etkili tedarik zinciri yönetimi örgütler için potansiyel olarak sürdürülebilir rekabetçi aracın kaynağı olmakta ve tedarik zinciri entegrasyonu tedarik zinciri yönetiminde kritik bir rol oynamaktadır (Van der Vaart ve Van Donk, 2008). Tedarik zinciri entegrasyonun potansiyel yaralarına karşı zincirdeki katma değer yaratan faaliyetlerin etkili bir şekilde entegrasyonun rekabet üzerindeki etkisi sorgulanmaya devam edilmektedir. Literatürde çelişkili sonuçların da bulunması nedeniyle Alfalla-Luque vd. (2014) bu alanda daha fazla saha çalışmasına ihtiyaç duyulduğunu belirtmektedir. Ayrıca, bu çalışma için yapılan bir literatür taraması bu konuda ülkemizde ampirik bir çalışmanın yapılmadığını ortaya koymuştur. İşte bu çalışma hem uluslararası yazına katkıda bulunmak hem de ülkemizde bu alanda gelecekte yapılacak çalışmalar için bir başlangıç olması amacıyla kaleme alınmıştır. Bu çalışmada müşteri entegrasyonu, içsel entegrasyon ve tedarikçi entegrasyonu, müşteri tatmini ve işletme performansının birbirleriyle arasındaki ilişkiler incelenmektedir. Çalışmanın bundan sonraki kısımlarında önce çalışmada yer alan değişkenlere ilişkin bir literatür taraması daha sonra ise veri analizi ve bulgularla sonuç kısımları yer almıştır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

İçsel Entegrasyon

Firmayı tek bir bütün haline getiren fonskiyonlar arası etkileşim ve işbirliği süreçleri içsel entegrasyon olarak tanımlanmaktadır (Kahn and Mentzer, 1996). Benzer şekilde Aksoy (2009) şirket içi fonksiyonlar ve çalışanlar arasındaki entegrasyonun iç entegrasyonu sağladığını ifade etmektedir. İçsel entegrasyonun amacı müşteri ihtiyaçlarını sağlamaktır (Alfalla-Luque vd., 2009). İç entegrasyonun dış entegrasyon olarak düşünülen müşteri ve tedarikçi entegrasyonu üzerine önemli etkisi vardır (Yu vd., 2013). Alfalla-Luque (2014), tedarik zinciri entegrasyonunun farklı boyutları arasındaki ilişkileri inceledikleri çalışmalarında iç entegrasyonun performansı etkilediğini ve iç entegrasyonu başarmanın tedarikçi ve müşteri entegrasyonuna yardımcı olduğunu bulmuşlardır. Benzer şekilde Zhao vd. (2011), iç entegrasyonla hem müşteri entegrasyonu hem de tedarikçi entegrasyonu arasında olumlu ve anlamlı bir ilişki bulmuştur.

İç entegrasyonuyn performas üzerindeki etkisini inceleyen çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Mesela, Schoenherr ve Swink (2012) iç entegrasyonun ürün kalitesinin artmasına yardımcı olduğunu, Huo vd. (2014), ise iç entegrasyonun ürün ve hizmetlerin zamanında ve etkili bir şekilde teslimi için üretim ve dağıtım arasında yakın bir ilişki yarattığını saptamışlardır. Benzer şekilde Wong vd. (2011) iç entegrasyonla teslim, kalite, maliyet, genel performans arasında pozitif ve önemli ilişki bulmuştur Tedarikçi ve müşteri entegrayonu için iç entegrasyon bir temel oluşturmaktadır (Chen vd., 2009). Yukarıdaki ifadelerden içsel entegrasyon ile müşteri entegrasyonu, tedarikçi entegrasyonu ve müşteri tatmini arasında pozitif yönlü bir ilişki olduğu anlaşılmaktadır.

Tedarikçi Entegrasyonu

Thun (2010), Tedarikçi entegrasyonu stok miktarlarını düşürmek ve teslim sürelerini azaltmak amacıyla ana tedarikçilerle yakın işbirliği halinde çalışmak olarak tanımlamaktadır. Tedarikçi entegrasyonun en önemli özelliği alıcı ve satıcı arasındaki etkin bir işbirliğinin tesis edilmesidir (Yu vd., 2013). İşletmeler en etkili, doğru ve hızlı tedarik ağına sahip olmak için ürün geliştirme ve pazarlama gibi işlevlerde tedarikçinin desteğini sağlamak amacıyla hem tedarikçi belirlenmesinde hem de tedarikçi ile ilişkilerde stratejiler uygulamakta ve süreç eğitimlerini sağlamaktadır (Göksu, 2010). Tedarikçi entegrasyonu değişik şekillerde kavramsallaştırılmıştır. Bunlar arasında alıcı-satıcı ilişkisi, tedarikçinin ürün tasarımı ve üretim planlama gibi işlemelere dahil edilmesi ve tedarikçilerle işbirliği bulunmaktadır. Tedarikçi entegrasyonu ile performans arasındaki ilişkiyi inceleyen çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Mesela Danese (2013) tedarikçi entegrasyonu ile zamanında teslim performansı arasında pozitif bir ilişki bulmuştur.

Diğer yandan Wong ve arkadaşları (2011) tedarikçi entegrasyonu ile de teslim, maliyet, kalite ve esneklik arasında da olumlu ilişki bulmuşlardır. Performansta ki olumluluk müşteri tatminini de olumlu etkileyeceğinde tedarikçi entegrasyonu ile müşteri tatmini arasında pozitif bir ilişki kurmak mümkündür.

Müşteri Entegrasyonu

Müşteri entegrasyonundan ana müşteri ihtiyaçlarının daha iyi anlaşılması ve bunun işletmenin iç süreçlerinin tasarımda göz önünde bulundurulması anlaşılmaktadır (Thun, 2010).

Müşterilerin, sadece demografik bilgileri kullanılarak yapılan pazarlama geleneksel pazarlama yöntemidir ve yeni müşterilerden çok eldeki müşteriyi tutmaya odaklanmaktadır (Çiçek, 2005). Entegrasyonun kullanıldığı pazarlamada ise müşteriye birey olarak bakılır ve birebir ilişki kurulmaya çalışılır. Aynı zamanda müşterinin yaşam boyu değeri ile de ilgilenilir. Huo vd. (2014) müşteri entegrasyonun doğru müşteri talep ve tercih bilgisini üreticilere ve tedarikçilere ulaştırarak ürün teslim süreçlerinin hızlandırılması ve ürün zayiatlarının azaltılması gibi avantajlar sağladığını bulmuştur. Diğer yandan Wong vd. (2011) müşteri entegrasyonu ile maliyet tasarrufu ve kalite artışı arasında olumlu ilişki bulmuşken teslim performansı arasında olumlu bir ilişki bulamamıştır. Yukarıda anlatılanlardan müşteri entegrasyonu ile tedarikçi entegrasyonu ve müşteri tatmini arasında pozitif bir ilişki olduğu söylenebilir.

Müşteri Tatmini ve Performans

TZY'ni; işletme performansı ve müşteri tatmini açısından sistematik bir şekilde ele aldığımızda ise işletmelere özellikle uzun vadede büyük katkılar sağladığı görülmektedir. Küreselleşen ve sürekli yenilenen dünyada müşteri tatminini uzun vadeli olarak, müşteri sadakatiyle sağlamak artık oldukça güç bir hale geldiğini kabul etmek gerekir. Bu güçlükleri elimine etmek için ve rekabette öne çıkabilmek için entegrasyonun gücünde tam anlamıyla yararlanılmalıdır. Tedarik zinciri ve lojistik yönetimi kapsamında Müşteri tatmini ve performans arasındaki ilişkiyi inceleyen bir dizi çalışma bulunmaktadır (mesela Lambert vd., 1998) ve bu çalışmalarda bu ikisi arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur.

Araştırma Hipotezleri

Bu çalışmadaki değişkenler arasındaki ilişkileri test etmek için yukarıda verilen literatür taramasından yararlanılarak aşağıdaki hipotezler geliştirilmiştir.

H1: İç entegrasyon ile müşteri entegrasyonu arasında pozitif bir ilişki vardır.
H2: İç entegrasyon ile müşteri tatmini arasında pozitif bir ilişki vardır.
H3: iç entegrasyonun ile tedarikçi entegrasyonu arasında pozitif bir ilişki vardır.
H4: Müşteri entegrasyonu ile müşteri tatmini arasında pozitif bir ilişki vardır.
H5: Tedarikçi entegrasyonu ile müşteri tatmini arasında pozitif bir ilişki vardır.
H6: Müşteri tatmini ile işletme performansı arasında pozitif bir ilişki vardır.

3. VERİ ANALİZİ VE BULGULAR

Bu araştırmada, veri toplama aracı olarak anket kullanılmıştır. Anket yoğun bir literatür taraması sonucu hazırlanmıştır. Olasılığa dayalı basit tesadüfi örnekleme yöntemi kullanılarak, farklı sektör ve bölgelerden olmak üzere toplam 106 işletmeden veri toplanmıştır. Bu firmaların 70 tanesi makine ve metal sanayinden, 10 tanesi otomobil sektöründe, 5 tanesi tekstilden, 4 tanesi plastik sektöründen, 5 tanesi inşaat, 4 tanesi gıda, 5 tanesi elektrik, 3 tanesi ise bilişim sektöründe faaliyet göstermektedir. Firmaların 103'ü özel sektör 3'ü ise kamu sektöründe yer almaktadır. Anketteki ifadeler Zhao vd. (2008), Kim (2009) ve Flynn vd. (2010) tarafından yapılan çalışmalardan yararlanılarak hazırlanmıştır ve bu ifadeleri ölçmek için beşli likert ölçeği kullanılmıştır (1=Kesinlikle Katılmıyorum, 2=Katılmıyorum, 3=Kararsızım, 4=Katılıyorum, 5=Kesinlikle Katılıyorum).

Bulgular

Sonuçlar keşfedici aşama ve doğrulayıcı aşama olmak üzere iki ayrı kategoride değerlendirilmiştir. Keşfedici aşamada SPSS 18 kullanılmıştır. Keşfedici aşama sonucunda, özdeğerleri 1'den büyük toplam varyansın %67.7'sini kapsayan 5 faktör elde edilmiştir. Keşfedici aşamayı takiben Doğrulayıcı aşamada ölçüm ve yapısal modelin değerlendirilmesi için SmartPLS 3 kullanılmıştır.

Ölçüm modelinin yakınsaklık ve diskriminant (ayırdedicilik) geçerliliğini değerlendirmek için doğrulayıcı faktör analizi kullanılmıştır. Ölçeklerin yakınsaklık geçerliliği için şu üç kriter sağlanmalıdır: (1) tüm gösterge yükleri 0.65'i aşmalıdır; (2) bileşik güvenilirlikler 0.8'i aşmalıdır veya Cronbach alfa değerleri 0.65'i aşmalıdır; ve (3) her bir ölçek için açıklanan ortalama varyans (AVE) 0.5'i aşmalıdır (Fornell ve Larker, 1981). Ölçeklerin ve ölçekleri oluşturan ifadedelerin psikometrik özellikleri Tablo 1'te verilmiştir.

Tablo 9 Ölçek ve ölçeği oluşturan ifadelerin psikometrik özellikleri

	Ortalama	Standart Sapma	Faktör Yükleri	t-İstatastiği	Cronbachs Alfa	Bileşik Güvenirlik	Açıklanan Ortalama Varyans
İçsel Entegrasyon					**0,90**	**0,92**	**0,63**
İşletmemizdeki bölümler sürekli bir iletişim halindedir.	**4,37**	0,72	0,77	11,81			
İşletmemizin farklı bölümleri bilişim teknolojileri yoluyla birbirine bağlanmıştır.	4,3	0,9	0,80	14,20			
İşletmemizdeki bölümler önemli karar alınırken birlikte çalışırlar.	**3,80**	**0,90**	**0,57**				
İşletmedeki fonksiyonlar periyodik olarak toplantılar düzenlerler.	4,08	0,93	0,75	14,50			
Yönetim önemli kararlarda birlikte uyum içinde çalışır.	4,19	0,86	0,83	17,74			
Genel olarak söylemek gerekirse işletmemizde çalışanlar arasında bir işbirliği vardır.	4,17	0,81	0,85	19,86			
Farklı bölümlerden kişilerin katılımı ile oluşturulan süreç geliştirme ekipleri kullanırız.	3,75	1	0,73	11,12			
İşletmemizdeki bölümler arasındaki veri akışını kolaylaştırırız.	4	0,81	0,83	22,81			
Müşteri Entegrasyonu					**0,77**	**0,85**	**0,60**
Müşterimizle bilişim teknolojileri kullanarak bilgi paylaşımında bulunuruz.	4,08	1,04	0,74	7,49			
Müşterimizle sıkça iletişimde bulunuruz.	4,42	0,72	0,81	9,75			
Müşterimizle bilgi paylaşım düzeyimiz yüksektir.	4,62	0,83	0,87	17,37			
Müşterimizin ihtiyaçlarına cevap verme konusunda oldukça hassasızdır.	3,83	0,59	0,66	6,36			
Tedarikçi Entegrasyonu					**0,81**	**0,88**	**0,64**
Tedarikçimizle stratejik ortaklıklar kurarız.	**3,70**	**0,95**	**0,57**				
Tedarikçimizle üst düzeyde güven ilişkisi kurmaya özen gösteririz.	4,42	0,66	0,73	9,21			
Tedarikçimizle bilişim teknolojileri kullanarak bilgi paylaşımında bulunuruz.	4,07	0,88	0,81	18,48			
Tedarikçimizle bilgi paylaşımı düzeyimiz yüksektir.	3,98	0,78	0,85	22,30			
Tedarikçimizle işbirliğine dayanan ilişkiler sürdürürüz.	3,66	0,8	0,80	13,68			
Müşteri Tatmini					**0,86**	**0,90**	**0,64**
Müşterimiz verdikleri paraların karşılığını aldıklarını düşünür.	4,18	0,6	0,78	13,65			
Müşterimiz ürün kalitesinden memnundur.	4,43	0,6	0,78	8,52			
Firmamızdaki ürünlerimizin müşteri nezdindeki itibarı yüksektir.	4,5	0,59	0,79	9,01			
Müşterimizin ihtiyaçlarını zamanında temin ederiz.	4,32	0,66	0,80	14,19			
Müşterimiz sunduğumuz ürün ve hizmetlerden memnundur.	4,39	0,59	0,87	20,19			
İşletme Performansı					**0,9**	**0,93**	**0,72**
Satışlarımız tatmin edici düzeydedir.	3,7	0,91	0,85	23,58			
Pazar payımız tatmin edici düzeydedir.	3,57	0,99	0,82	18,36			
Karlılığımız tatmin edicidir.	3,46	0,98	0,85	24,49			
Yatırım dönüş oranımız tatmin edici düzeydedir.	3,54	0,93	0,82	14,74			
Genel olarak işletmemizin performansı tatmin edicidir.	3,72	0,9	0,91	47,05			

"İşletmemizdeki bölümler önemli karar alınırken birlikte çalışırlar" ve "Tedarikçimizle stratejik ortaklıklar kurarız" ifadeleri için faktör yükleri eşik değerin altında olduğu için bunlar analiz dışı tutulmuş ve analiz tekrarlanmıştır. Bunun sonucunda yakınsaklık geçerliliği sağlanmıştır. Diskriminant geçerliliğinin sağlanması için bir ölçeğin açıklanan ortalama varyans değerinin karekökünün bu ölçeğin diğer ölçeklerle arasındaki korelasyondan büyük olması kriteri bulunmaktadır (Fornell ve Larker, 1981). Tablo 2'de görüldüğü gibi köşegenler üzerinde bulunan açıklanan ortak varyans değerlerinin karekökleri ölçekler arasındaki korelasyondan büyüktür ve dolayısıyla ayırt edici geçerlilik sağlanmaktadır.

Tablo 2: Ölçekler Arasındaki Korelasyon ve AVE Karekökü

	Müşteri Entegrasyonu (ME)	Tedarikçi Entegrasyonu (TE)	İçsel Entegrasyon (İE)	Müşteri Tatmini (MT)	İşletme Performansı (İP)
Müşteri Entegrasyonu	**0,773**				
Tedarikçi Entegrasyonu	0,604**	**0,801**			
İçsel Entegrasyon	0,454**	0,543**	**0,796**		
Müşteri Tatmini	0,47**	0,475**	0,526**	**0,802**	
İşletme Performansı	0,246*	0,427**	0,468**	0,396**	**0,849**

Not: Değişkenler için Tablo 1'e bakınız, * $p < 0.050$, ** $p < 0.010$,

Yapısal Model aşamasında hipotezlerin testinden önce araştırma modelinin kalitesi ölçülmüştür. Bu amaçla Henseler ve diğerleri (2009) tarafından önerilen standardize karekök toplam hata (SRMR) yöntemi kullanılmıştır. SRMR, gözlenen korelasyon ile tahmin edilen korelasyon arasındaki fark olarak tanımlanmaktadır. SRMR değerinin 0.10'dan küçük bir değer alması modelin kaliteli olduğu anlamına gelmektedir (Hu ve Bentler, 1998).
Bu çalışma için SRMR değeri 0.069 olup bu değer eşik değerin üzerindedir. Modelin kalitesi ölçüldükten sonra hipotez testine geçilmiştir. Hipotez testinin sonuçları Tablo 3'de sunulmaktadır.

Tablo 3: Yapıların Yapısal Özellikleri

Hipotezler	Bağlantı	Yol değeri	t-değeri	p-değeri	Hipotez
H1	İE-ME	0,454	4,093	0	Kabul
H2	İE-MT	0,341	3,451	0	Kabul
H3	İE-TE	0,543	5,723	0	Kabul
H4	ME-MT	0,221	1,241	0,217	Red
H5	TE-MT	0,156	1,167	0,245	Red
H6	MT-İP	0,396	4,658	0	Kabul

Not: Değişkenler için Tablo 1'e bakınız.

Sonuçlar iç entegrasyon ile müşteri entegrasyonu arasında**,** iç entegrasyon ile müşteri tatmini arasında, iç entegrasyonun ile tedarikçi entegrasyonu arasında ve müşteri tatmini ile işletme performansı arasında pozitif bir ilişkinin varlığını ortaya koymaktadır. Dolayısı ile H1, H2, H3 ve H6 hipotezleri kabul edilmiştir. Diğer yandan müşteri entegrasyonu ile müşteri tatmini arasında ve tedarikçi entegrasyonu ile müşteri tatmini arasında bir ilişki bulunamamış olup H4 ve H5 hipotezleri reddedilmiştir. Müşteri tatminindeki değişimin %36'sı içsel, müşteri ve tedarikçi entegrasyonu ile açıklanmaktadır. Diğer yandan işletme performansındaki değişimin %44'ü müşteri tatmini ile açıklanmaktadır.

4. SONUÇ

Bu çalışmada müşteri entegrasyonu, içsel entegrasyon ve tedarikçi entegrasyonu, müşteri tatmini ve işletme performansının birbirleriyle arasındaki ilişkiler üzerinde durulmuştur. Çalışmada iç entegrasyonun müşteri ve tedarikçilerle olan dış entegrasyon için önemli olduğunu doğrular niteliktedir. Bu firmaların önce içsel entegrasyonu başarıp daha sonra bundan elde ettikleri tecrübelerle dış entegrasyona yönelmelerinin uygun olacağı doğrultusundadır. Yine sonuçlar bir firmanın bölümleri arası sıkı işbirliği ve iletişimin müşteri tatmini ile sonuçlanacağını ortaya koymaktadır. Müşteri tatmini arrtıkça firmanın performansı (karlılığı, satışları vs.) bu paralelde bir artış gösterecektir. Diğer yandan müşteri entegrasyonu ile müşteri tatmini arasında anlamlı bir ilişkinin bulunmaması firmaların müşterileri ile ilişki ve işbirliklerinin onların arzu ettikleri ürün ve hizmete yansımadığı anlamına gelebilmektedir. Diğer

bir deyişle buradan firmaların müşterilerin sesini tam olarak dinlemedikleri sonucu çıkarılabilir. Benzer şekilde tedarikçi entegrasyonu ile müşteri tatmini arasında bir ilişkinin tespit edilememiş olması da firmaların yine müşteri isteklerini tedarikçileri ile yeterince paylaşmadıkları anlamına gelebilmektedir. Tedarik zinciri entegrasyonu konusunda yapılan araştırmaların yetersiz olması ve çelişkili sonuçlar elde edilmesi nedeniyle bu çalışmanın tedarik zinciri yönetimi literatürüne katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

Aksoy, Ö. (2009), Tedarik Zinciri/Lojistik Yönetiminde Bilişim Teknolojileri Kullanmanın Organizasyonel Performansa Etkisi, Yüksek Lisans Tezi.

Alfalla-Luque R., Marin-Garcia J. ve Medina-Lopez. C. (2014), An Analysis of the Direct and Mediated Effects of Employee Commitment and Supply Chain Integration on Organisational Performance, Internatialtunonal Journal of Production Economics 162, 242-257.

Alfalla-Luque, R., Medina-Lopez, C. (2009), Supply Chain Management: Unheard of in the 1970s, Core to Today's Company. Bus. Hist. 51 (2), 202-221.

Chen, H., Daugherty, P. J., Landry, T. D. (2009), Supply Chain Process Integration: a Theoretical Framework. J. Bus. Logist. 30(2), 27-46.

Çiçek, E. (2005), Müşteri İlişkileri Yönetimini Uygulama Sürecinde Başarıyı Etkileyen Faktörler, Selçuk Üniversitesi Karaman İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 2(5), 1-13.

Danese P. (2013), Supplier Integration and Company Performance: A Configurational View, Omega, 41(6), 1029-1041.

Flynn, B.B., Huo, B. Zhao, X. (2010), The Impact of Supply Chain Integration on Performance: A Contingency and Configuration Approach, Journal of Operations Management, 28, 58–71.

Fornell C, Larker DF. (1981), Evaluating Structural Equation Models with Unobservable Variables and Measurement Error. J Mark Res.18(1),39–50

Göksu, N. ve Eren A. S. (2010), Tedarik Zinciri Yönetiminin Rekabet Öncelikleri ve Örgütsel Performansa Etkileri: Türkiye'de Bir Alan Çalışması, KMÜ S.E Araştırmalar Dergisi 12 (19): 85-94

Henseler, J., Ringle, C., Sinkovics, R. (2009), The use of partial least squares path modeling in international marketing, Advances in International Marketing, 20, 277-319.

Hu, L., Bentler PM. (1989), Fit Indices in Covariance Structure Modeling: Sensitivity to Underparameterized Model Misspecification. Psychol Methods. 3(4), 424–453

Huo, B., Qi Y., Wang Z ve Zhao X. (2014), The Impact of Supply Chain Integration on Firm Performance, 19(4), 369–384.

Kahn, K. B., Mentzer, J. T. (1996), Logistics and Interdepartmental Integration. Int. J. Phys. Distrib. Logist. Manag. 26(8), 6-14.

Kim, S. W. (2009), An investigation on the direct and indirect effect of supply chain integration on firm performance, Int. J. Production Economics 119, 328–346.

Lambert, D. M., Cooper, M. C., Pagh,J.D. (1998), Supply Chain Management: Implementation issues and research opportunities. Int.J.Logist.Manag. 9(2), 1–19

Schoenherr, T. and Swink, M. (2012), "Revisiting the Arcs of Integration: Cross-validations and Extensions", Journal of Operations Management, 30(1), 99-115

Thun, J. (2010). Angles of Integration: an Empirical Analysis of the Alignment of Internet-based Information Technology and Global Supply Chain Integration.J. Supply Chain Manag. 46(2), 30-44.

Wong, C. Y., Boonitt S., Wong C. W.Y. (2011), The Contingency Effects of Environmental Uncertainty on the Relationship Between Supply Chain Integration and Operational Performance, Journal of Operations Management, 29, 604-615.

Van der Vaart, T., Van Donk, D. P. (2008), Acritical Review of Survey-Based Research in Supply Chain Integration. Int. J. Prod. Econ. 111 (1), 42–55

Yu, W., Jacobs M. A., Salisbury D., Enns H. (2013), The Effects of Supply Chain Integration on Customer Satisfaction and Financial Performance: an Organizational Learning Perspective, International Journal of Production Economics, 146 (1), 346-358.

Zhao, X., Huo B, Selen W. and Yeung J. H. Y. (2011), The Impact of Internal Integration and Relationship Commitment on External Integration, Journal of Operations Management 29 (2011) 17–32

Zhao, X., Huo, B., Flynn, B.B., Yeung, J.H.Y. (2008), The impact of power and relationship commitment on the integration between manufacturers and customers in a supply chain, Journal of Operations Management 26, 368–388.

İYİLEŞTİRME FAALİYETLERİNİN YAPILACAĞI ÖNCELİKLİ MAKİNELERİN SEÇİMİ İÇİN DEĞİŞTİRİLMİŞ BİR PARETO YAKLAŞIMI

Mert Topoyan
Dokuz Eylül Üniversitesi

Emre Bilgin Sarı
Dokuz Eylül Üniversitesi

ÖZET

İşletmelerin kaynaklarının sınırlı olması, bu kaynakların etkin kullanılmasına yönelik arayışları beraberinde getirmektedir. Kalite kavramının rekabet gücüne temel teşkil ettiği çağdaş pazarlarda faaliyet gösteren işletmeler için, gerek üretim faaliyetlerindeki mevcut sorunların üstesinden gelmek gerekse daha iyi ürün ve üretim süreçlerine ulaşmak için iyileştirme faaliyetleri yapılması kaçınılmaz olmaktadır. Bu iyileştirme faaliyetlerinde öncelikli olarak en fazla sorun içeren ya da fayda sağlayacak olan faaliyetlerin gerçekleştirilmesi, kıt işletme kaynaklarının etkin yönetimini sağlayacaktır. Bu çalışmanın amacı, metal ürünleri üreten bir işletmede, üretim hücrelerindeki makinelerden en fazla soruna neden olanların belirlenerek öncelikli iyileştirme faaliyetlerinin tanımlanmasıdır. Bu amaç doğrultusunda seçim sorunu yaygın olarak kullanılan geleneksel Pareto Yöntemi'nin ötesinde birden çok ölçütü içerecek şekilde genişletilmiştir. Bu doğrultuda, öncelikli olarak iyileştirilecek makinelerin seçilmesi için değerlendirmeye alınan makine arıza sayısı ve makine arıza süresi ölçütleri; işletmenin ekipman sınıflandırmasında kullandığı genel değerlendirme puanı, makinelerin otonom arıza performansı ve makinelerin birim zamanda ürettiği ürün miktarı dikkate alınarak hesaplanan bir öncelik katsayısı ile ilişkilendirilerek seçim problemi detaylandırılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Değiştirilmiş Pareto Yaklaşımı, İyileştirme, Önceliklendirme Problemi

ABSTRACT

The limited resources of enterprises bring the quest for efficient use of these resources. For businesses operating in markets, in which competitive power is based on quality concept, improvement activities is inevitable for both overcoming current problems in production activities and achieving better products and processes. While conducting improvements, it is important primarily to select activities involve more problems or have the most potential benefits, in order to use scarce resources effectively. The aim of this study is to define the most problematic manufacturing machines in production cells of a metal products manufacturing facility, in order to decide the primary improvement activities. To achieve this purpose, selection problem is extended beyond the traditional Pareto Method, by considering several criteria. Accordingly, selection problem of machines to be primarily improved is detailed by relating a priority factor calculated using general evaluation score of equipment classification of the facility, machines' autonomous breakdown performance and products produced by the machines per unit of time with the primary evaluation criteria of number of machine breakdowns and machine breakdown time.

Keywords: Modified Pareto Approach, Improvement, Prioritization Problem

1.GİRİŞ

Müşteriden ve iç çalışma ortamında kaynaklanan değişim, işletmelerin yaptıkları işlerde sürekli olarak bir arayış içerisinde olmasını gerektirmektedir. Bu arayış içerisinde uyum sağlamak, hataları gidermek, verimliliği arttırmak, maliyetleri azaltmak vb. gibi pek çok başlık söz konusu olabilse de, yapılan faaliyetler en genel kapsamıyla sürekli iyileştirme olarak adlandırılmaktadır. Sürekli iyileştirme kavramı bütün işletmelerin kaçınılmaz olarak önem vermesi ve tüm faaliyetlerine uygulaması gereken önemli bir kavram olsa da, sahip olunan kaynakların kıt olması tüm faaliyetlerin eşzamanlı olarak iyileştirilemeyeceği gerçeğini ortaya çıkarmaktadır. Bu nedenle de bu tür iyileştirme faaliyetlerinde ilk yapılması gereken şey, iyileştirme için harcanacak kaynaklara karşılık en fazla faydanın elde edileceği iyileştirme noktalarının belirlenmesi olmaktadır. Bu amaç doğrultusunda kullanılabilecek pek çok yaklaşımla birlikte Pareto analizi de yaygın kullanılan ve önemli bir yaklaşımdır.

2. PARETO YAKLAŞIMI

Pareto ilkesi İtalyan iktisatçı Vilfredo Pareto'nun (1848-1923) toplumdaki servet dağılımına yönelik çalışmaları sonucunda ortaya atılmış olup, toplumda servetin çok büyük bir kısmına nüfusun çok küçük bir kısmının sahip olduğunu açıklayan bir ilkedir. Daha sonra Joseph M. Juran tarafından yapılan kalite çalışmaları içerisinde yönetim ve kaliteye uyarlanan bu ilke, sorun oluşturan sonuçların % 80'inin bunları ortaya çıkaran nedenlerin % 20'sinden kaynaklandığı şeklinde ifade edilmeye başlanmış ve "sayıca az olan önemlileri" "sayıca çok olan önemsizlerden" ayırmak olarak özetlenmiştir (Craft ve Leake, 2002: 729; Öztürk, 2009: 373; Goetsch ve Davis, 2013: 14; Sarkar, Mukhopadhyay ve Ghosh, 2013: 641; Yıldırım ve Karaca, 2013: 78; Pavlović vd., 2014:222). Buna göre sonuçların büyük çoğunluğunu ortadan kaldıracak az sayıda nedeni belirleyip bunlara odaklanmak hem büyük oranda iyileşmeye yol açacak, hem de kaynakların verimli bir şekilde kullanılmasını sağlayacaktır.

2.1. İyileştirme Problemlerinde Pareto Yaklaşımı

İşletme ve yönetim alanında Pareto ilkesi pazarlama ve satış, müşteri şikâyetleri, kalite kontrol, üretim kayıpları, makine bakım öncelikleri gibi pek çok konuda yaygın olarak kabul edilmiş bir uygulamadır (Knights, 2001:252; Craft ve Leake, 2002: 730). Bu ilkeden yola çıkılarak geliştirilmiş olan bir kalite aracı olan Pareto analizinde, incelenen soruna ilişkin toplanan veriler en çok gözlenenden en az gözlenene doğru sıralanarak en önemli nedenler belirlenmeye çalışılmaktadır (Karuppusami ve Gandhinathan, 2006: 376; Fotopoulos, Kafetzopoulos ve Gotzamani, 2011: 582).

Pareto analizinin kullanıldığı en önemli faaliyetlerden biri de, kalite yönetimi açısından zorunlu olarak kabul edilen sürekli iyileştirme faaliyetleridir. Sürekli iyileştirme "bir örgütün tüm süreçleri ve tüm sistemlerindeki israfın ortadan kaldırılmasını hedefleyen sürdürülebilir iyileştirme kültürü" olarak da tanımlanabilmektedir (Bhuiyan ve Baghel, 2005: 761). Belirsizliği yüksek ve öngörülebilirliği düşük pazarlarda örgütün esnek, yanıt verebilir ve hızlı uyum sağlayabilir bir yapıda olmasının yolu, müşteriden ve pazardan alınacak geribildirimleri kullanarak sürekli iyileştirme faaliyetlerini yapmasıdır (Kaye ve Anderson, 1999: 486). Fakat tüm süreçlerin ve sistemlerin aynı anda iyileştirilmesi kaynak kısıtları nedeniyle mümkün değildir. Burada Pareto analizi devreye girerek öncelikli iyileştirme alanlarının belirlenmesinde kullanılabilmektedir.

İyileştirme problemlerinde Pareto analizi uygulanırken, tercih edilen yollardan biri de Pareto grafiklerinin basamaklandırılmasıdır. Buna göre ilk aşamada belirlenen en önemli sorun kaynağına neden olan alt kaynakların da önem derecelerine göre sıralanmasıyla birlikte en önemli kök nedene inilerek daha etkili bir iyileştirme faaliyeti gerçekleştirilebilmektedir (Özcan, 2001: 158-162; Goetsch ve Davis, 2013: 246-248).

2.2. Pareto Yaklaşımına Eleştiriler

Yaygın olarak kabul görmesine ve kullanılmasına karşın, Pareto yaklaşımının da eksiklikleri bulunduğu ifade edilmektedir (Knights, 2001: 253; Bamford ve Greatbanks, 2005: 386; Fotopoulos, Kafetzopoulos ve Gotzamani, 2011: 585; Sarkar, Mukhopadhyay ve Ghosh, 2013: 642):

- Yaygın kullanıldığı şekliyle, analiz sorunun ortaya çıkma sıklığı üzerinden gerçekleştirildiğinde hiçbir ekonomik değerlendirme yapılmamaktadır.
- Sorunların ortaya çıkma olasılıkları göz önünde bulundurulmamaktadır.
- İstatistiksel konular göz önünde bulundurulmamaktadır.
- Pareto grafikleri zaman içerisindeki eğilimlerin karşılaştırılmasında genellikle kullanılamamaktadır.
- Pareto analizleri, belirlenen değişkenler arasında olabilecek herhangi bir ilişkiyi dikkate almamaktadır.
- Pareto analizleri tek boyutlu bir değişken (örneğin süre, sıklık ya da maliyet) üzerinden yapılmaktadır. Birden fazla etkileyen değişken söz konusu olduğunda etkinin baskın olarak hangi

değişkenden kaynaklandığının bulunmasında Pareto analizi zayıf kalmaktadır. Ayrıca farklı değişkenler üzerinden yapılan analizler farklı öncelikler belirlenmesine yol açmaktadır.

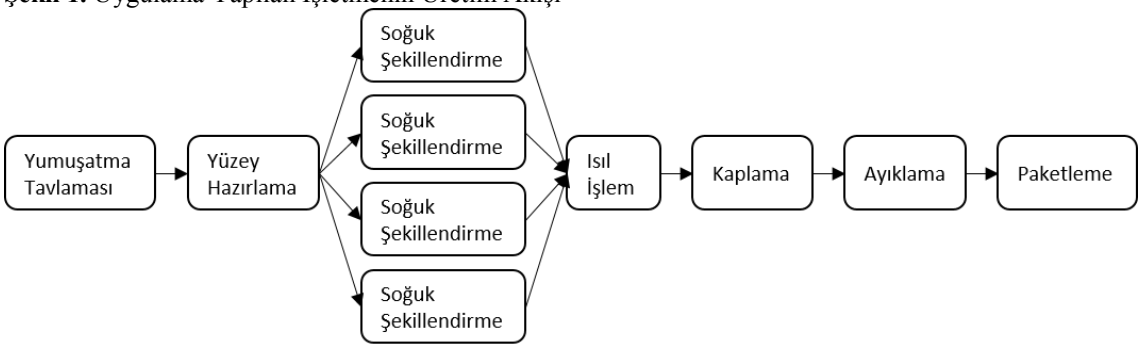
- Pareto analizi bazen yanlış tanımlamalara neden olabilmektedir. Örneğin arıza süresi üzerinden yapılan analizde tek bir nedenden bir kez ortaya çıkmış olan uzun süreli bir arıza ile bir başka nedenden çok kez, ama kısa süreli olarak ortaya çıkmış olan arızaların önceliklerinin yanlış belirlenmesi, diğer etkenler göz önüne alınamadığından söz konusu olabilmektedir.
- Gerçek uygulamada, Pareto ilkesinde tanımlanmış olan 80/20 oranı her zaman ortaya çıkmayabilmekte, bu da önceliklerin belirlenmesini zorlaştırabilmektedir.

3. UYGULAMA

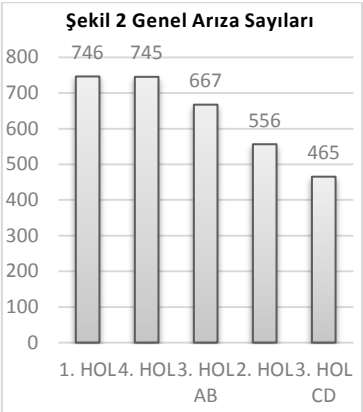
Uygulamanın gerçekleştirildiği işletme, otomotiv sektörüne bağlantı elemanlarını üreten bir yan sanayi işletmesi olup, üstün kalite politikası ve geniş ürün yelpazesi ile sektörün öncü kuruluşları arasındadır. Yıllık 80.000 ton üretim kapasitesiyle çalışan ve toplam üretiminin %40'ını başta Almanya, ABD ve Fransa olmak üzere sanayileşmiş ülkelere ihraç etmekte olan işletme; Fiat-Tofas, Mercedes Benz, Uzel, Karsan, Otokar, Valeo, Bmc, Türk Traktör, Man, Volvo, Scania, Audi, Porsche, Ford-Otosan, Oyak Renault gibi birçok otomotiv firmasına hizmet vermektedir.

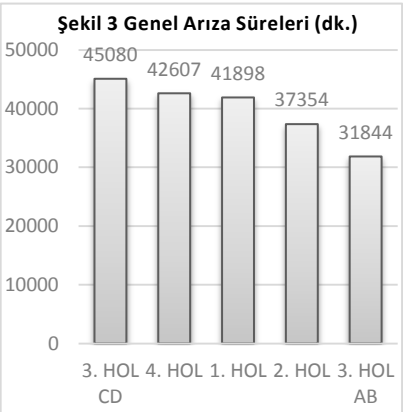
İşletmenin üretim süreçleri içerisinde yumuşatma için tavlama, yüzey hazırlama, soğuk şekillendirme, ısıl işlem, kaplama, ayıklama ve paketleme işlemleri gerçekleştirilmektedir. Şekil 1'de işletmenin üretim akışı gösterilmektedir.

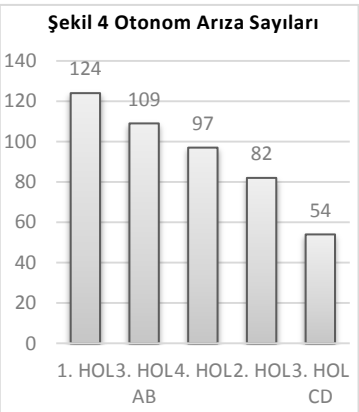
Şekil 1. Uygulama Yapılan İşletmenin Üretim Akışı



Soğuk şekillendirme işlemi dört koridorda (holde) toplam 61 makine ile gerçekleştirilmektedir. Firma iyileştirme yapmak için 61 makine arasında bir önceliklendirme yapmak ve çalışmalarına model makine seçmek istemektedir. Bu seçimi yapmak için hollerde meydana gelen toplam arıza sayıları, arıza süreleri ve otonom arıza sayıları incelenmiştir ve arıza analizi yapılmıştır. Şekil 2, Şekil 3 ve Şekil 4'de yer alan grafiklerde her hol için arıza analizleri gösterilmektedir.





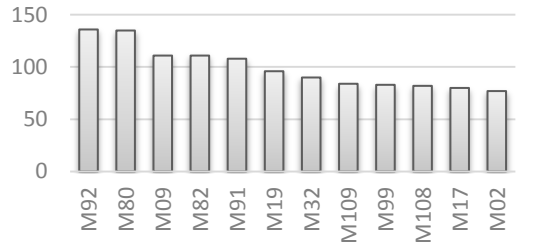


3.1. Geleneksel Pareto Yaklaşımı ile Makine Seçimi

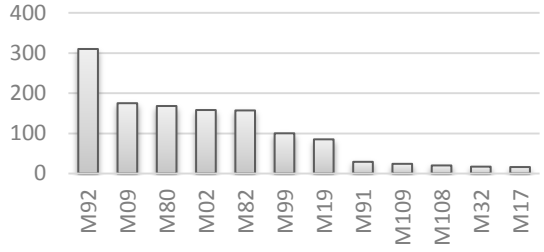
Şekil 2, 3 ve 4'e görüldüğü gibi genel arıza sayısı, genel arıza süresi ve otonom arıza sayısı olmak üzere üç farklı ölçüt açısından da bakıldığında, holler arasında öncelik açısından net bir ayrım görülememiştir. Bu nedenle analiz hollerdeki makinelere indirgenmiş ve makinelerin arıza sayıları ile üretim miktarları karşılaştırılarak sıralama yapılması uygun görülmüştür. Şekil 5'te yer alan grafikte, dört holde yer alan

makinelerden en fazla arıza yapanlar ve Şekil 6'daki grafikte de bu makinelerin üretim miktarları görülmektedir. Geleneksel olarak arıza sayıları ve makinelerin üretim miktarları sıralandığında M92 isimli makinenin öncelikli makine olduğu gözlemlenmiş ve iyileştirme faaliyetlerinin M92 no.'lu makineden başlayacağı öngörümlenmiştir. Fakat özellikle arıza sayıları dikkate alındığında, bu ayrımın çok da belirgin olmadığı görülmektedir. Geleneksel Pareto sıralamasına alternatif olarak farklı ölçütlerin ilişkilendirilip analizin genişletilmesi amaçlanmıştır.

Şekil 5 Genel Arıza Sayıları (Makine)



Şekil 6 Birim Zamanda Üretim (g) (Makine)

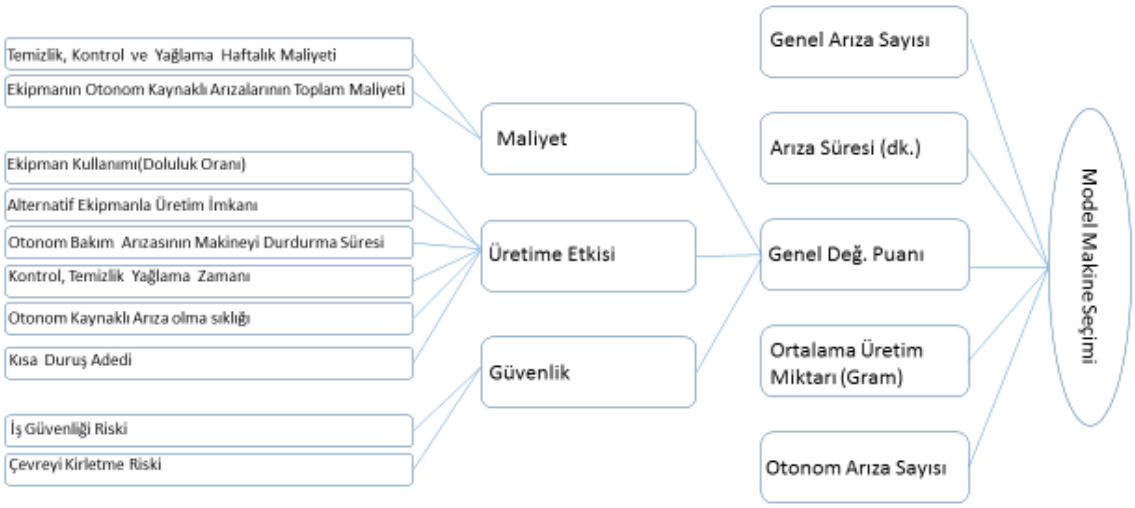


Not: Dört holde toplam 61 makine olmasına karşın yapılan analizi sunmayı kolaylaştırması açısından arıza sayıları en yüksek olan ilk 12 makineye ilişkin sayılar sunulmaktadır. Çalışmanın ilerleyen kısımlarında da bu 12 makineye ilişkin değerlendirmelere yer verilmiştir.

3.2. Değiştirilmiş Pareto Yaklaşımı ile Makine Seçimi

Değiştirilmiş Pareto yaklaşımı için birden fazla ölçütün önceliklendirme problemine katılması düşünülmüştür. Bu amaç doğrultusunda daha önce değerlendirmede yer almış olan arıza sayıları, arıza süreleri, birim zamandaki üretim miktarları ve otonom arıza sayıları ölçütlerine ek olarak, işletmenin her makine için üç ana boyut temelinde oluşturmuş olduğu ve ekipman sınıflandırmasında kullanılan, yani ilgili makinenin işletme için önem derecesini temsil eden bir genel değerlendirme puanı da dikkate alınarak bir seçim modeli tanımlanmıştır. Bu model Şekil 7'de görülmektedir.

Şekil 7 Değiştirilmiş Pareto Yaklaşımı İçin Model



Bu model çerçevesinde farklı ölçüm birimleriyle temsil edilen değişkenleri tek bir boyuta indirgeyebilmek için normalizasyon uygulanmıştır. Her değişken için uygulanan normalizasyon kuralları aşağıdaki gibidir:

- **Genel arıza sayıları:** En çok arıza veren makinenin en öncelikli olması gerekeceğinden, her makinenin arıza sayısının toplam arıza sayısı içerisindeki oranı dikkate alınmıştır.
- **Arıza süresi:** Toplam arıza süresi en uzun olan makinenin en öncelikli olması gerekeceğinden, her makinenin arıza süresinin toplam arıza süresi içerisindeki oranı dikkate alınmıştır.
- **Genel değerlendirme puanı:** Genel değerlendirme puanı en yüksek olan makine işletme için en çok önem taşıyan makinedir. Genel değerlendirme puanının üst sınırı 100 puandır. Bu nedenle her makinenin genel değerlendirme puanının üst sınıra oranı dikkate alınmıştır (Genel değerlendirme puanları işletme personeli tarafından Şekil 7'deki modelde yer alan alt boyutlar çerçevesinde değerlendirilerek veri olarak araştırmacılara sunulmuştur).

- **Birim zamandaki üretim miktarı:** Birim zamandaki üretim miktarı en fazla olan makine, herhangi bir aksama durumunda işletmede en fazla kayba yol açacak olan makinedir. Bu nedenle birim zamandaki üretim miktarına ilişkin katsayı, ilgili makinenin birim zamandaki üretim miktarının birim zamandaki üretim miktarı en yüksek olan makinenin üretim miktarına bölünmesiyle hesaplanmıştır.
- **Otonom arıza:** İşletmede toplam arızalar içerisinde otonom arıza oranının düşük olması istenmektedir. Çünkü otonom arızanın yüksek olması, otonom bakımların doğru yapılmadığının göstergesidir. Buna bağlı olarak otonom arıza oranı yüksek olan bir makine iyileştirmede öncelik kazanacaktır. Bu nedenle otonom arıza katsayısının hesaplanması için ilgili makinenin otonom arıza sayısının ilgili makinenin toplam arıza sayısına oranı kullanılmıştır.

Tablo 1 Değiştirilmiş Pareto Analizi İçin Veriler

Makine	Arıza Sayısı	Arıza Süresi (dk)	Genel Değerlendirme Puanı	Birim Zamanda Üretim Miktarı (g)	Otonom Arıza Sayısı
M92	136	7095	54	310	16
M80	135	5225	61	168	21
M09	111	3994	62	175	15
M82	111	3042	52	157	27
M91	108	4667	47	29	23
M19	96	4790	43	85	19
M32	90	2854	35	17	16
M109	84	2741	49	24	6
M99	83	19280	66	100	5
M108	82	2113	67	20	8
M02	77	4155	62	158	15
Toplam	1113	59956			

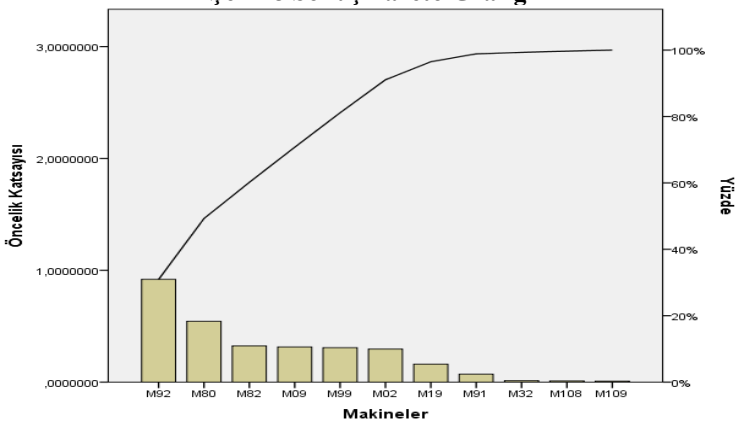
Tablo 2 Değiştirilmiş Pareto Boyut Katsayıları, Öncelik Katsayısı ve Oranı

Makine	Arıza Sayısı Katsayısı	Arıza Süresi Katsayısı	Genel Değerlendirme Katsayısı	Birim Zamanda Üretim Katsayısı	Otonom Arıza Katsayısı	Öncelik Katsayısı*	Oran
M92	0,122192273	0,118336780	0,54	1,000000000	0,117647	0,918625	0,30949
M80	0,121293801	0,087147241	0,61	0,541935484	0,155556	0,543570	0,18313
M82	0,099730458	0,050737207	0,52	0,506451613	0,243243	0,324143	0,10920
M09	0,099730458	0,066615518	0,62	0,564516129	0,135135	0,314224	0,10586
M99	0,074573226	0,321569151	0,66	0,322580645	0,060241	0,307561	0,10362
M02	0,069182390	0,069300821	0,62	0,509677419	0,194805	0,295136	0,09943
M19	0,086253369	0,079891921	0,43	0,274193548	0,197917	0,160800	0,05417
M91	0,097035040	0,077840416	0,47	0,093548387	0,212963	0,070725	0,02383
M32	0,080862534	0,047601574	0,35	0,05483871	0,177778	0,013134	0,00442
M108	0,073674753	0,035242511	0,67	0,064516129	0,097561	0,010950	0,00369
M109	0,075471698	0,045716859	0,49	0,077419355	0,071429	0,009349	0,00315

* Öncelik katsayıları 1000 ile çarpılmıştır.

Tablo 1'de sunulmuş olan veriler ve belirtilen normalizasyon kuralları aracılığıyla modeldeki her boyut için hesaplanan katsayılar ve her boyutun katsayısının birbiri ile çarpımı sonucu elde edilmiş olan öncelik katsayısı değerleri Tablo 2'de sunulmaktadır. Ayrıca her makinenin öncelik katsayılarının, öncelik katsayıları toplamına bölünmesiyle elde edilen oran Şekil 8'deki Pareto grafiğinin oluşturulmasında kullanılmıştır.

Şekil 8 Sonuç Pareto Grafiği



Öncelik katsayıları kullanılarak oluşturulan son Pareto grafiğinde öncelikli olarak iyileştirilmesi gereken makinenin M92 kodlu makine olduğu görülmektedir. Bu sonuç geleneksel Pareto yaklaşımı ile benzer görünse de Tablo 2'deki sıralama, Şekil 5 ve Tablo 1'de arıza sayılarına göre yapılmış olan sıralamayla karşılaştırıldığında makinelerin öncelik sıralamasında farklılıklar olduğu göze çarpmaktadır.

6. SONUÇ

Pareto analizi kolay anlaşılan, kolay uygulanan ve bu nedenle de yaygın kullanılan bir analiz olmasına karşın, yapısından kaynaklanan bazı kısıtlara da sahiptir. Bu kısıtlardan en önemlilerinden biri olan analizin tek bir ölçüt göz önüne alınarak yapılması, çoğu durumda önceliklendirme problemlerinden birden fazla ölçütü değerlendirmek durumunda kalan karar vericiler açısından zorluk yaratmaktadır. Bu çalışmada önerilmiş olan yöntem, birden fazla ölçütü bir öncelik katsayısı içerisinde geleneksel Pareto analizine dahil ederek analizi fazla karmaşıklaştırmadan bu zorluğun üstesinden gelme amacı taşımaktadır. Ayrıca her ne kadar burada dikkate alınan ölçütler eşit önemde görülmüş olsa da, bu yaklaşım ile dikkate alınan ölçütlere farklı önem/ağırlık dereceleri atfederek yöntemi geliştirmek de mümkün olabilir.

Öncelik katsayısının hesaplanmasında kullanılan ve normalizasyon ile elde edilen ölçüt katsayılarının tamamı temelde bir oran belirtmekte olup üst sınırı 1'dir. Bu nedenle de farklı ölçütlerin katsayılarının çarpım yoluyla birleştirilerek bir öncelik katsayısı hesaplanması matematik ve mantık açısından bir sorun yaratmayacaktır. Elde edilen öncelik katsayıları sonrasında Pareto grafiğinin oluşturulmasına temel teşkil eden oranların hesaplanmasında kullanılarak analizin yapısında olan anlaşılma kolaylığı faydası da elde edilmiş olmaktadır.

Önceliklendirme problemleri çok ölçütlü karar verme yöntemleriyle de ele alınabilir. Fakat genel olarak bu yöntemler miktar ve çeşit olarak daha fazla veri gerektirecek ve hesaplama kolaylığı/anlaşılırlık açısından Pareto analizinden daha zorlayıcı olabilecektir. Bu nedenle kolay uygulama faydasını kaybetmeden analizi çok ölçütlü olacak şekilde genişletebilmek açısından bu yöntem önerilmektedir.

KAYNAKÇA

Bamford, D.R., Greatbanks, R.W. (2005), "The use of quality management tools and techniques: a study of application in everyday situations", *International Journal of Quality & Reliability Management*, 22 (4), 376-392.

Bhuiyan, N., Baghel, A. (2005), "An overview of continuous improvement: from the past to the present", *Management Decision*, 43 (5), 761-771.

Craft, R.C., Leake, C. (2002), "The Pareto principle in organizational decision making", *Management Decision*, 40 (8), 729-733.

Fotopoulos, C., Kafetzopoulos, D., Gotzamani, K. (2011), "Critical factors for effective implementation of the HACCP system: a Pareto analysis", *British Food Journal*, 113 (5), 578-597.

Goetsch, D.L., Davis, S. (2013), *Quality Management For Organizational Excellence: Introduction to Quality*, 7th Ed., Pearson Education Inc., Upper Saddle River, New Jersey, USA

Karuppusami, G., Gandhinathan, R., (2006), "Pareto analysis of critical success factors of total quality management", *The TQM Magazine*, 18 (4), 372 – 385.

Kaye, M., Anderson, R. (1999), "Continuous improvement: the ten essential criteria", *International Journal of Quality & Reliability Management*, 16 (5), 485-506.

Knights, P.F. (2001), "Rethinking Pareto analysis: maintenance applications of logarithmic scatterplots", *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 7 (4), 252 – 263.

Özcan, S. (2001) "İstatistiksel Proses Kontrol Tekniklerinden Pareto Analizi ve Çimento Sanayinde Bir Uygulama", Cumhuriyet Üniversitesi, İktisadi İdari Bilimler Dergisi, 2 (2), 151-174.

Öztürk, A. (2009), *Kalite Yönetimi ve Planlaması*, 1. Basım, Ekin Basım Yayın, Bursa.

Pavlović, D., Todorović, M., Mladenović, S., Milosavljević, P. (2014), "The Role of Quality Methods in Improving Education Process: Case Study", *Serbian Journal of Management*, 9 (2), 219-230.

Sarkar, A., Mukhopadhyay, A.R., ve Ghosh, S.K. (2013), "Issues in Pareto analysis and their resolution", *Total Quality Management*, 24 (5), 641-651.

Yıldırım, H., Karaca, E. (2013), "Üretim Sürecinde İstatistiksel Proses Kontrol (İPK)Uygulamaları ve Elektronik Sektöründe Bir İnceleme", *Öneri*, 10 (39), 77-87.

İNTERMODAL TAŞIMACILIK: STRATEJİK, TAKTİKSEL VE OPERASYONEL SEVİYELERDE PLANLAMA PROBLEMLERİ ÜZERİNE BİR LİTERATÜR TARAMASI

Gonca Tunçel
Dokuz Eylül Üniversitesi

Elvan Deniz
Dokuz Eylül Üniversitesi

ÖZET

Küresel ticaretin önemli bir parçası olarak yük taşımacılığı son yirmi yılda hızlı bir büyüme göstermiştir. Maliyet etkin ve yüksek düzeyde verimli taşıma ağları tasarlamak yük taşımada son derece önemlidir. Ana taşıma modları havayolu, demiryolu, karayolu ve deniz yoludur. Karayolu taşımacılığı halen yük taşımacılığının önemli bir bölümünü oluşturmasına rağmen, intermodal taşımacılık sürdürülebilir taşıma sistemi oluşturmak için tercih edilebilir bir alternatiftir. İntermodal taşımacılık iki veya daha fazla taşıma modunun birlikte kullanılarak ürünlerin aynı taşıma (yükleme) birimi içinde taşıma modu değişikliği yaparken malların kendisinin değil taşıma biriminin elleçlenerek taşınması olarak tanımlanabilir. İntermodal taşımacılık koridorlarının kullanımı ve geliştirilmesinin ekonomik, sosyal ve çevresel çok sayıda avantajı vardır. Bu çalışmada, stratejik, taktiksel ve operasyonel seviyelerde intermodal yük taşımacılığı problemleri üzerine bir literatür taraması sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: İntermodal taşımacılık, yük taşımacılığı planlaması, literatür tarama

INTERMODAL TRANSPORTATION: A LITERATURE REVIEW ON THE PLANNING PROBLEMS AT STRATEGIC, TACTICAL, AND OPERATIONAL LEVELS

ABSTRACT

As a core part of global trade, freight transportation has experienced rapid growth over the last two decades. The process of designing highly efficient and cost effective transportation networks is a crucial task for freight transport. The major modes of transport are airways, railways, roadways, and waterways. Although road transport is still currently the major mode of freight transportation, the use of intermodal transportation is a desirable option to establish a sustainable transport system. Intermodal transportation can be defined as the carriage of goods in the same loading unit through the combination of two or more transport modes successively, without handling of the goods themselves when changing modes. The development and use of intermodal transportation corridors has economic, social and environmental advantages. In this study, we present a brief review of the literature on intermodal freight transportation at strategic, tactical, and operational levels.

Keywords: Intermodal transportation, freight transportation planning, literature review

1. GİRİŞ

Toplumların ekonomik büyüme ve sosyal gelişiminde önemli rol oynayan taşımacılık genel olarak bir noktadan diğerine insan ve yük transferi olarak tanımlanabilir. Küresel ticaretin önemli bir parçası olarak yük taşımacılığı son yirmi yılda hızlı bir büyüme göstermiştir. Tedarikçiler, üreticiler ve müşteriler arasındaki artan mesafeler, özellikle son yıllarda ulusal ve uluslararası taşımacılık operasyonlarının da artmasına neden olmuştur (Demir vd., 2015). Maliyet etkin ve yüksek düzeyde verimli taşıma ağları tasarlamak yük taşımacılığında son derece önemlidir. Lojistik yönetiminde önemli yer teşkil eden taşıma türleri iki ana gruba ayrılmaktadır: Tek-modlu (karayolu, demiryolu, havayolu, denizyolu/nehir-iç suyolu ve boru hattı taşıma) ve çok-modlu taşıma yöntemleri. Karayolu taşımacılığı halen yük taşımacılığının önemli bir bölümünü oluşturmasına rağmen, başlangıç noktasından varış noktasına en az iki farklı taşıma modu kullanılarak gerçekleştirilen taşıma faaliyeti olarak tanımlanan çok modlu taşımacılık sürdürülebilir taşıma sistemi oluşturmak için tercih edilen bir alternatiftir (Zhang vd., 2015). Günümüzde uluslararası ticaretin de etkisiyle, ulaştırma faaliyetlerinin daha verimli şekilde gerçekleştirilmesini sağlayan çok modlu taşıma sistemleri yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Çok modlu taşımacılığın özel bir türü olarak intermodal taşımacılık ise, tek yüklemeyle ve aynı taşıma birimi içinde ürünlerin elleçleme yapılmadan, birden çok taşıma modu kullanılarak taşınması olarak tanımlanmaktadır. Burada, konteyner taşımacılığı veya yüklemede ağzı kapatılan ünitenin hiç açılmadan karayolu, demiryolu veya denizyolu gibi en az iki taşıma modu ile taşınarak teslim yerinde açılması kastedilmektedir. İntermodal taşıma ağı yük terminalleri, depolar, transfer noktaları, taşıma koridorları ve lojistik merkezlerinden oluşan dağıtık bir sistemdir. Gelişmekte olan bir araştırma alanı olarak intermodal taşımacılık koridorlarının tasarlanması ve kullanımı, tek bir taşıma modunun dengelenmemiş kullanımı ile karşılaştırıldığında ekonomik, sosyal ve çevresel çok sayıda avantaja sahiptir. Bu avantajlardan bazıları; verimlilik, düşük maliyet (uzun mesafeli taşımada), güvenilirlik, azalan trafik yoğunluğu, çevreye duyarlı taşıma, zamanında teslim, taşıma risklerinde azalma (trafik kazaları vb.) ve farklı taşıma türlerinin entegrasyonundan sağlanan yararlar (karayolu taşımacılığının esnekliği, demiryolu taşımacılığının yüksek hacimli yük kapasitesi, denizyolu taşımacılığında düşük maliyet, havayolu taşımacılığında yüksek hız vb.) olarak sıralanabilir (Ziliaskopoulos ve Wardell, 2000). İntermodal taşımacılığın dezavantajları ise kısa mesafeli taşımalar için yüksek maliyetli olması, lojistik merkez/köylere duyulan ihtiyaç, tek modlu taşıma sistemine göre daha karmaşık olması, taşıma birimlerinin diğer modlara uyum sağlama zorunluluğu, yetişmiş eleman ihtiyacı, yazılım desteği ve bu alanda araştırma çalışmalarındaki eksiklikler olarak belirtilebilir.

İntermodal taşımacılık sistemlerinin çok aşamalı ve karmaşık yapılar olması sebebi ile sistemin her aşamasında farklı problemlere çözüm getirilmesi gerekmektedir. İntermodal taşımanın oluşturulmasında, taşıma koridorları boyunca altyapı iyileştirmenin yanı sıra, çoğunlukla yöneylem araştırması teknikleri uygulanarak farklı senaryolar ve maliyetler altında ağ tasarım modelleri ve çözüm yaklaşımlarını değerlendirmek yolu ile karar vericiye destek olan karar destek araçlarına ihtiyaç duyulur (Regmi ve Hanaoka, 2012; Meisel vd., 2013). Son yıllarda literatürde artan sayıda çalışmanın çok modlu ve intermodal taşımacılık sistemlerinde planlama problemlerini ele aldığı ve gerek uygulayıcılar gerekse araştırmacılar tarafından intermodal yük taşımacılığının yoğun ilgi görmeye başladığı görülmektedir. Bu çalışmada, planlamada zaman ufku çerçevesinde yaygın kullanılan bir sınıflandırma dikkate alınarak stratejik, taktiksel ve operasyonel seviyelerde intermodal yük taşımacılığı problemleri üzerine bir literatür taraması sunulmuştur.

2. İNTERMODAL YÜK TAŞIMACILIĞI ÜZERİNE BİR LİTERATÜR TARAMASI

Taşıma endüstrisi üzerine bugüne kadar yapılan çalışmaların büyük bir bölümünde yalnızca tek bir taşıma modunun (karayolu, demiryolu, havayolu veya deniz) kullanıldığı tek-modlu taşıma problemlerine odaklanılmasına rağmen, intermodal yük taşımacılığı hem bilimsel çalışmalarda hem de uygulamada son yıllarda artan düzeyde önem kazanmaya başlamıştır. İntermodal taşımacılık problemleri diğer alt problemler, ek maliyetler ve yeni kısıt kümeleri içermesi nedeniyle tek-modlu taşımacılık problemlerine göre daha karmaşıktır. Planlamada zaman ufku açısından intermodal taşımacılık problemleri stratejik, taktiksel ve operasyonel sevilerde sınıflandırılabilir. Stratejik seviyede planlama ve yönetim faaliyetleri terminal konfigürasyonu, filo boyutu belirleme, terminal yerleşim yerlerinin seçimi veya fiziki altyapı ağının tasarımı olarak belirtilebilir. Taktiksel seviyede kararlara ise, temel olarak gönderici ve alıcıların terminallere atanması, ihtiyaç duyulan işgücü ve ekipman kapasite seviyelerinin tespiti, fiyatlandırma stratejileri, yerleşim yapısı ve operasyonel işlemlerin yeniden tasarlanması örnek olarak verilebilir. Son olarak, operasyonel planlama problemleri mevcut sınırlı kaynakları işlere atama, rotalama ve gerçek zamanlı verilere göre çizelgeleme problemlerini kapsamaktadır (Macharis ve Bontekoning, 2004).

İntermodal taşıma ağının tam kapasite çalışabilmesini sağlamak için etkili ve verimli çözüm algoritmalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Aşağıda stratejik, taktiksel ve operasyonel planlama seviyelerinde intermodal taşımacılık problemlerini ele alan çalışmalar sunulmuştur.

Stratejik planlama problemleri:

Southworth ve Peterson (2000) dijital formda temsil edilen büyük ölçekli bir intermodal ağı tanımlamışlardır. Coğrafik bilgi sistemi (GIS) teknolojisinin gelişimi sanal ağa dayalı benzetim yolu ile karayolu, demiryolu ve deniz taşımacılığını içeren belirli transfer terminalleri ve taşıma rotaları üzerinden yük hareketlerinin izlenmesini desteklemektedir. Çalışmada, intermodal yük sevkiyatlarında rekabetçi ve etkin bir rotalama için coğrafik bilgi sistemi etkili ve başarılı olarak kullanılmıştır. Arnold vd. (2004) intermodal yük taşımacılığında demiryolu/karayolu terminallerinin en uygun yer seçimi problemini ele almışlardır. Tam sayılı doğrusal programlama ile formüle edilen problem sezgisel yaklaşım kullanılarak çözülmüştür. Önerilen yaklaşım İspanyanın İber yarımadasında mevcut demiryolu/karayolu taşımacılık sistemine uygulanmıştır. Bu araştırma sonrası terminal yerleşim yerleri optimizasyonunun Avrupa taşımacılık sisteminin genelinde olumlu sonuçlar oluşturacağı vurgulanmıştır. Parola ve Sciomachen (2005) tarafından İtalya'nın Kuzey Batısındaki liman sistemini kapsayan lojistik zincirine ilişkin ayrık olaylı benzetim yaklaşımı sunularak, konteynır akışındaki olası büyümenin değerlendirilmesini amaçlanmıştır. Çalışmada, intermodal ağın lojistik aktivitelerinin problem ve özelliklerinin önemini ortaya koyan benzetim modelleri analiz edilmiştir. Yazarlar, deniz trafiğinin 2002-2012 yılları arasında sabit büyüdüğünü kabul ederek, bu büyümenin karayolu altyapısı üzerindeki etkisini analiz edip üç farklı senaryoyu değerlendirmiştir. Deneysel sonuçların karşılaştırılması ile en iyi ve en kötü konfigürasyonlar belirlenmiştir. Diğer bir çalışmada ise, intermodal yük lojistiğinde yerleşim kararları için kavramsal bir model Kayıkçı (2010) tarafından geliştirilmiştir. Çalışmanın amacı uygun yer seçimi için karar vericilerin karar verme aşamalarını çok-kriterli ve çok-seviyeli karar verme metotlarını kullanarak kolaylaştırmaktır. Bu amaçla, bulanık-AHP ve yapay sinir ağı teknikleri kullanılarak problemdeki önemli ağırlık faktörleri belirlenmiş ve verilen seçim alternatifleri içinde intermodal yük lojistik merkezinin en iyi yer seçimi yapılmıştır. Meng ve Wang (2011) intermodal toplama ve dağıtım ağı tasarım problemi için denge kısıtlı matematiksel bir model geliştirmişlerdir. Amaç fonksiyonunun toplam taşıma maliyetinin minimizasyonu olduğu modelde asimetrik yük akışı atama sorununu çözmek için köşegenleştirme metodu ile birlikte bir hibrid genetik algoritma kullanılmıştır. Bir sonraki yıl, Regmi ve Hanaoka (2012) operasyonlar ve altyapı bakımından Kuzey Doğu ve Orta Asya'yı birbirine bağlayan iki önemli intermodal taşımacılık koridorunu değerlendirmişlerdir. Koridorlarda yüklerin taşınması için kara, deniz ve demiryolu modları kullanılmaktadır. Çalışmada koridorların fiziksel altyapı durumlarının yük taşıma operasyonları için gerekli olan sınır geçiş imkanları ve fiziksel olmayan darboğazları incelenmiştir. İntermodal taşıma koridorlarının performanslarının değerlendirilmesi ve karşılaştırılması için zaman-maliyet-mesafe yaklaşımı kullanılmıştır (Banomyong, 2008). Sonuç olarak, taşıma koridorlarının operasyonel verimliliğini artırmak için fiziki olmayan engelleri en aza indirmek ve fiziki altyapıyı geliştirmek için politik önerilerin sunulmasının ülkeler için yararlı olacağı ve her iki koridorda da operasyonel hizmetlerin ve intermodal ulaştırma altyapılarının geliştirilmesinin önemine değinilmiştir. Saeed (2013) iki farklı ulaşım aracı ile üç farklı taşıyıcı arasındaki yatay ve dikey işbirliklerini analiz etmiştir. Önerilen analizde, iki-aşamalı oyun teorisi yaklaşımı kullanılmıştır. Santos vd. (2015) Avrupa'da demiryolu-karayolu intermodal taşımacılığı teşvik etmeyi amaçlayan yük ulaştırma politikalarının etkilerini araştırmışlardır. Yazarlar ana dağıtım üssü-yerleşim teorisi temeline dayanan bir karma tam sayılı matematiksel model önermişlerdir. Çalışmada doğrusal olmayan taşıma maliyetleri dikkate alınmıştır. Belçika'da yer alan bir vaka analiz çalışması sonucunda, intermodal taşımanın taşınan miktarlar üzerinde önemli bir etkisi olduğu ve terminal yeri optimizasyonunun intermodal taşıma rekabetini arttırdığı görülmüştür. Zhang vd. (2015) eş zamanlı olarak çok modlu alt yapı, ana dağıtım üssü tabanlı hizmet ağı yapısı ve çoklu aktörlerin çeşitli tasarım hedeflerini içeren bir yük taşıma optimizasyon modeli sunmuşlardır. Tasarım problemi iki-seviyeli optimizasyon modeli ile çözülmüştür. Alt seviyede çok modlu büyük boyutlu bir ağ üzerinde çoklu ürün akış ataması gerçekleştirilirken, üst seviyede ise farklı politika ölçütlerinin optimum kombinasyonları araştırılmıştır. Hollanda'nın coğrafik yapısı ve diğer Avrupa ülkeleri ile olan bağlantıları göz önüne alınarak Rotterdam limanında bir vaka çalışması gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonuçları farklı aktörler arasındaki etkileşimlerin yanı sıra alt yapı ağı, hizmet ağı ve düzenleyici politikalar arası ilişkiler üzerinde açıklayıcı olmuştur.

Taktiksel planlama problemleri:

Morlok ve Spasovic (1994) intermodal karayolu-demiryolu yük taşımacılığında kamyonla yapılan parça yük taşımacılığı ile ilgili nakliye operasyonları optimizasyon problemini tam sayılı doğrusal programlama modeliyle formüle etmişlerdir. Wang ve Regan (2002) demiryolu ve deniz yolu intermodal taşımacılığını destekleyen yerel kamyon yükleme ve teslim operasyonlarında araç atamalarının geliştirilmesi için bir

çözüm yöntemi sunmuşlardır. Problemin kısıta bağlı ve kısıttan bağımsız versiyonları iki ayrı iterasyonda çözülmüştür. Küçük boyutlu fakat gerçek hayat problemler üzerinde yapılan uygulama sonuçları göstermiştir ki, dar bölümleme aralıkları çözüm süresini uzatsa da daha iyi sonuçlar vermektedir. Diğer bir çalışmada ise, Zhang vd. (2003) intermodal terminallerde karşılaşılan depo alanı tahsis etme problemi üzerinde çalışmışlardır. Dönen planlama ufku yaklaşımı kullanılarak çözülen problem dünyanın en yoğun konteynır limanlarından biri olan, Hong Kong limanında uygulanmıştır. Yapılan çalışma sonrası önemli ölçüde iş yükü dengesizliğinin azaldığı görülmüştür. Janic (2007) intermodal taşımacılık (demiryolu ve karayolu) ve sadece karayolunun kullanıldığı tek modlu taşımacılık ağlarının iç ve dış maliyetlerinin kombinasyonunu kıyaslamak için bir model geliştirmiştir. Modelde iç maliyetler; intermodal terminal operatörleri ve taşıma yolu ile gerçekleşen maliyetlerin yanı sıra, malların transit geçişine ilişkin zaman maliyetlerini içermektedir. Her iki taşıma ağının da daha çok sosyal ve çevresel etkilerini kapsayan dış maliyetler ise; yerel ve küresel hava kirliliği, gürültü ve trafik kazaları gibi maliyetleri içermektedir. Avrupa yük taşıma sisteminden alınan gerçek veriler kullanılarak uygulanan model göstermiştir ki, intermodal taşıma ağında toplam ve iç maliyetler kapıdan kapıya taşıma mesafesinin artmasıyla birlikte karayolu taşıma ağına göre daha hızlı azalmıştır. Diğer yandan, ortalama maliyet ise yükleme miktarı arttıkça intermodal taşıma ağında azalan oranda düşerken, karayolu taşımacılık ağında sabit kalmaktadır. İntermodal taşımacılıkta lojistik performanslarının çok kriterli ve bulanık tabanlı olarak değerlendirilmesi Hanaoka (2009) tarafından sunulmuştur. Çalışmada, karar vermede yaşanılan belirsizliklerle başa çıkmak için bulanık küme teorisinden yararlanılmıştır. Bu kapsamda, Tayland'da faaliyette bulunan on dört lojistik şirketi ile yapılan görüşmelerde uzmanların bakış açıları belirlenmiştir. Gerçekleştirilen uygulamada, bulanık-analitik hiyerarşi prosesi ve bulanık-çok kriterli karar verme teknikleri birleştirilerek performans değerleri elde edilmiştir. Meisel vd. (2013) bu alandaki çalışmaların literatürde az olduğuna değinerek tedarik ağında intermodal taşıma planlaması ve üretim kombinasyonu üzerine bir model sunmuşlardır. Problemi çözmek için dal-kesme metodu ve ayrıştırma-tabanlı sezgiseller geliştirilmiştir. Yazarlar kimya sektöründe faaliyette bulunan bir şirkette kapsamlı bir vaka çalışması gerçekleştirmiştir. Önerilen entegre planlama sonrası %6 maliyet tasarrufu olduğu belirtilmiştir. Böylece şirkette çevre dostu dağıtım proseslerinin oluşturulması da başarıyla desteklenmiştir. Aynı yıl, Saatçioğlu ve Saygılı (2013) yük taşımacılığında maliyet, mesafe, zaman, çevre, enerji ve trafik sıkışıklığı konularını ele alarak, intermodal taşımacılıkta denizyolu-demiryolu entegrasyonunun sağlanmasında hangi faktörlerin etkili olduğunu operasyon maliyetlerini karşılaştırılarak araştırmışlardır. Sonuç olarak mikro ölçekte işletmeler, makro ölçekte ise ulaştırma politikaları açısından uygulama çalışmaları değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmelerde, çevreye daha duyarlı iki taşıma türü demiryolu ve denizyolu taşımacılığını teşvik edici önlemler alınmasının önemi vurgulanmaktadır. Diğer bir çalışmada ise, bir coğrafik bölgedeki intermodal taşıma ağının tasarım ve operasyonu için farklı taşıma modlarının entegre edildiği çok-amaçlı bir optimizasyon modeli Reşat ve Türkay (2015) tarafından sunulmuştur. Problem süre ve trafik sıkışıklığına bağlı araç hızlarının dikkate alındığı bir karma-tam sayılı matematiksel model olarak formüle edilmiştir. Arttırılmış-kısıt metodu kullanılarak eş zamanlı olarak süre ve taşıma maliyeti minimizasyonları için matematik programlama probleminin önemli karakteristik çıktıları ve veri analizi yaklaşımı modellemede sunulmuştur. Önerilen yaklaşım Türkiye'nin Marmara bölgesinden elde edilen veriler kullanılarak bir gerçek-hayat intermodal taşıma problemine uygulanmıştır. Yakın zamanda gerçekleştirilen bir çalışmada ise, Lin ve Lin (2016) tarafından intermodal terminal yerleşim problemi için iki-aşamalı çözüm yaklaşımı ile birlikte etkili bir sezgisel önerilmiştir. Toplam taşıma ve operasyonel maliyetlerin minimizasyonunu amaçlayan problem intermodal taşıma ağını oluşturan terminallerin seçimi ve yük akışlarının rotalanmasını içermektedir.

Operasyonel planlama problemleri:

Uluslararası intermodal ağ sevkiyatları için en iyi rota seçimi problemi Chang (2008) tarafından ele alınmıştır. Ele alınan problem çoklu amaçlar, çizelgelenmiş taşıma modları ve planlanan teslim sürelerinin yanı sıra taşıma ölçek ekonomisi nedeniyle oldukça karmaşık bir yapıya sahiptir. Söz konusu problem zaman pencereli ve içbükey maliyet fonksiyonlu çok amaçlı, çok modlu çoklu-ürün akış problemi olarak formüle edilmiştir. Problemin temel karakteristiklerini kapsayan bir matematiksel model geliştirilmiş olup önerilen sezgisel bir algoritma ile problem etkin bir şekilde çözülmüştür. Orijinal problemi daha küçük ve kolay alt problemlere ayırmak için gevşetme ve ayrıştırma tekniklerinden yararlanılmıştır. Sawadago ve Anciaux (2010) Paris ve Marsilya arasında gerçekleştirilen yük taşımacılığında on iki rotanın dikkate alındığı vaka çalışmasında çok-kriterli karar verme metotlarından AHP ve ELECTRE metotlarını kullanarak en optimal rotayı seçmişlerdir. Bir sonraki yıl, Yang vd. (2011) Çin'de iki önemli başlangıç noktasından, Hindistan'da 4 önemli varış yerine yük taşıması yapılan 36 adet alternatif güzergahın değerlendirilmesi amacıyla intermodal yük taşıma optimizasyon modeli geliştirmişlerdir. Hedef programlama ve maliyet modeli bileşenlerinden oluşan model, farklı modlar

arasında yük akışının sürekliliğinin sağlanması ve yük aktarması yapılacak düğümlerinin birbiriyle uyumunun dikkate alınmasının yanı sıra, taşıma maliyeti, transit süre ve transit süre değişkenliği minimizasyonu gibi birbiriyle çelişen farklı amaçların aynı anda dikkate alınmasını hedeflemiştir. Diğer bir çalışmada ise, intermodal mavna (barge) taşımacılığında hizmet ağı tasarımı için bir karar destek modeli Braekers vd. (2013) tarafından sunulmuştur. Model, bir ana liman ve bir su yolu boyunca yer alan iç bölge limanları arasındaki gidiş-geliş hizmetleri için optimal sevkiyat rotaları belirlenmesini amaçlanmaktadır. Ayrıca, çalışmada gemi kapasitesi ve hizmet sıklığı kararları analiz edilmiştir. Belçika'nın Antwerp limanı iç bölge ağının ele alındığı bir vaka çalışması ile önerilen model test edilmiştir. Aynı yıl, Chang ve Lai (2013) farklı tahsisat politikaları için geliştirilen matematiksel modeller ile karbon emisyon kotalarının, taşıma talebi, toplam gelir ve taşıma ücret oranları üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Yazarlar, kuzey-doğu Tayvan'daki kum endüstrisinde tek-modlu ve intermodal taşımacılık üzerindeki karbon emisyon seviyelerinin etkileri ve endüstriye sağladığı getiriyi değerlendirmişlerdir. Çalışmanın sonucunda, serbest karbon kotaları azaldıkça, taşıma endüstrisindeki gelirin üzerindeki negatif etkisine rağmen intermodal sistemler için talebin arttığı görülmüştür. Zehendner ve Feillet (2014) kamyon atama problemini çözmek için terminaldeki gecikmeleri minimize etme amaç fonksiyonuna sahip bir karma tam sayılı doğrusal programlama modeli önermişlerdir. Çalışmada eş zamanlı olarak kamyon atama sayıları belirlenirken farklı taşıma modları için liman istifleme araçlarının tahsisi de dikkate alınmıştır. Geliştirilen model Marsilya'daki Grand Port Maritime'da faaliyette bulunan bir konteynır terminalinde karşılaşılan gerçek-hayat problemler üzerinde test edilmiştir.

3. SONUÇ

Bu çalışmada, intermodal taşımacılık problemleri ele alınarak, stratejik, taktiksel ve operasyonel planlama ve yönetim seviyelerinde literatürde mevcut modeller, önerilen çözüm yöntemleri ve farklı performans göstergeleri sınıflandırılarak analiz edilmiştir. Mevcut çalışmalar incelendiğinde, ekonomik performansı arttırma, trafik sıkışıklığını azaltma ve yol güvenliğini arttırma avantajlarına sahip, özellikle uzun mesafeli taşımalar için son derece uygun, erişilebilir ve çevre dostu olarak kabul edilen intermodal taşımacılığa artan bir ilgi olduğu görülmektedir. İntermodal yük taşımacılığı araştırmacılar için verimli bir alandır. Özellikle son yirmi yılda literatüre bu alanda önemli katkılar yapılmış olsa da, mevcut çalışmaların kapsadığı alanlardaki çalışma sayısı halen sınırlıdır. Eşzamanlı olarak çalışan çoklu taşıma modlarının operasyonel entegrasyonu, iki taşıma modu arasındaki çizelge koordinasyonu ve intermodal taşıma zincirinin önemli bir unsuru olan depoları içeren problemler literatürde yeterince ele alınmamıştır. Diğer yandan, operasyonel planlama problemleri üzerine yapılan çalışmaların stratejik ve taktiksel planlama problemlerine göre daha az olduğu görülmektedir. Ayrıca, önerilen yöntemler gerçek-hayat intermodal taşımacılık ağlarının doğasında mevcut olan karmaşık yapıyı modellemede çoğunlukla yetersiz kalmaktadırlar. Özellikle, mevcut modellerin çoğu bazı varsayımlarla basitleştirilmiş sınırlı problemleri tanımlayabilmektedir. Gerçek dünya problemlerinin, taşıma akışlarının devam eden artışı ile büyük ölçekli ve karmaşık olması nedeniyle, gelecekteki araştırma konularının makul bir süre içinde analitik çözümler sunarak büyük ölçekli problemlerin pratik hayat kısıtlarını ele alabilmesi gerekmektedir. Gelecek çalışmalarda, intermodal taşımacılık problemlerine etkin çözümler üretmekte kullanılabilen iyi sezgiseller geliştirildiği takdirde toplam çözüm süresi sorunu üzerine büyük bir gelişme elde edilmesi söz konusu olacaktır.

KAYNAKÇA

Arnold P., Thomas I. and Peeters D., 2004. Modelling a rail/road intermodal transportation system; *Transportation Research, Part E*, 40, 255-270.

Banomyong, R., 2008. Logistics development in the north–south economic corridor of the Greater Mekong subregion. *Journal of the Greater Mekong Subregion Development Studies,* 4, 43–58.

Braekers K., Caris A., and Janssens G.K., 2013. Optimal shipping routes and vessel size for intermodal barge transport with empty container repositioning; *Computers in industry; Special issue on Decision Support for Intermodal Transport,* 64(2), 155-164.

Chang T.S., 2008. Best routes selection in international intermodal networks. *Computers & Operations Research,* 35, 2877-2891.

Chang C.C., and Lai T.C., 2013. Carbon allowance allocation in the transportation industry. *Energy Policy,* 63, 1091–1097.

Demir, E., Huang, Y., Scholts, S.,Woensel, T.V., 2015. A selected review on the negative externalities of the freight transportation: Modeling and pricing, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review,* 77, 95–114.

Hanaoka S., 2009. Multiple criteria and Fuzzy Based evaluation of logistics performance for intermodal transportation. *Journal of Advanced Transportation,* 43(2), 123-153.

Janic M., 2007. Modelling the full costs of an intermodal and road freight transport network. *Transportation Research Part D*, 12, 33–44.

Kayıkçı Y., 2010. A conceptul model for intermodal freight logistics center location decisions. *Procedia – Socialand Behavioral Sciences,* 2(3), 6297-6311.

Lin C.C., and Lin S.W., 2016. Two-stage approach to the intermodal terminal location problem. *Computers& Operations Research,* 67, 113–119.

Macharis, C., and Bontekoning, Y.M., 2004. Opportunities for OR in intermodal freight transport research: A review. *European Journal of Operational Research,* 153, 400–416.

Meisel F, Kirschstein T, and Bierwirth C., 2013. Integrated production and intermodal transportation planning in large scale production-distribution-networks. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review,* 60, 62-78.

Meng Q., and Wang X., 2011. Intermodal hub-and-spoke network design: Incorporating multiple stakeholders and multi-type containers. *Elsevier; Transportation Research Part B,* 45(4), 724–742.

Morlok E.K., and Spasovic L.N., 1994. Redesigning rail-truck intermodal drayage operations for enhanced service and cost performance. *Journal of the Transportation Research Forum,* 34 (1), 16-31.

Parola F.,and Sciomachen A., 2005. Intermodal container flows in a port system network. *International Journal of Production Economics,* 97(1), 75–88.

Regmi M.,and Hanaoka S., 2012. Assessment of intermodal transport corridors: Cases from North-East and Central *Asia. Research in Transportation Business & Management,* 5, 27–37.

Reşat H., and Türkay M., 2015. Design and operation of intermodal transportation network in the Marmara region of Turkey. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review,* 83, 16–33.

Saatçioğlu C., and Saygılı M.S., 2013. Evaluation of Integration of Seaway and Railway in Intermodal Transport in terms of Economic and Environmental Aspects. *Journal of ETA Maritime Science,* 1(2), 19-26.

Saeed M., 2013. Cooperation among freight forwarders: Mode choice and intermodal freight transport. *Research in Transportation Economics,* 42(1), 77–86.

Santos F., Limbourg S., and Carreira S., 2015. The impact of transport policies on rail-road intermodal freight competitiveness/The case study Belgium. *Transportation Research Part D: Transport and Environment,* 34, 230–244.

Sawadoga M., and Anciaux D., 2010. Reducing the environmental impacts of intermodal transportation. A multi–criteria analysis based on ELECTRE and AHP methods. *3rd International Conference on Information Systems, Logistics and Supply Chain Creating value through green supply chains,* April 14-16, Casablanca, Morocco. pp. 224.

Southworth F., and Peterson E., 2000. Intermodal and international freight network modeling. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies,* 8(1–6), 147–166.

Wang X., and Regan C., 2002 . Local truck load pickup and delivery with hard time window constraints. *Transportation Research Part B: Methodological,* 36, 97-112.

Yang, X., Low, J., Tang, C., 2011. Analysis of intermodal freight from China to Indian Ocean: A goal programming approach. Journal of Transport Geography, 19(4), 515–527.

Zehendner E., and Feillet D., 2014. Benefits of truck appointment system on the service quality of inland transport modes at a multimodal container terminal. *European Journal of Operational Research,* 235(2), 461–469.

Zhang C., Liu J, Wan Y., Murty K., Linn J., 2003. Storage space allocation in container terminals. *Transportation research Part B-Methodological* , 37(10), 883-903.

Zhang M., Janic M., and Tavasszy L., 2015. A freight transport optimization model for integrated network, service, and policy design. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation*, 77, 61-76.

Ziliaskopoulos, A., Wardell, W., 2000. An intermodal optimum path algorithm for multimodal networks with dynamic arc travel times and switching delays. *European Journal of Operational Research,* 125 (3), 486–502.

KALİTE FONKSİYON GÖÇERİMİ KULLANARAK FASON ÜRETİM İÇİN TEDARİKÇİ SEÇİMİ

Hakan Turan

ÖZET

Kalite fonksiyon göçerimi müşteri gereksinimleri ile teknik gereksinimlerini içeren bir kalite yaklaşımdır. Bu çalışmada, kalite fonksiyon göçerimini kullanarak fason üretim için bir tedarikçi seçimi gerçekleştirilmiştir. Seçim için sanayi şehri olan Kocaeli'nden altı otomotiv yan sanayi firması belirlenmiştir ve bu seçim için kalite fonksiyon göçerimi metoduna başvurulmuştur. Bunun için öncelikle müşteri gereksinimleri belirlenmiştir. Ardından, ürün ve hizmet özellikleri belirlenmiştir. Ürün ve hizmet özellikleri teknik gereksinimler olarak tanımlanmıştır. Teknik gereksinimler, tedarikçi planlamaya dönüştürülmüştür. Müşteri gereksinimleri ile teknik gereksinimleri ilişkilendirerek yöntem şekillendirilmiştir. Tüm değerlendirmelerin sonucunda dördüncü şirket ön plana çıkmıştır. İkinci şirket onu takip etmiştir. Beşinci şirket ise tedarikçi seçiminde son sırada yer almıştır.

Anahtar Kelimeler: Kalite Fonksiyon Göçerimi, Müşteri Gereksinimleri, Teknik Gereksinimler

SUPPLIER SELECTION FOR CONTRACT MANUFACTURING BY USING QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT

ABSTRACT

Quality function deployment is a quality approach including customer requirements and technical requirements. By using quality function deployment, a supplier selection for contract manufacturing has been carried out in this study. Six automotive supply industry companies from Kocaeli which is an industrial city have been identified for the selection and quality function deployment method is applied for this selection. Customer requirements are primarily determined for this. Then, product and service features are specified. Product and service features have been identified as technical requirements. Technical requirements have been transformed into the supplier planning. The method has been formed by associating technical requirements to customer requirements. The fourth company has come into prominence in the results of all valuations. The second company has followed it. The fifth company has been ranked last in the selection of the supplier.

Keywords: Quality Function Deployment, Customer Requirements, Technical Requirements

1.GİRİŞ

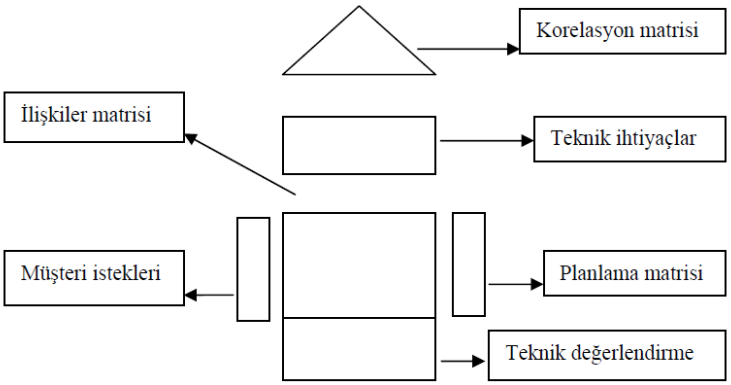
Günümüzde, hız, kalite ve maliyet parametrelerine dikkat etmeyen firmaların ayakta kalmaları imkânsız hale gelmiştir. Şirketlerin, müşterilerin taleplerine cevap veren ürünü hızlı şekilde üretmeleri ayakta kalabilmeleri için son derece önemlidir. Müşteri isteklerine hızlı cevap veren şirketler rekabete dayalı avantaj elde ederler. Bunun için şirketler müşteri istek ve ihtiyaçlarını ürün tasarlarken göz önüne alırlar. Şirketler ürün ve hizmet sunarken müşteri ihtiyaçlarına yetişmekte zorluk yaşayabilirler. Bu problemi ortadan kaldırmak için tedarikçi seçiminden faydalanılmaktadır. Buna ek olarak, tam zamanında üretim felsefesi gereği firmalar stoklu çalışmayı istemezler. Stoklu çalışmanın önünde geçmenin bir başka yolu da tedarikçilerle çalışmaktır. Yapılacak yanlış seçimler ürünlerin hatalı olmasına, bunun sonucu olarak ta uzun vadede müşteri kayıplarına neden olacaktır. Tedarikçi seçimi bu noktada büyük bir önem arz etmektedir.

Ürün tedariki sağlanırken müşterilerin gereksinimlerini de göz önüne almak gerekmektedir. Tedarikçi seçiminde müşteri isteklerini ön plana koyan bir teknik kullanmak hatalı seçimleri önleyecektir. Tedarikçi seçimi için birçok yöntemden faydalanılmaktadır. Müşteri gereksinimlerini baz alarak ürün karakteristiklerini şekillendiren bir teknik olan kalite fonksiyon göçerimi de bu yöntemlerden biridir. Bu çalışma ile otomotiv sektörünün gelişmiş olduğu Kocaeli'nde faaliyet yürüten fason üretim için altı otomotiv yan sanayi firmasından biri seçilmiştir.

Çalışmanın bundan sonraki kısmı aşağıdaki gibi yapılandırılmıştır. İkinci bölümde, firma seçiminde uygulanacak kalite fonksiyon göçerimi yöntemi anlatılmıştır. Üçüncü bölümde, Kocaeli ilinde otomotiv yan sanayi alanında faaliyet gösteren firmaların seçimi için uygulama gerçekleştirilmiştir. Son bölümde, sonuçlar ve gelecekte yapılacak çalışmalar için öneriler anlatılmıştır.

2.KALİTE FONKSİYON GÖÇERİMİ

İlk olarak 1966 yılında üretimde tasarım sorunlarında kalite kontrol grafikleri oluşturularak kullanılmıştır (Chan ve Wu, 2002). Ardından 1969 yılında Akao tarafından kalite fonksiyon göçerimi (Quality Function Deployment-QFD) geliştirilmiştir. Müşteri memnuniyetine göre ürün ve hizmet tasarımını oluşturmuştur (Akao,1990). Müşteri gereksinimlerini tüm şirkete yaymaktadır (Hauser ve Clausing, 1988). QFD dört matristen oluşmaktadır (Gupta ve Srivastava, 2011). Bunlar müşteri gereksinimlerini teknik gereksinimlere dönüştüren kalite evi, teknik gereksinimlerin parça ve ürün özelliklerine dönüştüren parça göçerimi, ürün parça özelliklerini üretim işlemlerine dönüştüren süreç planlaması, üretim işlemlerinin belirli işlemlere dönüştüren üretim planlaması şeklindedir. Kalite evi Şekil 1'deki gibidir. Müşteri gereksinimleri NE olduğunu teknik gereksinimleri NASIL karşılayacağı belirlenir (Liu, 2009).



Şekil 1. Kalite Evi (Yapraklı ve Güzel, 2010)

Birçok sektörde QFD uygulamaları görülmektedir. Ürün tasarımında (Govindaraju ve Mital, 2000; Wei vd., 2000), bankacılık sektöründe (Ustasüleyman ve Abanoz, 2009), otomotiv sektöründe (İkiz vd., 2008), sağlık sektöründe (Chiou, 2008; Cohen, 1996), lojistik sektöründe (Bottani ve Rizi, 2006) ve gıda sektöründe (Arı, 2006) QFD uygulamaları görülmektedir.

3.UYGULAMA

Sanayisi gelişmiş bir bölge olan Kocaeli'nde otomotiv yan sanayi alanında fason üretim için firmalar arasında bir seçim yapılacaktır. Tam zamanında üretim felsefiyle hareket eden otomotiv sektöründe tedarikçi seçimi son derece önem arz ettiği için bu çalışmada QFD yöntemi uygulanmıştır. QFD yöntemi sayesinde müşteri yani ana üreticini gereksinimleri doğrultusunda fason üreticilerin teknik gereksinimlerinin yeterlilikleri incelenmiştir.

Çalışmada 5 uzmanın fikri doğrultusunda 6 firma kıyaslanmıştır. Tedarikçi seçiminde önemli olan kriterler uzmanların fikirleri ile belirlenmiştir. Müşteri gereksinimleri olarak 10 faktör ortaya konmuştur. Bu faktörler Standartlara Uygun Ürün, Maliyet, Zamanında Teslimat, Hatasız Ürün Teslimatı, Hizmet Kalitesi, Ürün Esnekliği, İletişime Açıklığı, Geçmiş Referansları, Ödeme Kolaylığı ve Sevkiyat Şekli'dir. Uzmanların görüşlerine göre bu faktörlerin önem ağırlıkları verilmiştir. Bu değerler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Müşteri Gereksinimlerinin Önem Ağırlıkları

Müşteri Gereksinimleri	**Önem Derecesi**
Standartlara Uygun Ürün	10
Maliyet	9
Zamanında Teslimat	8
Hatasız Ürün Teslimatı	7
Hizmet Kalitesi	6
Ürün Esnekliği	8
İletişime Açıklığı	4
Geçmiş Referansları	7
Ödeme Kolaylığı	5
Sevkiyat Şekli	7

Müşteri Gereksinimleri ile Teknik Gereksinimleri arasındaki ilişki ve semboller Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Müşteri Gereksinimi ile Teknik Gereksinim Arasındaki İlişki ve Sembollerin Açıklamaları

İlişki Derecesi	**Değeri**	**Sembol**
Güçlü İlişki	9	Θ
Orta İlişki	3	O
Zayıf İlişki	1	▲

Teknik Gereksinimler ve kısaltmaları Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Teknik Gereksinimler ve Kısaltmaları

Teknik Gereksinimler	Kısaltmaları
Mali Yapısı	MY
Kuruma Lokasyon Yakınlığı	KLY
Geçmiş Referansları	GR
Bilgi Yönetimi	BY
Üretim Kapasitesi	ÜK
Anlaşmalı Bankalar/Kurumlar	ABK
Kalite Değerleri	KD
Kurum Kültürü	KK
Üretim Fonksiyonelliği	FY
Müşteriye Satış Sonrası Servis Hızı	MSSSH

Müşteri Gereksinimleri ile Teknik Gereksinim arasındaki ilişki derecesini veren değerler Tablo 3'te belirtilmiştir. Müşteri gereksinimlerinin önem derecesi ile teknik gereksinimlerin müşteri gereksinimlerle ilişkisini veren değerlerin çarpılmasıyla teknik gereksinimler için önem değerleri hesaplanmıştır.

Tablo 3. Müşteri Gereksinimi ve Teknik Gereksinimi Arasındaki İlişki Derecesi

Müşteri Gereksinimleri	**Önem Derecesi**	**Teknik Gereksinimler**									
		MY	**KLY**	**GR**	**BY**	**ÜK**	**ABK**	**KD**	**KK**	**FY**	**MSSSH**
Hizmet Kalitesi	6	9	3		9	3	3	3	9	9	9
Maliyet	9	9	3			3	9		1	9	1
Zamanında Teslimat	8	3	9		1	9	3		1	9	9
Hatasız Ürün Teslimatı	7	1	1			3		9	1	9	
Standartlara Uygun Ürün	10	1				3		9	1	9	
Ürün Esnekliği	8	3				3		3	1	9	3
İletişime Açıklığı	4		3		9				9		1
Güvenilirliği	7	3		9	3	9		9	9	9	
Ödeme Kolaylığı	5	9					9		1	3	
Sevkiyat Şekli	7	3	9		1	3	3	3	1	3	3
Teknik Gereksinimler İçin Önem Değerleri		287	199	63	126	276	189	279	207	531	184

Hizmet gereksinimleri arasında korelasyon ilişkisi incelenmiştir. Bu ilişkilerde kullanılan dereceler ve sembolleri Tablo 4'te gösterilmiştir. Kriterlerin etkileşimlerini göstermektedir.
Tablo 4. Teknik Gereksinimler İçin Korelasyon Dereceleri ve Semboller

Korelasyon Derecesi	**Semboller**
Güçlü Pozitif	++
Pozitif	+
Negatif	-
Güçlü Negatif	▼

Teknik gereksinimleri ışığında altı tedarikçi değerlendirilmiştir. Altı tedarikçiye uzmanlar tarafından teknik gereksinimlere göre puan verilmiştir. Bu değerler teknik gereksinim değerleriyle çarpılarak her bir tedarikçi puanı bulunmuştur. Tüm tedarikçiler için bu elde edilen bu değerlerin toplamına bölünerek değerler normalize edilmiştir. Böylece her bir tedarikçinin önem ağırlıkları ortaya çıkarılmıştır. Bu Tablo 5'deki gibidir.
Tablo 5. Tedarikçi Sıralama Matrisi

Teknik Gereksinimler	**Önem Değerleri**	Tedarikçi Firmalar					
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
MY	287	5	7	8	8	6	7
KLY	199	7	7	8	7	6	7
GR	63	6	8	9	7	5	4
BY	126	7	7	7	6	6	8
ÜK	276	7	8	6	8	7	5
ABK	189	7	8	7	9	7	7
KD	279	8	7	6	7	5	8
KK	207	8	7	7	7	8	8
FY	531	7	8	7	9	6	8
MSSSH	184	8	7	6	8	6	7
Ağırlıklar		16420	17446	16260	18448	14583	16789
Normalize Edilmiş Ağırlıklar		0,1643	0,175	0,163	0,185	0,146	0,168

Sonuçlar incelendiğinde, 4.firmanın diğerlerinden şartları sağlama açısından daha yüksek puan aldığı görülmektedir. 4.firmadan sonra 2.firma gelmektedir. Diğer taraftan teknik gereksinimler açısından en az puanı alan 5.tedarikçi olduğu görülmektedir. Değerler Tablo 6'daki gibidir.

Tablo 6. Tedarikçilerin Sıralaması

Tedarikçi Firmalar	Önem Ağırlıkları	Sıralama
1	0,1642887	**4**
2	0,1745543	**2**
3	0,1626879	**5**
4	0,1845797	**1**
5	0,1459088	**6**
6	0,1679807	**3**

4. SONUÇ

Yürütülen çalışma, tedarikçi seçimi için Kocaeli ilindeki yer alan otomotiv yan sanayi firmaları arasında seçim gerçekleştirilmiştir. Bu seçimi gerçekleştirirken müşterinin sesi göz önüne alınmıştır. Müşteri gereksinimleri sektörden beş uzmanın görüşüyle belirlenmiştir. Bu belirlenen faktörler için önem dereceleri ortaya koyulmuştur. Müşteri gereksinimlerinin önem değerleri belirlendikten sonra bu müşteri gereksinimlerini giderecek teknik gereksinimler belirlenmiştir. Müşteri gereksinimler ile teknik gereksinimler arası ilişkiler ortaya koyularak ilişkilendirmiştir. Elde edilen teknik gereksinim değerine göre, tedarikçilere puanlar verilmiştir. Bu puanlar doğrultusunda tedarikçiler sıralanmıştır. Kişilere dayalı sübjektif değerlendirmelerin önüne geçme açısından ve kısa sürede değerlendirme yapılabilmesi açısından QFD yöntemi uygulanmıştır.

Diğer taraftan, bundan sonra yapılacak çalışmalarda müşteri gereksinimlerinin önem ağırlıkları belirlenirken çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan Analitik Hiyerarşi Prosesi ile ağırlıklandırma yapılabilir. Ayrıca tedarikçileri sıralamak için diğer çok kriterli karar verme yöntemlerine başvurulabilir. Değerlendirmeye farklı bir boyut katmak için bulanık mantık ta çalışmanın içine dahil edilebilir. Bulanık QFD yöntemi uygulanarak sonuçlar irdelenebilir. Bu çalışma benzer şekilde alternatiflerin ve kriterlerin oldukça fazla olduğu durumlarda tüm sektörlerde uygulanabilir.

KAYNAKLAR

Akao, Y. (1990), "Quality Function Deployment: Integrating Customer Requirements into Product Design", Productivity Press, Cambridge, MA.

Arı, S. (2006), "Müşteri Beklentilerini Ürün Karakteristiklerine Dönüştürme Aracı Olarak Kalite Fonksiyon Göçerimi ve Bir Gıda İşletmesinde Uygulama Denemesi", Yüksek Lisans Tezi, Konya.

Bottani, E. ve Rizi, A. (2006), "Strategic Management of Logistics Service: A Fuzzy QFD Approach", International Journal of Production Economics, 103, 585-599.

Cohen, G. (1996), "Age and Health Status in A Patient Satisfaction Survey", Social Science Medicine, 42, 1085-1093.

Chan, L.K. ve Wu, M.L. (2002), "Quality Function Deployment: A Literature Review", European Journal of Operational Research, 143(3), 463-497.

Chiou, C.C. ve Cheng, Y.S, (2008), "An Integrated Method of Kano Model and QFD for Designing Impressive Qualities of Healthcare Service", Proceedings of IEEE IEEM.

Govindaraju, M. ve Mital, A. (2000). "Enhancing the Usability of Consumer Products Through Manufacturing". International Journal of Industrial Engineering-Theory, Applications and Practice 7(1), 33-43.

Gupta, P. ve Srivastava, R.K. (2011), "Customer Satisfaction for Designing Attractive Qualities of Healthcare Service in India Using Kano Model and Quality Function Deployment", MIT International Journal of Mechanical Engineering, 1(2), 101-107.

Hauser, J.R. ve Clausing, D. (1988). "The House of Quality", Harvard Business Review, 66, 63-73.

İkiz, H.E., Doğu, E. ve Keskin, A.Ö. (2008), "Otomotiv Sektörü Müşteri Özel Sartlarının APQP Süreç Adımlarına Göçerimi Üzerine Bir Çalışma, İşletme Fakültesi Dergisi, 9(1), 2008, 47-60.

Liu, H.T. (2009). "The Extension of Fuzzy QFD: From Product Planning to Part Deployment", Expert Systems with Applications, 36, 11131-11144.

Ustasüleyman, T., ve Abanoz, S. (2009), "Kalite Fonksiyon Göçerimi ve Bankacılık Sektöründe Bir Uygulama", Bankacılar Dergisi, 70(1), 37-51.

Wei, C.C., Liu, P.H. ve Chen, C.B. (2000), "An Automated System for Product Specification and Design", Assembly Automation 20(3): 225-233.

Yapraklı, T.Ş. ve Güzel, D. (2010). "Sağlık Sektöründe Bir Kalite Fonksiyon Göçerimi Uygulaması", Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 19, 457-476.

OTOMOTİV SERVİSLERİNDEKİ HİZMET KALİTESİNİN BULANIK SERVQUAL İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Hakan Turan

ÖZET

Müşterilerin istek ve beklentilerini karşılamak için günümüzde çok farklı çalışmalar, anketler ve teknikler uygulanmaktadır. Firmanın başarısını operasyonel verimliliğinden ziyade müşterinin memnuniyeti belirlemektedir. Bu çalışmada otomotiv yedek parçası satan bir şirketten hizmet alan müşterilerin memnuniyeti incelenmiştir. Müşteriler açısından hizmet kalitesini değerlendirmek için SERVQUAL yöntemine başvurulmuştur. Bulanık mantık sonuçların sübjektifliğini azaltmak için kullanılan bir yöntemdir. Bu çalışmada daha gerçekçi değerler elde etmek için bulanık SERVQUAL yöntemi uygulanmıştır. Müşteriye sunulan servis kalitesini değerlendirmek için Kocaeli Sanayi Sitesinde yer alan otomotiv servis imkânı sunan bir şirkette bulanık SERVQUAL yöntemi uygulanmıştır. Bunun için 38 müşteri değerlendirme yapmıştır. Yapılan çalışma sonucunda, teknik servis hizmet kalitesi en öne çıkan faktör olmuştur.

Anahtar Sözcükler: Bulanık SERVQUAL, Müşteri Memnuniyeti, Otomotiv Yedek Parça

A FUZZY SERVQUAL BASED METHOD FOR EVALUATED OF SERVICE QUALITY IN THE AUTOMATIVES SERVIVES

ABSTRACT

Today very different studies, surveys and techniques have been applied to meet customers' demands and expectations. The success of the company determines customer satisfaction rather than the operational efficiency. In this study, the satisfaction of the customers getting service from a company that sells automotive spare parts has been examined. SERVQUAL method has been applied to evaluate the service quality in terms of the customers. Fuzzy logic is a method used to reduce the subjectivity of the outcomes. In this study, fuzzy SERVQUAL method has been implemented so as to obtain more exact values. Fuzzy SERVQUAL method has been performed in a firm that offers automotive service facilities, which is located in Kocaeli Industrial Estate, to assess the service quality offered to the customers. For this, 38 customers have been surveyed. As a result of the study, technical service quality has been the most prominent factor.

Keywords: Fuzzy SERVQUAL, Customer Satisfaction, Automotive Spare Part

1.GİRİŞ

Son yıllarda müşterilerin istek ve beklentileri şirketlerin stratejilerini oluştururken temel unsur haline gelmiştir. Birçok şirketin birbiriyle rekabet halinde olduğu bir pazarda, müşterinin taleplerini görmezden gelmek şirketin kısa sürede yok olmasına neden olacaktır. Günümüzde müşteri ilişkileri yönetimini uygulayan şirketler müşterilerin tüm bilgilerine sahip olarak onlara özgü ürün ve hizmet sunmaktadırlar. Şirketlerin bu imkânlarını gören bilinçli tüketici seçici davranmaktadır. Müşteri memnuniyetinin artması rekabetin de artmasına neden olmaktadır. Firmalar hem müşteriyi memnun etmek hem de rakiplerini geçmeyi hedeflemektedir. Bundan dolayı, müşteri memnuniyetine önem veren firmalar ayakta kalabilmektedir. Firmalar için en önemli zorluklardan birisi, değişen müşteri ihtiyaçlarıdır. Müşteri ihtiyaçları son yıllarda büyük bir hızla değişmektedir. Benzer şekilde, otomotiv sektöründe de hızlı bir gelişme olmakta ve dolayısıyla müşterilerine sunulan imkânlar da gelişmektedir. Otomobillerinin servis ihtiyaçlarında da bu durum geçerlidir.

Hizmet kalitesini ölçmek şirketlerin ayakta kalabilmeleri ve müşteri açısından geri dönüşler almaları için önemlidir. Bu noktada birçok açıdan hizmet kalitesi ölçülebilmektedir. Belli noktalara göre değerlendirmek ve bazı noktaları değerlendirmeye alamamak çalışmanın kapsamını zayıflatmakta ve yanlış değerlendirmeler yapmaya yol açmaktadır. Yanlış değerlendirmeler de beraberinde yanlış stratejilerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu bağlamda, çalışmanın doğru bir şekilde yürütülebilmesi için hizmet kalitesini ortaya koyan kriterleri doğru belirlemek ve doğru bir yöntem oluşturmak gerekmektedir.

Bu çalışmada, Kocaeli sanayi sitesinde yer alan bir firmadan araçlarına servis alan müşterilerin servis kalitesini ölçmek için yapılmıştır. Müşterilerin hizmet kalitesini ölçmek zor olduğundan müşteri odaklı hizmet kalite ve beklentilerini sayısal olarak değerlendiren service quality-hizmet kalitesi (SERVQUAL) yöntemi uygulanmıştır. Böylece hizmetteki kaliteyi sübjektif ölçmek yerine nümerik değerlere dayalı ölçen SERVQUAL yöntemi tercih edilmiştir. Ayrıca geçmişte yapılan çalışmalar (Büyüközcan ve Çiftçi, 2012; Khan 2010; Ersöz, 2009; Parasuman vd, 1985) da hizmet kalitesini ölçmek için SERVQUAL yöntemi uyguladıklarını göstermektedir. Bu çalışmada servis kalitesi, fiziki özellikler, güvenilirlik, heveslilik, güvence ve duyarlılık boyutlarına göre incelenmiştir. Müşterilerin değerlendirmelerinin daha gerçekçi olması için bulanık mantıktan da faydalanılmıştır.

Çalışmanın kalan kısmı aşağıdaki gibi düzenlenmiştir. İkinci bölümde, hizmet kalitesini ölçmekte kullanılan bulanık SERVQUAL yöntemi anlatılmıştır. Üçüncü bölümde, Kocaeli sanayi sitesinde yer alan otomotiv servis işlemi yapan bir firmanın hizmet kalitesini ölçen bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Son bölümde, sonuçlar ve gelecekte yapılacak çalışmalar için öneriler ele alınmıştır.

2.BULANIK SERVQUAL YÖNTEMİ

Müşterilerin beklenti ve isteklerinin ne ölçüde gerçekleştiğini ölçmek oldukça zordur (Büyüközcan ve Çiftçi, 2012). Müşterilerden alınan hizmetin kalitesini değerlendirme görecelidir. Dolayısıyla somut bir ürünü değerlendirmek kadar kolay değildir. Bunun için hizmet kalitesini ölçmek için müşteri algısı ölçen bir yöntem uygulamak gerekmektedir (Ersöz vd., 2009). Hizmet kalitesi beklenen ve gerçekleşen hizmet arasındaki farkı içermektedir (Khan, 2010). Hizmet kalitesini ölçmede kullanılan SERVQUAL yöntemi en tercih edilen yöntem olarak göze çarpmaktadır (Parasuraman vd., 1985).

Başlangıçta SERVQUAL yöntemi hizmet kalitesini ölçmede 10 perspektiften oluşmaktadır. Bu kriterler aşağıdaki gibidir:

1)Ulaşılabilirlik: Müşterinin firmayla rahatça iletişim kurabilmesidir. Müşterinin rahatlıkla ulaşabileceği bir yerde olması yada telefonla uzun süre beklemeden ulaşabilmesidir.

2)İletişim: Çalışan personelin müşterinin açık ve anlaşılır şekilde açıklayabilmesidir. Müşterinin kültür düzeyine inip onun anlayacağı şekilde ona seslenmektir.

3)Yeterlilik: Hizmeti yürütebilme bilgi ve becerisidir.

4)Nezaket: Çalışanların müşterilere karşı saygılı, kibar, güler yüzlü ve dikkatli davranmasıdır.

5)İnanılırlık: Müşterinin güvenini kazanmaktır.

6)Güvenilirlik: Müşteriye verilen taahhütlerin yerine getirilmesidir.

7)Heveslilik: Çalışanların hizmet konusunda hazırlıklı ve isteğinin olmasıdır.

8)Güvenlik: Müşteriye sunulan hizmetin risk içermemesidir.

9)Fiziksel Özellikler: Hizmet verilen yeri ifade ederler. Fiziksel imkânlar, çalışanların görünümü, hizmet için kullanılan materyalleri içerir.

10)Müşteriyi Anlamak: Müşterinin ihtiyaçlarını anlamak, müşterilerle ilgilenmektir.

Daha sonra, SERVQUAL yöntemi 10 perspektiften 5 perspektife indirilmiştir (Seth vd., 2005). Bu 5 perspektif 22 ifadeyle anket haline getirilmiştir. 5'li likert ölçek kullanılmaktadır. 5 kesinlikle katılıyorum, 1 kesinlikle katılmıyorum anlamında kullanılmaktadır (Kavitha, 2012). 22 ifade için 7'li likert kullanılabilmektedir (Ersöz vd., 2009). Bu 5 perspektif, fiziksel özellikler, güvenilirlik, heveslilik,

güven ve empati şeklindedir. Bu 5 perspektifin 22 ifadesinin fiziksel özellikler 1-4 arasında, güvenilirlik 5-9 arasında, heveslilik 10-13 arasında, güven 14-17 arasında ve empati 18-22 arasında ifadeleri içermektedir (Savaş ve Kesmez, 2014).
İnsan düşüncelerini daha iyi ortaya koyduğundan bulanık SERVQUAL yöntemi uygulanmıştır (Chang vd., 2008). Chou vd. (2011)'e göre, bulanık SERVQUAL yönteminde, beklentiler için dilsel değerler Tablo 1'deki gibidir:

Tablo 1. Beklentiler için dilsel değerler

Dilsel İfadeler	Dilsel Değerler
Çok Önemsiz	(0,0,2)
Önemsiz	(0,2,4)
Orta	(2,4,6)
Önemli	(4,6,8)
Çok Önemli	(6,8,8)

Algılar için dilsel değerler Tablo 2'deki gibidir:

Tablo 2. Algılar için dilsel değerler

Dilsel İfadeler	Dilsel Değerler
Çok Önemsiz	(0,0,2)
Önemsiz	(0,2,4)
Orta	(2,4,6)
Önemli	(4,6,8)
Çok Önemli	(6,8,8)

Bulanık SERVQUAL yönteminde Tablo 2'de gösterildiği gibi üçgensel değerler (l küçük değeri, m ortanca değeri, u büyük değeri ifade eder) kullanılmıştır. Bulanık SERVQUAL aşağıdaki gibi hesaplanır (Chou, 2008):
SERVQUAL Puanı (SP)= Algı Puanı (A)-Beklenti Puanı (B)
Her müşteri için SERVQUAL puanı hesaplanıp ilgili boyutun ifade sayısına bölünür. i soru sayısını n müşteri sayısını göstermektedir.
$(A_i) = (l_{ai}, m_{ai}, u_{ai}), (B_i) = (l_{bi}, m_{bi}, u_{bi})$
Durulaştırma işlemi aşağıdaki formülle hesaplanır. Durulaştırma işleminde, küçük değer, ortalama değerin dört katı ve büyük değer toplanıp altıya bölünerek sonuç elde edilir.
$P(A_i) = \frac{1}{6}(l_{ai} + 4m_{ai} + u_{ai}), P(B_i) = \frac{1}{6}(l_{bi} + 4m_{bi} + u_{bi})$
Durulaştırma işleminden sonra elde edilen tüm algı değerlerinden tüm beklenti değerleri çıkarılarak SERVQUAL Skoru (SS) hesaplanır. k her bir ana değerlendirme kriterindeki alt kriter sayısını verir. Aşağıdaki formülle genel olarak o ana kriterin SS değeri hesaplanmış olur. Ancak bu çalışmada, ana kriterlerden bağımsız olarak tüm alt kriterlere göre değerlendirme yapılmıştır.

$$SS = \frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k}(A_i - B_i)$$

3.UYGULAMA

Otomotiv servis işlemi, orijinal servisinde yürütüldüğünde masrafı arttığı için yada arabasının kaskosu olmayan müşteri için maddi açıdan daha uygun olduğundan sanayi sitelerindeki servis işlemini tercih edebiliyorlar. Bu çalışmada, Kocaeli sanayi sitesinde otomotiv servis işlemi yapılan bir firmanın müşteri açısından hizmet kalitesi ölçülmüştür. Birçok firmanın olduğu sanayi sitelerinde firma seçim işlemini yürütürken müşteri yanlış kararlar verebiliyor. Özellikle arabasına önem veren müşteri için verilecek kararın yanlışlığı müşteri daha fazla etkileyebiliyor. Bu çalışmanın temelinde hizmet kalitesini belirlemek için beklenti ve algı arasında ne derece fark olduğu araştırılmıştır. Bu fark ne kadar düşükse hizmet kalitesini o kadar yüksek olacağı düşünülmektedir. Bunun için bulanık SERVQUAL yöntemi kullanılmıştır. 5 ana boyut olan fiziksel özellikler, güvenilirlik, heveslilik, güven ve empati başlıkları altında 22 soru 38 kişiye sorulmuştur. Puanlama 5'li likert ölçeğine göre yapılmıştır. 5 kesinlikle

katılıyorum, 1 kesinlikle katılmıyorum şeklinde belirlenmiştir. Bulanık yöntem üçgensel bulanık sayıları içermektedir. Verilen değerler beklenti ve algı şeklinde alınıp buna göre bulanık SERVQUAL yöntemine göre hesaplanmıştır. Değerler ve sonuçlar Tablo 3'te görüldüğü gibidir.
Sonuçlar incelendiğinde, empati başlığı altında yer alan "Servis çalışanı arabanın bakımı için en iyi hizmeti sunmalıdır" sorusunda, müşterinin beklentisiyle algıladığı hizmet kalitesi arasında farkın en az olduğu faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu durum teknik hizmet kalitesinin hizmet kalitesi olarak iyi olduğu anlamına gelmektedir.
Bu kriteri takiben heveslilik başlığında yer alan "Arabanın ne zaman teslim edileceği bildirilmelidir." sorusunun müşteriyi bildirme açısından hizmet kalitesi yüksek olduğu anlaşılmaktadır.
Hizmet kalitesi olarak en kötü noktanın güvenilirlik başlığında bulunan "Hizmet istenilen sürede tamamlanmalıdır." sorusunda görülen bakım ve hizmet süresinde uzamalar olarak yorumlanmaktadır.
Tablo 3. Bulanık Beklenti ve Algı Değeri

Perspektifler	İfadeler	Beklenen	Algılanan	Servqual Skoru	Sıralama
Fiziksel Özellikler	Servis modern araç ve teknolojiye sahiptir.	5,789474	4,605263	-1,18421	19
	Fiziksel araçlarının albenisi yüksektir.	5,570175	4,45614	-1,11404	17
	Çalışanları prezantabl bir görünüme sahiptir.	5,412281	4,307018	-1,10526	14
	Hizmette kullanılan malzemeler modern ve fonksiyonel olmalıdır.	5,657895	4,508772	-1,14912	18
Güvenilirlik	Araç servis hizmetini tamamlama süresini taahhüdünü gerçekleştirilmelidir.	5,754386	4,508772	-1,24561	21
	Müşteriye samimi bir ilgi göstermektedir.	5,684211	4,719298	-0,96491	10
	Hizmet ilk seferde doğru yapılmalıdır.	5,701754	4,508772	-1,19298	20
	Hizmet istenilen sürede tamamlanmalıdır.	5,95614	4,614035	-1,34211	22
	Kayıtlar düzenli ve eksiksiz olmalıdır.	6,035088	4,929825	-1,10526	14
Heveslilik	Arabanın ne zaman teslim edileceği bildirilmelidir.	5,684211	5,166667	-0,51754	2
	Araç servis hizmetini personel en kısa sürede tamamlamalıdırlar.	5,596491	4,824561	-0,77193	8
	Müşteriye hizmet vermekte istekli olmalıdır.	5,54386	4,719298	-0,82456	9
	Personelin yoğunluğu müşteriye cevap vermesine engel olmamalıdır.	5,447368	4,719298	-0,72807	7
Güven	Personel davranışları müşteriye güven vermelidir.	6,184211	5,122807	-1,0614	12
	Müşterilere güven hissetmelidir.	6,122807	5,026316	-1,09649	13
	Müşterilere kibar davranılmalıdır.	6,131579	5,078947	-1,05263	11
	Müşterinin beklentilerini ve sorularını karşılayacak bilgi birikimine sahip personelin olmasıdır.	6,131579	5,026316	-1,10526	14
Empati	Personelin gereksinimlerine bireysel ilgi gösterilmelidir.	5,254386	4,675439	-0,57895	4
	Personel müşteriye kendini özel hissettirmelidir.	5,438596	4,824561	-0,61404	5
	Servis çalışanı müşteri ihtiyaçlarını en üste koymalıdır.	5,245614	4,675439	-0,57018	3
	Servis çalışanı arabanın bakımı için en iyi hizmeti sunmalıdır.	5,412281	4,982456	-0,42982	1
	Hizmet saatleri çalışanlar için uygun olmalıdır.	5,394737	4,719298	-0,67544	6

5.SONUÇ

Yürütülen çalışma ile Kocaeli sanayi sitesinde yer alan bir firmanın müşterilerinin gözüyle hizmet kalitesi ölçülmüştür. Hizmet kalitesinin ölçümü için SERVQUAL yöntemi tercih edilmiştir. Sonuçların daha gerçekçi ve daha az sübjektif olması adına bulanık mantık ta çalışmaya dahil edilmiştir. Üçgensel bulanık değerlere bağlı olarak müşteri görüşleri doğrultusunda 22 noktaya göre hizmet kalitesi değerlendirilmiştir. Soruların açık ve anlaşılabilir olması nedeniyle müşterilerin değerlendirmesinde sıkıntı yaşanmamıştır. Bundan sonraki çalışmalarda, diğer hizmet kalitesini ölçen yöntemlere de başvurulabilir. Farklı

endüstrilerde de bu çalışma yürütülebilir. Soruların ağırlıkları önceden hesaplanabilir. Bunun için çok kriterli karar verme yöntemlerine başvurulabilir.

KAYNAKLAR

Büyüközkan, G., Çiftçi, G. ve Güleryüz, S. (2011), "Strategic Analysis of Healthcare Service Quality Using Fuzzy AHP Methodology", Expert Systems with Applications, 38, 9407-9424.

Chang, C.W., Wu, C.R. ve Lin, H.L. (2008), "Integrated Fuzzy The Oryand Hierarchy Concepts to Evaluate Software Quality", Software Quality Journal, 16(2), 263-276.

Chou, C.C. (2008), "An Evaluation of the Service Quality of Airline", Journal of Harbin Institute of Technology (New Series), 15, 334-337.

Chou, C.C., Liu, L.J., Huang S.H., Yih, J.M. ve Han, T.C. (2011), "An Evaluation of Airline Service Quality Using The Fuzzy Weighted SERVQUAL Method", Applied Soft Computing, 11, 2117-2128.

Ersöz, S., Pınarbası, M., Türker, A.K. ve Yüzükırmızı, M. (2009), "Hizmet Kalitesinin Servqual Metodu ile Ölçümü ve Sonuçların Yapısal Eşitlik Modelleri ile Analizi: Öğretmen Evi Uygulaması", International Journal of Engineering Research & Development, 1(1), 19-27.

Kavitha, R. (2012), "Service Quality Measurement Model", International Journal of Business and Management Tomorrow, 2(8), 1-6.

Khan, M.A. (2010), "An Empirical Assessment of Service Quality of Cellular Mobile Telephone Operators in Pakistan", Asian Social Science, 6(10), 164-177.

Parasuraman, A., Berry, L.L. ve Zeithaml, V.A. (1988), "SERVQUAL: A Multiple-Item Scale for Measuring Customer Perceptions of Service Quality", Journal of Retailing, 12-40.

Parasuraman, A., Zeithaml, V.A. ve Berry, L.L. (1985), "A Conceptual Model of Service Quality and its Implications for Future Research", Journal of Marketing, 49, 41-50.

Savaş, H. ve Kesmez, A.G. (2014), "Hizmet Kalitesinin SERVQUAL Modeli İle Ölçülmesi: Aile Sağlığı Merkezleri Üzerine Bir Araştırma", Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 17, 1-13.

Seth, N., Deshmukh, S.G. ve Vrat, P. (2005), "Service Quality Models: A Review", International Journal of Quality & Reliability Management, 22(9), 913-949.

OTOMOTİV YEDEK PARÇASI SATAN BİR FİRMANIN BULANIK SAW YÖNTEMİ İLE SEÇİMİ

Hakan Turan

ÖZET

Sanayi bölgesinde kümelenen otomotiv yedek parça firmaları arasında seçim yapmak müşteriler için zordur. Değerlendirme yaparken de birçok faktöre göre değerlendirme yapılmaktadır. Bu çalışmada Kocaeli Sanayi sitesinde yer alan altı otomotiv yedek parça satan firması için bu değerlendirme yapılmıştır. Çalışma için çok kriterli karar verme tekniklerinden biri olan basit toplamlı ağırlıklandırma yöntemi (Simple Additive Weighting – SAW) tercih edilmiştir. Sonuçların daha gerçekçi olması için bulanık basit toplamlı ağırlıklandırma yöntemi uygulanmıştır. Öncelikle otomotiv yedek parça satan bir firmayı tercih etmek için geçerli olan kriterler belirlenmiştir. Sonrasında altı firma için otomotiv yan sanayinde yetkili beş kişinin görüşü alınarak bu değerlendirme yapılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Bulanık Basit Toplamlı Ağırlıklandırma, Çok Kriterli Karar Verme, Kriter

THE SELECTION OF A FIRM SELLING AUTOMOTIVE SPARE PARTS BY FUZZY SAW METHOD

ABSTRACT

It is difficult to conduct the selection among the auto spare parts firms are clustered in the industrial zone for the customers. The assessment based on many factors has been carried out when evaluating. In this study, this assessment has been made for the six companies that sell auto spare parts, which are located in Kocaeli industrial sites. Simple Additive Weighting (SAW) which is one of the multi-criteria decision-making techniques for the study has been preferred. Fuzzy Simple Additive Weighting method has been implemented in order to obtain more realistic results. Valid criteria have been primarily determined to choose a company that sells automotive spare parts. Then, this evaluation has been conducted for six companies by taking the opinions of five authorized people in the automotive industry.

Keywords: Fuzzy Simple Additive Weighting, Multi-Criteria Decision-Making, Criteria

1.GİRİŞ

Günümüzde otomobil sahibi müşteriler, otomobillerine yedek parça alırken oldukça seçici davranmaktadır. Sanayi bölgesinde kümelenmiş olan otomotiv yedek parça satan firmalar arasında seçim yapmak müşteriler için zordur. Birçok firma yan yana olduğu için ayrım yapmak zor olmaktadır. Değerlendirme yaparken de anlamlı anlamsız birçok faktöre göre değerlendirme yapılmaktadır. Çoğu zaman karar verirken müşteri tarafından sübjektif bir değerlendirme yapılmaktadır. Bu değerlendirmeler sonucunda da yanlış karar verildiği için müşteri memnuniyetsizlikleri ortaya çıkmaktadır. Birçok kriterin ve birçok alternatifin olduğu durumlarda karar verici ciddi zorluk yaşamaktadır. Çoğunlukla müşteri şikâyetleri fazla olduğu için bu hataların önüne geçmek adına çok kriterli karar verme yöntemlerine başvurmak gerekmektedir. Çok kriterli karar verme teknikleri alternatifin ve kriterin fazla olduğu durumlarda karar vericiye kolaylık sağlamaktadır. Bu çalışmada da, hem müşterinin otomotiv yedek parçası seçimini etkileyen kriterlerin ağırlıklandırılması hem de bu kriterlerin ağırlıklandırılması neticesinde alternatifler arasında sıralamayı veren basit toplamlı ağırlıklandırma yöntemi kullanılmıştır. Sonuçların daha gerçekçi olması adına basit toplamlı ağırlıklandırma yöntemi ile bulanık mantık birlikte alınmıştır. Hesaplanması kolay olması nedeniyle üçgensel bulanık değerler tercih edilmiştir.

Çalışmanın kalan kısmı aşağıdaki yapıda ele alınmıştır. İkinci bölümde, kriterlerin önem değerlerinin verilmesi ve alternatiflerin sıralanmasında uygulanılan bulanık SAW yöntemi açıklanmıştır. Üçüncü bölümde, Kocaeli sanayi sitesinde otomotiv yedek parça satan firmaları arasından seçim gerçekleştirmek için uygulama yapılmıştır. Son bölümde, sonuçlar ve gelecekte yapılacak çalışmalar için öneriler anlatılmıştır.

2.BULANIK SAW YÖNTEMİ

İlk olarak 1945 yılında Churchman ve Ackoff tarafından SAW yöntemi portföy seçimi problemi için kullanmışlardır (Churchman ve Ackoff, 1954). Ağırlıklandırılmış lineer kombinasyon ve skorlama yöntemi olarak ta bilinen çok kriterli karar verme yöntemidir (Savitha ve Chandrasekar, 2011). Ağırlıklandırılmış ortalamayı bulmaya odaklanan bir yöntemdir (Afshari vd., 2010). En çok kullanılan karar verme yöntemlerinden biridir (Podvezko et al. 2010;Memariani vd., 2009; Ginevicius ve Gineviciene 2009 ; Jakimavicius ve Burinskiene, 2009; Podvezko 2008; Sivilevicius vd., 2008). İnsan görüşleri arasındaki bulanıkları önlemek amacıyla Zadeh bulanık teoriyi geliştirmiştir ve üyelik fonksiyonu ile amaçların değerleri 0 ile 1 arasında olmaktadır (Zadeh, 1965). Kullanılan dilsel ifadeler karar vericinin sübjektif değerlendirmesinin önüne geçmeyi amaçlamaktadır (Zadeh, 1975). SAW yönteminin normalizasyon sürecindeki eksikliklerinden kurtulmak için bulanık SAW yöntemi kullanmak daha gerçekçi sonuçlara ulaşmamızı sağlar (Widayanti vd., 2013). Uygulaması kolay ve basit olduğundan tercih edilen birçok kriterli karar verme yöntemidir. Diğer taraftan, bilgi bulanık olduğu için kolaylıkla hesaplanmaz. Hesaplanmada karşılaşılan zorluk normalizasyon ve sıralama bulanık sayılarından ileri gelmektedir (Modarres ve Sadi-Nezhad, 2013). Farklı alanlarda kullanıldığı görülmektedir. Örneğin, Sagar vd., (2013) bakım stratejisinin seçiminde bulanık SAW yöntemine başvurmuşlardır.

Bulanık SAW'ın adımları aşağıdaki gibidir (Modarres ve Sadi-Nezhad, 2013):

1)Karar vermede kullanılacak kriterlerin seçilmesi

2)Uzmanlar $(E_k; k = 1,2,..,n)$ tarafından her bir kriterin $(C_j; j = 1,2,..,m)$ dilsel ifadelere göre değerlendirilmesi

3)Üçgensel bulanık değerler açısından tüm kriterler için bulanık karar metrisini belirlenmesi

$$DM_k=\begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \cdots & X_{1n} \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ X_{m1} & X_{m2} & & X_{mn} \end{bmatrix}$$

4)Her bir kriterin ortalama bulanık skorunun, durulanmış değerinin ve normalize ağırlığının $[W_j]$belirlenmesi

Ortalama bulanık skor $(A_{jk}) = \frac{(f_{j1}^k + f_{j2}^k + \cdots + f_{jn}^k)}{n}; j = 1,2,\ldots,m; k = 1,2,\ldots,n$

Durulaştırılmış değerler$(e) = (a + b + c)/3$

5)Her bir alternatif için uzmanlar $(A_i; i = 1,2,..,5)$ tarafından dilsel değerlerin verilmesi

6)Her bir alternatifin ortalama bulanık skorunun, durulanmış değerinin belirlenmesi

7)Tüm kriterler ve alternatifler için karar matrisinin $[X_{ij}]$ belirlenmesi

8)Tüm kriterler ve alternatifler için normalize karar matrisinin $[R_{ij}]$ belirlenmesi

9)SAW yöntemine göre her bir alternatifin toplam skorunun $TS = [R_{ij}][W_j]$ belirlenmesi

10)En iyi alternatif değerine göre normalizasyonun gerçekleştirilmesi

11)Alternatifler için nihai skorlar ve sıralamanın ortaya konulması

3.UYGULAMA

Bu çalışmada, Kocaeli sanayi sitesinde yer alan müşterilerin beklentileri doğrultusunda otomotiv yedek parçası satan firma seçimi gerçekleştirilmiştir. Arabasının bakımına önem veren müşteri için bu seçim daha bir önem kazanmaktadır. Özellikle bir grup müşteri kendi bakımından ve görünümünden çok arabasının bakımına ve görünümüne önem vermektedir. Bunun için kişi başı gelir olarak yüksek olan otomotiv fabrikalarının kümelendiği Kocaeli bölgesi seçilmiştir. Kocaeli sanayi sitesinde oldukça fazla firma bulunmaktadır. Firma seçimini etkileyen özellikler de göz önüne alındığında, bu firmalar arasında seçim yapmanın verdiği zorluğun üstesinden gelebilmek için çok kriterli karar verme yöntemi uygulanmıştır. Otomotiv yedek parçası konusunda 5 uzmanın görüşleri doğrultusunda firma seçimini etkileyen 5 kriter belirlenmiştir. Bu kriterler ürünlerin kalitesi (C1), firmanın güvenilirliği (C2), maliyet (C3), ödeme kolaylığı (C4) ve satış sonrası servis (C5) şeklindedir.
Dilsel değişkenler için kullanılan üçgensel bulanık sayılar Tablo 1'deki gibidir. Çok Düşük (ÇD), Düşük (D), Orta Düşük (OD), Orta (O), Orta Yüksek (OY), Yüksek (Y), Çok Yüksek (ÇY) şeklinde kısaltılmıştır. Uzmanlara göre her bir kriterin dilsel değişkenlere göre değerlendirilmesi Tablo 2'deki gibidir. Her bir kriterin ortalama bulanık sayıları, durulaştırılmış değerleri ve normalize edilmiş ağırlıkları Tablo 3'teki gibidir.

Tablo 1.Dilsel değişkenler için bulanık sayılar

ÇD	0	0	0,1
D	0	0,1	0,3
OD	0,1	0,3	0,5
O	0,3	0,5	0,7
OY	0,5	0,7	0,9
Y	0,7	0,9	1
ÇY	0,9	1	1

Tablo 2.Uzmanlara göre her bir kriterin dilsel değişkenlere göre değerleri

Kriterler	DM1	DM2	DM3	DM4	DM5
C1	L	H	H	H	H
C2	MH	MH	H	MH	M
C3	VH	VH	VH	VH	H
C4	MH	H	ML	M	ML
C5	ML	M	M	MH	M

Tablo 3.Her bir kriterin ortalama bulanık sayıları, durulaştırılmış değerleri ve normalize edilmiş ağırlıkları

Kriterler	Ortalama Bulanık Sayılar			Durulaştırılmış Değerler	Normalize Değerler
C1	0,56	0,74	0,86	0,72	0,212181
C2	0,5	0,7	0,88	0,693333	0,204322
C3	0,86	0,98	1	0,946667	0,278978
C4	0,34	0,54	0,72	0,533333	0,157171
C5	0,3	0,5	0,7	0,5	0,147348

Tablo 4'te her bir alternatif için uzmanlar tarafından kriterlere dilsel değerlerin verilmiştir.

Tablo 4.Her bir alternatif için kriterlere dilsel değerlerin verilmesi

Kriterler	Alternatifler	DM1	DM2	DM3	DM4	DM5
C1	A1	MH	MH	H	H	H
	A2	M	ML	M	M	ML
	A3	VH	H	VH	VH	VH
	A4	M	MH	H	H	MH
	A5	VH	H	H	H	H
	A6	MH	M	M	MH	M
C2	A1	M	MH	H	M	H
	A2	ML	ML	ML	M	ML
	A3	H	VH	VH	H	VH
	A4	M	MH	M	M	H
	A5	VH	H	VH	MH	H
	A6	MH	M	M	MH	M
C3	A1	MH	MH	H	MH	H
	A2	ML	ML	ML	ML	M
	A3	H	H	VH	H	VH
	A4	MH	MH	H	MH	H
	A5	VH	H	H	H	H
	A6	MH	M	M	MH	M
C4	A1	M	MH	H	MH	MH
	A2	ML	ML	MH	ML	M
	A3	VH	VH	VH	VH	VH
	A4	M	MH	H	H	MH
	A5	MH	H	VH	VH	H
	A6	MH	M	M	MH	M
C5	A1	M	M	MH	H	H
	A2	ML	ML	ML	M	ML
	A3	H	H	VH	VH	VH
	A4	MH	H	VH	MH	H
	A5	H	VH	H	VH	H
	A6	MH	M	M	MH	M

Ortalama bulanık skor ve durulaştırılmış değerler elde edildikten sonra, tüm kriterler ve alternatifler için karar matrisi elde edilir. Ardından bu kara matrisinin normalize edilmiş değerleri elde edilir. Normalize edilmiş karar matrisi ile ağırlıkların çarpımıyla toplam skor elde edilir. Toplam skorlarla oluşan nihai skorlar ve sıralama Tablo 5'teki gibidir.

Tablo 5.Her bir alternatif için kriterlere dilsel değerlerin verilmesi

Alternatifler	Nihai Skorlar	Sıralama
A1	0,788528	3
A2	0,396071	6
A3	1	1
A4	0,782543	4
A5	0,950283	2
A6	0,622875	5

Tablo 5'te görüldüğü gibi en iyi alternatifin A3 olduğu görülmektedir. A3'ü A5 takip etmektedir. En kötü alternatifin A6 olduğu net şekilde görülmektedir.

4.SONUÇ

Yürütülen çalışma Kocaeli sanayi sitesinde otomotiv yedek parça satan firmalar içerisinden bir firmanın seçimi gerçekleştirilmiştir. Kocaeli sanayi sitesinde firma tercihini belirleyen kriterlerin önem derecelerinin bulunmasında bulanık SAW yönteminden faydalanılmıştır. Ardından 5 uzmanın görüşü ışığında alternatifler kriterlere göre bulanık dilsel ifadelerle değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirmeler bulanık SAW yöntemiyle ele alınmıştır ve 6 alternatif arasından en uygun firmanın seçimi işlemi gerçekleştirilmiştir. Sonuçlara ulaşmada zorluk yaşanmadığı için çok kriterli karar verme problemlerinde rahatlıkla uygulanabileceği görülmüştür. Bundan sonraki uygulanacak çalışmalar için farklı çok kriterli karar verme teknikleri uygulanabilir. Müşteri algısına yönelik bir çalışma olduğu farklı bölgelerde uygulanıp sonuçlar karşılaştırılabilir. Ayrıca bulanık SAW yöntemi, farklı çok kriterli karar verme problemi yaşanan sektörlerde de uygulanabilir.

KAYNAKLAR

Afshari, A., Mojahed, M. ve Yusuff, R.M. (2010), "Simple Additive Weighting Approach to Personnel Selection Problem", International Journal of Innovation, Management and Technology, 1(5), 511-515.

Churchman, C.W. ve Ackoff, R.L. (1954), "An Approximate Measure of Value", Journal of the Operations Research Society of America, 2(2), 172-187.

Ginevicius, R. ve Gineviciene, V.B. (2009), "The Compliance of Master's Degree Studies with the Economic Needs of the Country", Technological and Economic Development of Economy, 15(1), 136-153.

Jakimavicius, M. ve Burinskiene, S. (2009), "A GIS and Multi-Criteria-Based Analysis and Ranking of Transportation Zones of Vilnius Citi", Technological and Economic Development of Economy, 15(1), 39-48.

Memariania, A., Aminib, A. ve Alinezhad A. (2009), "Sensitivity Analysis of Simple Additive Weighting Method (SAW): The Results of Change in the Weight of One Attribute on the Final Ranking of Alternatives", Journal of Industrial Engineering 4, 13-18.

Modarres, M. ve Sadi-Nezhad, S. (2005), "Fuzzy Simple Additive Weighting Method by Preference Ratio", Intelligent Automation and Soft Computing, 11(4), 235-244.

Podvezko, V., Mitkus, S. ve Trinkuniene, E. (2010). "Complex Evaluation of Contracts for Construction", Journal of Civil Engineering and Management, 16(2), 287-297.

Podvezko, V. (2008), "Comprehensive Evaluation of Complex Quantities", Business: Theory and Practice, 9(3), 160-168.

Sagar, M.K., Jayaswal, P. ve Kushwah, K. (2013), "Exploring Fuzzy SAW Method for Maintenance Strategy Selection Problem of Material Handling Equipment", International Journal of Current Engineering and Technology, 3(2), 600-605.

Savitha, K.ve Chandrasekar, C. (2011), "Trusted Network Selection using SAW and TOPSIS Algorithms for Heterogeneous Wireless Networks", International Journal of Computer Applications, 26(8), 22-29.

Sivilevicius, H., Zavadskas, E.K. ve Turskis, Z. (2008). "Quality Attributes and Complex Assessment Methodology of the Asphalt Mixing Plant", The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering, 3(3), 161-166.

Widayanti D., Oka S. ve Arya S. (2013), "Analysis and Implementation Fuzzy Multi-Attribute Decision Making SAW Method for Selection of Achieving Students in Faculty Level", International Journal of Computer Science, 10(2), 674-680.

Zadeh, L.A. (1975), "The Concept of A Linguistic Variable and Its Application Approximate Reasoning, Part 1, 2, and Part 3", Information Sciences, 8(3), 199-249.

Zadeh, L.A. (1965), "Fuzzy Sets", Information Control, 8, 338-353.

ANALYSIS OF MUSCULOSKELETAL DISORDERS IN SHEET FORMING INDUSTRY BY USING QUICK EXPOSURE CHECK

Nazlı Turan
Industrial Engineering Department
Ataturk University, Erzurum

Cafer Çelik
Industrial Engineering Department
Ataturk University, Erzurum

THE ANALYSING MUSCULOSKELETAL DISOERDERS IN SHEET FORMING INDUSTRY BY USING QUICK EXPOSURE CHECK

ABSTRACT

Musculoskeletal disorders (MSDs) are an occupational health problem and become widespread especially in industries that require heavy workload. As long as the problem is not solved, it is getting bigger and causes inefficiently working, business disruptions and even industrial accidents. For this reasons, companies purpose of providing a healthy work environment and taking in consideration ergonomic operations. The analyzing MSDs is the most part of ergonomic operations.

To analyze MSDs, it is necessary to determine risk factors and evaluate the levels of exposure to them. Quick Exposure Check (QEC) is a tool that allows to observe the workers' physical conditions and to evaluate computationally the MSD risk factors. In this study, for sheet forming industry we aimed to identify the MSD risk factors by using QEC and suggest some interventions. Application of QEC was described and the MSD risk factors was evaluated computationally. Several interventions was presented for the problems.

Keywords: *Musculoskeletal disorders (MSDs), Quick Exposure Check (QEC), Sheet Forming Industry*

1. INTRODUCTION

Musculoskeletal disorders (MSDs) are a major health problem in many working populations. The cost of MSD problems is very high for employers as well as workers because it leads to increased compensation, workday losses and health costs, lower quality of life and reduced productivity (Marras and Karwowski, 2003). In recent years, risk assessment of occurence of MSDs has gained importance, thereby many studies have been conducted (Colombini, 2002; Nelson and Hughes, 2009; Punnett and Wegman, 2004).

In many industries, workers are exposed to various physical and psychosocial risk factors related to MSD problems. Several operating modes, such as awkward posture, repetitive movements, manual material handling, forceful exertions, prolonged static work and unfavorable working conditions as vibration are common work-related physical risk factors (Choobineh et al., 2007; Sim et al., 2006). Besides stress at work and job dissatisfaction are among the major psychosocial factors (MacDonald et al., 2001; Erdinc, 2015). With regard to ergonomic operations, to determine these MSD risk factors and recover them are very important in the workplaces.

In literature, there are many ergonomic risk assessment methods. Most of them have methodological difficulties and limitations (Bernmark, 2011; Motamedzade et al., 2011). According to evaluations of some ergonomic observational methods, Quick Exposure Check (QEC) has been developed on the basis of a specific logic and is an applicable method in various industries (Li and Buckle, 1999; David et al., 2008; Takala et al., 2010). QEC allows to observe the workers' physical conditions and to evaluate computationally the MSD risk factors. QEC was propounded firstly in 1998 (Li and Buckle) and its first version was published in 1999 (Li and Buckle). Then David et al. (2005) had developed, published as a more useable tool. Many research and development activities are made in order to confirm the validity and reliability and advance the usability, availability and scope of QEC method (David et al., 2003; David et al., 2005). The method has been developed and validated through the extensive applications at a lot of the work environment such as laboratory work, computer-aided jobs and maintenance activities (Li and Buckle, 1999). QEC was used in textile industry (Comper and Padula, 2013), machine sewing task (Erdinç and Vayvay, 2008), taxi drivers (Bulduk et al., 2014), oil palm harvesting (Sukadarin et al., 2013), sugar-producing (Choobineh et al., 2009), furniture producing (Mirmohamadi et al., 2004), rubber production (Choobineh et al., 2007), road building industry (Roja et al., 2006) and industrialised construction process (Rwamamara, 2007).

Sheet metal processing, is an important production process that used in a variety of industries, including especially automotive. The process requires heavily experience and involves trial-and-error loops. These loops can be repeated too much according to material and experience on the part geometry (Tekkaya, 2000). In modern technology sheet metal processing has made progress and has been automated for many tasks. But still it has many steps that need physical labor force (manual material handling, place and set the devices etc.) and attention. Due to the high level exposure risks at this industry, most of qualified worker have troubles and musculoskeletal disorders. Therefore, the industry should be investigated associated with the exposure risk and a conducive, healthy work environment should be provided.

In this study, we aimed to assess the exposure to the MSD risk factors in sheet forming industry and suggested some interventions to reduce the high risk exposure by using QEC method. An application was conducted in a sheet forming factory in which it is wanted to make improvement activities in order to expand the factory and most of workers have MSDs. Therefore risk assessment was made on the current facility and some interventions was suggested for the rearrangement. It is believed that the results of this study will reveal the fundamental ergonomic problems in sheet forming industry and improve workers' health and heavy working conditions.

2. METHODOLOGY

QEC is a method based on observation and self-reporting. It can be applied easily in a short time with simple training and its digital processing is not difficult (David, 2005). By this method, ergonomic assessment of work conditions at the current system and determination of the priority tasks that require ergonomic intervention is ensured. One of the major advantages of the QEC method is to include both the practitioner and the operator/worker in the assessment. In this way, it is obtained more comprehensive information about working practices. Besides an improved and transparent scoring method provides user-friendly information about how to use the tool (David et al., 2005). In the QEC method, each body part as back, shoulder/arm, neck and wrist/hand and their postures are observed and the other information such as repetitive movement, task duration, exposure to vibration, manually lifting/carrying, carrying the most weight, maximum force applied by hand, mental fatigue, visual attention, driving, stress etc. is obtained from workers and all collected data is evaluated (Ozcan, 2011). For the each exposure factor, a QEC score is calculated as a result of the evaluation. Then, the average of all QEC scores is analyzed by taking

into account the exposure risk levels. In this study, the values, given in Table 1, is used to determine exposure level based on risk assessment and risks of MSD are highlighted.

Table 1: Exposure levels according to Quick Exposure Check scores (David et al., 2005)

Exposure factor	Exposure level			
	Low	Moderate	High	Very high
Back (static)	8–14	16–22	24–28	30–40
Back (moving)	10–20	22–30	32–40	42–56
Shoulder/arm	10–20	22–30	32–40	42–56
Wrist/hand	10–20	22–30	32–40	42–56
Neck	4–6	8–10	12–14	16–18
Driving	1	4	9	-
Vibration	1	4	9	-
Work pace	1	4	9	-
Stress	1	4	9	16

Exposure risk levels are determined as "low", "moderate", "high" and "very high" for each factor. Moderate, high and very high exposure levels indicate ergonomic intervention requirements in order to reduce risk factors. Low exposure level is acceptable, there is no need for any intervention. Moderate exposure level needs to be considered, but any intervention may not be required. For high exposure level, investigation and intervention should be made. Lastly, very high exposure level requires immediate investigation and intervention to reduce the risk. At these levels intervention is essential for preventing MSDs.

3. APPLICATION IN SHEET FORMING INDUSTRY

The sheet forming processes are basically classified as (a) cutting/shearing, (b) bending, (c) forming complex curved shapes and (d) drawing (Venkataraman, 2015). In this study, the analyzed sheet forming factory includes a total of 6 workstations and 25 workers. At these workstations, drawing, cutting, bending, punching, forming complex curved shapes operations and welding, washing and dyeing are performed. The workers are included directly in the production process and they works in 8 hours per day with two tea breaks (10 min.) and a lunch break (60 min.). At this factory, awkward working postures and physical activity such as manual material loading (heavy lifting, unloading, carrying, pushing and pulling and so on.) are very common. There is a specific work plan and job sharing is made based on job requirements and workers' qualifications. In other words, workers fulfill similar tasks that are appropriate their qualifications.

The necessary data was collected by observing each worker at all workstations in the working environment for a month and conducting a survey individually after informing about the method. Through the collected data, workers' musculoskeletal symptoms and QEC exposure scores were determined. Then, these values were transferred to computer and analyzed statistically by using SPSS (version 20) software package. In Table 2, the average of QEC exposure scores of the workers' body parts and risk levels corresponding to them are given. As shown in Table 2, when the QEC exposure scores for each body part are compared the values in Table 1, back (static = 26.67 ± 2.6; moving = 38.12 ± 4.86), shoulder/arm (33.44 ± 5.5) and wrist/hand (33.28 ± 5.4) rank among the high risk level. As for the neck region (10.56 ± 2.8), it is generally at moderate risk level but it can be at the high risk level for workers in some workstations.

Table 2: The average scores of QEC analysis and exposure levels for workers.

	Back (static)	Back (moving)	Shoulder /arm	Wrist/hand	Neck
Risk score	26,67 ± 2,6	38,12 ± 4,86	33,44 ± 5,5	33,28 ± 5,4	10,56 ± 2,8
Risk Level	High	High	High	High	Moderate - high

Sheet forming process is an operation that requires intensive labor. At the factory, sheet supplies is available in a certain storage area and there is only one forklift. The forklift is usually used in the loading process in the delivery of the finished product. One forklift is insufficient to transport between stations and its usage area is limited. In addition, placing the sheet supplies in the forklift, transport and unloading give rise to problems for workers. Workers transport sheet supplies by holding together in order to bring them to the workstations. Therefore, manually lifting/carrying movements include high risks for workers. In the transport process, especially cutting area involves the highest risk because the load weight is too much due to the unfragmented sheet metals. Furthermore, in the cutting task while two workers keep the sheet, another worker cut it by adjusting its length. The waist of workers has difficulty in keeping the sheet. At all workstations except for the welding, workers work standing up all day and there is no suitable place to rest. Sometimes at the punching station, some supplies can not be workable to form (too many length or curved), for this reason workers in this station is working with awkward work postures in order to form these parts. In these areas, high exposure risk factors come into question. An intervention is required on the working conditions for "very high" and "high" exposure risk levels. In this study some intervention proposals will be presented in conclusion.

Table 3: The average scores of QEC analysis and exposure levels for other factors.

	Driving	Vibration	Work pace	Stress
Risk score	1,84 ± 1,4	1,6 ± 1,2	4,84 ± 2,6	3,16 ± 1,4
Risk Level	Low	Low	Moderate	Moderate - high

On the other hand, evaluation of the work environment has been examined by taking account of driving, vibration, work pace and stress. Indeed, driving and vibration are not important criteria for this factory. Because the tasks that require driving are infrequent and the vibration effects slightly workers for only some workstation at the lowest level. Therefore the exposure of these criteria are at low risk level according to their QEC scores and any intervention is not necessary. Depend on the received orders, fulfiling the orders on time and some faults on the system cause the work pace and stress. As Table 3 shows, pace and stress are moderate in the work environment. Although not required to immediately intervene, investigations should be done and proposals should be developed in order to reduce work pace and stress. In Table 4, for the workers' MSD symptoms, the rate of exposure risk levels are given in reference to survey results.

Table 4: The rate of exposure risk levels according to workers' musculoskeletal symptoms (n=25).

	Very high	High	Moderate	Low	Total
N (%)	3 (12)	8 (32)	9 (36)	5 (20)	25 (100)

As a result of statistical analysis, 3 workers in 25 workers are involved in very high-risk groups. Although the small sample size (n=25), the rate of workers in very high risk group is very much as 12%. While the rate of workers in high-risk groups is 32%, 36% and 20% of workers are involved in moderate and low risk groups, respectively. In general, the results revealed that back, waist and wrist symptoms are more common than the other musculoskeletal symptoms. In order to obtain more consistent results, it is

recommended to perform the risk assessment again for a larger sample after growing the factory. Nevertheless, MSDs and many risk factors associated with them were widely observed in this factory. Consequently, an ergonomic intervention program should be developed to reduce and prevent the musculoskeletal problems by focusing on eliminating the risk of exposure.

4. CONCLUSION

This study was conducted to investigate the exposure risk factors of MSDs by using QEC method in sheet forming industry. The sheet forming industry requires heavy workload and causes the high rate of MSDs. In addition to this, QEC is an appropriate method to determine the risk levels of exposure in this industry. The results of this study indicated that workers in sheet forming factory involved in high level of risk exposures for back (static = 26.67 ± 2.6; moving = 38.12 ± 4.86), shoulder/arm (33.44 ± 5.5) and wrist/hand (33.28 ± 5.4). According to survey and statistical analysis, 44% of the workers had levels exposure to MSD risks that are very high or high. This situation indicates that working conditions were not convenient enough. The factory is in development process and open to new ideas. Thus, ergonomic interventions were considered as necessary in order to develop work conditions.

In this factory, the fundamental ergonomic problems were found to be manual sheet lifting/carrying, working in a standing position all day and lack of rest and working in awkward postures. Regarding to these problems, the following proposals were recommended for decreasing the level of exposure risks and so preventing MSDs in this factory:

- ✓ In development process, the facility should be designed taking into account the transport system between workstations and adequate space should be ensured for vehicles.
- ✓ Mechanical vehicles such as forklift, lifter etc. should be designed according to the sheet supplies and used to lift and carry them.
- ✓ Welding is required for almost all products. For too heavy sheet metals, sheet can be cut into smaller parts and then assembled, of course if the quality and structure of the product are appropriate to do so. In this way, the weight of transported sheet metal is reduced.
- ✓ A slider table can be used in order to place the sheet into cutting tool and to push forward on the ground.
- ✓ An appropriate work-rest cycle should be arranged and the resting areas should be provided.
- ✓ Punch machine is suitable for many products, but some supplies, which are too many length or curved, don't be formed easily. Punching position should be adjusted according to the parts.

In summary, for many workstations, ergonomic intervention was deemed necessary as a result of the collected data and performed analysis and the proposals to the MSD risks were presented. Applicability and effectiveness of QEC method have been demonstrated in this industry. On the production line, the most common risk factors have been determined as manual lifting/carrying, working in a standing position all day and lack of rest and working in awkward postures. In development process, ergonomic operations in the workplace should focus on these factors.

REFERENCES

Bernmark, E. (2011). Measurements of physical workload with special reference to energy expenditure and work postures.

Bulduk, E. O., Bulduk, S., Suren, T., & Ovali, F. (2014). Assessing exposure to risk factors for work-related musculoskeletal disorders using Quick Exposure Check (QEC) in taxi drivers. *International Journal of Industrial Ergonomics, 44*(6), 817-820.

Choobineh, A., Tabatabaee, S. H., & Behzadi, M. (2009). Musculoskeletal problems among workers of an Iranian sugar-producing factory. *International journal of occupational safety and ergonomics, 15*(4), 419-424.

Choobineh, A., Tabatabaei, S. H., Mokhtarzadeh, A., & Salehi, M. (2007). Musculoskeletal problems among workers of an Iranian rubber factory. *Journal of occupational health, 49*(5), 418-423.

Colombini, D. (2002). *Risk Assessment and Management of Repetitive Movements and Exertions of Upper Limbs: Job Analysis, Ocra Risk Indicies, Prevention Strategies and Design Principles*: Elsevier.

Comper, M. L. C., & Padula, R. S. (2013). Ergonomic risk assessment among textile industry workers using two instruments: Quick Exposure Check and Job Factors Questionnaire.

David, G. (2005). Ergonomic methods for assessing exposure to risk factors for work-related musculoskeletal disorders. *Occupational medicine, 55*(3), 190-199.

David, G., Buckle, P., & Woods, V. (2005). *Further development of the usability and validity of the Quick Exposure Check (QEC)*: Health & Safety Executive.

David, G., Woods, V., Buckle, P., & Stubbs, D. (2003). *Further development of the Quick Exposure Check (QEC).* Paper presented at the Ergonomics in the Digital Age. The XVth Triennial Congress of the International Ergonomics Association.

David, G., Woods, V., Li, G., & Buckle, P. (2008). The development of the Quick Exposure Check (QEC) for assessing exposure to risk factors for work-related musculoskeletal disorders. *Applied ergonomics, 39*(1), 57-69.

Erdinc, O. (2015). Applications of Quick Exposure Check in industrial tasks and a proposed improvement. *assessment, 13*, 16.

Erdinc, O., & Vayvay, O. (2008). Ergonomics interventions improve quality in manufacturing: a case study. *International Journal of Industrial and Systems Engineering, 3*(6), 727-745.

Li, G., & Buckle, E. (1999). Further Development of The Usability and Validity of The Quick Exposure Check (QEC).

Li, G., & Buckle, P. (1999). Current techniques for assessing physical exposure to work-related musculoskeletal risks, with emphasis on posture-based methods. *Ergonomics, 42*(5), 674-695.

Li, G. Y., & Buckle, P. (1998). A practical method for the assessment of work-related musculoskeletal risks - Quick exposure check (QEC). *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 42nd Annual Meeting, Vols 1 and 2*, 1351-1355.

MacDonald, L., Karasek, R., Punnett, L., & Scharf, T. (2001). Covariation between workplace physical and psychosocial stressors: evidence and implications for occupational health research and prevention. *Ergonomics, 44*(7), 696-718.

Marras, S., & Karwovski, W. (2003). Occupational ergonomics: principles of work design: Boca Raton: CRC Press.

Mirmohamadi, M., Seraji, J. N., Shahtaheri, J., Lahmi, M., & Ghasemkhani, M. (2004). Evaluation of risk factors causing musculoskeletal disorders using QEC method in a furniture producing unite. *Iranian J Publ Health, 33*(2), 24-27.

Motamedzade, M., Ashuri, M. R., Golmohammadi, R., & Mahjub, H. (2011). Comparison of ergonomic risk assessment outputs from rapid entire body assessment and quick exposure check in an engine oil company. *Journal of research in health sciences, 11*(1), 26-32.

Nelson, N. A., & Hughes, R. E. (2009). Quantifying relationships between selected work-related risk factors and back pain: a systematic review of objective biomechanical measures and cost-related health outcomes. *International Journal of Industrial Ergonomics, 39*(1), 202-210.

Ozcan, E. (2011). İş Yerinde Ergonomik Risklerin Değerlendirilmesi Ve Hizli Maruziyet Değerlendirme (HMD) Yöntemi. *Engineer & the Machinery Magazine*(616).

Punnett, L., & Wegman, D. H. (2004). Work-related musculoskeletal disorders: the epidemiologic evidence and the debate. *Journal of electromyography and kinesiology, 14*(1), 13-23.

Roja, Z., Eglite, M., Kalkis, V., & Kalkis, H. (2006). *Assessment of road building worker physical workload using qualitative and quantitative ergonomical risk analysis methods.* Paper presented at the Proceedings of the Latvian Academy of Sciences Section B.

Rwamamara, R. A. (2007). Risk assessment and analysis of workload in an industrialised construction process. *Construction Information Quarterly, 9*(2), 80-85.

Sim, J., Lacey, R. J., & Lewis, M. (2006). The impact of workplace risk factors on the occurrence of neck and upper limb pain: a general population study. *BMC public health, 6*(1), 1.

Sukadarin, E. H., Deros, B. M., Ghani, J. A., Ismail, A. R., Mokhtar, M. M., & Mohamad, D. (2013). *Investigation of Ergonomics Risk Factors for Musculoskeletal Disorders among Oil Palm Workers Using Quick Exposure Check (QEC).* Paper presented at the Advanced Engineering Forum.

Takala, E.-P., Pehkonen, I., Forsman, M., Hansson, G.-Å., Mathiassen, S. E., Neumann, W. P., . . . Winkel, J. (2010). Systematic evaluation of observational methods assessing biomechanical exposures at work. *Scandinavian journal of work, environment & health*, 3-24.

Tekkaya, A. E. (2000). State-of-the-art of simulation of sheet metal forming. *Journal of Materials Processing Technology, 103*(1), 14-22.

Venkataraman, K. (2015). Sheet Metal Forming Processes *Design of Jigs, Fixtures and Press Tools* (pp. 2.1-2.20): John Wiley & Sons, Ltd.

TESİS DÜZENLEME PROBLEMLERİ İÇİN YAKINLIK ORANLARININ BULANIK SİSTEM YAKLAŞIMI İLE BELİRLENMESİ

Betül Turanoğlu
Atatürk Üniversitesi

Gökay Akkaya
Atatürk Üniversitesi

Şeyma Emeç
Bayburt Üniversitesi

ÖZET

Tesis düzenleme problemi bir imalat ya da servis sisteminin fiziksel organizasyonuna karar vermektir ve literatürde en çok çalışılan optimizasyon problemlerinden biridir. Amacı; departmanlar, makinalar ya da tesisler arasındaki toplam taşıma maliyetini minimize etmektir. Faaliyet ilişki şeması bir tesisteki bölümler arası yakınlık oranlarını gösterir. Bu çalışmada, bu yakınlık oranlarını hesaplamak için bulanık sistem tabanlı bir yaklaşım önerilmiştir. Yaklaşım malzeme akışı, bilgi akışı ve çevresel durum gibi birkaç girdi değişkenini kullanır. Çalışma kapsamında altı bölümden oluşan bir tesis düzenleme problemi göz önüne alınmıştır. Önerilen yaklaşımla yakınlık oranları elde edilmiştir. Son olarak, tesis düzenleme problemlerinin temel matematiksel modeline bu oranlar eklenerek optimal yerleşim düzeni bulunmuştur.

Anahtar Sözcükler: Bulanık sistem, Yakınlık oranları, Tesis düzeni problemi

DETERMINING OF CLOSENESS RATINGS WITH FUZZY SYSTEM APPROACH FOR FACILITY LAYOUT PROBLEMS

ABSTRACT

Facility layout problem is determining the physical organization of a manufacturing or service system and one of the most widely-studied combinatorial optimization problems in literature. Its objective is to minimize the total material handling cost among the departments, machines or facilities. The activity relationship chart represents closeness ratings between departments in facility. This study proposes an approach based on fuzzy system to calculate these closeness ratings. The approach uses several input variables such as material flow, information flow and environmental condition. In the study, it is considered a facility layout problem consists of six departments. The closeness ratings have been derived by using the proposed approach. Finally, the optimal layout has been found by adding these ratings to basic mathematical model of the facility layout problems.

Keywords: Fuzzy system, Closeness ratings, Facility layout problem

1. GİRİŞ

Günümüzde sanayi işletmeleri, mevcut üretim faktörlerinden olan makine, araç-gereç ve insan gücü kaynaklarını etkin ve verimli kullanabilmek için fabrika düzenlemesi yapmaktadır. Mevcut makine donanımı limitlerini göz önünde bulundurmaya ve çalışan koşullarını düzelterek üretimi kolaylaştırmaya yönelik olan yerleşim düzeni çalışmaları; makine kullanım oranını maksimum yapan, gereksiz hareketleri minimize eden, zamandan tasarruf sağlayıp çalışanların daha verimli çalışmasına ve böylece maliyetlerin düşürülmesine olanak veren çalışmalardır.

Bir üretim sisteminin fiziksel organizasyonuna karar vermek, yerleşim düzenleme olarak tanımlanır. Bu kombinasyonel organizasyon problemi, değişik üretim faaliyetlerinde ortaya çıkar. Burada asıl önemli olan ise, imalat yerleşiminin düzenlenmesidir. Üretim sistemlerinde, imalat sistemi kritik unsurdur. Yerleşim düzenleme probleminin konusu, bir yerleşim içindeki malzeme taşıma maliyetlerini minimize etmektir (Meller ve Gau, 1996).

Yerleşim düzenlemesinin tanımı, "Etkili bir operasyon sağlamak için fiziksel faaliyetlerin en iyi planlanmasını bulmak" şeklinde de yapılabilir (Wilsten ve Shayan, 2007). Yerleşim düzenlemede malzeme taşıma maliyeti, bir düzenlemenin etkinliğinin belirlenmesi için en önemli ölçüdür ve yerleşim seçeneği karşılaştırmasında en çok kullanılandır. Malzeme taşıma maliyeti toplam işletme maliyetinin %20 ile %50'sini teşkil eder ve aynı zamanda bir ürünün toplam maliyetinin %15 ile %70'ini oluşturur (Şahin, 2008).

Tesis düzenleme yaklaşımları, hem nicel hem de nitel özellikteki veri tiplerini kullanabilir. Faaliyet ilişki şemaları, bölümler arası yakınlık oranlarının belirlenmesinde kullanılan ve nitel verileri içeren bir araçtır. Nitel yakınlık derecesi olarak tanımlayabileceğimiz bu veriler, gezi şemasında hareket eden küme sayılarının yerini alır. Bu şemalarda tüm ilişki çiftleri değerlendirilir. Yakınlık dereceleri A,E,I,O,U ve X ile ifade edilir. Burada "A" kesinlikle gerekli, "E" çok önemli, "I" önemli, "O" istenen, "X" istenmez, "U" önemsiz olarak gösterilir.

Bu çalışma kapsamında, eşit alana sahip altı bölümden oluşan bir tesis düzenleme problemi ele alınmıştır. Problemde kullanılacak yakınlık oranları, klasik faaliyet ilişki şeması yerine bölümler arası farklı akış türlerini (malzeme akışı, bilgi akışı ve çevresel durum faktörü) entegre eden bir bulanık sistem yaklaşımı ile hesaplanmıştır. Elde edilen oranlar, tesis düzenleme probleminin temel matematiksel modeline yeni bir parametre olarak eklenmiş ve optimum tesis düzeni bulunmuştur.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Yerleşim düzenleme problemleri genelde Kareli Atama Problemi (KAP) olarak formüle edilir. KAP'da amaç fonksiyonu, değişkenlerin ikinci dereceden polinom bir fonksiyonudur. Kısıtlar, atama probleminin kısıtlarına benzer. Bu problemin amacı, iş akışı ve seyahat edilen uzaklığın çarpımı olarak ifade edilen malzeme taşıma maliyetini en küçükleyecek şekilde, n tesisin n adet yere optimum atamasını belirlemektir. Kareli atama probleminde her bölümün yeri özel olarak belirlenir. Son çözümde, bölümler arasındaki toplam ağırlıklı uzaklık minimize edilir ve her bölüm sadece bir pozisyona atanarak yerleşim elde edilir. Bölümler ile ilgili ağırlıklar, komşuluk ilişkileri (ilişki çizelgesi) veya bölümler arasındaki iş akış hacmi (gezi matrisi) ile belirlenir (Duman, 2007). KAP'ın temel modeli şu şekilde formüle edilir (Koopmans ve Bechkmann, 1957):

$$\min \sum_{i,j=1}^{n} \sum_{k,p=1}^{n} f_{ij} d_{kp} x_{ik} x_{jp}$$

s.t.

$$\sum_{i=1}^{n} x_{ik} = 1 \qquad 1 \le k \le n,$$

$$\sum_{i=1}^{n} x_{ik} = 1 \qquad 1 \le i \le n,$$

$$x_{ik} \in \{0,1\} \qquad 1 \le i, \mathrm{k} \le n.$$

Burada f_{ij}, i ve j tesisleri/bölümleri arasındaki malzeme akışını; d_{kp} ise k ve p yerleşim alanları arasındaki mesafeyi ifade etmektedir. Fortenberry and Cox (1985), aynı kısıtlar altında yukarıdaki matematiksel modelin amaç fonksiyonuna i ve j bölümleri arasındaki r_{ij} yakınlık oranlarını eklemişlerdir. Bu çalışmada da çözüm için, söz konusu model kullanılmıştır.

KAP ilk defa, Koopmans and Bechkmann tarafından 1957'de ekonomik faaliyetler ile ilgili bir problem için önerilmiştir ve bir NP-Hard problemidir. Bu problemin NP-Hard olduğunu, Sahni ve Gonzales (1976) göstermiştir. Tesis ya da bir tesisin içinde yerleştirilecek bölüm sayısı (n) arttıkça problemin

çözüm zamanı da üstel olarak artmaktadır. Literatürdeki çalışmalara bakıldığında; bölüm sayısı 30'dan fazla olduğunda, KAP çok büyük hesaplama zamanları gerektirmiştir. Optimal algoritmaların büyük boyutlu problemler için ortaya çıkan bu dezavantajı, araştırmacıları sezgisel algoritmalar geliştirmeye yöneltmiştir.

KAP, birçok problem türüne uygulanmıştır. Bununla birlikte, KAP formülasyonunun en popüler olduğu uygulama alanı yerleşim düzeni problemleridir. Dickey ve Hopkins (1972) bir üniversite kampüsünün yerleşim düzenlemesinde, Elshafei (1977) bir hastane yerleşim planlamasında ve Benjaafar (2002) yarı mamul minimizasyonu amacıyla tesis yerleşim tasarımı problemi için KAP modelini kullanmışlardır (Eliane vd., 2007). Bu konuyla ilgili; Hubert ve Schulz (1976), Khare vd. (1988), Bland ve Dawson (1991), Philips ve Rosen (1994), Ostrowski ve Ruoppila (1997), Urban vd. (2000), Solimanpur vd. (2004), Nourelfath vd. (2007), Ramkumar vd. (2009), Wong ve Kamarudin (2010) gibi çalışmalar da örnek olarak verilebilir.

Bulanık küme teorisinin yerleşim düzenleme problemlerine ilk uygulaması, Wilhelm vd. (1987) tarafından yapılmıştır. Çalışmada, geleneksel yakınlık oranları yerine, "benzerlik indeksi" olarak adlandırılan bir yaklaşımla her bir bölüm çifti arasındaki yakınlık önem dereceleri hesaplanmıştır. Yine literatürde var olan; Grobelny (1987), Raoott ve Rakshit (1991)'in çalışmalarında yerleşim düzeni problemlerine bulanık yaklaşımın uyguladığı görülmektedir. Dweiri (1999), yakınlık oranlarının belirlenmesi için bulanık teori ve AHP'nin birlikte kullanıldığı bir yöntem önermiştir. Deb ve Bhattacharyya (2005) sabit alma-bırakma noktaları olan bölümlere sahip bir yerleşim düzenleme problemi için bulanık karar destek sistemi geliştirmişlerdir.

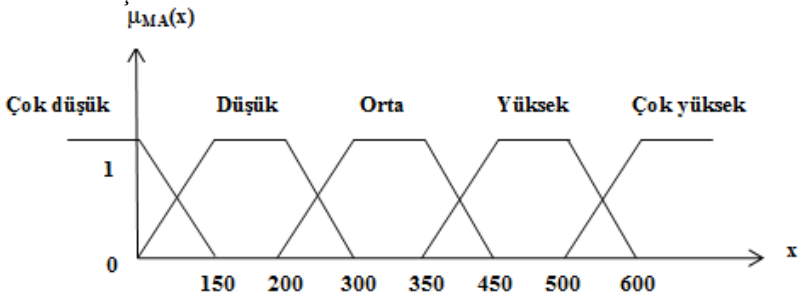
3. YAKINLIK ORANLARININ HESAPLANMASINDA BULANIK SİSTEM YAKLAŞIMI

Bulanık mantık, belirsizliğin var olduğu ya da tam olmayan bilgilerle optimal kararlara ulaşılması gereken durumlarda uygulanabilmektedir. Karar süreçlerinde belirsizlik, sözel bilginin bulunmasından da kaynaklanabilir ve sübjektif düşüncelerin yer aldığı modellerde ortaya çıkabilir. Bu durumda belirsizliklerin ortadan kaldırılması ya da belirsizliğin varlığı kabul edilip analizin buna göre uyarlanması daha etkin sonuçlar sağlamaktadır. Analitik çözümlerin bulanık mantık ile yapılması, karar vericiye daha esnek karar ortamı sunmaktadır. Bulanık mantık uygulanarak, sözel olarak sunulmuş olan bilgiler sayısal karşılıkları elde edilerek çözüme dahil edilmektedirler (Aydın, 2009).

Bu çalışma kapsamında, yerleşim düzenleme problemi için kullanılacak olan *r* yakınlık oranlarının hesaplanması, bulanık karar verme sisteminin ana bileşenleri göz önüne alınarak aşağıdaki adımlara göre yapılmıştır:

Adım 1- Girdi değişkenlerinin belirlenmesi ve bulanıklaştırma: Bölümler arası malzeme akışı, bilgi akışı ve çevresel durum olmak üzere üç girdi değişkeni göz önüne alınmıştır. Bu değişkenlerin aralıkları, malzeme ve bilgi akışı için "Çok düşük, Düşük, Orta, Yüksek, Çok yüksek"; çevresel durum içinse "Çok tehlikesiz, Tehlikesiz, Orta tehlikeli, Tehlikeli, Çok tehlikeli" olarak beş seviye şeklinde belirlenmiştir. Çıktı değişkeni olan yakınlık oranının seviyeleri ise "A, E, I, O, U, X" şeklindeki klasik yakınlık oranı seviyeleridir.

Adım 2- Üyelik fonksiyonlarının belirlenmesi: Belirlenen girdi değişkenlerinin üyelik fonksiyonlarına bu adımda karar verilir. Uygulama çalışmasında ele alınan örnek verilere bağlı olarak; malzeme akışının, bilgi akışının ve çevresel durumun üyelik fonksiyonları belirlenmiştir. Üyelik fonksiyonlarının hangi türde (üçgensel, yamuk, vs.) olacağı karar vericiye bağlıdır. Literatürdeki benzer çalışmalara göre, üyelik fonksiyonları yamuk üyelik fonksiyonu olarak seçilmiştir. Yine literatürdeki örnek çalışmalar yakınlık oranını ifade eden "A, E, I, O, U, X" seviyelerinin aralığını [0,6] olarak aldıklarından, bu uygulamada da aynı aralık kullanılmıştır. Belirlenen üyelik fonksiyonlarına örnek olarak, Şekil 1'deki malzeme akışı üyelik fonksiyonu verilmiştir.



Şekil 1. Malzeme akışı üyelik fonksiyonu

Adım 3- Bulanık kuralların oluşturulması: Bu adımda, veri tabanındaki girişleri çıkış değişkenlerine bağlayan mantıksal "IF-THEN" türünden bütün kurallar oluşturulur. Bunun için, ele alınan girdi değişkenlerinin her bir çifti için tablolar hazırlanmıştır. Malzeme akışı ve bilgi akışı arasındaki bulanık kurallar Tablo 1 göz önüne alınarak yapılmıştır. Bu tabloya göre, "***Eğer*** malzeme akışı orta ***ve*** bilgi akışı yüksek ise ***o zaman*** yakınlık oranı E'dir" şeklinde örnek bir kural oluşturulabilir. Diğer girdi değişkenleri arasındaki bulanık kurallar da bu şekilde oluşturulmuştur. Tabloların nasıl hazırlanacağı, sistemi tanıyan uzman veya karar vericiye bağlıdır. Bu tablolar, yerleşim düzeninin farklı tiplerine göre değişkenlik gösterebilir. Oluşturulacak kuralların sayısı şu şekilde hesaplanır (Deb ve Bhattacharyya, 2005):

$$N = \sum_{j=1}^{m} \left(\prod_{i=1}^{n} L_i \right)$$

m: Kural kümesinin sayısı (j = 1,2,…,m)
n: Bir kural kümesinde kullanılan girdi değişkenlerinin sayısı (i = 1,2,..,n)
L: Bir girdi değişkenindeki üyelik fonksiyonunun seviyeleri
Yukarıdaki formüle göre bu çalışmadaki toplam kural sayısı; m=1, n=3 (malzeme akışı, bilgi akışı, çevresel durum), her bir girdi değişkeninin üyelik fonksiyonu sayısı L=5 (çok düşük, düşük, orta, yüksek, çok yüksek) olduğundan N=5x5x5=125 olarak hesaplanır.

Tablo 1. Malzeme akışı ile bilgi akışı arasındaki bulanık kurallar

Malzeme Akışı	**Bilgi Akışı**				
	Çok düşük	**Düşük**	**Orta**	**Yüksek**	**Çok yüksek**
Çok düşük	U	U	O	O	I
Düşük	U	O	O	I	E
Orta	O	O	I	E	E
Yüksek	O	I	E	E	A
Çok yüksek	I	E	E	A	A

Adım 4- Durulaştırma işlemi: Bu adımda, tüm bölüm çiftleri arasındaki yakınlık oranını (r) hesaplamak için durulaştırma işlemi yapılır. Durulaştırma yöntemi olarak, literatürde de en çok kullanılan alanların merkezi yöntemi (Center of Area Method) seçilmiştir. Bu yönteme göre yakınlık ilişki skorları, aşağıdaki formülle elde edilir (Altaş, 1999):

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{N} \mu_i(r_i) \times \mathrm{r}_i}{\sum_{i=1}^{N} \mu_i(r_i)}$$

Bu formülde, i kural numarasını, N toplam kural sayısını göstermektedir. Etkin olmayan kurallar için daima $\mu_i(r_i) = 0$'dır.

4. BİR ÖRNEK ÜZERİNDE UYGULAMA

Uygulama aşamasında, altı bölümden oluşan ve Tablo 2'deki verilere sahip bir tesis düzenleme problemi ele alınmıştır. Bulanık sistem yaklaşımına dayalı yakınlık oranlarının hesaplanması, MATLAB programlama dili yardımıyla yapılmıştır. Hesaplanan oranlar, Tablo 3'de gösterilmiştir. Bu oranların ilave edildiği model, GAMS yazılımında çözülerek Şekil 2'deki optimum yerleşim düzeni elde edilmiştir.

Tablo 2. Bölümler arası akış verileri

	Malzeme akışı						**Bilgi akışı**						**Çevresel durum**					
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
1	0	175	804	904	56	176	0	5	3	3	1	2	0	2	2	3	1	3
2	63	0	743	936	45	177	5	0	4	4	3	3	2	0	4	8	3	2
3	168	85	0	918	138	134	3	4	0	8	5	6	2	4	0	3	2	3
4	51	94	962	0	173	39	3	4	8	0	4	3	3	8	3	0	9	7
5	97	104	730	634	0	144	1	3	5	4	0	4	1	3	2	9	0	2
6	95	115	983	597	24	0	2	3	6	3	4	0	3	2	3	7	2	0

Tablo 3. Bölümler arası yakınlık oranları (r_{ij})

	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
1	0	3	4.7	4.52	3	3
2	3	0	5	5	3	3
3	4.7	5	0	5.67	4.33	5.33
4	4.52	5	5.67	0	3.32	2.86
5	3	3	4.33	3.32	0	3
6	3	3	5.33	2.86	3	0

5	3	6
1	4	2

Şekil 2. Optimum yerleşim düzeni

5. SONUÇ

Karmaşık bir sistemde eksik bilgi ve olaylardan dolayı kesin matematik yeterli olmamaktadır. Bulanık küme teorisi, tanımlanmayı ve kesin sınırları gerektirmeyen problemleri çözmek için geliştirilmiş bir yaklaşımdır. Bu çalışmada, bulanık küme teorisi tesis düzenleme problemlerinde kullanılan yakınlık oranlarının hesaplanması için kullanılmıştır. Böylece, klasik yakınlık oranları yerine birkaç girdi türünü entegre eden yeni bir yaklaşımla bölümler arası yakınlık oranları elde edilmiştir. Hesaplanan oranlar, tesis düzenleme problemlerinin modellendiği KAP'ne eklenmiş ve altı bölümden oluşan statik bir tesis düzeni problemi için optimal çözüm bulunmuştur.

KAYNAKÇA

Altaş, İ.H., 1999. Bulanık Mantık : Bulanık Denetim. Enerji, Elektrik, Elektromekanik-3e, 64, 76-81.

Aydın, Ö., 2009. Bulanık AHP ile Ankara için Hastane Yer Seçimi. Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 24(2), 87-104.

Benjaafar, S., 2002. Modeling and analysis of congestion in the design of facility layouts. Management Science, 48(5), 679-704.

Bland, J.A., Dawson, G.P., 1991. Tabu search and design optimization. Computer Aided Design, 23(3), 195-201

Deb, S.K., Bhattacharyya, B., 2005. Fuzzy decision support system for manufacturing facilities layout planning. Decision Support Systems, 40, 305– 314.

Dweiri, F., 1999. Fuzzy development of crisp activity relationship charts for facilities layout. Computers & Industrial Engineering, 36, 1-16.

Dickey, J.W., Hopkins, J.W., 1972. Campus building arrangement using topaz. Transportation Research, 6, 59-68.

Duman, C., 2007. Genetik Algoritma ile Tesis Yerleşimi Tasarımı ve Bir Uygulama. Y.Lisans Tezi, YıldızTeknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Eliane, M.L., Nair, M.M.A., Paulo, O.B.N., Peter, H., Tania, Q., 2007. An Analytıcal Survey For The Quadratıc Assıgnment Problem. European Journal Operational Research, 176(2), 657-690.

Elshafei, A.N., 1977. Hospital layout as a quadratic assignment problem. Operations Research Quarterly, 28(1), 167-179.

Fortenberry, J.F., Cox, J.S., 1985. Multiple criteria approach to the facilities layout problem. International journal of production Research, 23(4), 773-782.

Gong, D., Yamazaki, G., Gen, M., Xu, W., 1999. A genetic algorithm method for one dimensional machine location problems. International Journal of Production Economics, 60, 337-342.

GrobeIny, J., 1987. The fuzzy approach to facility layout problems. Fuzzy Sets and Systems, 23, 175-190.

Khare, V.K., Khare, M.K., Neema, M.L., 1988. Estimation of distribution parameters associated with

facilities design problems involving forward and backtracking of materials. Computers and Industrial Engineering, 14(1), 63-75.

Koopmans, T.C., Beckmann, M.J., 1957. Assignment problems and the location of economic activities. Econometrica, 25, 53-76.

Meller, D.R., Gau K.Y., 1996. The facility layout problem: recent and emerging trends and prespectives. Journel of Manufacturing Systems, 15(5), 351-366.

Nourelfath, M., Nahas, N., Montreuil, B., 2007. Coupling ant colony optimization and the extended great deluge algortihm for the discrete facility layout problem. Engineering Optimization 39 (8), 953-968.

Ostrowski, T., Ruoppila, V.T., 1997. Genetic annealing search for index assignment in vector quantization. Pattern Recognition Letters, 18(4), 311-318.

Phillips, A.T., Rosen, J.B., 1994. A quadratic assignment formulation of the molecular conformation problem. Journal of Global Optimization, 4(2), 229-241

Ramkumar, A.S., Ponnambalam, S.G., Jawahar, N., 2009. A population-based hybrid ant system for quadratic assignment formulations in facility layout design. International Journal of Advanced Manufacturing Technology 44, 548-558.

Raoot, A.D., Rakshit, A., 1991. A fuzzy approach to facilities layout planning. International Journal of Production Research, 29, 835-857.

Sahni, S. and Gonzales, T. 1976. P-complete approximation problems. Journal of the Association for Computing Machinery, 23, 555-565.

Solimanpur, M., Vrat P., Shankar, R., 2004. Ant colony optimization algorithm to the inter-cell layout problem in cellular manufacturing. European Journal of Operational Research, 157(3), 592-606.

Şahin, R., 2008. Dinamik tesis düzenleme problemi için bir tavlama benzetimi sezgiseli. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 23(4), 863-870.

Urban, T.L., Chiang W.C., Russell R.A. 2000. The integrated machine allocation and layout problem. International Journal of Production Research, 38(13), 2911-2930.

Wilhelm, M.R., Karwowski, W., Evans G.W., 1987. A fuzzy set approach to layout analysis. International Journal of Production Research, 25, 1431-1450.

Wilsten, J. and Shayan, E., 2007. Layout design of a furniture production line using formal methods. Journel of Industrial and Systems Engineering, 1(1), 81-96.

Wong, K.Y., Komarudin, 2010. Solving facility layout problems using Flexible Bay Structure representation and ant system algorithm. Expert Systems with Applications 37, 5523-5527.

BİR BELEDİYEDE ALTYAPI ÇALIŞMASI İÇİN TEDARİKÇİ SEÇİMİNİN BULANIK TOPSIS YÖNTEMİ İLE BELİRLENMESİ

Merve Türk
Kocaeli Üniversitesi

Atakan Alkan
Kocaeli Üniversitesi

ÖZET

Şehirlerde altyapı düzen ve gelişmişlik açısından oldukça önemlidir. Belediyelerin altyapı çalışmalarının maliyetli olmasının yanı sıra herhangi bir arızada yeniden onarılması şehir trafiğini ve düzenini olumsuz yönde etkilemektedir. Altyapı çalışmalarının en önemli unsurlarından biri de su şebekesi hatlarıdır. Döşenecek boruların dışardan yabancı madde geçirdiğinde insan sağlığını tehdit edecek olması ve boruların kolay deforme olması durumunun ise maliyeti arttırıcı etkisi olacağından kaliteli olması gerekmektedir. Bu çalışmada Sakarya iline bağlı bir ilçe belediyesinde su borusu hattını döşeyecek tedarikçi seçimi problemi ele alınmıştır. Tedarikçi seçiminde karar vericilerin değerlendirmeleri doğrultusunda çok ölçütlü bir karar problemi incelenmiştir. Ele alınan karar probleminin değerlendirilmesi Bulanık TOPSIS yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Amaç su borusu hatlarını döşeyecek tedarikçinin belirlenmesidir. Bu süreçte dört aday tedarikçi üç karar verici tarafından altı adet ölçüte göre değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre önemsenmesi gereken ölçüt belirlenmiş ve tedarikçiler sıralanmıştır.

Anahtar Kelime: Tedarikçi Seçimi, Bulanık TOPSIS, Altyapı Çalışmaları

SUPPLIER SELECTION FOR INFRASTRUCTURE WORKS IN A MUNICIPALITY WITH FUZZY TOPSIS METHOD

ABSTRACT

In cities, infrastructure is quite important in terms of organization and development. Besides the infrastructure works of municipalities are too expensive, restoration of these affects negatively the cities' layouts and also traffic. One of the most important elements of infrastructure works is water supply channels. The tubes' qualities that are used for these channels must be good because they can be easily abraded and if this happens, impurities will be mixed with water, so people's health who live in this area will be harmed easily. Therefore, the tubes should be chosen well, although they are more expensive. In this paper, supplier selection that construct the water supply channel in a district municipality of Sakarya is discussed. A multi criteria decision problem is examined, through assessments of decision makers in the supplier selection. The evaluation of decision problem that is discussed was carried out by using Fuzzy TOPSIS method. The aim is to identify the supplier that constructs the water pipe lines. In this process, four candidate suppliers are evaluated by three decision makers and six criteria. The criteria that should be noticed is determined according to results and the suppliers are listed.

Keywords: Supplier selection, Fuzzy TOPSIS, Infrastructure works

1.GİRİŞ

Günümüzde pazarda işletmelerin rekabet üstünlüğü sağlayabilmeleri için bir takım önlemler almaları gerekmektedir. Bunlar tedarik riskini azaltmak, üretim maliyetlerini düşürmek, stok düzeylerini azaltmak, proses ve çevrim sürelerini optimize etmeleri ve değişen müşteri taleplerine hızlı cevap verebilmektir. Bu süreç tedarikçiden müşteriye kadar uzanan bir süreci kapsamaktadır (Eraslan vd., 2008). Tedarik zincirinin ilk halkasını tedarikçiler oluşturmaktadır. Tedarikçiler işletmenin amaç ve hedeflerine uygun olarak seçilmelidir. Doğru belirlenmiş bir tedarikçi tüm tedarik zincirinin rekabet edebilirlik özelliğini artıracaktır (Özel vd., 2007). Doğru tedariki seçimi işletmeler için çok kriterli bir karar verme problemidir (Özdemir, 2008). Gerçek hayatta problemler benzer şekilde ifade edilememekte ve birbiriyle zıt kriterler içermektedir. Bu sebeple, seçim kriterlerinin tümünü kapsayan bir çözüm bulmak çok güçtür. Bu çeşit problemlerde öncelikle, önceden belirlenmiş kurallar ile uzlaştırıcı bir çözüm yapılmak istenir. Diğer taraftan, tedarikçi seçim problemleri, eksik veya nitel bilgi nedeniyle tam belirgin olmamaktadır. Klasik olan çok kriterli karar verme teknikleri bu tür belirsizlik ve bulanıklıkları çözümünde tam istenilen sonucu verememektedir (Vahdani vd., 2010). Bulanık küme teorisi, bulanık bilginin çözümlemelerde dikkate alınması için geliştirilmiştir. Bulanık mantık, çok kriterli karar verme problemlerinde çeşitli yöntemlere uygulanmıştır. Bu çalışmada bir belediyedeki alt yapı işleri için su borusu alımına yönelik tedarikçi seçimi problemi Bulanık TOPSIS yöntemi ile çözülmüştür.

2.BULANIK TOPSIS

Bulanık TOPSIS yöntemi uygulamaları 1992 yılında Chen ve Hwang klasik TOPSIS yönteminde bulanık değerler kullanılmasıyla birlikte klasik TOPSIS yöntemi ile ilgili yapılan çalışmaya atıfta bulunması ile başlamıştır (Chen vd., 1992). Topsis yöntemi çok kriterli karar verme problemlerinde en çok kullanılan yöntemlerin başındadır. (Hwang vd.,1981). TOPSIS'in en önemli özelliği pozitif ideal çözüme en yakın negatif ideal çözüme en uzak olan çözümün belirlenmesidir. Belirli bir probleme yönelik alternatiflerden en uygun olanını seçmek için kullanılır. Bu yöntemin uygulanması için öncelikle aralarından tercih yapılabilecek birden fazla alternatifin bulunması gerekmektedir. Karar vermek için gerekli olan kriterler çözüm aşamasında önemli olmaktadır.

Çok kriterli karar verme teknikleri, çok sayıda, birbirleriyle ilişkisi olmayan ve farklı olarak ifade edilen kriterlere önem vermektedir. Bu tarz problemlerde alternatifler arasından bir tercih yapılabilmesi için çok sayıda kriterin ortak olarak değerlendirilmesi gerekmektedir. Çok kriterli karar verme problemlerinde alternatifler arasından kriterlerinde değerlendirilmesi ile en iyi alternatifin seçilmesi amaçlanmaktadır.

Gerçek hayatta kullanılan veriler sayısal değil bulanıktır. Bu nedenle TOPSIS yöntemi bulanık veriler kullanılabilecek şekilde geliştirilmiştir. Bulanık TOPSIS yöntemi, birden fazla karar verici tarafından çok sayıda kritere göre belirsizlik altında alternatifleri değerlendirerek en uygun alternatifin seçilmesine yardımcı olmaktadır. Yöntemin adımları aşağıdaki gibi sıralanabilir.

Adım 1: Değerlendirme kriterleri karar vericilerden tarafından değerlendirilir.
Adım 2: Her bir kriterin önem ağırlığı ve önem derecesi için dilsel değişkenler belirlenir.

Dilsel olarak tanımlanan değerlerden oluşan değişkene "dilsel değişken" denir. Dilsel değişkenler üçlü bulanık sayılarla ifade edildiği gibi 1, 2, 3, … şeklinde de ifade edilebilmektedir. Bulanık TOPSIS yöntemi hem nitel hem de nicel kriterin puanlamasıyla uğraşır. Bundan dolayı çok esnek bir yapıya sahiptir. Özetle farklı kriterlere göre alternatiflerin önem derecelerini hesaplamak için karar vericiler, dilsel değişkenler kullanırlar.

Tablo 1. Kriterlerin önem ağırlığını belirleme de yararlanılan dilsel ifadeler

Çok Yüksek	ÇY	0,9	1	1
Yüksek	Y	0,7	0,9	1
Orta Yüksek	OY	0,5	0,7	0,9
Orta	O	0,3	0,5	0,7
Düşük	D	0,1	0,3	0,5
Çok Düşük	ÇD	0	0,1	0,1

Tablo 2. Kriter değerlerini belirlemede yararlanılan dilsel ifadeler

Çok İyi	Çİ	9	10	10
İyi	İ	7	9	9
Orta	O	5	7	9
Düşük	D	3	5	7
Çok Düşük	ÇD	1	3	3

Adım 3: Karar vericilerin kriter ve alternatiflere yönelik yapmış oldukları değerlendirmeler birleştirilir. Bu işlem için aşağıdaki denklem kullanılarak alternatifler için bulanık üçlü sayılar oluşturulur. İkinci denklem kullanılarak kriterlere ait ağırlık değerleri hesaplanır.

$x_{ij}=\frac{1}{k}\ (x^1_{ij} + x^2_{ij} + \ldots + x^k_{ij})$ $\qquad$ $w_j=\frac{1}{k}\ (w^1_j + w^2_j + \ldots + w^k_j)$

k: Karar verici sayısı, w_j: "j" kriterinin ağırlığı, x_{ij}: i alternatifinin "j" kriterinden aldığı değer

Adım 4: Bulanık karar matrisi ve normalize bulanık karar matrisi oluşturulur. Normalizasyonu yapılırken, aşağıdaki denklem kullanılır**.**

$R = [r_{ij}]_{mxn}$ $\qquad$ i= 1,2,…,m, $\qquad$ $R_{ij} = (\frac{a_{ij}}{c_j}, \frac{b_{ij}}{c_j}, \frac{c_{ij}}{c_j})$ $\qquad$ $c_{ij} = \max c_{ij}$

Adım 5: Ağırlıklandırılmış normalize bulanık karar matrisi oluşturulur. Ağırlıklar ile matrisin elemanlarının çarpımı ile oluşan değerlerle ağırlıklandırılmış matris oluşturulur.

$V = [v_{ij}]_{mxn}$ $\qquad$ $V_{ij} = r_{ij} * w_j$

Adım 6: Bulanık pozitif (A^+) ve bulanık negatif (A^-) ideal noktaları tanımlanır.

$A^+ = (v_1^+, v_2^+, \ldots, v_n^+)$ $\qquad$ $A^- = (v_1^-, v_2^-, \ldots, v_n^-)$

Adım 7: Alternatiflerin bulanık pozitif ve bulanık negatif ideal çözüme uzaklıkları hesaplanır**.**

$d_i^+ = \sum_{j=1}^{n} d(v_{ij}, v_j^+)$ $\qquad$ i =1,2,3,…,m; $\quad$ j =1,2,…,n
$d_i^- = \sum_{j=1}^{n} d(v_{ij}, v_j^-)$ $\qquad$ i =1,2,3,…,m; $\quad$ j =1,2,…,n

Adım 8: Aşağıda verilen formül ile her bir alternatifin yakınlık katsayısı CC_i hesaplanır.

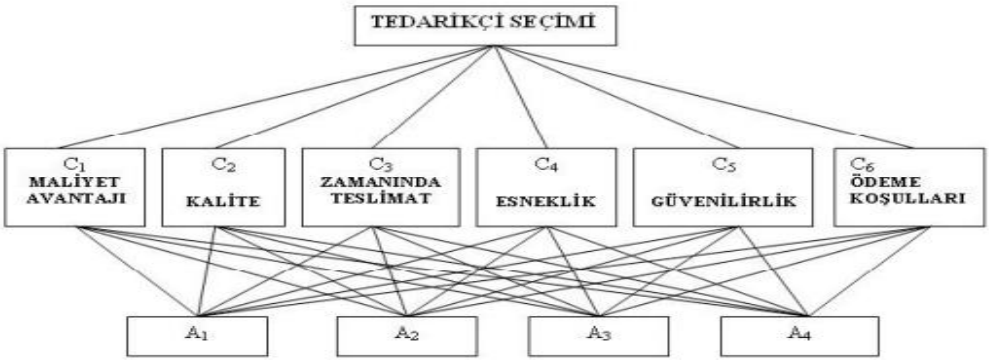
$CC_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-}$ $\qquad$ i = 1,2,3,…,m

Adım 9: Yakınlık katsayılarının azalan şekilde sıralanması ile alternatiflerin tercih sırası elde edilir.

$CC_n > CC_m > CC_k > \ldots > CC_x$

UYGULAMA

Çalışma kapsamında Sakarya iline bağlı bir ilçe belediyesinde su borusu hattını döşeyecek tedarikçi seçimi problemi ele alınmıştır. İlçe belediyesindeki 3 çalışandan oluşan bir ekip kurulmuştur. Tedarikçi seçiminde genel olarak kullanılan kriterler arasında karar vericiler tartışarak altı adet kriter belirlemişlerdir. Literatürden edinilen bilgiler ve ekip üyeleri ile yapılan görüşmeler sonucu oluşan fikirler ışığında, belediyenin yapısına ve hedeflerine uygun olan 6 karar kriteri Ci =(C1,C2,C3,C4,C5,C6) ile 4 tedarikçi alternatifinin Ai=(A1,A2,A3,A4) değerlendirilmesi uygun bulunmuştur. Belirlenen karar kriterleri; Maliyet Avantajı (C1), Kalite (C2), Zamanında Teslimat (C3), Esneklik (C4), Tedarikçinin Güvenilirliği (C5), Ödeme Koşulları (C6)'dır. BTOPSIS yönteminin en önemli aşamalarından biri hiyerarşik yapının doğru belirlenmesidir. Karar probleminin hiyerarşik yapısı aşağıdaki gibidir.



Şekil 1. Karar Probleminin Hiyerarşik Yapısı

Karar vericilerden oluşturulmuş olan komite belirlenmiş olan her bir kriter için değerlendirme yapmıştır. Değerlendirme sonuçları Tablo 3'te, bu değerlendirmelerin bulanık sayı karşılıkları ise Tablo 4'te görülmektedir.

Tablo 3. Karar Kriterlerinin Değerlendirme Sonuçları

Karar Vericiler			
KRİTERLER	KV1	KV2	KV3
C1	OY	OY	Y
C2	ÇY	Y	OY
C3	OY	OY	Y
C4	OY	O	ÇY
C5	Y	OY	O
C6	ÇY	OY	O

Tablo 4. Karar Kriterlerinin Değerlendirme Sonuçlarının Bulanık Sayı Karşılıkları

	KV1			KV2			KV3		
C1	0,5	0,7	0,9	0,5	0,7	0,9	0,7	0,9	1
C2	0,9	1	1	0,7	0,9	1	0,5	0,7	0,9
C3	0,5	0,7	0,9	0,5	0,7	0,9	0,7	0,9	1
C4	0,5	0,7	0,9	0,3	0,5	0,7	0,9	1	1
C5	0,7	0,9	1	0,5	0,7	0,9	0,3	0,5	0,7
C6	0,9	1	1	0,5	0,7	0,9	0,3	0,5	0,7

Karar vericilerden oluşturulmuş olan komite her bir alternatifi de kriterler bazında dilsel değişken olarak değerlendirmiş, bu değerlendirmenin bulanık sayılar ile ifadesi ise Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 5. Alternatiflerin Kriterler Bazında Değerlendirilmesi

Kriterler	Alternatifler	KV1			KV2			KV3		
C1	A1	9	10	10	5	7	9	5	7	9
	A2	1	3	5	3	5	7	7	9	9
	A3	1	3	5	3	5	7	7	9	9
	A4	5	7	9	7	9	9	7	9	9
C2	A1	9	10	10	7	9	9	9	10	10
	A2	5	7	9	3	5	7	7	9	9
	A3	5	7	9	7	9	9	3	5	7
	A4	7	9	9	7	9	9	7	9	9
C3	A1	9	10	10	9	10	10	3	5	7
	A2	5	7	9	3	5	7	5	7	9
	A3	1	3	5	3	5	7	3	5	7
	A4	1	3	5	7	9	9	0	1	3
C4	A1	9	10	10	3	5	7	5	7	9
	A2	1	3	5	3	5	7	9	10	10
	A3	5	7	9	1	3	5	9	10	10
	A4	1	3	5	3	5	7	0	1	3
C5	A1	9	10	10	5	7	9	0	1	3
	A2	9	10	10	3	5	7	3	5	7
	A3	5	7	9	0	1	3	1	3	5
	A4	1	3	5	7	9	9	5	7	9
C6	A1	7	9	9	3	5	7	7	9	9
	A2	5	7	9	7	9	9	7	9	9
	A3	5	7	9	3	5	7	9	10	10
	A4	1	3	5	3	5	7	7	9	9

Karar vericilerin kriter değerlendirmeleri değerlerinin ortalaması alınarak kriter bazında elde edilen değerler Tablo 6'da görülmektedir.

Tablo 6. Kriterlerin Değerlendirme Sonuçlarının Ortalaması

C1	0,567	0,767	0,933
C2	0,700	0,867	0,967
C3	0,567	0,767	0,933
C4	0,567	0,733	0,867
C5	0,500	0,700	0,867
C6	0,567	0,733	0,867

Benzer şekilde alternatifler için karar vericilerin yapmış olduğu değerlendirmelerin normalize edilmiş sonuçları Tablo 7'de, bu ortalama değerlerin kriter ağırlıkları ile ağırlıklandırılmış hali Tablo 8'de görülmektedir.

Tablo 7. Normalize Edilmiş Bulanık Karar Matrisi

Kriterler	Alternatifler			
C1	A1	6,333	8,000	9,333
	A2	3,667	5,667	7,000
	A3	3,667	5,667	7,000
	A4	6,333	8,333	9,000
C2	A1	8,333	9,667	9,667
	A2	5,000	7,000	8,333
	A3	5,000	7,000	8,333
	A4	7,000	9,000	9,000
C3	A1	7,000	8,333	9,000
	A2	4,333	6,333	8,333
	A3	2,333	4,333	6,333
	A4	2,667	4,333	5,667
C4	A1	5,667	7,333	8,667
	A2	4,333	6,000	7,333
	A3	5,000	6,667	8,000
	A4	1,333	3,000	5,000
C5	A1	4,667	6,000	7,333
	A2	5,000	6,667	8,000
	A3	2,000	3,667	5,667
	A4	4,333	6,333	7,667
C6	A1	5,667	7,667	8,333
	A2	6,333	8,333	9,000
	A3	5,667	7,333	8,667
	A4	3,667	5,667	7,000

Tablo 8. Ağırlıklı Bulanık Karar Matrisi

Kriterler	Alternatifler			
C1	A1	0,371	0,634	0,901
	A2	0,215	0,449	0,676
	A3	0,215	0,449	0,676
	A4	0,371	0,661	0,869
C2	A1	0,603	0,867	0,967
	A2	0,362	0,628	0,833
	A3	0,362	0,628	0,833
	A4	0,507	0,807	0,900
C3	A1	0,410	0,661	0,869
	A2	0,254	0,502	0,805
	A3	0,137	0,344	0,611
	A4	0,156	0,344	0,547
C4	A1	0,332	0,556	0,777
	A2	0,254	0,455	0,657
	A3	0,293	0,506	0,717
	A4	0,078	0,228	0,448
C5	A1	0,241	0,434	0,657
	A2	0,259	0,483	0,717
	A3	0,103	0,266	0,508
	A4	0,224	0,459	0,687
C6	A1	0,332	0,582	0,747
	A2	0,371	0,632	0,807
	A3	0,332	0,556	0,777
	A4	0,215	0,430	0,628

Her bir alternatifin bulanık pozitif ideal çözümden ve bulanık negatif ideal çözümden uzaklıkları Vertex metodu kullanılarak hesaplanmıştır. Bu değerlendirme sonuçları Tablo 9 ve 10'da görülmektedir.

Tablo 9. D^+ Matrisi

	D^+						
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	Toplam
A1	0,424	0,242	0,400	0,480	0,581	0,478	2,605
A2	0,584	0,437	0,530	0,569	0,547	0,435	3,102
A3	0,584	0,437	0,665	0,524	0,727	0,480	3,418
A4	0,419	0,311	0,670	0,764	0,575	0,600	3,340
Toplam	2,012	1,428	2,265	2,337	2,430	1,993	

Tablo 10. D^- Matrisi

	D^-						
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	Toplam
A1	0,671	0,827	0,673	0,584	0,476	0,579	3,811
A2	0,485	0,638	0,567	0,484	0,521	0,629	3,324
A3	0,485	0,638	0,413	0,534	0,336	0,584	2,990
A4	0,666	0,757	0,384	0,294	0,494	0,456	3,051
Toplam	2,307	2,858	2,037	1,896	1,827	2,249	

3.SONUÇ

Yapılan değerlendirmeler sonucunda elde edilen D^+ ve D^- matrisleri aracılığıyla alternatifler için yakınlık katsayıları hesaplanır. Hesaplanan yakınlık katsayısı değerleri Tablo 11'de görülmektedir. Yakınlık katsayılarının değerlendirilmesi içinse kullanılan yaklaşım şu şekildedir:
[0, 0.2) Kabul edilmesi önerilmez.
[0.2, 0.4) Yüksek risk ile kabul edilebilir.
[0.4, 0.6) Düşük risk ile kabul edilebilir.
[0.6, 0.8) Kabul edilebilir.
[0.8, 1.0] Kabul edilebilir ve kesinlikle tercih edilebilir.

Tablo 11. Alternatifler için Yakınlık Katsayısı

CC_i	
A1	0,406063
A2	0,482737
A3	0,53344
A4	0,522623

Tablo 11'deki sonuçlara göre karar problemi için en uygun altenatif A3 olarak ortaya çıkmıştır. Sonrasında A4 alternatifi değerlendirilebilir. Alternatifler arasından belirlenen kriter derecelerine en uygun alternatifin A3 olduğu belirlenmiştir. Bulanık TOPSİS yöntemi diğer bulanık karar verme yöntemlerine göre kullanımı hem daha kolay hem de net sonuçlar vermektedir. Uygulamada bulanık TOPSİS yöntemi karar vermede sayısal olmayan verilerden net bir sonuç elde edilmek için kullanılmıştır. Tablodaki tüm alternatifler düşük riskle kabul edilebilir aralığındadır ama 0,6 ya en yakın olan aralık seçilmelidir.

KAYNAKÇA

Dağdeviren, Metin ve Ergün ERASLAN, (2008), "PROMETHEE Sıralama Yöntemi ile Tedarikçi Seçimi", Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 23, No 1, 69-75.

Bedriye Özel, Bahar Özyörük (2007). Bulanık Aksiyomatik Tasarım İle TedarikçiSeçimi. G.Ü.Müh.Mim. Fak Dergisi, No: 3(415 423).

Yalçın, N.S., Özdemir, A.İ. (2008). "Bulanık Analitik Hiyerarşi Yöntemi ile Çok Kriterli Stratejik Tedarikçi Seçimi: Türkiye Örneği," Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 22 (2), 175-191

Vahdani, B., Hadipour, H., Sadaghiani, J.S. ve Amiri, M. (2010) "Extension of VIKOR method based on interval-valued fuzzy sets", International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 47(9-12), ss.1231- 1239.

Chen,S.J.,Hwang C.L., Fuzzy Multiple Attribute Decisiom Making Methods and Applications, Springer-Verlag, Berlin, 1992.

Hwang, C.L., Yoon K., " Multiple Attribute Decision Making Methods and Applications", Springer, Berlin Heidelberg, 1981.

Chu T.-C., Lin Y.-C., "A Fuzzy TOPSIS Method For Robot Selection", International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 21, 284-290, 2003.

Öztürk, A., Ertuğrul İ., Karakaşoğlu N., " Nakliye Firması Seçiminde Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS Yöntemlerinin Karşılaştırılması", Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 15(2), 785-824, 2008.

Ozdemir A.I., Secme N.Y., " İki Aşamalı Tedarikçi Seçiminin Bulanık TOPSIS Yöntemi ile Analizi ", Afyon Kocatepe Üniversitesi, İ.İ.B.F Dergisi, C. X I, S II, 79-111, 2009.

Özyörük, B. ve Özcan, E.C. (2008) "Analitik hiyerarşi sürecinin tedarikçi seçiminde uygulanması: otomotiv sektöründen bir örnek", Süleyman Demirel Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi, 13(1), ss.133-144.

İKİNCİ EL ARAÇLARIN SATIŞ PROFİLLERİNİN KÜMELEME ANALİZİ İLE BELİRLENMESİ

Adem Tüzemen
Gaziosmanpaşa Üniversitesi

Selim Çam
Cumhuriyet Üniversitesi

Murat Fatih Tuna
Cumhuriyet Üniversitesi

ÖZET

İkinci el araba satışı oldukça hızlı seyreden ve mali olarak da yüksek bir hacmi temsil eden bir pazardır. Ancak fiyat belirleme aşamasında kişisel satışın çoğunlukta olması sebebi ile makul seviyeleri bulmak her zaman mümkün olmamaktadır. İkinci el arabalar hakkındaki verilerin çeşitli ve fazla olması tüketicilerin seçimlerini zorlaştırmaktadır. Örneğin; tüketici ihtiyaçlarına göre yatırım amacı, iklim şartları, aile büyüklüğü gibi etmenler araba alımlarında belirleyici olabilmektedir. Bu çalışmanın amacı tüketiciler için karmaşık bir karar süreci olan ikinci el araba alımının daha temel ve kolay adımlarla açıklanabilmesidir. Türkiye'deki iklim farklılıklarını da göz önüne alarak, çalışmanın yapılabilmesi için uygun iller belirlenmiştir. Bu illerdeki ikinci el araçların özellikleri ve fiyatları göz önüne alınarak marka, model, üretim yılı gibi parametreler göz önüne alınmış ve kümeler belirlenmeye çalışılmıştır. Böylelikle oluşan kümelere göre tüketicilerin hangi temel özelliklerde ikinci el araba seçecekleri hususunda yardımcı olunmak istenmiştir. Veri sayısının oldukça fazla olması sebebi ile normal istatistiksel analizlerin uygulanabilmesi mümkün olmamaktadır. Dolayısı ile çalışmada veri madenciliği tekniklerinden olan kümele analizi uygulanmıştır. Kümeleme analizinin uygulanmasında değişkenlerin yapısı (ölçek tipi, aralık, büyüklük v.s.) kullanılacak tekniği de etkilemektedir. Dolayısı ile analiz sırasında klasik bir kümeleme metodu olan merkezileştirme metodu ve büyük veri setleri ile çalışması daha uygun olan yoğunluk temelli teknikler kullanılmıştır. Her iki tekniğin sonuçları değerlendirilmiş ve en uygun kararlar dizisine ulaşılmaya çalışılmıştır. Analiz sonucunda araçların hem illere hem de teknik özelliklerine göre kümelendiği anlaşılmaktadır. Örneğin A, B ve C sınıfı araçların denize kıyısı olan illerde ortak bir kümede toplandığı, benzer şekilde nispi olarak soğuk olan illerde ise yüksek sınıf araçların bir kümede toplandığı görülmüştür. Böylelikle veri madenciliği tekniklerinden olan kümeleme analizi ile ikinci el araç tercihinin yapılabileceği anlaşılmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Merkezileştirme Metodu, Veri Madenciliği, Yoğunluk Tabanlı Kümeleme

DETERMINING OF SALE PROFILES OF SECOND-HAND CARS

ABSTRACT

Second-hand car sale represents a market which progress rapidly and has high volume in terms of finance. However, due to the fact that predomination of personal selling in the stage of price determination make difficult to determine reasonable levels at all times. Moreover, because of the abundance of data about second-hand cars makes difficult consumers' choices. For instance, factors such as climatic conditions, familiy size,investment purposes according to consumer needs can be determinative by purchasing cars. The aim of this study is explanating of second-hand cars' process which is a complicated decision process for consumers with easier and more basic steps. Considering climatic differences in Turkey, proper cities

(that represent climatic conditions best) for the study was determined. Taking account of features and prices of second-hand cars located in these cities, parameters such as brand name, model year, production year were regarded and clusters were determined. Using normal statistical methods can not be possible because there is quite a few of data. For that reason, clustering analysis which is one of data mining techniques was used in the study. Structure of variables (scale type, interval, size) imposes implementing analysis technique. So, centering method which is a classical clustering method and density-based techniques which is more suitable for analysis with big data were used during analysis process. Results of both techniques were evaluated and it was tried to reach best solutions. In consequence of the analysis it was appeared that cars were clustered according to both cities and technical features. For example, cars involve in A, B and C classes were gathered in common clusters with coastal cities, similarly, high level cars were gathered in common clusters with colder cities. Hereby, it was cleared that clustering analysis which is one of the data mining techniques can be used by determination of second-hand car choices.
Keywords:Centralising Method, Data Mining, Density Based Clustering

1. GİRİŞ

Günümüzde giderek değişen tüketim ve artan harcama eğilimi ile birlikte, önceleri lüks olarak addedilen bazı malların tüketimi artış eğilimi göstermiştir. Bu ürünler günlük ihtiyaçlar gibi kolayda mallar olabileceği gibi, kişisel bilgisayarlar ve otomobiller gibi özellikli mallar da olabilmektedir. Özellikli mallar içinde satın alma karar süreci en kompleks nitelikte olan mallardan birisi olarak otomobil, bağlı bulunduğu sektör itibariyle birçok açıdan önem arz eden ve potansiyel tüketici sayısı giderek artan bir eğilim göstermektedir. Bunun sebebi, hem sıfır kilometre araçların satılması ve piyasanın canlı kalması noktasında devletin çeşitli sektörel düzenlemeler getirmesi, hem de ikinci el piyasasının, ki bu piyasa yeni araç satın almaya ödeme isteklisi olmayan ya da ödeme gücü bulunmayan kişiler için daha cezbedicidir, çok hareketli ve yoğun işleyişe sahip olmasıdır. Dolayısıyla ikinci el araba satışı oldukça hızlı seyreden ve mali olarak da yüksek bir hacmi temsil eden bir pazardır. İkinci el otomobil piyasasındaki bu yoğunluktan ötürü, hangi özelliklere sahip ne marka aracın, hangi özelliklere sahip olduğunun belirlenmesi ele alınması gereken temel sorun konumuna gelmektedir. Öte yandan, ikinci el arabalar hakkındaki verilerin çeşitli ve fazla olması tüketicilerin seçimlerini zorlaştırmaktadır.Tüketicinin ihtiyaçlarına göre araç satın alma amaçları olarak; yatırıma elverişlilik, iklim şartları aile büyüklüğü, özgünlük, imaj, marka değeri, marka güvenilirliği, ikinci el piyasasında hızlı likidite ile karşılaşılmaktadır.

Ülkemizde ikinci el otomobillerin gelecekteki fiyatlarının tahmininde Asilkan ve Irmak tarafından 2009 yılında yazılan makaleleri, Güngör ve İşler tarafından 2005 yılında yazılan analitik hiyerarşi yöntemi ile otomobil seçilmesi makalesi, ayrıca Terzi ve ark.larının 2006 yılında yayınlanan ve otomobil satınalma konusunu karar destek modeli ile çözmeyi hedefleyen makaleleri yanı sıra Selim Mimaroğlu'nun 2012 yılında yayınlanan ve yapay zeka tekniklerini kullanarak araç değerlendirme sistemi yapmayı hedefleyen çalışmaları, ikinci el otomobil piyasası konusunda hazırlananve güncel tekniklerle çözüm aramayı hedefleyen yayınlardır. Benzer şekilde, Wang ve ark.larının 2010 yılında Jiang ve ark.larının ise 2015 yılında yayınladıkları makaleler ile ikinci el otomobillerde elektronik pazarlama örüntüsü çalışmaları, Xujiao ve ark.larının 2014 yılında yayınladıkları ve ikinci el araçların pazarlanmasının gelişim stratejilerini ele alan çalışmalar uluslararası çapta ikinci el otomobil piyasasındaki hareketliliğin akademik olarak da ele alındığını göstermektedir.

Çalışma, veri setinin nasıl elde edildiği açıklanmıştır, devamında ise kullanılan yöntemler hakkındaki teorik bilgi verilerek, uygulama aşamasında veri setinin yordanması yer almaktadır. Bu çalışmanın amacı tüketiciler için karmaşık bir karar süreci olan ikinci el araba alımının daha temel ve kolay adımlarla açıklanabilmesidir.

2.VERİ SETİ

Çalışmada kullanılan veri seti, Temmuz 2016 döneminde elektronik ortamda faaliyetine devam etmekte olan ve en çok kayıtlı kullanıcısı bulunan satış platformlarındaki satılık otomobillerden oluşturulmuştur. Temel olarak satış ilanı bulunan otomobillerin hepsi alınmamış, temsil yeteneği ve ilan sayısı fazla olan marka ve modeller tercih edilmiştir. Buna göre, veri seti 10 markadan ve 84 modelden oluşturulmuştur. İncelenen otomobillerde, üretim yılı, motor hacmi, yakıt tipi, kilometre, güvenlik, iç donanım, dış donanım, boyalı parça ve değişen parça analizde ele alınan özelliklerdir. Elektronik ortamda toplam olarak 65 markanın otomobilleri satıştan yer almaktadır. Ancak tüm markalarda uygun sayıda ilana verilmiş otomobil olmaması analizde uç değerlerle karşılaşılmaması için analize dâhil edilmemiştir. Benzer bir şekilde, analize dâhil edilen markalardaki araçların da tüm modellerinde otomobil sayısının yetersizliği benzer problemi doğurduğundan, burada da veri setinin düzenlenmesi gerekmiştir.

Markalardaki lüks sınıfa giren ya da bazı yıl ve motor hacminde üretilen araçların satışının olmaması, nadir olması ve benzeri etmenler göz önüne alındığında bu otomobiller çalışmada bozucu niteliktedir. Dolayısıyla bu özelliklere sahip otomobiller de veri setinden ayıklanmışlardır.

3.YÖNTEMLER

Çalışmada kullanılan veri setinin yapısı gereği, veri sayısının ve tipinin fazla olduğundan, analizlerde veri madenciliği yöntemlerinin kullanmak diğer klasik istatistik yöntemlerine göre daha uygun olacağı düşünülmektedir.Bu amaçla çalışmada veri madenciliği yöntemleri içerisinde kullanılmakta olan kümeleme analizi uygulanmıştır. Tabii ki kümeleme analizi içerdiği yöntemler açısından farklılıklar göstermektedir. Klasik kümeleme analizlerinden kabul edilen K-Means kümeleme ve bilişim teknolojisinin gelişmesiyle birlikte ortaya çıkartılan Yoğunluk Tabanlı Kümeleme Analizi teknikleri çalışmanın gerçekleştirilmesi amacıyla seçilmiş ve uygulanmıştır.

4.K-MEANS ALGORİTMASI

K-Means algoritmasıyla n adet veriden oluşan bir veri setinden merkez noktası c ile temsil edilen k adet küme oluşturulmaktadır (Vattani, 2011). K-Means algoritmasına Lloyd's algoritması da denilmektedir(Frahling v.d, 2005). Bu algoritma şu şekilde gösterilebilmektedir (Lin veWu, 2009):

1. k adet küme keyfi olarak atanır ve küme merkezleri belirlenir.
2. Herbir veri belirlenen küme merkezlerine göre yakınlıkları belirlenerek ilgili kümeye dahil edilir.
3. Her bir küme merkezi tekrardan hesaplanır.
4. 2.ve3. adımlar tekrarlanır.

Küme merkezleri değişmeyecek hale gelene kadar algoritma kendisini tekrar eder. Merkezin değişmeyecek hale gelmesi, hata kareler toplamının minimum olmasıyla anlaşılır. Hata kareler toplamının minimum olması şu denklem ile bulunmaktadır:

$$J_k = \sum_{k=1}^{K} \sum_{i \in C_k} (x_i - m_k)^2$$

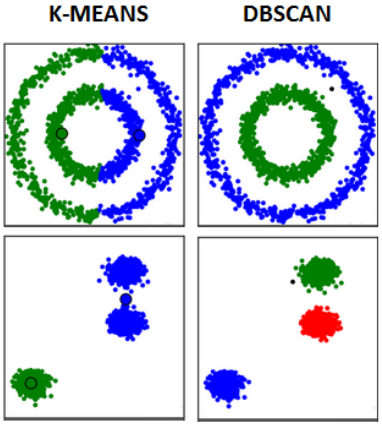
J_k: k. kümedeki nesnelerin hata kareleri toplamı
x_i: i.nesneye ait değer
m_k: k.kümenin merkez noktası

K-Means kümeleme algoritması öklidyen uzaklık hesaplamalarını kullandığı için bu yöntem nominal ve ordinal ölçekli verilerde uygun sonuç vermeyecektir (Milenova vd., 2003; Omrani vd., 2012). Ayrıca elde edilen kümelerin konveks şekillere sahip olduğuna dikkat edilmelidir. Uygun olmayan ölçekli verilere sahip veri setlerinin çözümlenme problemini benzerlik katsayıları kullanarak ya da küme ortalaması yerine mod değeri hesaplanarak aşılabilmektedir. Ayrıca bu algoritma uç değerlere karşı hassas olmamaktadır. Aksine uç değerin varlığı ya da analiz yapan kişinin yanlış küme sayısı ile yapacağı bir bölümlendirme, uç değerlerin analiz sonuçlarını etkilemesine yol açacaktır.

5.YOĞUNLUĞA DAYALI KÜMELEME ANALİZİ

Günümüzde yüksek hacimli veri tabanlarıyla karşılaşılmaktadır ve uzaklık ölçümleriyle yapılan kümeleme analizleri bu tip veri tabanlarında her zaman istenilen sonucu vermemektedir. Verilerin dağılımlarının karmaşık şekillerde olması matematiksel modellemeler için zorluk teşkil etmektedir. Ayrıca büyük veri tabanlarında daha çok gürültülü verilerle karşılaşılması muhtemeldir. Gürültülü verileri sistemden çıkartarak sonuç bulmaya çalışmak, veri kaybına yol açabileceğinden her zaman uygun olmayacaktır.

Yoğunluğa dayalı kümeleme teknikleri daha önce bahsedilen kümeleme teknikleri gibi çalışmamaktadır. Bu tekniklerde uzaklığa dayalı küme seçiminden ziyade verilerin yoğunluğuna göre bir kümeleme işlemi yapılmaktadır. Yoğunluğa dayalı kümeleme tekniklerinde, kümeler veri tabanındaki daha yüksek yoğunluklu alanlar olarak tanımlanmaktadır (Ester vd., 1996). Küme yoğunluklarının seyrek olduğu alanlarda ise ya gürültülü veriler ya da küme sınırını oluşturan veriler bulunmaktadır (Jiang vd., 2003).



Şekil 1. K-Means ve DBSCAN Yöntemleri Arasındaki Kümeleme Farkının İki Değişik Şekilde Görselleştirilmesi (URL 1)

Şekil 1'den de görüldüğü gibi k-means yöntemiyle yapılan kümeleme yönteminde veri seti iki parçaya ayrılmışken yoğunluğa dayalı kümeleme algoritmalarından olan DBSCAN yöntemiyle veriler yoğunluklarına göre ayrılmıştır. Uzaklığa dayalı kümeleme yöntemlerinde Şekil 1'deki gibi bir ayrım yapılması mümkün değildir. Çalışmada, en çok kullanılan yoğunluğa dayalı kümeleme algoritmalarından olan DBSCAN (Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise) uygulanmıştır.

6.UYGULAMA

Verilerin kullanılabilmesi için gerekli olan düzenlemeler yapıldıktan sonra analiz aşamasında kümeleme analizinin yapılabilmesi için açık kaynak kodlu WEKA paket programından faydalanılmıştır. Ayrıca uygulamanın yapıldığı cihaz; dört çekirdekli 2,93 GHz veri yolu frekansına sahip, 2 GB RAM özelliklerine sahip bir sistemdir. Analizin tamamlanması, temizlenmiş ve çalışılabilir veri seti ile oluşturulduğunda, K-Means metodu için 79 saniye, Yoğunluk Tabanlı Kümeleme Analizi için 768 saniye sürmüştür.

Toplam 10 marka ve 84 modelden oluşan toplam otomobil sayısı 162514 adet ve toplam satıştaki otomobil sayısı da yaklaşık 250000 adettir. Alınan modeller satışta bulunan otomobillerin yaklaşık %65,5'lik kısmını kapsamaktadır. İklim ve hava özellikleri göz önüne alınarak yapılan örnekleme çalışmasında temsil yetkinliği göz önüne alınarak sıcaklık göz önüne alındığında Ege Bölgesinde İzmir ve Aydın illeri, nem göz önüne alındığında Karadeniz Bölgesinde Trabzon ve Rize, kuraklık ve soğukluk göz önüne alındığında Sivas ve Kayseri illerindeki otomobiller veri setine dâhil edilmiştir. Böylelikle 57540 araç üzerinden inceleme yapılma imkânı bulunmuştur.Bu illerde çalışmaya dahil edilen araç sayısının toplam satışta bulunulan otomobil sayısına oranı da Türkiye genelinde olduğu gibi yaklaşık %65 olarak hesaplanmıştır.

K-Means kümeleme analizi sonucunda otomobiller özelliklerine göre Tablo 1'deki gibi kümelenmişlerdir. Buradan yola çıkarak otomobilleri daha büyük miktarlarda birinci kümede toplandığı görülmektedir. Ayrıca çalışmaya dâhil edilen Fiat markasına ait herhangi bir aracın ikinci ya da üçüncü kümelerde yer almadığı da anlaşılmaktadır. Benzer şekilde BMW ve Mercedes marka otomobillerin dışında kalan markalar ait modellerin çoğunluğunun (%77,08) birinci kümede yer aldığı görülmektedir. Genel olarak birinci kümedeki otomobillerin alt-orta sınıf, ikinci kümedeki otomobillerin orta-üst sınıf ve üçüncü kümedeki otomobillerin ise üst sınıf ve lüks harcama grubuna ait olduğu söylenebilmektedir. İllere göre bu durum incelendiğinde ise istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık hesaplanmıştır ($p<0,05$). Daha sıcak bir iklime sahip İzmir ve Aydın birinci kümede yer alan modellerin satışı fazla (%77,94), ikinci kümede yer alan otomobillerin satışı diğer bölgelere göre daha az iken (%20), İstanbul'da satışta olan üçüncü kümeye ait araçların diğer bölgelere göre daha fazla olduğu hesaplanmıştır (%3,81).

1.Küme	1 Serisi	Punto	190	R19	Panda
	2 Serisi	Marea	Astra	Clio	Albea
	500	Focus	Meriva	Symbol	Linea
	Bravo	C-Max	Zafira	Auris	Fusion
	Egea	S-Max	Tigra	Corolla	A
	Stilo	Escort	Omega	Verso	B
	126 Bis	Festiva	Corsa	Corona	R12
	Palio	Ka	Vectra	Yaris	R9
	Siena	Sierra	Fluence	Golf	R21
	Tipo	Taunus	Megane	Jetta	Tempra
	Uno	B-Max	Scenic	Bora	Fiesta
	R11	Polo			
2. Küme	3 Serisi	Mondeo	E	200	Laguna
	4 Serisi	C	230	Insignia	Avensis
	5 Serisi	CLA	250	Latitude	Passat
3. Küme	6 Serisi	M Serisi	SL	CLK	
	7 Serisi	Z Serisi	S	CLS	
	8 Serisi	Mustang	SLK	Scirocco	

Tablo 1.K-Means Kümeleme Analizi Sonuçları

Yoğunluk tabanlı kümeleme analizi sonucunda ise veri setinde yer alan otomobiller en uygun altı kümede toplanabilmişlerdir (Tablo 2). Bu analizin sonucunda dikkat edilmesi gereken sonuç, k-means metodundaki sonuca göre birinci kümede yer alan otomobillerin farklı kümelerde toplanması olarak görülmektedir. Üçüncü kümedeki otomobillerin orta-üst sınıf ve dördüncü kümedeki otomobillerin ise üst sınıf ve lüks harcama grubuna ait olduğu; ikinci ve beşinci kümelerdeki otomobillerin orta sınıf; birinci ve altıncı kümedeki otomobillerin ise alt sınıfa ait olduğu söylenebilmektedir. Bu yöntemdeki kümelenmeye göre İzmir, Aydın ve İstanbul illerinde orta sınıf otomobillerin satışının diğer bölgelere göre çoğunlukta; Karadeniz ve İç Anadolu bölgelerinde yer alan illerde alt sınıf otomobillerin satışının çoğunlukta olduğu istatistiksel olarak ispat edilmiştir ($p<0,05$). Ayrıca İstanbul'da üst sınıf otomobillerin satışının diğer bölgelere göre daha fazla çıkması ($p<0,05$) k-means yöntemindeki sonucu destekler niteliktedir.

1. Küme	500	Bravo	Egea	Focus	A	Golf	1 Serisi
	Astra	Fluence	Megane	Auris	Corolla	Jetta	
2. Küme	2 Serisi	C-Max	S-Max	B	Meriva	Zafira	Scenic
	Verso						
3. Küme	3 Serisi	4 Serisi	5 Serisi	Mondeo	C	CLA	E
	230	250	200	Insignia	Latitude	Laguna	Avensis
	Passat						
4. Küme	6 Serisi	7 Serisi	8 Serisi	M Serisi	Z Serisi	Mustang	SL
	S	SLK	CLK	CLS	Scirocco		
5. Küme	Panda	Albea	Linea	Punto	Marea	B-Max	Fiesta
	Fusion	Corsa	Vectra	Clio	Symbol	Yaris	Polo
6. Küme	Stilo	126 Bis	Palio	Siena	Tipo	Uno	Tempra
	Omega	R11	R12	R9	R21	R19	Corona
	Escort	Festiva	Ka	Sierra	Taunus	190	Tigra
	Bora						

Tablo 2.Yoğunluk Tabanlı Kümeleme Analizi Sonuçları

7.SONUÇ

Çalışmada kümeleşme durumu her ne kadar iklim ve otomobil özellikleri ile ilişkilendirilse de demografik, coğrafi ve/veya satın alma gücü özellikleri de farklılık yaratacak faktörler olarak düşünülebilir. Kümelenmedeki farklılıklar göz önüne alındığında; üretim yılı değişkeninin önemli bir özellik olduğu görülmektedir. Satış aşamasında otomobiller sahip oldukları genel özelliklere göre değil öncelikle yaşına göre ayrılmaktadırlar. Bu ayrımı en net olarak alt sınıf araçlarda görmek mümkündür. Ancak üst sınıf araçlarda üretim yılından ayrı olarak fiyat ve genel özelliklerin dışındaki ek unsurların (yol bilgisayarı, koltuk ısıtma, panoramik cam tavan) etkili olduğu anlaşılmıştır.

Elektronik ortamda yer alan ikinci el ilanların sayısı düşünülecek olduğunda, öncelikle göz önünde olan faktörün fiyat olmasının yanıltıcı etkisi bu çalışmada gösterilmiştir. Bu çalışma ile ikinci el otomobil almayı düşünen kişilere Türkiye'de en çok satışı bulunan (elektronik ortamda) otomobillerin oluşturdukları kümeler ve bu kümelerdeki otomobillerin kıyaslanabilinmesi; ayrıca satıcılar açısından da, fiyatlandırma noktasında araçlarının değerlendirmesini yapmaları hususunda yardımcı olunmaya çalışılmıştır.

KAYNAKÇA

Asilkan, Ö. ve Irmak, S. (2009). "İkinci El Otomobillerin Gelecekteki Fiyatlarının Yapay Sinir Ağları ile Tahmin Edilmesi". *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi,* 14(2), 375-391.

Ester, M., Kriegel, H. P., Sander, J. ve Xu, X. (1996). "A Density-Based Algorithm for Discovering Cluster in Large Spatial Databases with Noise". *2nd International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, Portland, OR, 2-4 August.

Frahling, G.veSohler, C. (2005). "Coresets In Dynamic Geometric Data Streams." *Proceedings Of The Thirty-Seventh Annual Acm Symposium On Theory Of Computing*. ACM, 209-217

İbrahim, G. ve İşler, D.B. (2005). "Analitik Hiyerarşi Yaklaşımı İle Otomobil Seçimi". *ZKÜ Sosyal Bilimler Dergisi*, 1(2), 21-33.

Jiang, D., Pei, J. ve Zhang A. (2003). "DHC: A Density-Based Hierarchical Clustering Method for Time Series Gene Expression Data". Third *IEEE Symposium on BioInformatics and BioEngineering*, Washington, DC, USA, 12 March.

Jiang, H., Jianru, L. ve Xiaochen, Y. (2015) "Sales Model Selection for Second-hand vehicle E-commerce". *Wuhan International Conference on e-Business*,414-421.

Kabak, M. ve Uyar, O.Ö. (2013). "Lojistik Sektöründe Ağır Ticari Araç Seçimi Problemine Çok Ölçütlü Bir Yaklaşım". *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 28(1), 115-125.

Lin, D. ve Wu, X. (2009). "Phrase Clustering For Discriminative Learning." *Proceedings of the Joint Conference of the 47th Annual Meeting of the ACL and the 4th International Joint Conference on Natural Language Processing of the AFNLP*: 2(2), 1030-1038.

Milenova, B. L. ve Campos, M. M. (2003). "Clustering Large Databases with Numreic and Nominal Values Using Ortogonal Projections". *29th Very Large Database Conference*, Berlin, Germany, 9-12 September,

Mimaroğlu, S. (2012). "Yapay Zekâ Tabanlı Otomatik Araç Değerleme Sistemi". *ELECO '2012 Elektrik - Elektronik ve Bilgisayar Mühendisliği Sempozyumu*, 29 Kasım - 01 Aralık, Bursa, 730-732

Omrani, A., Santhisree, K. ve Damodaram, A. (2011). "Clustering Sequential Data With OPTICS". *3rd International Conference on Communication Software and Networks*, Xi'an, China, 27-29 May, 591-594.

URL 1: https://bianalystblog.wordpress.com/2013/06/17/clustering-k-means-vs-dbscan/ (01.07.2016)

Terzi, Ü., Hacaloğlu, S.C. ve Aladağ, Z. (2006). "Otomobil Satın Alma Problemi İçin Bir Karar Destek Modeli". *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 5(10), 43-49

Vattani, A. (2011). "K-Means Requires Exponentially Many İterations Even İn The Plane." *Discrete & Computational Geometry* 45(4), 596-616.

Wang, W. ve Wang, H. (2010) "The Research on e-business Marketing Pattern of Second-hand car." *Electrical and Control Engineering (ICECE), International Conference on. IEEE*, 3105-3107.

Xujiao, Z., Lihua, C., ve Jing L. (2014). "The Development Strategies of Used Cars E-commerce." *International Journal of Business and Social Science*, 5(6), 161-169.

KİMYA ENDÜSTRİSİNDE FAALİYET TABANLI MALİYETLEME SİSTEMİNİN UYGULANMASI

İrem Uçal Sarı
İstanbul Teknik Üniversitesi

Emir Turhan
Özyeğin Üniversitesi

ÖZET

Günümüzde teknolojinin gelişimi ve küreselleşen piyasa ile rekabet koşulları artmış buna bağlı olarak maliyet muhasebesi şirketler için hayati bir öneme sahip olmuştur. Günümüz işletmelerinde çeşitli üretimlerin yapılması ve teknolojinin artması geleneksel maliyet sistemlerinin işlevselliğini yitirmesine neden olmuş ve yeni yaklaşımlar geliştirilmiştir. Bu kapsamda çalışmada faaliyet tabanlı maliyetleme sistemi incelenmiştir. Faaliyet tabanlı maliyetleme ile ilgili literatür çalışması yapılmış ve işletmelere sağladığı yararlar vurgulanmıştır. Kimya endüstrisinde faaliyet gösteren bir firmada faaliyet tabanlı maliyetleme sistemi uygulanmıştır ve sonuçları yorumlanmıştır.

Anahtar sözcükler: Maliyet Muhasebesi, Faaliyet Tabanlı Maliyetleme, Birim Maliyet

APPLICATION OF ACTIVITY BASED COSTING ON CHEMISTRY INDUSTRY

ABSTRACT

Nowadays, cost accounting has become crucial for the manufacturers for their survival due to the effect of technological developments and increasing competition. Increased product range and the decreased percentage of the labour costs among the total costs make the traditional accounting models inefficient. In this paper, activity based cost accounting which is one of the relatively modern accounting systems is examined. And an application on a manufacturer in the chemistry industry is done to show the benefits of the activity based cost accounting systems.

Keywords: Cost Accounting, Activity Based Costing, Unit Cost

1. GİRİŞ

Günümüzde hızla artan küresel rekabet ve teknolojik gelişmeler işletmelerin yönetim ve uygulamaları konusunda gelişmesini hızlandırmıştır. Bu gelişmelerin doğal sonucu olarak yönetim karar süreçlerinde temel dayanak olan muhasebe sisteminde yeni arayışlar ortaya çıkmıştır (Hacıoğlu ve Şakrar, 2005). Maliyet muhasebesi işletmede üretilen ve satışı yapılan malzemelerin direkt ve endirekt maliyetlerinin çeşitli kalemlerinin saptanmasında, tanımlanmasında ve analizinde kullanılır. Maliyet muhasebesi ve finansal muhasebe birbirleri ile iç içe geçmiş durumdadır. Maliyet muhasebesinde, finansal muhasebeden elde edilen bilgilerle ürün maliyetleri hesaplanırken; finansal muhasebe sisteminde, maliyet muhasebesi sisteminde elde edilen bilgiler işletme sonuçlarının çıkartılmasına olanak sağlamaktadır. Geleneksel maliyet muhasebesinin görevi ürünlerin maliyetlerini belirlemek ve maliyet denetimi için gerekli bilgileri sağlamaktır. Bu görevler zamanla maliyet denetimi, satış fiyatlarının saptanmasına katkı sağlama ve stok değerleme için uygun bir yöntem hazırlama şeklinde değişikliğe uğramıştır. Fakat bu değişim genellikle yönetimin istediği bilgiler için yeterli veri içermediğinden, maliyet muhasebesini ve yönetim muhasebesini kapsayan geniş kapsamlı bir muhasebe sisteminin oluşmasına zemin hazırlamıştır. Ekonomik çevredeki değişimler üretim sistemlerinin, talep kadar üretime, en iyi mamul tasarımının bulunmasına, mamul tasarımından satışa kadar teslim zamanlarının düşürülmesine, sıfır hata hedefine, en uygun üretim birleşiminin belirlenmesine, üretim işlemleri arasında sıfır zaman hedefine, en düşük düzeyde hammadde ve mamul stoku hedefine, yönetim ve destek yapısının en aza indirilmesi ve mamul yaşam dönemi maliyetlerinin en aza düşürülmesine odaklanması ile sonuçlanmıştır (Akdoğan, 1994).Tüm bu değişimler genel olarak maliyet ve yönetim sistemlerini özellikle maliyetleri azaltma konusunda etkilemiştir. Geleneksel maliyet sistemlerinin de bu ihtiyaçlara cevap vermemesi üzerine yeni sistemlerin ortaya çıkması kaçınılmaz bir hal almıştır. Bunun üzerine faaliyet tabanlı maliyetleme (FTM) sistemi ortaya çıkmıştır.

2. FAALİYET TABANLI MALİYETLEME

FTM yöntemi 1980li yıllarda artmaya başlayan teknolojik gelişmelerden dolayı ortaya çıkan genel üretim maliyetlerindeki artış nedeniyle Kaplan ve Cooper (1988) tarafından geliştirilmiştir. FTM, Kaplan ve Cooper (1988)'e göre işletmenin ürettiği ürünlerin maliyetlerini doğru bir şekilde ortaya koymaya çalışan ve aynı zamanda işletme faaliyetlere ilişkin bilgiler sunan Çağdaş Maliyet Muhasebesi tekniğidir. FTM, stratejik amaçların gerçekleştirilmesine yönelik, her bir faaliyetle ilgili maliyet havuzlarının oluşturulması ve bu yerlerdeki endirekt maliyetlerin saptanan maliyet dağıtım anahtarları ile ürünlere yüklenmesidir (Acar ve Papatya 1997). FTM, maliyetlere yol açan ana etmenin işletmedeki faaliyetler olduğu varsayımına dayanmaktadır. FTM sistemini geliştirmek için öncelikle işletmede gerçekleştirilen ve ürüne değer katan faaliyetler tanımlanmalıdır. Faliyetler belirlendikten sonra, faaliyetleri gerçekleştirmek için kullanılan kaynakların maliyetleri, faaliyet (maliyet) havuzlarına ya doğrudan ya da bir dağıtım anahtarı kullanılarak dolaylı olarak dağıtılır. Maliyetler, faaliyet maliyet havuzlarından ürünlere ya da diğer maliyet objelerine bir faaliyet maliyet etkenine dayalı olarak dağıtılmalıdır (Grasso, 2005). Geleneksel maliyetleme sistemi ile faaliyet tabanlı maliyet sistemi arasındaki temel fark; geleneksel maliyet sisteminin harcanan kaynakları etkileyen tek faktörün üretim hacmi olduğunu kabul etmesi, öte yandan FTM'nin ise kaynakların tüketilmesinde çok sayıda faktörün olduğunu ve bunlardan sadece bir tanesinin de üretim hacmi olduğudur. Geleneksel maliyetleme ürün odaklı maliyet hesabı yaparken faaliyet tabanlı maliyet sistemlerinde ise faaliyetlere odaklanılır. Geleneksel maliyet hesabında bir tek maliyet havuzu vardır, bunun yanında FTM'de ise birden çok maliyet havuzu kullanılır.

FTM'nin temel amaçları ürün ve hizmet üretiminde değer yaratmayan faaliyetlere ait maliyetleri ortadan kaldırmak veya en aza indirmek, karlılığı artırmak üzere gerçekleştirilen katma değeri yüksek faaliyetlerin kolaylaştırılmasında, etkin ve verimli bir bilgi alt yapısı sağlamak, sorunların ana nedenlerinin saptanmasını ve bu etkenlerin düzeltilmesini sağlamak, önyargılar ve yetersiz maliyet dağıtımından kaynaklanan yanlışlıkları ortadan kaldırmak, işletmenin faaliyet tüketimi, maliyet ve ilgi alanlarını tanımlayarak detaylı bilgi vermek ve işletme yöneticilerine alacakları kararlarda kullanmak üzere doğru maliyet bilgileri sağlamaktır (Çakır, 2002). FTM işletmelere birçok alanda fayda sağlar. Öncellikli olarak işletmenin rekabet gücünü arttırır. İşletme ile ilgili yönetsel kararların alınmasında yöneticilere fiyatların belirlenmesi mamul bileşenlerinin belirlenmesi gibi birçok kararda stratejik açıdan yardımcı olur. Mamulün işletme tarafından üretilmesi, dışarıdan alınması veya fason üretim yaptırılması kararının verilmesi, yeni teknolojilerin değerlendirilmesi, farklı mamul tasarımı ve mevcut mamullerin geliştirilmesi, sürekli gelişmeyi sağlayacak bilgilerin sağlanması, başarı değerlemesi, toplam üretim süresinin azaltılması konularında FTM yarar sağlamaktadır (Karaman, 2010). FTM sistemi uygulanmasının özellikle toplam maliyet içinde endirekt maliyetlerin payının yüksek olduğu işletmelerde,

endirekt maliyetlerin birim bazda oluşmadığı işletmelerde ve ürün çeşitliliğinin fazla olduğu işletmelerde önemli yararlar sağladığı gözlenmiştir (Öker, 2002).

FTM'de Kullanılan Temel Kavramlar

Kaynak: Bir faaliyetin gerçekleştirilmesi için başvurulan ya da yönetilen ekonomik unsurlardır. Hammadde, işgücü, enerji, işletmedeki duran varlıkların amortismanları kaynaklara örnek olarak verilebilir. Genel olarak bir işletmedeki kaynaklar direkt işçilik (Dİ) maliyetleri, direkt ilk madde ve malzeme (DİMM) maliyetleri, üretime ilişkin endirekt maliyetler ve üretim dışındaki maliyetleri kapsar (Arzova, 2002).

Faaliyet: Bir işlevi yerine getirebilmek için yapılan işlemler bütünü olarak tanımlanabilir. İşlemler ise bir amaç birliği olmaksızın bağımsız olarak yapılan detay çalışmaları olarak tanımlanabilir (Öker, 2002). FTM sistemlerinde ürünler faaliyetlerin gerçekleşmesi sonuncunda meydana gelirler. Faaliyetler birçok alt faaliyetlere ayrılırlar. Faaliyet tabanlı malliyetleme sistemi uygulanmadan önce bütün işletme faaliyetleri gruplara ayrılmalı ve tek tek tanımlanmalıdırlar. Bu amaçla en çok kullanılan yöntem süreç akış şemasıdır.

Maliyet Havuzu: Faaliyetler tarafından tüketilen kaynakların toplam tutarının hesaplanıp belirlenmesi işlemine maliyet havuzu oluşturma denir. Bu işlemden sonra belirlenen faaliyetlerle maliyetler tek tek ilişkilendirilirler. Bu işlemin kolay bir şekilde yapılabilmesi için öncelikle maliyetler ana faaliyetlere dağıtılırlar, daha sonra ise bu ana faaliyetlerin alt faaliyetlerine dağıtım yapılır.

Maliyet Etkeni: Maliyet etkeni, maliyet ile sonuçlanan bir faaliyetin karakteristiği olarak tanımlanabilir. Makine ile alakalı faaliyetlerde "makine saati" veya kalite onayıyla ilgili faaliyetlerde "yapılan işlem sayısı" gibi maliyet etkenleri tanımlanabilir (Altunay, 2007). Maliyet etkeni maliyet ile faaliyet arasındaki sebep sonuç ilişkisini temsil eder.

3. KİMYA ENDÜSTRİSİNDE BİR FTM UYGULAMASI

Bu çalışmada kimya sektöründe iç pazar ve dış pazarda uzun yıllardır faaliyet gösteren bir işletme ele alınmıştır. Ele alınan işletmede üretim, satış sevkiyat, depolama, kalite kontrol ve üretim proses iyileştirme süreçleri bulunmaktadır.

Üretim Süreci: Üretim planı, reaktör yükleme ve takip formu, hammadde kontrol formu üretim sürecinin girdilerinin belirlenmesinde, reaktör yükleme ve takip formu, üretim takip formu, üretim takip grafiği, solvent yükleme formu, dolum planı, dolum süresi ve elek takibi formu, müdahale kaydı, tolerans dışı verilen solvent kaydı formu, doldurulmuş ürün, şahit numune miktarı ve reaktöre katı anlık durum formu sürecin çıktılarının belirlenmesinde kullanılmaktadır. Süreç için gerekli olan kaynaklar yazılım sistemi, deneyimli üretim personeli, üretim makine ve ekipmanları (reaktör, blender, filtre vb.), laboratuvar gereçleri (beher, solüsyon, vb.) ve koruyucu ekipmanlar (eldiven, önlük, maske vb.) olarak belirlenmiştir.

Kalite Kontrol Süreci: Satın alma süreci, üretim süreci, sevkiyat süreci ve depolama süreci ile ilişkili olan kalite kontrol sürecinin girdileri; hammadde ve hammadde analiz sertifikası, ürün, analiz testleri talep formu ve acil numune analiz takip formu olarak belirlenmiştir. Sürecin çıktıları; üretimde kullanılabilecek hammadde, uygunsuz hammadde takip formu, tedarikçi uygunsuzluk ve düzeltici-önleyici faaliyet formları, ürün analiz sertifikası, analiz raporları takip listesi ve uygunsuz ürün takip listesi olarak belirlenmiştir. Süreç için gerekli olan kaynaklar yazılım ve deneyimli laboratuvar elemanlarıdır.

Depolama Süreci: Satınalma, üretim, sevkiyat ve kalite kontrol süreçleriyle ilişkili olan depolama sürecinin girdileri; hammadde, ürün, irsaliye ve faturalar ve hammadde için analiz sertifikaları olarak belirlenirken sürece ait çıktılar depolanmış hammadde, ürün ve bunlara ait sistem giriş-çıkış kayıtlarıdır. Süreçte yazılım, uygun depolama alanı, depolamaya yardımcı malzemeler (palet, çember vb.) ve istifleme ekipmanları (Forklift, transpalet vb) kaynak olarak kullanılmaktadır.

Sevkiyat Süreci: Süreç girdileri; ürün stok listesi, sevk emri, günlük sevkiyat listesi ve ihracat bilgi formundan oluşurken süreç çıktıları; sevk edilmiş ürün miktarı, sevkiyat süreleri takip formu, irsaliye, araç talimat formları ve araç kontrol listesinden oluşmaktadır. Sürecin kullandığı kaynaklar yazılım, yükleme ekipmanları (transpalet, forklift vb.) ve zorunlu atık sigortasıdır.

İşletmede üretilen kimyasal maddeler, içerdikleri hammadde oranlarına göre sınıflandırıldığından yaklaşık 40 adet ürün üretilmektedir. Bu çalışma kapsamında toplam cironun % 40'ını oluşturduğundan kritik öneme sahip üç ürün ele alınmıştır. Bu ürünler çalışmada A1 (uzun yağlı, soya yağı bazlı, hava kurumalı alkid reçine), A2 (kısa yağlı, fenolik reçine modifiyeli alkid reçine) ve A3 (orta yağlı, bitkisel yağ asidi bazlı, yüksek stiren modifiyeli alkid reçine) olarak adlandırılmıştır.

Faaliyet Merkezlerinin Belirlenmesi

İşletme faaliyetleri Tablo 1'de gösterildiği üzere, İşçilik Faaliyet Merkezi, Makine Faaliyet Merkezi, Kalite Kontrol Faaliyet Merkezi, Depolama Faaliyet Merkezi ve Genel Fabrika Faaliyet Merkezi olarak beş faaliyet merkezi altında gruplandırılmıştır.

Tablo 1 Faaliyet Merkezleri ve Faaliyetler

Faaliyet Merkezleri	**Faaliyetler**		
İşçilik	Direkt İşçilik Faaliyetleri		
Makine	Makine Faaliyetleri	Bakım Faaliyetleri	Hazırlık Faaliyetleri
Kalite Kontrol	Kalite Kontrol Faaliyetleri		
Nakliye	Taşıma Faaliyetleri	Depolama Faaliyetleri	
Genel Fabrika	Yemek Faaliyetleri	Denetim Faaliyetleri	Temizlik Faaliyetleri

Maliyetlerin Belirlenmesi

FTM sisteminde işletmenin maliyetini faaliyetler oluşturduğundan, işletmedeki faaliyetlerin tükettiği kaynaklar maliyet kalemlerini oluştururlar. İşletmedeki giderler Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2 Maliyetler

Maliyet Kalemi	**Tutarı**	**Maliyet Kalemi**	**Tutarı**
Direkt İşçilik Giderleri	101.537,5 TL	Nakliye gideri	81.850,50
Direkt İşçilik Fazla Mesai Giderleri	3.837,5 TL	Diğer Genel Üretim Giderleri	150.890 TL
Elektrik Gideri	20.614,14 TL	Yemek giderleri	12.632,54 TL
Hammadde Gideri	1.986.109 TL	Yakıt giderleri:	7.853,45 TL
Yakıt Giderleri	89.703,95 TL	Temizlik giderleri:	2.501,96 TL
Doğal Gaz Gideri	60.089,15 TL	Kırtasiye giderleri:	1.242,13 TL
Su gideri:	34.033,27 TL	Haberleşme giderleri:	2.818,93 TL

Maliyet Havuzlarının Oluşturulması ve Maliyet Yükleme Oranlarının Hesaplanması

Maliyet havuzları ürünlere maliyetlerin eklenebilmesi için faaliyet merkezlerinin maliyetleri ile oluşturulacaktır. Oluşturulan maliyet havuzları; İşçilik Maliyet Havuzu, Makine Maliyet Havuzu, Kalite Kontrol Maliyet Havuzu, Depolama Maliyet Havuzu ve Genel Fabrika Maliyet Havuzudur. Maliyet havuzlarının yükleme oranlarının (MHYO) belirlenmesinde Eşitlik 1, mamule yüklenen maliyetin belirlenmesinde Eşitlik 2 kullanılmaktadır:

MHYO= Toplam Maliyet Havuzu Maliyeti/Maliyet Etkeni Miktarı (1)

Mamule maliyet havuzundan yüklenen maliyet = MHYO x Maliyet etkeni kullanım miktarı (2)

İşçilik Maliyet Havuzu

İşçilik maliyet havuzunda yükleme anahtarı olarak Eşitlik 1 yardımıyla hesaplanan direk işçilik saati kullanılmaktadır. İşletmede toplam direkt işçilik gideri; 105.375 TL, çalışılan toplam işçilik saati ise 7.526 saattir. İşçilik maliyet havuzunda yükleme oranı=105.375/7.526=14 TL/DİS olarak hesaplanmıştır.

Makine Maliyet Havuzu

Makineler üretim için işletmedeki toplam elektrik tüketiminin %90'ını kullanmaktadırlar. Makineler için düzenli bakım yapılmadığından bakım maliyetleri diğer genel üretim giderleri içerisinde yer almaktadır. Bu nedenle makine maliyet havuzunun toplam maliyeti 20.614,14x0,90= 18.552,7 TL'dir. Makine saati başına toplam maliyet makine maliyet havuzunun toplam maliyetinin çalışılan makine saatine bölünmesiyle ortaya çıkacaktır. Çalışılan makine saati 1.530 saattir. Makine saati başına maliyet ise; 18.552 ,7/ 1.530 =12,1 TL/makine saatidir.

Kalite Kontrol Maliyet Havuzu

Ürünlerin kalite kontrol maliyetleri bu havuzu oluşturmaktadır. Kalite kontrol için harcanan toplam süre, 720 saattir. Kalite kontrol maliyet havuzu için harcanan işçilik süresi maliyet etkeni olarak seçilmiştir. Toplam kalite kontrol havuzunun maliyeti işçilik saati başına yükleme oranı ile çarpılarak hesaplanır. Kalite kontrol bölümünde toplamda 3 işçi çalışmaktadır. Bunun dışındaki maliyetler genel fabrika giderleri arasındadır. Kalite kontrol maliyet havuzu yükleme oranı 14 TL / işçilik saatidir. Toplam kalite kontrol maliyeti 720*14=10.080 TL olarak hesaplanır.

Nakliye Maliyet Havuzu

Fabrika, depo için ayrı bir ücret ödememektedir. Ürünlerin depolaması yoktur. İşlemden çıkan ürünler ya tankerlere yüklenip nakliye edilmekte veyahut varillere yüklenip müşterilere gönderilmektedir. İşletme anlaşmalı olduğu nakliye şirketleri ile nakliyatını gerçekleştirmekte ya da kendi tankerlerini kullanmaktadır. İşletmenin kullandığı tankerlerin yakıt giderleri genel fabrika maliyet havuzunda gösterilecektir. Nakliye firmalarına yaptığı ödemeler ürünlerin taşıma maliyetlerini oluşturmaktadır. Bu giderin toplamı ise depolama maliyet havuzunun giderini vermektedir. Toplam nakliye maliyet havuzu maliyeti 81.850,50 TL'dir. Nakliye maliyet havuzu ürünlerin nakliyesi ile ilgili olduğundan nakliye edilen ürün miktarı maliyet etkeni olarak seçilmiştir. Toplamda 1.868.089 kg ürün nakliyesi yapılmaktadır. Nakliye maliyet havuzu yükleme oranı=81.850,50/1.868.089=0,0438 Tl/kg'dır.

Genel Fabrika Maliyet Havuzu

Bu maliyet havuzunun diğer maliyet havuzlarına girmeyen genel üretim maliyetleridir. Endirekt işçilik giderleri, doğal gaz gideri, yemek giderleri, su gideri, temizlik giderleri gibi giderler dahil edilecektir. Bu giderler:

Tablo 3. Genel Fabrika Maliyetleri

Maliyet Kalemi	**Tutarı**	**Maliyet Kalemi**	**Tutarı**
Yemek giderleri	12.632,54 TL	Haberleşme giderleri:	2.818,93 TL
Su gideri:	34.033,27 TL	Elektrik giderleri(toplamın %10):	2.061,414 TL
Yakıt giderleri:	7.853,45 TL	Doğalgaz giderleri:	60.089,15 TL
Temizlik giderleri:	2.501,96 TL	Diğer Genel Üretim Giderleri	150.890 TL
Kırtasiye giderleri:	1.242,13 TL	Toplam Genel Üretim Giderleri	274.122,844 TL

Genel maliyet etkeni olarak ürün miktarları seçilmiştir. Genel fabrika maliyet havuzu yükleme oranı=274.122,844 / 1.868.089 = 0,15 Tl/kg'dır.

Seçilen Ürünlere Maliyetlerin Yüklenmesi

Ürünlerin birim maliyetinin bulunabilmesi için hesaplanan aydaki ürünün toplam üretim süresinin bilinmesi gerekir. Bu süreler fabrika kayıtlarında mevcuttur. Daha sonra izlenecek adım ise maliyet havuzlarında bulunan maliyet etkenlerinin ne kadar kullanıldığı hesaplanarak ürünün maliyetine

eklenmesi; en son olarak ise ürün için harcanan hammaddenin maliyetinin ürüne eklenmesidir. Üretilen ütün için toplam maliyet hesaplandıktan sonra birim litrenin maliyeti toplam maliyetin toplam üretilen kilograma bölünerek hesaplanacaktır. Toplam üretilen kilogram 1.868.089 kgdır.

A1 (Uzun Yağlı, Soya Yağı Bazlı, Hava Kurumalı Alkid Reçine)

Bu ürün için harcanan toplam süre 1.430,65 direkt işçilik saatidir. Üretilen kilogram ise 355.114 kgdır. Toplan harcanan makine saati 79,44 saattir. Kalite kontrol için harcanan süre ise 64,15 saattir.

Tablo 4. A1 ürününe ait maliyetler

	Hesaplanışı	**Tutar**
İşçilik maliyet havuzundaki payı	1.430,65*14	20.029,15 TL
Makine maliyet havuzundaki payı	79,44*12,1	961,224 TL
Kalite kontrol maliyet havuzundaki payı	64,15*14	898,2 TL
Nakliye maliyet havuzundaki payı	355.114*0,0438	53.237,1 TL
Genel fabrika maliyet havuzundaki payı	355.114*0,15	23.425,83 TL
Hammadde maliyeti		1.106.212,00 TL
Toplam maliyet		1.204.763,504 TL
Birim maliyet	1.204.763,504/355.114	3,39 TL/kg
Birim satış fiyatı		3,43 TL/kg
Birim satış karı	3,43-3,39	0,04 TL/kg (%1,17)

A2 (Kısa Yağlı, Fenolik Reçine Modifiyeli Alkid Reçine)

Bu ürün için harcanan toplam süre 811,23 direkt işçilik saatidir. Üretilen kg ise 214.462 kgdır. Toplam harcanan makine saati 64,54 saate eşittir. Kalite kontrol için harcanan süre ise 36,37 saattir.

Tablo 5. A2 ürününe ait maliyetler

	Hesaplanışı	**Tutar**
İşçilik maliyet havuzundaki payı	811,23*14	11.357,22 TL
Makine maliyet havuzundaki payı	64,54*12,1	780,934 TL
Kalite kontrol maliyet havuzundaki payı	36,37*14	509,18 TL
Nakliye maliyet havuzundaki payı	214.462*0,0438	9.393,43TL
Genel fabrika maliyet havuzundaki payı	214.462*0,15	32.169,3 TL

Hammadde maliyeti		692.747,00 TL
Toplam maliyet		746.957,06 TL
Birim maliyet	746.957,06/214.462	3,48 TL/kg
Birim satış fiyatı		3,50 TL/kg
Birim satış karı	3,50-3,48	0,02 Tl/kg (%0.5)

A3 (Orta Yağlı, Bitkisel Yağ Asidi Bazlı, Yüksek Stiren Modifiyeli Alkid Reçine)

Bu ürün için harcanan toplam süre 233,6 direkt işçilik saatidir. Üretilen kg ise 57.982 kgdır. Toplan harcanan makine saati 41,37 saate eşittir. Kalite kontrol için harcanan süre 10,5 saattir.

Tablo 6. A3 ürününe ait maliyetler

	Hesaplanışı	**Tutar**
İşçilik maliyet havuzundaki payı	233,6*14	3270,4 TL
Makine maliyet havuzundaki payı	41,37*12,1	500,577 TL
Kalite kontrol maliyet havuzundaki payı	10,5*14	146,66 TL
Nakliye maliyet havuzundaki payı	57.982*0,0438	2.539,6162 TL
Genel fabrika maliyet havuzundaki payı	57.982*0,15	8.697,3 TL
Hammadde maliyeti		187.150,00 TL
Toplam maliyet		202.304,55 TL
Birim maliyet	202.304,55/57.982	3,49 TL/kg
Birim satış fiyatı		4,33 TL/kg
Birim satış karı		0,84 TL/kg (%19,4)

Fabrikanın cirosunun %40'ını oluşturan üç ürün grubu ele alınıp bu üç ürün grubunun FTM uygulanarak birim maliyetleri hesaplandığında cirosu en büyük olan ürün grubu A1'in sadece %1 lik ikinci ürün grubu A2'nin sadece %0,5'lik kar marjı ile satıldığı görülmüştür. Bu üç ürün grubu içerisinde üretim hacmi en düşük olan A3 ürün grubunun ise %19 gibi yüksek bir kar marjı ile satıldığı sonucuna ulaşılmıştır. Yapılan analiz sonucunda fabrikanın fiyat belirleme politikasını acilen gözden geçirmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bu üç ürün grubu içerisinde karlılığını sağlayan A3 ürün grubunun üretimine ağırlık verilmeli, A1 ve A2 ürün grupları için yeniden fiyat belirleme yoluyla kar marjları kabul edilebilir seviyeye çekilmelidir.

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada kimya sektöründe faliyet gösteren bir fabrikada seçilen 3 ürün için faaliyet tabanlı maliyetleme uygulaması yapılmıştır. Çalışma üreticinin fiyat belirleme politikasında kullanmış olduğu geleneksel maliyetleme modellerinin üreticiyi yanlış yönlendirmiş olduğunu ortaya çıkarmıştır. Teknolojisi yüksek olan işçilik maliyetlerinin toplam maliyetler içerisindeki payının nispeten düşük olduğu üretim sistemlerinde faaliyet tabanlı maliyetlemenin genel üretim giderlerinin mamullere yüklenmesinde daha gerçekçi sonuçlar ortaya çıkardığı görülmüştür. Gelecek çalışmalar için fabrika özelinde aynı şekilde diğer ürünlerin üretim miktarları ve üretim saatleri gözönünde bulundurularak faaliyet tabanlı maliyetleme modelinin uygulanmasına karar verilmiştir.

KAYNAKÇA

Acar, D., Papatya, N. (1997). "Tam Zamanında Üretim Uygulamalarında Faaliyet Tabanlı Maliyet Sisteminin Yararlı Hale Getirilmesi. SDÜ. İİBF. Dergisi , 167.

Akdoğan, N. (1994). Tek Düzen Muhasebe Sisteminde Maliyet Muhasebesi. Ankakara: İ.S.M.M. Odası Yayınları.

Arzova, S. B. (2002). Faaliyet Tabanlı Maliyet Yönetimi. İstanbul: Türkmen Kitabevi.

Çakır, M. E. (2002). Genel Üretim Giderlerinin Faaliyete Dayalı Maliyet Yöntemine Göre Dağılımı ve Muhasebeleştirilmesinde 8 Nolu Ana Hesap Grubunun Kullanımı. Uludağ Üniv., İİBF Dergisi , 1:239.

Emblemsvåg, J., Bras, B. (2001). Activity-Based Cost and Environmental Management. Kluwer Academic.

Grasso, L. P. (2005) Are ABC and RCA Accounting Systems Compatible with Lean Management?, Management Accounting Quarterly 7(1):12–27.

Hacıoğlu, P. D., Şakrar, D. D. (2005). Maliyet Muhasebesinde Güncel Yaklaşımlar. Türkmen Kitabevi. İstanbul.

Kaplan, R., & Cooper, R. (1988). Measure Costs Right; Make the Right Decision. Harvard Business Review, 96-102.

Karaman, D. (2010). Faaliyet Tabanlı Maliyetleme Sistemi Ve Bir Mermer İşletmesinde Uygulama Örneği.Yüksek Lisans Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta.

Krishnan, A. (2007). Activity Based Costing In Higher Learning Institution: A Local Case Study. Contemporary Management Journal. 2(2):75.

Öker, F. (2002). Değişen Üretim Koşullarının İşletmelerin Maliyet Yapılarına ve Faaliyet Tabanlı Maliyetleme Uygulamalarına Etkisi. Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi, C:4 , 3.

Wegmann, G. (2008). The Activity Based Costing Method: Development and Applications. The IUP Journal of Accounting Research and Audit Practices, 8(1), 7-22.

A GREY GROUP DECISION-MAKING MODEL TO SOLVE SUPPLIER SELECTION PROBLEM FOR A TEXTILE COMPANY

Alptekin Ulutaş
Cumhuriyet University

ABSTRACT

Supplier selection is important for companies as it helps companies to achieve their strategic goals. There are many qualitative and quantitative criteria considered in selecting of the best suppliers. Additionally, these criteria may include vague data. This study proposes a grey integrated model including grey analytic hierarchy process (Grey AHP) and grey complex proportional assessment (COPRAS-G) to handle vague data in solving supplier selection problem for a textile company. Supplier selection problem in this paper is solved by using three phases, which are the identification of criteria, obtaining the weights of criteria and selection of the best suppliers. In the first phase, supplier selection criteria are identified by using a group heuristic approach with respect to preferences of a committee including three managers of the textile company. In the second phase, Grey AHP is applied for obtaining the weights of identified criteria. In the final phase, these weights are inserted into COPRAS-G to evaluate the performance of suppliers to select the best suppliers. The contribution of this study is twofold: (1) it is the first time that Grey AHP and COPRAS-G are integrated together to solve supplier selection problem; and (2) case study is used to demonstrate applicability and feasibility for real-world supplier selection problem.

Key Words: COPRAS-G, Grey AHP, Supplier Selection

1. INTRODUCTION

Supplier selection is one of the most critical activities of purchasing departments. This activity reduces the cost of raw materials and component parts constituting up to 70% of product cost and improves the competitiveness of companies (Ghobadian et al., 1993; Mukherjee and Kar, 2013). Thus, companies should consider supplier selection as a strategic process to manage supply chain effectively. The performance of suppliers is evaluated based on various criteria in the supplier selection process; thus, supplier selection is one of multi criteria decision making (MCDM) problems affected by qualitative and quantitative criteria.

Even though there are many crisp models, which involve mathematical models and statistical models, proposed to solve supplier selection problem in literature, criteria considered in solving supplier selection problem are uncertain for real life situations. Thus, crisp models are not sufficient to measure uncertainty in the evaluation of supplier performance and the identification of importance of the criteria. However, fuzzy, grey and stochastic methods can enable decision makers to handle uncertainty in solving supplier selection problem. Therefore, this study integrates grey analytic hierarchy process (Grey AHP) and grey complex proportional assessment (COPRAS-G) (Zavadskas et al., 2008) to handle uncertainty in solving this problem.

The rest of paper is organised as follows. Section 2 presents a brief literature review related to approaches used in solving supplier selection problem. Section 3 explains steps of Grey AHP and COPRAS-G. Section 4 indicates application of this model to demonstrate applicability of model for a textile company. Section 5 provides a brief conclusion and suggests some opportunities for future research.

2. LITERATURE REVIEW

In literature, many MCDM methods utilising fuzzy numerical values were proposed to deal with the uncertainty in solving supplier selection problem. For example, Kahraman et al. (2003) and Kilincci and Onal (2011) both proposed fuzzy analytic hierarchy process (fuzzy AHP) to handle uncertainty to solve supplier selection for Turkish white goods manufacturer. Other studies used different combination fuzzy logic types, which include fuzzy preference relations and basic fuzzy logic, and AHP to address inconsistency of human assessment (Chamodrakas et al., 2010; Labib, 2011;Chen and Chao, 2012).

Some authors combined fuzzy AHP and other methods to solve supplier selection problem. For instance, Zeydan et al. (2011) integrated fuzzy AHP, fuzzy technique for order preference by similarity to an ideal solution (TOPSIS) and Data Envelopment Analysis (DEA) to consider both qualitative and quantitative data in evaluating the performance of suppliers for selecting the best supplier. Additionally, Punniyamoorthy et al. (2011) combined fuzzy AHP and structural equation modelling to identify the relationship between supplier selection criteria to solve supplier selection problem for Indian manufacturing company. Moreover, Ulutas et al. (2016) proposed fuzzy AHP, fuzzy complex proportional assessment and fuzzy linear programming to consider qualitative and quantitative data in solving supplier selection problem.

There are few studies considering different types of data (grey data) with AHP to deal with the uncertainty in solving supplier selection problem. Yang and Chen (2006) and Pitchipoo et al. (2012) combined grey relational analysis (GRA) and AHP to address uncertainty in selecting the best supplier. In literature, there are few studies combined grey data and AHP but there is not any studies integrating Grey AHP and COPRAS-G. Therefore, this paper proposes a new grey integrated model to solve supplier selection problem. Additionally, applicability and feasibility of the proposed model is demonstrated by using case study and sensitivity analysis. The next section illustrates the proposed model used in this paper.

3. METHODOLOGY

The proposed model includes two methods, which are Grey AHP and COPRAS-G. Subsections explain each method.

3.1. Grey AHP

Grey AHP is used to compare supplier selection criteria to obtain the weights of these criteria. The steps of Grey AHP are explained in detail below:

Step 1.1: Decision makers express their preferences by using linguistic weights and these weights are firstly converted into grey numbers using Table 1 to construct grey pairwise comparison matrix ($\otimes A$).

$$\otimes A = \left(\otimes a_{ij}\right)_{n\times n} \tag{1}$$

where

$$\otimes a_{ij} = \left[\underline{a_{ij}}, \overline{a_{ij}}\right] \text{ and } a_{ij}^{-1} = \left[\frac{1}{\overline{a_{ij}}}, \frac{1}{\underline{a_{ij}}}\right] \qquad i,j = 1,\dots n; i \neq j \tag{2}$$

and $\underline{a_{ij}}$ and $\overline{a_{ij}}$ are the lowest and highest values of a_{ij} respectively.

Table 1: Linguistic Weights and Grey Numbers

Linguistic Weights	Grey Numbers	Grey Reciprocal Numbers
Extremely Important	[1,1]	[1,1]
Very Important	[1,3]	[1/3,1]
Important	[3,5]	[1/5,1/3]
Moderately Important	[5,7]	[1/7,1/5]
Equally Important	[7,9]	[1/9,1/7]

After constructing grey pairwise comparison matrix ($\otimes A$), consistency of this matrix should be checked. First of all, each pairwise comparison in grey pairwise comparison matrix($\otimes A$) should be converted into a crisp decision matrix (A) using equation 3.

$$a_{ij} = \frac{1}{2} \times \left(\underline{a_{ij}} + \overline{a_{ij}}\right) \tag{3}$$

Then, consistency index (CI) and consistency ratio (CR) can be calculated by using equation 4 and 5 (Saaty, 1980).

$$CI = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n-1)} \tag{4}$$

$$CR = (CI - RI(n)) \tag{5}$$

λ_{max} is the largest eigenvalue of A and $RI(n)$is random index based on n (Golden et al., 1989). In this study, $RI(n)$is 1.51 as 10 criteria are considered to solve supplier selection problem. If CR of $\otimes A$ is less than 0.1, we can continue with Step 1.2.

Step 1.2: Each row of grey pairwise comparison matrix ($\otimes A$) is summed by using equation 6.

$$\otimes RS_i = \sum_{j=1}^{n} \left[\underline{a_{ij}}, \overline{a_{ij}}\right] \tag{6}$$

Step 1.3: After calculating of row sums ($\otimes RS_i$), row sums ($\otimes RS_i$) can be normalised by using equations 8 and 9 to obtain the weights of criteria($\otimes w_i$) in equation 10.

$$\otimes RS_i = \left[\underline{RS_i}, \overline{RS_i}\right] \tag{7}$$

$$\underline{RS_i^*} = \left[\frac{2 \times \underline{RS_i}}{\sum_{i=1}^{n} \underline{RS_i} + \sum_{i=1}^{n} \overline{RS_i}}\right] \tag{8}$$

$$\overline{RS_i^*} = \left[\frac{2 \times \overline{RS_i}}{\sum_{i=1}^{n} \underline{RS_i} + \sum_{i=1}^{n} \overline{RS_i}}\right] \tag{9}$$

$$\otimes w_i = \left[\underline{RS_i^*}, \overline{RS_i^*}\right] \tag{10}$$

3.2. COPRAS-G

After obtaining the weights of criteria ($\otimes w_i$), the performance of each supplier can be evaluated in COPRAS-G.

Step 2.1: Linguistic scores of decision makers about supplier performance are converted into grey numbers using Table 2 to construct grey decision matrix ($\otimes X$).

$$\otimes X = (\otimes x_{si})_{t \times n}, \quad i = 1, \dots n, \quad s = 1, \dots t \tag{11}$$

Table 2: Linguistic Weights and Grey Numbers

Linguistic Weights	Grey Numbers
Very Low	[1,3]
Low	[3,5]
Medium	[5,7]
High	[7,9]
Very High	[9,10]

Step 2.2: Then, grey decision matrix is normalised by equation 12 and 13.

$$\underline{x_{si}^*} = \left[\frac{2 \times \underline{x_{si}}}{\sum_{s=1}^{t} \underline{x_{si}} + \sum_{s=1}^{t} \overline{x_{si}}}\right] \quad i = 1, \dots n, \quad s = 1, \dots t \tag{12}$$

$$\overline{x_{si}^*} = \left[\frac{2 \times \overline{x_{si}}}{\sum_{s=1}^{t} \underline{x_{si}} + \sum_{s=1}^{t} \overline{x_{si}}}\right] \quad i = 1, \dots n, \quad s = 1, \dots t \tag{13}$$

$$\otimes x_{si}^{*} = \left[\underline{x_{si}^{*}}, \overline{x_{si}^{*}}\right] \qquad i = 1, \dots n, \quad s = 1, \dots t \qquad (14)$$

Step 2.3: After normalisation of grey decision matrix, obtained weights in Grey AHP are multiplied with each elements in the normalised decision matrix to construct weighted normalised grey decision matrix ($\otimes \hat{X}$).

$$\otimes \hat{X} = [\otimes \hat{x}_{si}]_{t\times n} = \otimes x_{si}^{*} \times \otimes w_i \qquad i = 1, \dots n, \quad s = 1, \dots t \qquad (15)$$

Step 2.4: Sums of values assigned to beneficial (P_s) and non-beneficial criteria (R_s) for each supplier are calculated by using equations 16 and 17.

$$P_s = \frac{1}{2} \times \sum_{i=1}^{o} \left(\underline{\hat{x}_{si}} + \overline{\hat{x}_{si}}\right) \qquad i = 1, \dots n, \quad s = 1, \dots t \qquad (16)$$

$$R_s = \frac{1}{2} \times \sum_{i=o+1}^{n} \left(\underline{\hat{x}_{si}} + \overline{\hat{x}_{si}}\right) \qquad i = 1, \dots n, \quad s = 1, \dots t \qquad (17)$$

Step 2.5: The relative significance (Q_s) of each supplier can be calculated as follows:

$$Q_s = P_s + \frac{\sum_{s=1}^{t} R_s}{R_s \times (\sum_{s=1}^{t} \frac{1}{R_s})}, \qquad s = 1, \dots t \qquad (18)$$

Step 2.6: The final score (N_s) of each supplier can be calculated using the following equation:

$$N_s = \left(\frac{Q_s}{Q_{max}}\right), \qquad s = 1, \dots t \qquad (19)$$

4. APPLICATION OF THE PROPOSED MODEL

The proposed model was applied to managers of Company T, which is a shirt manufacturer in Turkey. First, a simple heuristic approach was used to identify supplier selection criteria. In this approach, 15 criteria were asked to a manager committee including purchase manager, quality control manager and planning manager to identify criteria, which are used in solving supplier selection problem. Each manager assigned 1(accepted) or 0(non-accepted) to each criterion. Criteria, which got 3 points in total, were selected to use in solving supplier selection problem. However, criteria, which got 2 points in total, were asked to the manager committee again. If these criteria got 3 point in total in second discussion, these criteria were also selected to use in solving supplier selection problem. Therefore, 10 criteria were identified as supplier selection criteria and these criteria as follows:

C1: Product Quality
C2: Delivery Performance
C3: Financial Strength
C4: Technological Capability
C5: Warranties and Claim Policies
C6: Time Flexibility
C7: Technical Assistance
C8: Compliance with Committed Quantity
C9: Bad Reputation
C10: Purchasing Cost

First, these criteria were compared by committee members to establish relative importance of each criterion. Grey AHP was used to identify weights of supplier selection criteria. The resulting weights of criteria for each manager are indicated in Table 3.

Table 3: The Weights of Supplier Selection Criteria

Managers / Criteria	Purchase Manager	Quality Control Manager	Planning Manager
C1	[0.089,0.162]	[0.090,0.180]	[0.089,0.194]
C2	[0.069,0.118]	[0.075,0.150]	[0.068,0.144]
C3	[0.068,0.142]	[0.059,0.085]	[0.058,0.084]
C4	[0.062,0.123]	[0.058,0.110]	[0.063,0.114]
C5	[0.058,0.113]	[0.069,0.100]	[0.058,0.084]
C6	[0.053,0.098]	[0.059,0.085]	[0.058,0.099]
C7	[0.038,0.083]	[0.049,0.085]	[0.053,0.084]
C8	[0.052,0.082]	[0.063,0.084]	[0.063,0.083]
C9	[0.028,0.068]	[0.029,0.070]	[0.028,0.069]
C10	[0.192,0.295]	[0.195,0.300]	[0.194,0.299]
CI< 0.1	0.098	0.077	0.086

These weights were inserted into COPRAS-G in the evaluation of supplier performance. Final scores of suppliers are indicated in Table 4.

Table 4: Final Scores of Suppliers

Managers / Suppliers	Purchase Manager	Quality Control Manager	Planning Manager	Arithmetic Mean
Supplier 1	0.975	1	0.997	0.990
Supplier 2	0.949	0.869	0.947	0.921
Supplier 3	0.967	0.761	0.847	0.858
Supplier 4	0.882	0.893	0.894	0.889
Supplier 5	0.836	0.757	0.801	0.798
Supplier 6	1	0.980	1	0.993
Supplier 7	0.829	0.811	0.748	0.796
Supplier 8	0.975	0.960	0.967	0.968

The order of preference for suppliers with respect to arithmetic mean is Supplier 6> Supplier 1> Supplier 8 > Supplier 2 > Supplier 4 > Supplier 3 > Supplier 5 > Supplier 7. Participated managers of company selected first four suppliers (Supplier 6, Supplier 1, Supplier 8 and Supplier 2). Two questions were asked to participated managers of company and these questions are given as follows:

1-) To what extend do you believe that these results are feasible for practice? (Please give score between 1 and 5).

2-) To what extend do you believe that this proposed model is applicable for practice? (Please give score between 1 and 5).

Average scores for question 1 and 2 given by participated managers are 3.67 and 4.33 respectively. It can be said that the proposed model is both feasible and applicable for practice with respect to these scores.

5. CONCLUSION

Supplier selection is a significant activity to reduce the cost of raw materials and components and increase competitive attitude of the companies in market. Supplier selection is a MCDM problem as decision makers consider various criteria in the selection of suppliers. These criteria are uncertain for real cases. This paper proposed a grey integrated model including Grey AHP and COPRAS-G to address uncertainty in solving supplier selection problem. The results show that the proposed model has capacity to handle vague data to solve supplier selection problem. Additionally, results demonstrate that the proposed model is both feasible and applicable for practice.

The contribution of this paper is twofold: (1) it is the first time that Grey AHP and COPRAS-G were used together to solve supplier selection problem; and (2) applicability and feasibility of the proposed model have been indicated in section 4. Future research may improve this model to take into account grey quantitative data and order allocation for dealing with supplier selection issue. Additionally, the proposed model can be used to solve other MCDM problems including partner selection, third party logistics service selection and material selection.

REFERENCES

Chamodrakas, I., Batis, D. & Martakos, D. 2010. Supplier selection in electronic marketplaces using satisficing and fuzzy AHP. *Expert Systems with Applications,* 37**,** 490-498.

Chen, Y. H. & Chao, R. J. 2012. Supplier selection using consistent fuzzy preference relations. *Expert Systems with Applications,* 39**,** 3233-3240.

Ghobadian, A., Stainer, A. & Kiss, T. 1993. A computerized vendor rating system. Proceedings of the first international symposium on logistics, 1993. The University of Nottingham Nottingham, UK, 321-328.

Golden, B. L., Wasil, E. A. & Harker, P. T. 1989. The analytic hierarchy process: applications and studies, Springer Verlag, Berlin.

Kahraman, C., Cebeci, U. & Ulukan, Z. 2003. Multi-criteria supplier selection using fuzzy AHP. *Logistics Information Management,* 16**,** 382-394.

Kilincci, O. & Onal, S. A. 2011. Fuzzy AHP approach for supplier selection in a washing machine company. *Expert Systems with Applications,* 38**,** 9656-9664.

Labib, A. W. 2011. A supplier selection model: a comparison of fuzzy logic and the analytic hierarchy process. *International Journal of Production Research,* 49**,** 6287-6299.

Mukherjee, S. & Kar, S. 2013. A three phase supplier selection method based on fuzzy preference degree. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences,* 25**,** 173-185.

Saaly, T. L. 1980. The Analytic Hierarchy Process. McGraw Hill, New York, NY

Pitchipoo, P., Venkumar, P. & Rajakarunakaran, S. 2012. A distinct decision model for the evaluation and selection of a supplier for a chemical processing industry. *International Journal of Production Research,* 50**,** 4635-4648.

Punniyamoorthy, M., Mathiyalagan, P. & Parthiban, P. 2011. A strategic model using structural equation modeling and fuzzy logic in supplier selection. *Expert Systems with Applications,* 38**,** 458-474.

Ulutas, A., Shukla, N., Kiridena, S. & Gibson, P. 2016. A utility-driven approach to supplier evaluation and selection: empirical validation of an integrated solution framework. *International Journal of Production Research,* 54**,** 1554-1567.

Yang, C. C. & Chen, B. S. 2006. Supplier selection using combined analytical hierarchy process and grey relational analysis. *Journal of Manufacturing Technology Management,* 17**,** 926-941.

Zavadskas E.K., Kaklauskas, A., Turskis, Z., Tamosaitiene, J. 2008. Selection of the effective dwelling house walls by applying attributes values determined at intervals, *Journal of Civil Engineering and Management*, 14, 85–93

Zeydan, M., Çolpan, C. & Çobanoğlu, C. 2011. A combined methodology for supplier selection and performance evaluation. *Expert Systems with Applications,* 38**,** 2741-2751.

BÜTÜNLEŞİK KALİTE FONKSİYON GÖÇERİMİ VE BULANIK REGRESYON YAKLAŞIMI: SANAL MAĞAZA TASARIMI ÖRNEĞİ

Talha Ustasüleyman
Karadeniz Teknik Üniversitesi

Pelin Çelik
Karadeniz Teknik Üniversitesi

ÖZET

Rekabetin yoğun olarak yaşandığı günümüz şartlarında müşteri ihtiyaçları, müşteri odaklı ürün tasarımında bütün sektörlerde yer alan işletmelerin karşılamaları gereken kritik faktörlerden biridir. Çoğu işletme, müşteri odaklı ürünlerinin rakiplerinden farklı olduğunu göstermek için büyük çaba harcamaktadır. Kalite Fonksiyon Göçerimi (KFG), müşterilerin isteklerine göre bir mal, süreç, hizmet, yazılım, web sayfası ve sanal mağaza (internetten alışveriş yapılan web sayfası) tasarımında etkili bir araçtır. Çalışmada öncelikle, KFG yöntemi kullanılabilmesi için müşterilerin sanal mağaza tasarımından beklentilerinin anlaşılması, müşteri isteklerinin ortaya çıkarılması ve teknik gereksinimlerin belirlenmesi için literatür araştırması yapılmıştır. Araştırma sonucunda belirlenen kriterlerin ağırlıkları, karar vericilerden anket yoluyla sağlanan bilgiler ile aldıkları puanlar doğrultusunda hesaplanıp Kalite Evi hazırlanmıştır. Sanal mağaza tasarımında olması istenen müşteri gereksinimleri ve teknik gereksinimlerin birbiriyle olan ilişkilerini değerlendirmek için Bulanık Regresyon yöntemi kullanılmıştır. Son olarak 0-1 Hedef Programlama yöntemi ile en iyi mağaza seçilmiştir. Uygulamada Türkiye'de en çok kullanılan üç sanal mağaza, Markafoni, Trendyol ve Morhipo'ya ait web siteler dikkate alınmıştır.

Anahtar Sözcükler: Bulanık Regresyon, Kalite Fonksiyon Göçerimi, Sanal Mağaza Tasarımı

INTEGRATED QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT AND FUZZY REGRESSION: AN APPLICATION OF E-STORE DESIGN

ABSTRACT

In the current highly competitive marketplace, customer demand is a major factor in the product design process. Most of the firms make an effort to indicate that their products differs from the competitors'. Quality Function Deployment (QFD) is an effective tool to develop a product, process, service, software, website and e-store design to meet customer expectations. Firstly literature is searched to understand customer and technical requirements for using QFD. Then House of Quality (HoQ) is prepared according to the surveys from decision makers. Fuzzy regression is used to evaluate the relationship between customer demands and technical requirements. Finally Zero One Goal Programming is applied to choose the best e-store. In the application of the study, Markafoni, Morhipo and Trendyol, which are mostly used e-stores in Turkey, taken in consideration.

Keywords: E-Store Design, Fuzzy Regression, Quality Function Deployment

1.GİRİŞ

Teknolojide yaşanan gelişmeler sonucunda internet kullanımı sadece dünyada değil aynı zamanda Türkiye'de de her alanda artış göstermiştir. Bu yaşanan gelişmeler sonucunda pazarlama alanında da yeni uygulamar ve alternatif yöntemler ortaya çıkmıştır. İnternet kullanımının yüksek oranda arttığı günümüz şartlarında, firmalar pazarlamalarını online mağazalar aracılığıyla gerçekleştirmeye başlamıştır. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)' nun yayınladığı verilere göre internet kullanıcılarının %33,1'i online alışverişi tercih etmektedir. Türkiye'de nüfusun %55,9'u internet kullanıcısı olduğu gözönünde bulundurulduğunda online alışverişin çok önemli olduğu açıkça görülmektedir.

Online alışverişin çok revaçta olduğu bu dönemde, iyi bir online alışveriş ve pazarlama için firmaların sanal mağaza tasarımı büyük önem arz etmektedir (Barutçu, 2006). Sanal mağaza tasarımı için önemli olan kriterler literatür araştırması sonucunda elde edilmiştir. Sanal mağaza tasarımı için müşteri beklentilerini ve teknik gereksinimleri bir araya getirebilecek Kalite Fonksiyon Göçerimi (KFG) yöntemi kullanılmıştır. Uygulamada Türkiye'de en çok kullanılmakta olan üç sanal mağaza, Markafoni, Trendyol ve Morhipo'ya ait web siteleri dikkate alınmıştır. Kriterler ile oluşturulan Kalite evi, bulanık regresyon ile çözümlenmiştir. Sonuç olarak en çok tercih edilen web sitesi 0-1 Hedef Programlama yardımıyla bulunmuştur.

2. KALİTE FONKSİYON GÖÇERİMİ

Müşteri ihtiyaçları, müşteri odaklı ürün tasarımında bütün sektörlerdeki işletmelerin karşılamaları gereken kritik faktörlerden biridir ve çoğu işletme, müşteri odaklı ürünlerinin rakiplerinden farklı olduğunu göstermek için büyük çaba harcamaktadır (Chen vd., 2004; Chen, 2009). Müşteri ihtiyaçlarının karşılanıp memnuniyetin en yüksek seviyeye çıkarılabilmesi için gereksinimlerin ürün tasarımlarıyla birleştirilebildiği birçok yöntem ortaya atılmıştır (Ji ve diğerleri, 2014). Bu yöntemlerden en çok kullanılanlardan biri Kalite Fonksiyon Göçerimi (KFG)'dir. KFG, ilk olarak Japonya'da, Mitsubishi Kobe tersanesinde 1960'ların sonlarında İkinci Dünya Savaşı sonrasında ürün geliştirme ve tasarımı çalışmaları esnasında kullanılmıştır (Akao ve Mazur, 2003). 1980'li yılların başlarında KFG en çok tasarım, planlama, ürün geliştirme ve üretim alanlarında uygulanmışken günümüzde ulaştırma, iletişim, elektronik, yazılım hizmetleri, hizmet, eğitim ve araştırma, tekstil endüstrisi gibi birçok farklı alanda uygulanmaktadır (Chan ve Wu, 2002). KFG uygulaması için öncelikle kalite evinin oluşturulması gerekmektedir. Kalite evi yedi elemandan oluşmaktadır ve aşağıda özetlenmiştir.

- Müşteri ihtiyaçları (Neler)
- Teknik gereksinimler (Nasıllar)
- Müşteri ihtiyaçlarının bağıl önemliliği
- Neler ve Nasıllar Arasındaki İlişki Matrisi
- Teknik Gereksinimlerin Birbiriyle Bağımlılığı
- Rekabet Analizi
- Teknik Gereksinimlerin Öncelik ve Performans Değerleri

Sonuç olarak ise kalite evinden elde edilen veriler değerlendirilmektedir.

3. BULANIK REGRESYON

Bulanık regresyon, kesin veya bulanık sayıların kullanıldığı, bağımsız veya açıklayıcı değişken olarak bilinen girdi değişkeni ile bağımlı veya cevap değişkeni olarak bilinen çıktı değişkeni arasındaki bulanık ilişkinin araştırılmasını sağlayan bir yöntemdir (Chachi vd., 2014). Bu yöntem daha çok tahminlere dayalı kesin olmayan veya kısmen ulaşılabilir verilerin kullanıldığı durumlarda tercih edilmektedir (Chen vd., 2015). Bulanık regresyon adımları aşağıdaki gibi gösterilmiştir (Alptekin ve Karsak, 2011; Perçin ve Min, 2013)

$$\max z\,(y_1, y_2, \ldots, y_m) = \sum_{i=1}^{m} \frac{w_i (y_i - y_i^{\min})}{(y_i^{\max} - y_i^{\min})} \tag{1}$$

$y_i = f_i\,(x_1, x_2, \ldots, x_n)$, $\quad i = 1, 2, \ldots, m$

$x_j = g_j\,(x_1, x_2, \ldots, x_{j-1}, x_{j+1}, \ldots, x_n)$, $\quad j = 1, 2, \ldots, n$

$y_i^{\min} \le y_i \le y_i^{\max}$, $\quad i = 1, 2, \ldots, m$

Burada;

y_i = *i.* müşteri gereksinimi için müşteri algısını

x_j = *j.* teknik gereksinim için hedef değerini

f_i = *i.* müşteri gereksinimi ve teknik gereksinim arasındaki fonksiyonel ilişkiyi

g_j = *j.* teknik gereksinim ile diğer teknik gereksinimler arasındaki fonksiyonel ilişkiyi

$y_i^{\max}$ = *i.* müşteri gereksinimi için maksimum değeri,

$y_i^{\min}$ = *i.* müşteri gereksinimi için minimum değeri göstermektedir.

Temel modele dayanarak oluşturulan bulanık regresyon modeli aşağıdaki şekildeki gibi gösterilmiştir.

$$\tilde{y} = \tilde{B}_0 + \tilde{B}_1 x_1 + \tilde{B}_2 x_2 + ... + \tilde{B}_n x_n \tag{2}$$

$\tilde{y}$ bulanık girdiyi, x_j bağımsız değişkeni, $\tilde{B}_j$ ise α_j merkezli c_j yayılım değerli üçgensel bulanık sayıyı gösterirken üyelik fonksiyonu aşağıdaki şekilde ifade edilmiştir.

$$\mu_{\tilde{B}_j}(b_j) = \begin{cases} 1 - \dfrac{|\alpha_j - b_j|}{c_j}, & \alpha_j - c_j \le b_j \le \alpha_j + c_j \\ 0 & ,dd \end{cases}$$

Buna göre doğrusal regresyon modeli aşağıdaki şekilde yazılabilmektedir.

$$\tilde{y} = (\alpha_0, c_0) + (\alpha_1, c_1)x_1 + (\alpha_2, c_2)x_2 + ... + (\alpha_n, c_n)x_n \tag{3}$$

Bulanık regresyon 0 ile 1 arasında olması gereken *H* hedef değerini sağlamaya çalışırken toplam yayılımı minimum yapmaya çalışan $\tilde{B}_j$ bulanık değişkenini belirlemektedir. *H* değeri, çalışmanın başında veri kümesinin eksik, yarım veya tam olma durumuna bakılarak analizi yapan kişi tarafından belirlenir ve hesaplamalara sabit bir girdi olarak dahil edilmektedir. *H* seçimi konusunda belirli bir ölçek bulunmamakla birlikte çoğunlukla 0,5 olarak alınmaktadır (Tanaka ve Watada, 1982; Karsak, 2008).

Bulanık doğrusal regresyon analizi, bulanık katsayıları belirlemek için aşağıdaki doğrusal programlama modeli ile ifade edilebilmektedir:

$$\min Z = \sum_{j=0}^{n} \left(c_j \sum_{k=1}^{s} |x_{jk}| \right)$$

$$\sum_{j=0}^{n} \alpha_j x_{jk} + (1-H) \sum_{j=0}^{n} c_j |x_{jk}| \ge y_k, \; k = 1, 2, ..., s \tag{4}$$

$$\sum_{j=0}^{n} \alpha_j x_{jk} - (1-H) \sum_{j=0}^{n} c_j |x_{jk}| \le y_k, \; k = 1, 2, ..., s$$

x_{jk} = *k.* gözlem değeri için *j.* bağımsız değişkeni, y_k = *k.* gözlem değeri için bağımlı değişkeni göstermektedir. (4) numaralı formül, her y_k bağımlı değişkeni için toplam yayılım değerini minimize eden ve H değerini sağlayan $\tilde{B}_j$ bulanık değişkenini tahmin etmeyi amaçlamaktadır.

4. 0-1 HEDEF PROGRAMLAMA

0 – 1 Hedef programlama tam sayılı hedef programlamaya benzemekle birlikte bu türde karar değişkenleri sadece tam sayı olmakla değil aynı zamanda sadece 0 veya 1 değerini almakla da sınırlandırılır (Jones ve Tamiz, 2010).

0 – 1 hedef programlamanın matematiksel gösterimi aşağıdaki gibi ifade edilebilmektedir (Tripathy ve Biswal, 2007).

$$Min Z = \sum_{i=1}^{n} P_k (w_i^+ d_i^- + w_i^- d_i^+)$$

s.t.

$f_1(x) + d_1^+ - d_1^- = t_1$

.

.

$f_n(x) + d_n^+ - d_n^- = t_n$

$d_i^+, d_i^- \ge 0$

$x_i = 0$ *veya* 1

$k = 1,2, .., k$

$i = 1,2,...,n$

5. UYGULAMA

Uygulamanın ilk bölümünde kalite evinin oluşturulması gerekmektedir. Bunun için öncelikle literatür araştırması yapılarak sanal mağaza tasarımını etkileyen kriterler belirlenmiştir. Sonrasında belirlenen bu kriterler kalite evine yerleştirilmiştir. Kalite evinde öncelikle müşteri isteklerinin karşılanması beklenmektedir. Bu amaçla Mayıs – Haziran 2016 tarihleri boyunca 20 sanal mağaza kullanıcısından en önemli kriterleri belirlemeleri istenmiştir. Sonrasında teknik gereksinimlerin değerlendirilmesi için 5 uzmanla görüşülmüştür. Oluşturulan kalite evi Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Kalite Evi

			X								
		X			X						
								X			
				X							
	Ağırlıklar	Mağaza tasarımının karmaşık olmaması (x_1)	Mağazanın güzel organize edilmiş olması(x_2)	Büyütülebilen ve 360° görülebilen ürün görseller (x_3)	Sitenin renk ve arkaplanının güzel olması(x_4)	Reklam ve pop-up olmaması(x_5)	Detaylı ürün bilgisi ve müşteri yorumlarına yer verilmesi(x_6)	Sayfanın düzgün çalışması(x_7)	***Markafoni***	***Morhipo***	***Trendyol***
Kolay kullanım menüsü (y_1)	0,138	X	X						3.8	4.6	4.6
Ekranın karmaşık olmaması(y_2)	0,122	X	X		X				4	4	4.6
Ürün kategorilerinin düzgün bir biçimde listelenmesi(y_3)	0,116		X				X		4	4.2	4.2
Ürün seçiminin kolaylığı(y_4)	0,085	X	X				X		4.2	4.2	4.4
Fiyat farklılıklarına göre ürünlerin listelenebilmesi(y_5)	0,106	X	X					X	3.8	4	4
Kolay ve hızlı bir biçimde ürünlerin karşılaştırılabilmesi(y_6)	0,079		X				X		3.6	4.4	3.6
Aramanın hızlı yapılabilmesi(y_7)	0,106							X	3.8	3.6	4.2
Mağazanın hızlı geri dönüş yapabilmesi(y_8)	0,138						X	X	4	3.8	4
Mağaza tasarımının çekiciliği(y_9)	0,111			X	X	X			4.2	3.8	4.6
Markafoni		3.4	3.8	3.8	4	4.4	3.6	3.8			
Morhipo		3.6	3.8	4	3.6	3.6	4.6	4.4			
Trendyol		3.8	4.2	3.8	4.2	4	3.6	4.2			

Müşteri istekleri ile teknik gereksinimler arasındaki ilişki bulanık regresyon yardımıyla çözülmüştür. Örnek olarak ilk kriter olan kolay kullanım menüsü (y_1), x_1 ve x_2 ile ilişkili olarak belirlenmiştir. Bu bağlamda, H =0,5 olarak alınan doğrusal programlama modeli aşağıdaki şekilde yazılmıştır.

$$\text{Min } Z = 3c_0 + 10{,}8c_1 + 11{,}8c_2$$
$$\alpha_0 + 3{,}4\alpha_1 + 3{,}8\alpha_2 + 0{,}5c_0 + 1{,}7c_1 + 1{,}9c_2 \geq 3{,}8$$
$$\alpha_0 + 3{,}4\alpha_1 + 3{,}8\alpha_2 - 0{,}5c_0 - 1{,}7c_1 - 1{,}9c_2 \leq 3{,}8$$
$$\alpha_0 + 3{,}6\,\alpha_1 + 3{,}8\alpha_2 + 0{,}5c_0 + 1{,}8c_1 + 1{,}9c_2 \geq 4{,}6$$
$$\alpha_0 + 3{,}6\,\alpha_1 + 3{,}8\alpha_2 - 0{,}5c_0 - 1{,}8c_1 - 1{,}9c_2 \leq 4{,}6$$
$$\alpha_0 + 3{,}8\,\alpha_1 + 4{,}2\,\alpha_2 + 0{,}5c_0 + 1{,}9c_1 + 2{,}1c_2 \geq 4{,}6$$
$$\alpha_0 + 3{,}8\,\alpha_1 + 4{,}2\,\alpha_2 - 0{,}5c_0 - 1{,}9c_1 - 2{,}1c_2 \leq 4{,}6$$
$$c_0,\ c_1,\ c_2 \geq 0$$

WINQSB programı yardımıyla çözülen doğrusal programlama modeline göre α_0 = -2,2; α_1= 4; α_2 = -2 olarak bulunmuştur. Benzer şekilde diğer kriterler çözüldüğünde Tablo 2' deki sonuçlara ulaşılmıştır.

Tablo 2. H = 0,5 için Bulanık Regresyon Merkez ve Yayılım Değerleri (α_j, c_j)

		x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7
y_1	-2,2	4	-2					
y_2	-1,7		1,5					
y_3	1,38		0,5				0,2	
y_4	2,3		0,5					
y_5	1,9		0,1667					0,3333
y_6	0,72						0,8	
y_7	5,0667							-0,2698 (0,1270)
y_8	4,72						-0,2	
y_9	0	1,6354		-10,937				
x_1	0 (0,2)		0,9211					
x_2	-0,52	0,8			0,4			
x_3	2,5333							0,3175(0,0317)
x_4	0 (0,4)		1					
x_7	0 (0,4)			1,0526				

Müşteri memnuniyetini arttırmaya yönelik müşteri istekleri ve bulanık regresyon yönteminden elde edilen sonuçlar yardımıyla kurulan model aşağıdaki gibidir.

Max $Z = 0{,}173y_1 + 0{,}203y_2 + 0{,}580y_3 + 0{,}425y_4 + 0{,}530y_5 + 0{,}099y_6 + 0{,}177y_7 + 0{,}690y_8 + 0{,}139y_9$

$y_1 - 4x_1 + 2x_2 = -2{,}2$

$y_2 - 1{,}5x_2 = -1{,}7$

$y_3 - 0{,}5x_2 - 0{,}2x_6 = 1{,}38$

$y_4 - 0{,}5x_2 = 2{,}3$

$y_5 - 0{,}1667x_2 - 0{,}3333x_7 = 1{,}9$

$y_6 - 0{,}8x_6 = 0{,}72$

$y_7 + 0{,}2698x_7 = 5{,}0667$

$y_8 + 0{,}2x_6 = 4{,}72$

$y_9 - 1{,}6354x_1 + 1{,}0937x_3 = 0$

$x_1 - 0{,}9211x_2 = 0$

$x_2 - 0{,}8x_1 - 0{,}4\,x_4 = -0{,}52$

$x_3 - 0{,}3175x_7 = 2{,}5333$

$x_4 - x_2 = 0$

$x_7 - 1{,}0526x_3 = 0$

$1 \le x_j \le 5$, j = 1,2,..,7; $1 \le y_i \le 5$, i = 1,2,…, 9

WINQSB programı yardımıyla çözülen modelin sonucu Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3. Sonuç Tablosu

Z	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7	y_8	y_9	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7
18,81	4,19	3,99	4,28	4,19	3,86	4,72	3,98	3,72	1,56	3,49	3,79	3,80	3,79	1	5	4

Sonuç tablosundaki değerler 0-1 Hedef Programlama için hedef değerleri göstermektedir. 0-1 Hedef Programlama sayesinde hedef değerden sapmalar minimize edilirken en iyi alternatif seçilmektedir. Bu amaçla kurulan model aşağıda gösterilmiştir.

Min $0{,}138d_1^- + 0{,}122d_2^- + 0{,}116d_3^- + 0{,}085d_4^- + 0{,}106d_5^- + 0{,}079d_6^- + 0{,}106d_7^- + 0{,}138d_8^- + 0{,}111\,d_9^-$

$3{,}8\,\lambda_1 + 4{,}6\,\lambda_2 + 4{,}6\,\lambda_3 - d_1^+ + d_1^- = 4{,}19$

$4\,\lambda_1 + 4\,\lambda_2 + 4{,}6\,\lambda_3 - d_1^+ + d_1^- = 3{,}99$

$4\,\lambda_1 + 4{,}2\,\lambda_2 + 4{,}2\,\lambda_3 - d_1^+ + d_1^- = 4{,}28$

$4{,}2\,\lambda_1 + 4{,}2\,\lambda_2 + 4{,}6\,\lambda_3 - d_1^+ + d_1^- = 4{,}19$

$3{,}8\,\lambda_1 + 4\,\lambda_2 + 4\,\lambda_3 - d_1^+ + d_1^- = 3{,}86$

$3{,}6\,\lambda_1 + 4{,}4\,\lambda_2 + 3{,}6\,\lambda_3 - d_1^+ + d_1^- = 4{,}72$

$3{,}8\,\lambda_1 + 3{,}6\,\lambda_2 + 4{,}2\,\lambda_3 - d_1^+ + d_1^- = 3{,}98$

$4\,\lambda_1 + 3{,}8\,\lambda_2 + 4\,\lambda_3 - d_1^+ + d_1^- = 3{,}72$

$4{,}2\,\lambda_1 + 3{,}8\,\lambda_2 + 4{,}6\,\lambda_3 - d_1^+ + d_1^- = 1{,}56$

$$\sum_{i=1}^{5} \lambda_i = 1,\ \lambda_i \in \{0,1\}, i = 1,\ldots,5$$

Modelde λ_i alternatifleri, d_i^+ ve d_i^- pozitif ve negatif sapmaları göstermektedir. WINQSB programıyla çözülen model sonucunda $\lambda_1 = \lambda_3 = 0$, ve $\lambda_2 = 1$ olarak ortaya çıkmıştır.

6. SONUÇ

Bu çalışmada Türkiye'de en çok kullanılmakta olan üç alışveriş sitesi olan Markafoni, Morhipo ve Trendyol'un sanal mağazaları değerlendirilmiştir. Bu bağlamda Kalite Fonksiyon Göçerimi yöntemi kullanılmış olup öncelikle kalite evi oluşturulmuştur. Literatüre bakılarak müşteri istekleri ve teknik gereksinimler belirlenmiştir. Yapılan anketler yardımıyla müşteri istekleri ve teknik gereksinimlere puanlar belirlenip kalite evine yerleştirilmiştir.

Kalite evi tamamlandıktan sonra müşteri istekleri ve teknik gereksinimler arasındaki ilişki Bulanık Regresyon yöntemi ile kurulmuştur. Bulanık regresyon modellerinden elde edilen sonuçlar WINQSB programı ile elde edilmiştir. En son olarak elde edilen değerler ile hedef programlama modeli oluşturulmuştur. 0-1 Hedef Programlama yöntemi sonucunda en iyi sitenin Morhipo olduğuna karar verilmiştir.

Çalışmanın bazı kısıtları bulunmaktadır. Çalışma için yapılan anket sayısı arttırıldığında ve farklı kişilere yapılması durumunda sonuçlar farklılık gösterebilecektir.

Çalışmada Kalite Fonksiyon Göçerimi, Bulanık Regresyon ve 0-1 Hedef Programlama yöntemleri kullanılmıştır. Farklı yöntemlerin kullanılması literatüre katkı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

Akao, Y. ve Mazur, G. H. (2003), The Leading Edge in QFD: Past, Present and Future, International Journal of Quality & Reliability Management, 20 (1), 20 – 35.

Alptekin, S. E. ve Karsak, E. E. (2011), An Integrated Decision Framework for Evaluating and Selecting E-Learning Products, Applied Soft Computing, 11, 2990 – 2998.

Barutçu, S. (2006), Quality Function Deployment in Effective Website Design: An Application in E-Store Design, İşletme Fakültesi Dergisi, 7 (1), 41 – 63.

Chachi, J., Taheri, S. M. ve Arghami, N. R. (2014), A Hybrid Fuzzy Regression Model and Its Application in Hydrology Engineering, Applied Soft Computing, 25, 149-158.

Chan, L.ve Wu, M. (2002), Quality Function Deployment: A Literature Review, European Journal of Operational Research, 143, 463 – 497.

Chen, C. (2009), Integration of the Quality Function Deployment and Process Management in the Semiconductor Industry, International Journal of Production Research, 1469 – 1484.

Chen, C., Chen, L., Lın, L. (2004), Methods for Processing and Prioritizing Customer Demands in Variant Product Design, IIE Transactions, 36 (3), 203 – 219.

Chen, F., Chen, Y., Zhou, J. ve Liu, Y. (2016), Optimizing h Value for Fuzzy Linear Regression with Asymmetric Triangular Fuzzy Coefficients, Engineering Applications of Artificial Intelligence, 47, 16 – 24.

Ji, P., Jin, J., Wang, T. ve Chen Y. (2014), Quantification and Integration of Kano's Model Into QFD for Optimising Product Design, International Journal of Production Research, 52 (21), 6335 – 6348.

Jones, D. ve Tamiz M. (2010), Practical Goal Programming, Springer, New York.

Karsak, E. E. (2008), Robot Selection Using an Integrated Approach Based on Quality Function Deployment and Fuzzy Regression, International Journal of Production Research, 46 (3), 723 – 738.

Perçin, S. ve Min, H. (2013), Optimal Machine Tools Selection Using Quality Function Deployment and Fuzzy Multiple Objective Decision Making Approach, Journal of Intelligent & Fuzzy Systems, 24, 163 – 174.

Tanaka, H. ve Watada, J. (1988), Possibilistic Linear Systems and Their Application to the Linear Regression Model, Fuzzy Sets and Systems, 27, 275 – 289.

Tripathy, B. B. ve Biswal, M. P. (2007), A Zero-One Goal Programming Approach For Project Selection, Journal of Information and Optimization Sciences, 28 (4), 619 – 626.

http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=18660

AFETLERDE GEÇİCİ TESİS YERİ SEÇİMİ: ÜSKÜDAR İLÇESİ İÇİN BİR UYGULAMA

Sümeyra Uzun
İstanbul Ticaret Üniversitesi

Emel Şeyma Küçükaşçı
İstanbul Ticaret Üniversitesi

Ali Osman Kuşakcı
İstanbul Ticaret Üniversitesi

ÖZET

Afetler maddi ve manevi kayıplara sebep olan insan yaşamını derinden etkileyen doğa, insan ya da teknoloji kaynaklı olaylardır. Afetlerle mücadelede zararların en aza indirilmesi hızlı ve etkili bir afet yönetimi ile sağlanabilir. Bunun en önemli aşamalarından biri afet öncesi iyi bir planlama yapılmasıdır. Bu çalışmada, ülkemiz için en ciddi doğal afet risklerinden biri olan depremlere yönelik olarak Üsküdar İlçesinde kurulabilecek geçici yardım istasyonları için yer seçimi konusu ele alınmıştır. Bu bağlamda tam sayılı programlama modeli geliştirilmiştir. Kapsama problemi olarak ele alınan model toplam ağırlıklı mesafe minimizasyonunu amaçlamıştır. Farklı deprem şiddetlerine göre değişecek olan tesis sayıları senaryo analizleri yapılarak incelenmiştir.

Anahtar Sözcükler: Afet lojistiği, İnsani yardım lojistiği, Tesis yer seçimi.

SELECTION OF TEMPRORARY LOCATIONS OF SERVICE FACILITIES FOR DISASTERS: A CASE STUDY FOR ÜSKÜDAR PROVINCE

ABSTRACT

Disasters are events causing material and immaterial losses and affecting deeply the human life rooted in nature and/or human. To minimize the possible devastating effects of the disasters, an effective disaster management is the only strategy to reach this goal. One of the most important stages of this is a well-develeped pre-disaster planning. Accordingly, this work deals with location selection problem for temporary service facilities to be placed in Üsküdar province of Istanbul in case of an earhtquake which the city faces as one of the most serious and disasterous risk factor. The problem is modelled as integer programming problem with the objective of minimizing the total weighted distance that the potentially affected population needs to cover to benefit from post-disaster services. The model is solved under three different senarios representing seriousness of the catastrophic results.

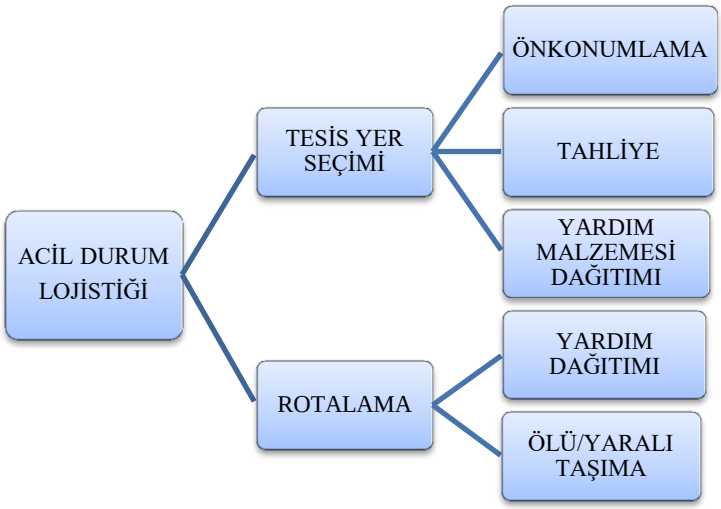
Keywords: Disaster management, Humanitarian-aid logistic, Facility location problem.

1. GİRİŞ

Birleşmiş Milletler tarafından kabul görmüş en genel tanımıyla afet "insanlar için fiziksel, ekonomik ve sosyal kayıplara sebep olan, insan hayatını ve faaliyetlerini kesintiye uğratan ya da durduran toplumun kendi imkânlarıyla baş edemeyeceği doğal, teknolojik veya insan kaynaklı olaylardır." (Kadıoğlu, 2008).
Türkiye bulunduğu coğrafi konum, yer şekilleri, ve meteorolojik koşullar gibi birçok nedenle sıklıkla doğal afetlerle karşılaşmaktadır. Bu afetlerden Türkiye'de en fazla yıkıma sebep olanı depremlerdir. Kayıtlara göre 1900-2010 yılları arasında Türkiye'de 285 tane ciddi hasarlı deprem meydana gelmiştir. Bu depremler sonucunda 100.000'den fazla kişi hayatını kaybetmiş, 170.000 kişi yaralanırken, 650.000 konut ağır hasar görmüştür (Koçkan, 2015). Bu büyük kayıpların nedenleri arasında iş birliğinin zayıf olması ve iyi bir koordinasyonun sağlanamaması, yetki karmaşıklığının yaşanması gibi unsurlar yer alabilir (Koçkan, 2015). Yani temelde deprem öncesi dönemde planlama eksikleri ön plana çıkmaktadır.
Afet sonrası yaşanılan kayıpların önlenmesi ve azaltılması etkili bir afet yönetimi ile sağlanabilir. Afet yönetimi her türlü tehlikeye karşı hazırlıklı olma, zarar azaltma, müdahale etme ve iyileştirme amacıyla mevcut kaynakları organize eden, analiz, planlama, karar alma ve değerlendirme süreçlerinin tümüdür (Kadıoğlu, 2008). Afet yönetiminin etkinliğinin artmasını sağlayacak faaliyetlerden biri, hızlı bir iyileşme süreci için elzem olan afet ya da acil durum lojistiğidir (Ağdaş, Bali and Ballı, 2014; Soediono, 1989). Afet lojistiği, afetzedelerin ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla ürün, malzeme ve bilgi akışının ilk aşamadan son aşamaya kadar etkili ve az maliyetli olacak şekilde organize edilmesi, uygulanması ve depolanması olarak tanımlanmaktadır (Ağdaş, Bali and Ballı, 2014).
Afet lojistiği kapsamındaki tesislerin yerinin doğru seçimi, hızlı ve etkin bir müdahale için büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmanın amacı afet lojistiği kapsamında tesis yer seçimi problemini İstanbul ili Üsküdar ilçesi özelinde tam sayılı programlama problemi olarak modellemek ve farklı senaryolar altında gerekli olan tesis sayısı ve yerlerini belirlemektir.
Giriş bölümünü takiben, çalışmada aşağıdaki ana başlıklara yer verilmiştir. İkinci bölüm konu hakkında bir yayın çalışmasına ayrılmıştır. Kurulan model üçüncü bölümde sunulmuştur. Çalışmanın son bölümü sonuç ve değerlendirmelere ayrılmıştır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Caunhye vd. (2012) afet lojistiği çalışmalarını, "tesis yer seçimi" ile "rotalama" olarak iki ana başlık altında incelemişlerdir. Tesis yer seçimi alanındaki çalışmaların ön konumlama, tahliye ve yardım malzemesi dağıtımı başlıları altında gruplandırmışlardır (Şekil 1).
Şekil 1'de verilen gruplandırma çerçevesinde, afet lojistiği yer seçimi konusu genelde tekil olarak değerlendirilmiş ve sadece potansiyel talebi karşılayacak en az tesisi açma amacı güdülmüştür. Bunun yanında yer seçimi ve yardım malzemesi dağıtımı ve/veya yaralı tahliyesi problemlerine odaklanmış yaklaşımlar da mevcuttur.
Burada makalenin odak noktasının kaybolmaması için konunun birçok farklı boyutunu ele alan kapsamlı bir tarama yapamayacağız. Bu noktada okuyucu yapılan kapsamlı tarama çalışmalarına başvurabilir (Uzun and Kuşakcı, 2016; Caunhye vd., 2012).
Dekle vd. (2005) çalışmalarında afet müdahale merkezlerinin yerlerini tespit etmek için tam sayılı programlama modeli kurarak tesis sayısı minimizasyonunu amaçlamışlardır. Benzer çalışmalar başka araştırmacılar tarafından da küçük farlılıklarla yapılmıştır (Duran vd., 2011; Lin vd., 2012). Mete ve Zabinsky (2010), çalışmalarında tıbbı yardım malzemelerinin dağıtımı ve depolanması için yer seçimi problemini ele almış maliyet ve taşıma süresinin minimizasyonunu amaçlamışlardır. Barbarosoğlu ve Arda (2004), çalışmalarında çoklu malzeme (ilaç, yiyecek, giyecek ve barınma) dağıtımını amaçlayan şebeke akış problemi geliştirmişlerdir. Klibi vd. (2013) benzer bir problemi karma tam sayılı programlama ile çözmüşlerdir. Afet sonrası yardım dağıtımının etkili ve adil bir şekilde yapılması konusunda yapılan çalışmalar da mevcuttur. Bunun için çok amaçlı doğrusal programlama ile kurulan model, maliyet ve ulaşım süresini minimize etmeyi; aynı zamanda taleplerin karşılanmasını maksimize etmeyi amaçlamıştır (Tzeng vd., 2007). Zhu vd. (2010) çalışmalarında acil durumlar için kaynak depolama yeri ve kapasiteleri problemini ele almışlardır. Kurulan doğrusal programlama modeli ile maliyet minimizasyonu amaçlanmıştır.
Özdinç (2011), çalışmasında AKOM' un kurmayı düşündüğü Afet Müdahale Merkezi yer seçimi konusunu ele almıştır. Doğrusal programlama ile kurulan model yolların çökme ve kapanma durumlarını da değerlendirerek talep karşılama maksimizasyonunu amaçlamıştır. Çözüm yönteminde tabu arama sezgiseli kullanılmıştır. Son zamanlarda yapılan çalışmalarada stokastik ve çok amaçlı modellere yer verilmektedir (Ahmadi vd., 2015).



Şekil 1. Acil durum lojistiği çalışmalarının gruplandırılması (Uzun ve Kuşakcı, 2016)

Optimal çözümler arayan metotların birçoğu yardım merkezi yer seçimi için tam sayılı programlama modelleri kurarak mesafe minimizasyonunu amaçlamışlardır. Kurulan modeller dal ve sınır algoritmasıyla çözülmüştür (Kırıkçı, 2012; Konu, 2014) Bu çalışma da tesis yer seçimi problemini Üsküdar ilçesi özelinde maliyet minimizasyonu amaçlı bir kapsama problemi olarak ele almıştır. Karşılaşılan afetin şiddetine göre farklı senaryolar altında problem çözülmüştür.

3. PROBLEM TANIMI VE MODELLEMESİ

Bu çalışmada olası bir deprem sonrası afetzedelerin ihtiyaçlarının karşılanması için açılacak geçici tesislerin sayısı ve yerleri belirlenmiştir. Çalışma kapsamında İstanbul İlinde Üsküdar ilçesi ele alınmıştır. İlçede 33 mahalle yer almaktadır. Görmez vd (2011) tarafından yapılan çalışmaya benzer şekilde, talep noktalarında açılacak ve afet sonrası yardım malzemelerinin toplanma ve dağıtım merkezi olarak kullanılacak olan geçici tesis yerlerini bulmak için mahalle nüfusları ve afetten etkilenme oranları göz önünde bulundurularak tam sayılı programlama problemi modellenmiştir. Talep noktaları (mahalleler) arasındaki mesafe *Öklid Uzaklığı* ile mahalle muhtarlıklarının lokasyonları göz önüne alınarak hesaplanmıştır. Kapsama problemi olarak ele alınan modelde mesafe minimizasyonunu amaçlamıştır.

3.1. Matematiksel Model

Modelde N mahalle için $i, j = 1, \dots, N$ indisleri kullanılmıştır. Kurulan modelde aşağıdaki parametre ve değişkenler kullanılmıştır:

D_{ij}: i talep noktası ile j mahallesi arasındaki mesafe
R_i: i talep noktasındaki toplam nüfus
F: Toplam açılacak tesis sayısı
N: Hizmet verilecek mahalle sayısı
C: Açılacak tesis kapasitesi (2000 olarak alınmıştır.)
k: afet şiddetine ilişkin parametre
f_i: i talep noktasındaki tesis sayısı
$x_{i,j}$: j mahallesinden hizmet alan i talep noktasındaki afetzede sayısı

$$Min \sum_{ij} D_{i,j}\, x_{ij} \qquad (1)$$

$$\sum_{i} f_i = F \qquad (2)$$

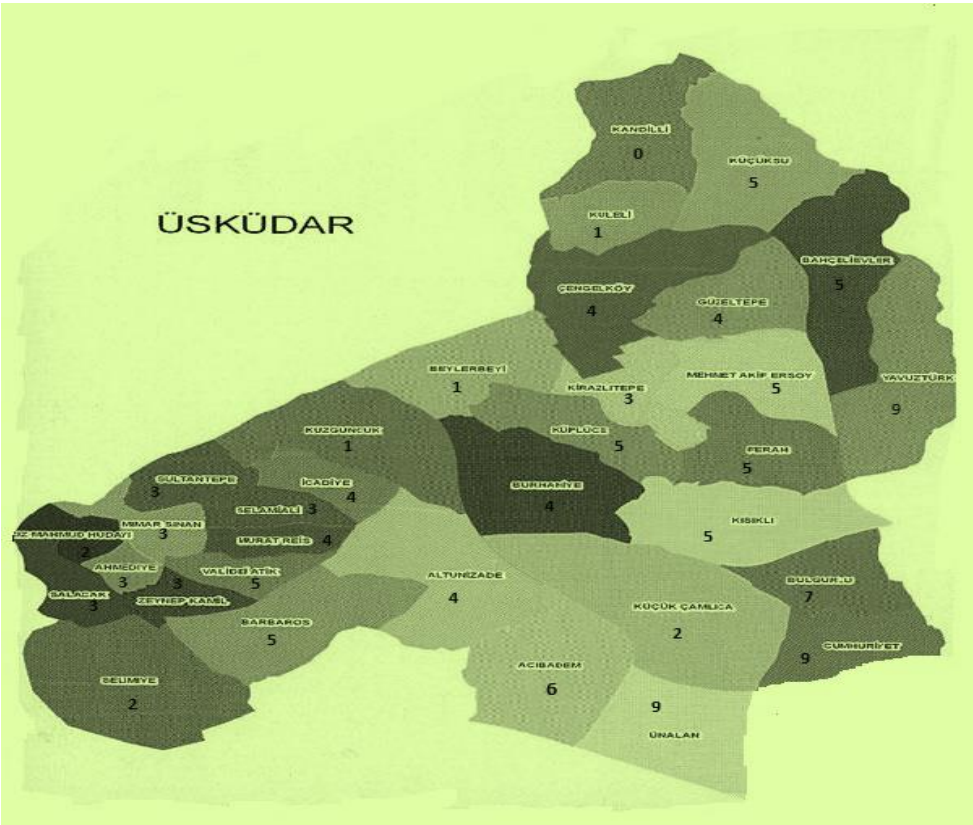
$$\sum_{j} x_{i,j} = kR_i \qquad \forall\, i \qquad (3)$$

$$\sum_{i} x_{i,j} \le Cf_j \qquad \forall\, j \qquad (4)$$

$$x_{i,j} \ge 0 \qquad \forall\, i \qquad (5)$$

$$f_i \ge 0, integer \qquad \forall\, i \qquad (6)$$

Eşitlik (1)'de i mahallesinde yaşayan ve j mahallesindeki herhangi bir tesisten hizmet alacak olan nüfus ve i ve j mahalleleri arasındaki mesafe göz önüne alınarak ağırlıklandırılmış mesafe minimizasyonu amaçlanmıştır.
Eşitlik (2) gerekli olan kadar tesis açılmasını garanti etmektedir. Burada F parametresi F=$\sum_i kR_i/C$ eşitliği ile belirlenmiştir. C parametresi, Görmez vd (2011) tarafından yapılan çalışmadaki gibi 2000 olarak alınmıştır. Yine k parametresi depremin şiddetine göre depremden etkilenecek nüfusun oranını göstermektedir ve sırasıyla %30, %50 ve %70 olarak alınmıştır. Model bu üç senaryo için çözülmüştür. Eşitlik (3) ile ifade edilen kısıt her i mahallesi için bütün afetzedelerin hizmet almasını garanti etmektedir. Eşitsizlik (4) bir mahallenin hizmet kapasitesinin o mahalleye atanan afetzede sayısından fazla olması gerektiğini ifade etmektedir. Son olarak eşitsizlik (5) ve (6) problem değişkenleri için doğal kısıtlardır.



Şekil 2. Depremden Üsküdar nüfusunun %50'sinin etkilenmesi durumunda açılacak tesis sayıları

Problem GAMS 23.5.1 paket programı yardımıyla çözülmüştür. Mesafeler hesaplanırken hizmet noktalarının mahalle muhtarlıklarında kuruldukları kabul edilmiştir. Elde edilen optimum çözüme göre nüfusun %50'sinin depremden etkilendiği senaryo altında ilçe genelinde 134 geçici servis merkezine ihtiyaç duyulacaktır. Bu tesislerin mahallelere dağılımı Şekil 2'de görülmektedir.
Ayrıca mahalle nüfusları dikkate alınarak afetten etkilenecek kişi sayısının toplam nüfusun %30, %50 ve %70'ine tekabül ettiği durumlar değerlendirilmiştir. Buna göre açılacak olan geçici tesis sayıları Tablo 1'de verilmiştir. Tabloya göre en kötü senaryoda planlamaya dâhil edilmesi gereken tesis sayısı 188 iken az hasarlı bir deprem senaryosunda bu rakam 81'dir.

Etkilenme Durumu	30%	50%	70%	Etkilenme Durumu	30%	50%	70%
Mahalle Adı	Açılacak Tesis Sayısı			Mahalle Adı	Açılacak Tesis Sayısı		
Acıbadem	4	6	9	Kuleli	1	1	1
Ahmediye	1	3	4	Kuzguncuk	1	1	2
Altunizade	2	4	5	Küçük Çamlıca	2	2	3
Aziz Mahmut Hüdai	1	2	3	Küçüksu	3	5	6
Bahçelievler	3	5	8	Küplüce	3	5	6
Barbaros	3	5	6	Mehmet Akif Ersoy	3	5	7
Beylerbeyi	1	1	2	Mimar Sinan	2	3	4
Bulgurlu	5	7	11	Murat Reis	2	4	5
Burhaniye	2	4	6	Salacak	2	3	3
Cumhuriyet	5	9	12	Selami Ali	2	3	5
Çengelköy	2	4	5	Selimiye	1	2	3
Ferah	3	5	7	Sultantepe	2	3	4
Güzeltepe	2	4	5	Ünalan	5	9	12
İcadiye	3	4	6	Valide-i Atik	3	5	8
Kandilli			1	Yavuztürk	5	9	12
Kısıklı	3	5	7	Zeynep Kamil	2	3	5
Kirazlıtepe	2	3	5	Toplam	81	134	188

Tablo 1: Etkilenme yüzdesi tesis sayısı değişimi

4. SONUÇ

Afetler insan ve doğa yaşamını derinden etkileyen, maddi ve manevi kayıplara neden olan olaylardır. Afetlerle mücadelede zararların en aza indirilmesi etkili bir afet yönetimi ile sağlanabilir. Afet yönetimi temel olarak afet öncesi, afet sırası ve afet sonrası olarak üç ana faaliyet alanında değerlendirilebilir. Bu çalışmayla afet sonrası hızlı ve etkili bir müdahele için gerekli olan geçici tesis sayılarının ve yerlerinin en az maliyetle belirlenmesi amaçlanmış; kurulan tamsayılı model, Üsküdar ilçesi için uygulanmıştır. Yapılan uygulamada 33 mahalleyi kapsayan ilçede açılması gereken tesis sayılarını ve yerlerini tespit etmek için gerekli veriler toplanmış ve depremin muhtemel etkileri farklı senaryolar altında dikkate alınmış ve optimum çözümler elde edilmiştir.

Bu çalışma ile her mahalledeki tesis sayıları ve bu tesislerin hangi mahalleden kaç kişiye hizmet verebileceği belirlenmiştir. Genellikle afet yönetimi alanında yapılan planlamalarda geçici servis merkezleri olarak okullar, kamu binaları ve alışveriş merkezleri kullanılmaktadır. Bu çalışma, bu yönde genişletilip aday tesisler arasından toplam mesafe minimizasyonu amaç fonksiyonu kullanılarak afet durumunda kullanılacak gerçek tesislerin yerleri saptanmalıdır.

KAYNAKÇA

Ağdaş, M., Bali, Ö. and Ballı, H., 2014. Afet Lojistiği Kapsaminda Dağitim Merkezi İçin Yer Seçimi : Smaa-2 Tekniği İle Bir Uygulama. *Beykoz Akademi Dergisi*, 2(1), pp.75–95.

Ahmadi, M., Seifi, A. and Tootooni, B., 2015. A humanitarian logistics model for disaster relief operation considering network failure and standard relief time: A case study on San Francisco district. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 75, pp.145–163.

Barbarosoğlu, G. and Arda, Y., 2004. A two-stage stochastic programming framework for transportation planning in disaster response. *Journal of the Operational Research Society*, 55(1), pp.43–53.

Caunhye, A.M., Nie, X. and Pokharel, S., 2012. Optimization models in emergency logistics: A literature review. *Socio-Economic Planning Sciences*, 46(1), pp.4–13.

Dekle, J., Lavieri, M.S., Martin, E., Emir-Farinas, H. and Francis, R.L., 2005. A Florida County Locates Disaster Recovery Centers. *Interfaces*, 35(2), pp.133–139.

Duran, S., Gutierrez, M.A. and Keskinocak, P., 2011. Pre-Positioning of Emergency Items Worldwide for CARE International. *Interfaces*, 41(3), pp.223–237.

Görmez, N., Köksalan, M. and Salman, F.S., 2011. Locating disaster response facilities in Istanbul. *Journal of the Operational Research Society*, 62(7), pp.1239–1252.

Kadıoğlu, M., 2008. Modern, Bütünleşik Afet Yönetimin Temel İlkeleri. pp.1–42.

Kırıkçı, C., 2012. *Determination Of Shelter Locations And Evacuation Routes For A Possible Earthquake In The City Of Istanbul*. *Bilkent Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara*.

Klibi, W., Ichoua, S. and Martel, A., 2013. Prepositioning Emergency Supplies to Support Disaster Relief : A Stochastic Programming Approach. *Cırrelt*, pp.1–35.

Koçkan, Ç., 2015. Doğal afet risk yönetimi. In: *Doğal Afetler Risk Yönetimi, 3.Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir*. pp.1–8.

Konu, A.S., 2014. *Humanitarian Logistics:Pre-Positioning Of Relief Items In Istanbul*. *Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, YükseK Lisans Tezi, Ankara*.

Lin, Y., Batta, R., Rogerson, P.A., Blatt, A. and Flanigan, M., 2012. Location of temporary depots to facilitate relief operations after an earthquake. *Socio-Economic Planning Sciences*, 46(2), pp.112–123.

Mete, H.O. and Zabinsky, Z.B., 2010. Stochastic optimization of medical supply location and distribution in disaster management. *International Journal of Production Economics*, 126(1), pp.76–84.

Özdinç, S., 2011. Emergency Response Facility Location in Istanbul for Effective Distribution of Relief Aid. (September).

Soediono, B., 1989. No Title No Title. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53, p.160.

Tzeng, G.-H., Cheng, H.-J. and Huang, T.D., 2007. Multi-objective optimal planning for designing relief delivery systems. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 43(6), pp.673–686.

Uzun, S. and Kuşakcı, A.O., 2016. Afet Lojistiği Alaninda Tesis Yeri Seçimi Çalişmalari. In: *International Symposium on Natural Hazards and Hazard Management 2016*. Karabük, pp.798–806.

Zhu, J., Liu, D. and Huang, J., 2010. Determining Storage Locations and Capacities for Emergency Response. *The Ninth International Symposium on Operations Research and Its Applications*, (90924008), pp.262–269.

KİŞİSEL KORUYUCU DONANIM TEDARİKÇİ SEÇİMİNE ETKİ EDEN ÖLÇÜTLERİN BULANIK DEMATEL YÖNTEMİ İLE SIRALANMASI

Cansu Vatansever
Kocaeli Üniversitesi

Atakan Alkan
Kocaeli Üniversitesi

ÖZET

İşletmelerde iş sağlığı ve güvenliği son yıllarda büyük önem kazanmıştır. Çalışanların iş yerlerinde rahat ve güvenli çalışması için çalışma ortamında sağlıklarını ve güvenliklerini tehdit edecek hiçbir etken olmaması gerekmektedir. Güvenli ortamda çalışan işçinin performansı daha yüksek olmaktadır. Risk önleme hiyerarşisinde en son çözüm olarak tercih edilecek kişisel koruyucu donanım işletmeler tarafından hiyerarşideki diğer tekniklere göre az maliyetli ve kolay çözüm olduğundan daha fazla tercih edilmektedir. Çalışanların iş kazası geçirip beden sağlığı ve psikolojisinin olumsuz yönde etkilenmemesi için işletmelerin çalışanlara kişisel koruyucu donanım temin etmesi gerekmektedir. Bu çalışmada Kocaeli'nde faaliyet gösteren bir lastik firmasında kişisel koruyucu donanım temin etmek için tedarikçilerde aranacak özelliklerin belirlenmesi problemi ele alınmıştır. Bu ölçütlerden tedarikçi seçiminde karar vericiler tarafından değerlendirme sürecini en çok etkileyen ve en az etkilenen ölçütleri belirlemek için çok ölçütlü bir karar problemi incelenmiştir. Ele alınan karar probleminin değerlendirilmesi Bulanık DEMATEL yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Amaç kişisel koruyucu donanım tedarikçi seçiminin belirleyici ölçütünü tespit etmektir. Bu süreçte 6 adet ölçüt 5 karar verici tarafından değerlendirilmiş ve tedarikçi seçimini etkileyecek ölçütler arasında sıralama yapılmıştır.
Anahtar Kelime: Tedarikçi Seçimi, Bulanık DEMATEL, Kişisel Koruyucu Donanım

SORTING CRITERIA FOR EFFECTING PERSONAL SAFETY EQUIPMENT SUPPLIER SELECTION BY USING FUZZY DEMATEL APPROACH

Occupational health and safety of business has gained importance in recent years. Safe and comfortable working environment for the employees should be no threat to their health and safety factors. If employee work in safe area, the performance of the employee is higher. Personal protective equipment is more affordable and easier solution than other technics in risk prevention hierarchy for this reason all factory have preferred personal protective equipment. Employer should provide personal protective equipment for workers because ıf workers have an accident, workers are badly affected to psychologically and physically. In this study, determining the characteristics to look for in suppliers to provide personal protective equipment problems are discussed in tyre company in Kocaeli. The extent of the evaluation process by the most influential decision-makers in the selection of suppliers and multiple criteria to determine the extent of the least affected have been examined a decision problem. Evaluation of decision problems discussed were carried out using fuzzy DEMATEL method. The purpose is to determine the

decisive criteria in the choosing supplier of the personal protective equipment. Within that period 6 criteria has evaluated by 5 decision maker and ranking among the criteria was made to influence the choice of supplier.
Key Words: Supplier Selection, Fuzzy DEMATEL, Personal Protective Equipment

1. GİRİŞ

İş güvenliği, çalışanların iş kazası geçirmelerini engellemek amacı ile güvenli çalışma ortamını oluşturmak için alınması gereken önlemler dizisidir. İşçi sağlığı bilimi; tüm çalışanların sağlıklarını sosyal, psikolojik ve fiziksel olarak en üst düzeyde tutmak, çalışma koşullarını ve üretimde kullanılan araçları işçi sağlığına uygun hale getirmek, çalışanları çalışma ortamlarının tüm zararlı etkilerinden koruyarak işin ve işçinin birbirine uyumunu sağlamak üzere kurulmuş bir bilim dalıdır.

Sanayileşmenin artması ve teknolojinin gelişmesi ile iş yerlerinde çalışanların güvenliği ile ilgili bazı problemler ortaya çıkmıştır. Bu nedenle işverenler iş kazalarını azaltmak için proaktif yaklaşımı benimseyerek bazı önlemleri önceden alarak iş yerleri güvenli hale getirilmiştir. (Andaç vd. 2010)

İş güvenliği çalışmalarının sistemli ve planlı yapılmadığı durumlarda işletmelerin karşılaşabileceği maliyetler şöyle sıralanabilir: Çalışanların devamsızlıkları artar, bakım onarım maliyetleri artar, kullanılan hammadde ve malzeme fireleri artar, sağlık harcamaları artar, mağdurlara ödenecek maddi ve manevi tazminatlar ortaya çıkabilir, mahkeme masrafları artar, iş göremeyen işçinin yerine alınan işçiler için eğitim, sigorta masrafları artar, iş durdurulabilir veya işyeri kapatılabilir, para ve hapis cezaları söz konusu olabilir, siparişler gecikebilir ve işletme pazar kaybına uğrayabilir, vasıflı işgücü işletmeden kaçabilir.

Kişisel koruyucu donanım (KKD) çalışanları iş yerlerinde doğabilecek risklere karşı koruyan ve korurken de başka bir risk ortaya çıkarmayacak tüm araç gereçlere denir. Riskleri önlemek için kullanılması gereken en son yöntem kişisel koruyu donanım kullanımıdır. KKD, çalışanları çoğu zaman meslek hastalıkları ve kazalardan tamamen koruyamamaktadır. İşverenin sorumluluğu işçilere KKD sağlamak ve kullandırmaktır. Birçok KKD çeşidi vardır. Bunlar baş, kulak, göz ve yüz, solunum sistemi, el ve kol, ayak ve bacak, cilt, gövde ve karın bölgesi, vücut koruyucularıdır.

İş kazalarını önlenmesi için kullanılan yöntemler teknik (mühendislik) ve örgütsel (yönetsel) yaklaşımlardır. KKD kullanımı diğer yöntemlere göre daha fazla tercih edilir. Çünkü bu yöntemlerin kullanılması daha maliyetlidir (Wentz, 1998). KKD kullanımı tehlike ve çalışanlar arasında koruyucu bir bariyer sağlar (Colvin, 1992).

Tedarikçi seçimi ve değerlendirmesi literatürde oldukça fazla çalışılmış bir konudur. Dickson tedarikçi seçimi için dikkat edilmesi gereken 23 kriter belirlemiştir (Dickson,1966). Yine Arbel ve Seidmmann (Arbel vd., 1990), Beck ve Lin (Beck vd., 1981), Tam ve Tummala (Tam vd., 2001), Ghodsypour ve Brien (Ghodsypour vd.,1998), Zviran ve Bard tedarikçi seçimi için dikkat edilmesi gereken kriterleri finansal, teknik ve işletim başarısı olmak üzere üç grupta toplamışlardır. Tedarikçi seçimi firmalar için verilmesi gereken en önemli kararlardan biridir. Tedarik fonksiyonunun görevi, istenilen kalite ve miktarda, uygun fiyata, istenilen sürede hammaddenin, malzemenin ve teçhizatın tedariki olarak tanımlanır (Zviran, 1993). Son yıllarda endüstride birçok yenilik ve gelişmenin nedeni müşteri taleplerindeki artış, teknolojideki çeşitlilik ve yenilikler ile düzensiz piyasa trendidir. Müşterilerin ihtiyaçları teknolojideki değişmelerle birlikte düşük fiyat ve yüksek kaliteyi bir arada talep etmeye başlamışlardır. Birçok ülkede yeni gelişmelerle birlikte pazar rekabeti oluşmuştur. Piyasadaki firmalar müşteri ihtiyacını, yeni ürünlerle ve servislerle karşılamak için buna paralel olarak yeni tedarikçilerle işbirliği yapmak zorunda kalmışlardır. Tedarikçi seçiminde kalite, maliyet, performans, teknoloji, bilgi yönetimi, zamanında teslimat gibi birçok kriter önemsenmektedir (Dağdeviren vd., 2001). Malzeme maliyetinin yanı sıra işletme maliyetleri, bakım, geliştirme ve destekleme maliyetleri de bu seçimde göz önünde bulundurulmalıdır. Bundan dolayı tedarikçi seçiminde maliyet ve performans ile ilgili kriterler değerlendirilip öncelik sırasına konulmalıdır. Bu süreç seçim sürecini kısaltmasının yanı sıra karar vermede de başarıyı arttıracaktır (Zviran, 1993).

2. BULANIK DEMATEL

Karmaşık bir yapıda gelişen olaylarda etkilenen ve etkileyen etmenleri belirlemek için kullanılan yöntemlerden biri DEMATEL yöntemidir. Bu yöntemin temel amacı karmaşık sebep sonuç ilişkilerini görselleştirerek anlamlı sonuçlar ortaya çıkarmaktır. Faktörler arasındaki etkileşimi sayısal olarak ifade etmenin oldukça zor olmasından ötürü, faktörler arasındaki etkileşimin ne derecede olduğunu belirlemek oldukça güçtür. Etkileşimi sayısal olarak ifade edebilmek adına Lin ve Wu DEMATEL yöntemini bulanık ortama taşımışlardır (Öztürk, 2009).

Bulanık DEMATEL yönteminin adımları aşağıda belirtilmiştir (Öztürk, 2009), (Baykaşoğlu vd., 2013) (Aksakal vd., 2010).

1.Adım: Kriterlerin belirlenmesi ve bulanık skalanın oluşturulması
Değerlendirme yapabilmek için kriterlerin belirlenmesi gerekmektedir. Etkileyen ve etkilenen faktörlerin belirlenmesi için karar vericiler tarafından faktörler arasındaki anlamlı ilişkiler oluşturulmalıdır. Karar vericiler ilişkileri oluşturduktan sonra kriterler arasındaki ikili karşılaştırılmaların yapılması gerekmektedir. Fakat bu karşılaştırma yapılırken bir faktörün diğer bir faktörü ne kadar etkilediğin tespit etmek için bulanık skala önerilmiştir. Bu skala dilsel değişken olarak düşünülmüş ve çok fazla, fazla, normal ve çok az olmak üzere tanımlanmıştır. Dilsel terimlerde üçgensel bulanık sayılarla ifade edilmiştir (Öztürk, 2009). Bu bulanık skala Tablo 2'de verilmiştir.

2.Adım: Direk ilişki matrisinin oluşturulması.
Kriterler {C1,C2,...,Cn} arasındaki ilişkilerin düzeylerini belirlemek için her karar verici tarafından dilsel ifadeler ile ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmalıdır. Karar grubunun p tane karar vericiden oluştuğu varsayılırsa p tane karar matrisi elde edilir. Bulanık direk ilişki matrisi $\tilde{Z}$ olarak gösterilir.
$\tilde{Z}_{ij}$ =(l_{ij} , m_{ij} , u_{ij}) üçgensel bulanık sayısı bir dilsel terim olup i. faktörün j. faktörü etkileme düzeyini göstermektedir.

3. Adım: Normalleştirilmiş direk ilişki matrisinin oluşturulması

$$\tilde{X}_{ij}^{(k)} = \frac{\tilde{z}_{ij}^{(k)}}{r^{(k)}} = \left(\frac{l_{ij}^{(k)}}{r^{(k)}}, \frac{m_{ij}^{(k)}}{r^{(k)}}, \frac{u_{ij}^{(k)}}{r^{(k)}}\right) \quad (1)$$

$$r^{(k)} = \max_{1<i<n}\left(\sum_{j=1}^{n} u_{ij}^{(k)}\right)$$
(2)

Eşitlik (1) ve (2) kullanılarak normalleştirilmiş ilişki matrisi oluşturulmaktadır. Eşitliklerde yer alan ifadelerde "l" üçgensel bulanık sayıların ilki, "m" üçgensel bulanık sayıların ikincisi, "u" üçgensel bulanık sayıların sonuncusudur. Eşitlik (2) kullanılarak bütün "u"lar sütun olarak toplanır ve her sütun için bir değer bulunur. Bu değerlerin en büyüğü seçilir ve "r"yi verir. Daha sonra bütün matris "r"ye bölünür ve normalleştirilmiş direk ilişki matrisi elde edilir. Normalleştirilmiş direk ilişki matrisi " $\tilde{x}$ "ile gösterilir.

$$\tilde{X} = \begin{bmatrix} \tilde{X}_{11} & \tilde{X}_{12} & \dots & \tilde{X}_{1n} \\ \tilde{X}_{21} & \tilde{X}_{22} & \cdots & \tilde{X}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{X}_{n1} & \tilde{X}_{n2} & \cdots & \tilde{X}_{nn} \end{bmatrix}$$

4.Adım: Toplam ilişki matrisi
Normalleştirilmiş ilişki matrisi elde edildikten sonra eşitlik 3 kullanılarak toplam ilişki matrisi oluşturulacaktır.

$$\tilde{X} = \tilde{X} + \tilde{X}^2 + \tilde{X}^3 + \cdots = \sum_{i=1}^{\infty} \tilde{X}^i = \tilde{X}\left(I - \tilde{X}\right)^{-1} \quad (3)$$

Bütün matrise bunu uygulamak zor olacağından üçgensel bulanık sayılardan ilki yani "l" ayrı bir matris, ikincisi "m" ayrı bir matris, sonuncusu "u" ayrı bir matris olarak ele alınır. Bu üç matris önce birim matristen çıkarılır; sonra çıkan matrisin tersi alınır ve matrisin ilk haliyle çarpılır. Bu işlem üçü içinde tekrar edildikten sonra bulunan sonuçlar birleştirilir ve üçgensel bulanık sayılardan oluşan " $\tilde{T}$ " ile gösterilen tek bir toplam ilişki matrisi elde edilir.

$$\tilde{T} = \begin{bmatrix} \tilde{\tilde{T}}_{11} & \tilde{T}_{12} & \dots & \tilde{T}_{1n} \\ \tilde{T}_{21} & \tilde{T}_{22} & \cdots & \tilde{T}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{T}_{n1} & \tilde{T}_{n2} & \cdots & \tilde{T}_{nn} \end{bmatrix}$$

5.Adım: Gönderici ve alıcı grupların belirlenmesi
$\tilde{T}$ matrisi elde edildikten sonra, $\tilde{D}_i$ +$\tilde{R}_i$ ve $\tilde{D}_i$-$\tilde{R}_i$ değerleri hesaplanır (Öztürk:2009: 84). Toplam ilişki matrisinde satırlar toplamı D'leri, sütunlar toplamı R'leri verir. Yani i satırının toplamı D_i'yi, i sütununun toplamı R_i'yi verir.

$$\tilde{D}_i = \sum_{i=1}^{n} \tilde{T}_{ij} \quad (i = 1, 2, \ldots, n) \; ; \qquad \tilde{R}_i = \sum_{j=1}^{n} \tilde{T}_{ij} \quad (j = 1, 2, \ldots, n) \tag{4}$$

Bulunan D ve R'lerle her bir kriter için, D-R ve D+R değerleri hesaplanır. D-R ve D+R değerleri kullanılarak, her bir kriterin diğerlerine olan etki seviyesi ve diğerleriyle ilişki seviyesi belirlenir. Bazı kriterler D-R değeri için pozitif değerlere sahiptir. Bu kriterler diğerleri üzerinde daha yüksek etkiye sahiptir ve daha yüksek önceliğe sahip oldukları kabul edilir. Bu tip kriterler gönderici olarak adlandırılır. D-R negatif değere sahipse diğer kriterlerden daha fazla etkilenen kriterlerdir. Daha düşük önceliğe sahip olduğu kabul edilen bu kritereler alıcı olarak adlandırılır. Diğer taraftan D+R değerleri her bir kriterin diğer kriterlerle arasındaki ilişkiyi gösterir ve D+R değeri yüksek olan kriterler diğer kriterler ile daha çok ilişkilidir, düşük olanların ilişkisi diğerleriyle daha azdır. (Aksakal ve Dağdeviren, 2010)

6.Adım: Durulaştırma
Bulduğumuz D-R ve D+R değerleri henüz hala üçgensel bulanık sayılardan türetildiği için üç tane değer içermektedir. Bunları tek değer haline getirebilmek için durulaştırma yöntemi uygulanır. Durulaştırma işlemi eşitlik 5 formülü ile hesaplanır. DR ve D+R için durulaştırma uygulandığında artık formülün gösterilme şekli değişir. Parantezin üzerinde yer alan "def" kısaltması durulaştırma anlamına gelen "defuzzifying" in kısaltılmasıdır.

$$\tilde{D}_i^{Def} + \tilde{R}_i^{Def} = \frac{1}{4}\,(\,l + 2n + u\,)\,;\; \tilde{D}_i^{Def} - \tilde{R}_i^{Def} = \frac{1}{4}\,(\,l + 2n + u\,) \tag{5}$$

7. Adım: Neden- sonuç ilişki diyagramının elde edilmesi
Durulaştırma yöntemi yardımıyla neden sonuç ilişki diyagramı çizilerek analiz yapılır. Etki yönlü graf diyagramı olarak da adlandırılır. Etki yönlü graf diyagramı yatay ekseni D+R, düşey ekseni D-R olan bir koordinat düzleminde (D+R, D-R) noktalarının gösterilmesi ile elde edilir (Aksakal ve Dağdeviren, 2010).

3. UYGULAMA

Bir fabrikada çalışanlara KKD sağlamak için bir tedarikçi seçimi yapılması gerekmektedir. Tedarikçi seçiminde belirleyici olacak kriterler aşağıda verilmiştir.

C1: Kurumsal Yönetim
C2: Süreç Yönetimi
C3: Strateji Yönetimi
C4: Teknoloji Yönetimi
C5: Bilgi Yönetimi
C6: İnsan Kaynakları Yönetimi

Tablo 1. Dilsel Değişkenler ve Bulanık Karşılıkları

Dilsel Değişkenler	Bulanık Sayılar
Çok Az Etkili	(0, 0, 0.25)
Az Etkili	(0.0, 0.25, 0.50)
Normal Etkili	(0.25, 0.50, 0.75)
Fazla Etkili	(0.50, 0.75, 1.0)
Çok Fazla Etkili	(0.75, 1.0, 1.0)

Kurumsal yönetim; bir şirketin, tüm paydaşları ile olan ilişkilerini, eşitlik, şeffaflık, hesap verebilirlik ve sorumluluk ilkeleri çerçevesinde yürütmesi olarak tanımlanabilir. Süreç yönetimi; bir kurumun performansının sürekli olarak iyileştirilmesini sağlayan bir yönetim disiplinidir. Firmanın performansını sürekli iyileştirmesi seçim açısından önemli bir faktördür. Strateji yönetimi; bir organizasyonun hedeflerine ulaşabilmesi için doğru stratejiler geliştirmesini, bu stratejileri etkin bir şekilde uygulamasını ve sonuçlarını değerlendirerek hedefine doğru gidip gitmediğini belirlemesini sağlayan yönetim sürecidir. Teknoloji yönetim; firmaların teknoloji gereksinimlerini belirlemeleri, teknolojilerinin potansiyellerini değerlendirmeleri ve bu potansiyelleri firma yararına kullanmanın yollarını araştırmaları ile gerçekleştirilir. Bilgi yönetimi; firmanın konu ile ilgili deneyiminin fazla olup isteklerimize hızlı cevap vermesi, gelişmeleri takip edip yeni çıkan ürünlerden haberdar olması açısından bu kriter önemlidir. İnsan kaynakları yönetimi; firmanın çalıştırdığı insanların donanımlı ve ilgili insanlar olması açısından bu kriter önemlidir. Karar vericilerin sözel olarak yaptıkları değerlendirmelerin bulanık sayı olarak karşılıkları Tablo 1'de görülmektedir. Karar vericiler tarafından belirlenen kriterler arasında ikili karşılaştırmalar yapılmış ve aşağıdaki karar matrisi oluşturulmuştur.

Tablo 2. Karar Vericinin Sözel İfadelerle Kriter Karşılaştırması

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
C1	0	Fazla Etkili	Çok Fazla Etkili	Çok Fazla Etkili	Çok Fazla Etkili	Çok Fazla Etkili
C2	Fazla Etkili	0	Çok Fazla Etkili	Çok Fazla Etkili	Çok Fazla Etkili	Çok Fazla Etkili
C3	Fazla Etkili	Fazla Etkili	0	Fazla Etkili	Fazla Etkili	Az Etkili
C4	Fazla Etkili	Fazla Etkili	Fazla Etkili	0	Çok Fazla Etkili	Az Etkili
C5	Fazla Etkili	Fazla Etkili	Az Etkili	Az Etkili	0	Çok Az Etkili
C6	Fazla Etkili	Çok Fazla Etkili	Çok Fazla Etkili	Çok Fazla Etkili	Çok Fazla Etkili	0

Tablo 2'deki matriste yer alan ifadeler yerine üçgensel bulanık sayılar kullanarak direk ilişki matrisi Tablo 3 oluşturulmuştur.

Tablo 3. Direk İlişki Matrisi

	C1			C2			C3			C4			C5			C6		
C1	0	0	0,25	0,5	0,75	1	0,75	1	1	0,75	1	1	0,75	1	1	0,75	1	1
C2	0,5	0,75	1	0	0	0,25	0,75	1	1	0,75	1	1	0,75	1	1	0,75	1	1
C3	0,5	0,75	1	0,5	0,75	1	0	0	0,25	0,5	0,75	1	0,5	0,75	1	0	0,25	0,5
C4	0,5	0,75	1	0,5	0,75	1	0,5	0,75	1	0	0	0,25	0,75	1	1	0	0,25	0,5
C5	0,5	0,75	1	0,5	0,75	1	0	0,25	0,5	0	0,25	0,5	0	0	0,25	0	0	0,25
C6	0,5	0,75	1	0,75	1	1	0,75	1	1	0,75	1	1	0,75	1	1	0	0	0,25

Direk ilişki matrisinde her sütunda bulunan kriterlerin ilk sütunu "l", ikinci sütunu "m", üçüncü sütunu da "u" olarak adlandırılmaktadır. X_l matrisini (Tablo 4) oluşturmak için sütunda bulunan her kriterin ilk sütunları, Xm matrisini (Tablo 5) oluşturmak için her sütunda bulunan kriterlerin ikinci sütunları, X_u matrisini (Tablo 6) oluşturmak için her sütunda bulunan kriterlerin üçüncü sütunları alınmaktadır.

Tablo 4. X_l Matrisi

X_l	C1	C2	C3	C4	C5	C6
C1	0	0,5	0,75	0,75	0,75	0,75
C2	0,5	0	0,75	0,75	0,75	0,75
C3	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0
C4	0,5	0,5	0,5	0	0,75	0
C5	0,5	0,5	0	0	0	0
C6	0,5	0,75	0,75	0,75	0,75	0

Tablo 5. X_m Matrisi

X_m	C1	C2	C3	C4	C5	C6
C1	0	0,75	1	1	1	1
C2	0,75	0	1	1	1	1
C3	0,75	0,75	0	0,75	0,75	0,25
C4	0,75	0,75	0,75	0	1	0,25
C5	0,75	0,75	0,25	0,25	0	0
C6	0,75	1	1	1	1	0

Tablo 6. Xu Matrisi

X_u	C1	C2	C3	C4	C5	C6
C1	0,25	1	1	1	1	1
C2	1	0,25	1	1	1	1
C3	1	1	0,25	1	1	0,5
C4	1	1	1	0,25	1	0,5
C5	1	1	0,5	0,5	0,25	0,25
C6	1	1	1	1	1	0,25

X_u matrisini oluşturduktan sonra Eşitlik (2)' de görüldüğü gibi bu matrisin tüm satır değerleri toplanır, satır toplamlarındaki maksimum değer seçilir. Buna göre $r^{(k)} = 5,25$ elde edilir.
X_l, Xm ve X_u matrisleri, Eşitlik (1)'de görüldüğü gibi seçilen bu maksimum değere ($r^{(k)}$) bölünerek herbiri için normalleştirilmiş ilişki matrisleri bulunur (Tablo 7-8-9).

Tablo 7. Normalleştirilmiş X_l Matrisi

X_l	C1	C2	C3	C4	C5	C6
C1	0,000	0,095	0,143	0,143	0,143	0,143
C2	0,095	0,000	0,143	0,143	0,143	0,143
C3	0,095	0,095	0,000	0,095	0,095	0,000
C4	0,095	0,095	0,095	0,000	0,143	0,000
C5	0,095	0,095	0,000	0,000	0,000	0,000
C6	0,095	0,143	0,143	0,143	0,143	0,000

Tablo 8. Normalleştirilmiş X_m Matrisi

X_m	C1	C2	C3	C4	C5	C6
C1	0,000	0,143	0,190	0,190	0,190	0,190
C2	0,143	0,000	0,190	0,190	0,190	0,190
C3	0,143	0,143	0,000	0,143	0,143	0,048
C4	0,143	0,143	0,143	0,000	0,190	0,048
C5	0,143	0,143	0,048	0,048	0,000	0,000
C6	0,143	0,190	0,190	0,190	0,190	0,000

Tablo 9. Normalleştirilmiş Xu Matrisi

X_u	C1	C2	C3	C4	C5	C6
C1	0,048	0,190	0,190	0,190	0,190	0,190
C2	0,190	0,048	0,190	0,190	0,190	0,190
C3	0,190	0,190	0,048	0,190	0,190	0,095
C4	0,190	0,190	0,190	0,048	0,190	0,095
C5	0,190	0,190	0,095	0,095	0,048	0,048
C6	0,190	0,190	0,190	0,190	0,190	0,048

Bu aşamadan sonra Eşitlik (3) kullanılarak toplam ilişki matrisleri oluşturulmuştur (Tablo 10-11-12).

Tablo 10. X_l Toplam İlişki Matrisi

X_l	C1	C2	C3	C4	C5	C6
C1	0,108	0,203	0,237	0,237	0,270	0,187
C2	0,195	0,116	0,237	0,237	0,270	0,187
C3	0,151	0,153	0,064	0,151	0,172	0,043
C4	0,156	0,158	0,153	0,066	0,218	0,045
C5	0,124	0,126	0,045	0,045	0,052	0,036
C6	0,195	0,241	0,237	0,237	0,270	0,062

Tablo 11. X_m Toplam İlişki Matrisi

X_m	C1	C2	C3	C4	C5	C6
C1	0,380	0,522	0,550	0,550	0,625	0,415
C2	0,505	0,397	0,550	0,550	0,625	0,415
C3	0,396	0,405	0,276	0,401	0,455	0,232
C4	0,409	0,418	0,411	0,286	0,506	0,238
C5	0,308	0,314	0,237	0,237	0,224	0,141
C6	0,505	0,557	0,550	0,550	0,625	0,255

Tablo 12. X_u Toplam İlişki Matrisi

X_u	C1	C2	C3	C4	C5	C6
C1	1,844	1,969	1,805	1,805	1,969	1,422
C2	1,969	1,844	1,805	1,805	1,969	1,422
C3	1,805	1,805	1,529	1,654	1,805	1,230
C4	1,805	1,805	1,654	1,529	1,805	1,230
C5	1,422	1,422	1,230	1,230	1,297	0,930
C6	1,969	1,969	1,805	1,805	1,969	1,297

X_l, Xm, X_u matrislerindeki C1, C2,….., C6 sütunları bir matirste toplanarak birleştirilmiş toplam ilişki matrisi Tablo 13'de olduğu gibi oluşmaktadır.

Tablo 13. Birleştirilmiş Toplam İlişki Matrisi

	C1			C2			C3			C4			C5			C6		
C1	0,108	0,380	1,844	0,203	0,522	1,969	0,237	0,550	1,805	0,237	0,550	1,805	0,270	0,625	1,969	0,187	0,415	1,422
C2	0,195	0,505	1,969	0,116	0,397	1,844	0,237	0,550	1,805	0,237	0,550	1,805	0,270	0,625	1,969	0,187	0,415	1,422
C3	0,151	0,396	1,805	0,153	0,405	1,805	0,064	0,276	1,529	0,151	0,401	1,654	0,172	0,455	1,805	0,043	0,232	1,230
C4	0,156	0,409	1,805	0,158	0,418	1,805	0,153	0,411	1,654	0,066	0,286	1,529	0,218	0,506	1,805	0,045	0,238	1,230
C5	0,124	0,308	1,422	0,126	0,314	1,422	0,045	0,237	1,230	0,045	0,237	1,230	0,052	0,224	1,297	0,036	0,141	0,930
C6	0,195	0,505	1,969	0,241	0,557	1,969	0,237	0,550	1,805	0,237	0,550	1,805	0,270	0,625	1,969	0,062	0,255	1,297
Toplam	0,929	2,502	10,813	0,997	2,615	10,813	0,972	2,573	9,828	0,972	2,573	9,828	1,253	3,060	10,813	0,561	1,696	7,531

Birleştirilmiş toplam ilişki matrisindeki satırların toplanması ile elde edilen D matrisi Tablo 16'da, sütun elemanlarını toplayarak elde edilen R matrisi ise Tablo 17'de görülmektedir. D matrisinin ilk hücresiyle R matrisinin ilk hücresi toplanarak D+R matrisinin ilk hücresine yazılmıştır ve tüm hücreler aynı şekilde toplanarak D+R matrisi Tablo 18'de görüldüğü gibi, tüm hücreler aynı şekilde birbirinden çıkartılarak D-R matrisi Tablo 19'da görüldüğü gibi oluşturulmuştur.

Tablo 16. D matrisi

D		
1,242	3,041	10,813
1,242	3,041	10,813
0,734	2,166	9,828
0,796	2,268	9,828
0,427	1,461	7,531
1,242	3,041	10,813

Tablo 17. R matrisi

R		
0,929	2,502	10,813
0,997	2,615	10,813
0,972	2,573	9,828
0,972	2,573	9,828
1,253	3,060	10,813
0,561	1,696	7,531

Tablo 18. D+R matrisi

ETKİLEYEN D+R		
2,171	5,544	21,625
2,239	5,656	21,625
1,706	4,738	19,656
1,768	4,841	19,656
1,680	4,521	18,344
1,803	4,737	18,344

Tablo 19. D-R Matrisi

ETKİLENEN D-R		
0,313	0,539	0,000
0,245	0,427	0,000
-0,238	-0,407	0,000
-0,176	-0,305	0,000
-0,826	-1,599	-3,281
0,681	1,345	3,281

SONUÇ

Tedarikçi seçimini en çok etkileyen ve diğer kriterlerden en çok etkilenen kriterleri bulmak için Tablo 20 oluşturulmuştur. D+R sütunu için Tablo 18'de bulunan her satırın, D-R sütunu için Tablo 19'da bulunan her satırın ortalaması alınmıştır. Tablo 20'ye göre en çok etkileyen kriterin *"Süreç Yönetimi (C2)"*, en az etkilenen kriterin ise *"Bilgi Yönetimi (C5)"* olduğu tespit edilmiştir. Bu değerlendirme sonucuna göre KKD sağlanacak olan tedarikçinin belirlenmesi kararını vermede etkileyici olacak olan iki önemli kriter Süreç Yönetimi ve Kurumsal Yönetim olarak belirlenirken, Bilgi Yönetimi kriteri KKD tedarikçi seçiminde en çok etkilenen kriter olarak ortaya çıkmıştır.

Tablo 20. D+R ve D-R Matrisi

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
ETKİLEYEN (D+R)	9,780	***9,840***	8,700	8,755	8,182	8,295
ETKİLENEN (D-R)	0,284	0,224	-0,215	-0,160	***-1,902***	1,769

KAYNAKÇA

Aksakal E.ve Dağdeviren, M. (2010), "ANP ve DEMATEL Yöntemleri İle Personel Seçimi Problemine Bütünleşik bir Yaklaşım", Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 25, No 4, 905-910.

Arbel, A., Seidmann A., "An Application of The AHP to Bank Strategic Planning: the Mergers and Acquisitions Process", European Journal of Operational Research, Vol 27, pp. 27-37, 1990.

Arbel, A., Seidmann A., "Capacity Planning, Benchmarking and Evaluation of Small Computer Systems", European Journal of Operational Research, Vol. 22, pp. 347-358, 1985.

Arbel, A., Seidmann A., "Selecting a Microcomputer For Process Control and Data Acquisition", IIE Transactions, Vol. 16, No: 1, pp. 73-80, 1984.

Bard, J.F., "Evaluating Space Station Applications of Automation and Robotics", IEEE Transactions on Engineering Management, Vol. 33, No: 2, 102-110, 1986.

Baykasoğlu, A., Kaplanoğlu, V., Durmuşoğlu, Z., Şahin, C., (2013), "Integrating Fuzzy DEMATEL And Fuzzy Hierarchical TOPSIS Methods For Truck Selection" Expert Systems With Applications, Volume 40, Issue 3, 15, 899-907

Beck M.P., Lin B.W., "Selection of Automated Office Systems: a Case Study", OMEGA, Vol 9, No: 2, 169-176, 1981.

CHANG, B., Chang, C. And Wu, C. (2011). "Fuzzy DEMATEL method fordeveloping supplier selection criteria", Expert Systems with Applications, 38, 1850-1858.

COLVIN, Raymond J. (1992); The Guidebook to Successful Safety Programing, Lewis Publishers, Boca Raton.

Dickson, G.W., "An Analysis of Vendor Selection Systems and Decisions", Journal of Purchasing, Vol 2, pp. 5-17, 1966.

Ghodsypour, S.H., Brien, C.O., "A Decision Support System for Supplier Selection Using an Integrated Analytic Hierarchy Process and Linear Programming", International Journal of Production Economics, Vol. 56-57, pp. 199-212, 1998.

Tedarikçi Firma Seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve 0-1 Hedef ... M. Dağdeviren ve T. Eren Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. Cilt 16, No 2, 2001 43

Murat ANDAÇ-İç Denetçi,Şerif OLGUN ÖZEN-İç Denetç: ESAW (2010)

Öztürk, O. (2009), "Türkiye Karayollarında, Trafik Kazalarının Nedeni ve Bu kazaların Analizi", Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

Tam M.C.Y., Tummala V.M.R., "An Application of The AHP in Vendor Selection of a Telecommunications System", OMEGA, Vol. 29, No: 2, pp 171- 182, 2001.

Yurdakul, M., İç Y.T., "AHP ve Hedef Programlama Yöntemlerinin Sağlayıcı Seçimi Probleminde Kullanılması", XXII. Ulusal YA/EM Kongresi, Gazi Üniversitesi, Ankara, 2001.

Zviran, M.A., "Comprehensive Methodology for Computer Family Selection", Journal Systems Software, Vol 22, pp. 17-26, 1993.

WENTZ, Charles A. (1998); Safety, Health and Environmental Protection, McGraw-Hill Book Company, Boston.

Wu, W.W., Lee Y.T., (2007), "Developing Global Managers' Competencies Using The Fuzzy DEMATEL Method", Expert Systems With Applications, 32, 499–507

YERALTI KROM MADENİ KAZALARININ BULANIK HATA AĞACI ANALİZİ İLE İNCELENMESİ

Fatma Yaşlı
Anadolu Üniversitesi

Bersam Bolat
İstanbul Teknik Üniversitesi

ÖZET

hammadde kaynağı ve ülkelerin en önemli zenginlik kaynaklarındandır. Diğer yandan bu sektör, güvenlik riski yüksek faaliyetler içerdiğinden, etkili güvenlik stratejilerinin uygulanması gerekmektedir. Maden kazaları, jeolojik yapı, kullanılan makine-teçhizat ve etkin insan faktörü gibi riskli koşullar içerisinde meydana gelmektedir. Bu riskli koşulların meydana gelmesinde, kullanılan teknolojinin etkin bir unsur olabileceği düşünülebilir. Fakat ülkemizde madencilik faaliyetleri çoğunlukla emek yoğun teknolojiler, diğer bir deyişle manuel olarak sürdürüldüğünden insan hatalarının sebep olduğu pek çok kaza meydana gelmektedir. Bu çalışmada, hata ağacı analiz yöntemi ile bir yeraltı krom madeni işletmesinin yeraltı yükleme ve taşıma faaliyetlerinde meydana gelebilecek kazalar araştırılmıştır. Çoğunlukla emek yoğun teknolojiler kullanan madenin, geçmiş kaza verileri incelenmiş ve uzman görüşlerinden yararlanılarak kaza kök sebepleri ve gerçekleşme olasılıkları belirlenmiştir. Olasılık değerlerinin belirlenmesinde veri yetersizliğinden dolayı bulanık mantık yaklaşımından yararlanılmıştır. Kaza kök sebeplerinin ve gerçekleşme olasılıklarına dair bulgular ışığında, kazaların daha iyi tanımlanması sağlanarak, gelecek çalışmalar için öneriler paylaşılmıştır.

Anahtar sözcükler: Bulanık mantık, hata ağacı analizi, yeraltı madenciliği kazaları.

FUZZY FAULT TREE ANALYSIS OF UNDERGROUND CROME MINING ACCIDENTS

ABSTRACT

Mining sector is one of the most important raw material sources and wealth sources for countries. On the other hand, effective safety strategies are required hence dangerous working conditions. Mining accidents occur in risky situations such as geological structure, using machinery and equipment and human factor. It is possible to think; the using technology can be an effective element for occurrence of these risky conditions. But in our country, mining operations are performed mostly with labor-intensive technologies, in other words, manually maintained, accordingly many accidents occur caused by human errors. In this study, underground loading and transportation accidents of a chrome mining are investigated with the fault tree analysis. Root causes and possibilities of the accidents are determined by using the accident history of the mine that uses mostly labor-intensive technologies and the experts' opinions. Due to lack of data for determining the accident possibilities, fuzzy approach is used. With the root causes and the possibilities of the accidents, better definitions for the accidents and future recommendations are provided.

Key Words: Fuzzy logic, fault tree analysis, underground mining accidents

1. GİRİŞ

Uzun dönemli kaza istatistikleri incelendiğinde madencilik sektörünün, diğer sektörlere göre ortalamanın üstünde kaza riski taşıdığı ve yeraltı madenciliğinin en yüksek işçi ölümleri oranlarına sahip olduğu görülmektedir (Azapagic, 2004). Ülkemiz madencilik faaliyetlerinin, gelişmiş maden teknolojilerinden çoğunlukla yoksun imkanlarla sürdürülmesi, diğer ülkelere göre daha fazla kazanın yaşanmasına sebebiyet vermektedir. Meydana gelen kazaların kök nedenlerinin tespit edilmesi, kaza olasılıklarının belirlenmesi ile kaza risklerinin azalması için öncelikli alanlar belirlenebilir, çözümler ve iyileştirme planları araştırılabilir, öneriler hazırlanabilir.

Çalışma kapsamında bir krom madeni yeraltı işletmesi geçmiş kazaları incelenmiş ve uzmanları ile görüşmeler yapılarak yaşanan ve yaşanması muhtemel kazalar üzerine bir inceleme yapılmıştır. Krom endüstriyel sanayinin önemli bir hammadde kaynağı olup, paslanmaz çelik yapımında kullanılmaktadır. Türkiye krom çıkarımında dünyada üçüncü sırada olup, Türkiye'de çıkartılan krom madenleri, krom pazarlarında her zaman üst seviye fiyatlarla talep edilen kaliteli metalürjik cevherler olarak aranmaktadır. Krom madenleri, kömür madenlerinden daha az riskli madenler olsa da, yeraltı madenciliğinde çalışma şartlarının zorlu ve riskli oluşu, maden çıkartım süreçlerinin kesintisiz ve güvenli bir şekilde sürdürülebilmesini oldukça zorlaştırmaktadır. Madenin türü ne olursa olsun, emek yoğun süreçlerle yürütülen faaliyetler sırasında çok sık maden kazası yaşanmaktadır.

İnceleme sonrasında yeraltı krom madeni en şiddetli ve en sık kazaların yeraltı madencilik faaliyetlerinden maden yükleme ve taşıma süreçlerinde meydana geldiği görülmüştür. Bu sebeple çalışma kapsamında, yeraltı maden yükleme ve taşıma faaliyetleri kaza haritası çıkarılarak, kazaların meydana gelmesindeki etkin nedenlerin anlaşılabilmesi için süreçler kapsamlı bir şekilde incelenmiş ve hata ağacı analizi yönteminden yararlanılmıştır.

2. LİTERATÜR

Literatürde, maden kazalarına yönelik incelemelerin sunulduğu pek çok çalışma yer almaktadır. İspanya madencilik sektöründe yaşanmış kazaların temel sebeplerinin incelenmesi (Sanmiquel vd., 2015), Amerika'da maden ekipmanları sebebiyle meydana gelmiş maden kazalarının araştırılması (Groves vd., 2007), madenlerde kamyon kullanımı ile ilişkili kazaların incelenmesi (Zhang vd., 2014), Çin kömür madenlerinde meydana gelmiş kazaların analizi (Wu vd., 2011), Zambia bakır madenleri kazalarının incelenmesi (Michelo vd., 2009), Avustralya yeryüzü madenciliğinde insansız kamyonla taşıma etkisinin araştırılması (Bellamy ve Pravica, 2011) ve kömür madenlerinde kullanılan kürer taşıyıcılarla (kesici yükleyici) ilgili kazaların incelenmesi (Sen vd., 2015) dünya çapında madenlerin konu edildiği çalışmalara örnek gösterilebilir. Ülkemiz madencilik literatüründe ise, Türkiye Soma kazasının geçmiş kaza verilerinin incelenmesi (Spada ve Burgherr, 2016), Türkiye Taşkömürü Kurumu Kozlu işletmesi kazalarının araştırılması (Ayoğlu vd., 2015), Türkiye yeraltı kömür madeni kazalarının analizi (Sarı vd., 2004), Zonguldak kömür madenindeki işçi ölümlerinin incelenmesi (Kucuker, 2006), Türkiye Ovacık altın-gümüş madenlerinde sağlık, güvenlik ve risk yönetimi çalışması (Akçıl, 2006) konu ile ilgili örnek çalışmalar olarak belirtilebilir. Bu çalışmada, literatürde daha önce yer edinmemiş olan ülkemiz krom madeni ile ilişkili kazalar ele alınmıştır. Dolayısıyla, emek yoğun teknolojiler kullanmakta olan ülkemiz krom madenlerine özgü kaza araştırmasının yapılması, kaza kaynağı olan temel süreçlerin diğer bir deyişle kök nedenlerin belirlenmesi yerinde bir çalışma olarak görülmektedir.

16. yüzyıl itibariyle görülen önemli teknolojik inovasyonlar madenciliğin sürdürülebilirliği konusunda önemli gelişmelere öncü olmuştur (Suppen vd., 2006). Yüksek teknolojinin dünya madencilik faaliyetlerinde kullanım aşamaları sırasıyla mekanizasyon, uzaktan kumandalı sistemler, otomasyon ve robotlaşma şeklindedir (Kızıl vd., 1995). Literatürde, ileri otomasyon teknolojileri ile madenciliğin geldiği noktanın tartışıldığı çalışmalar mevcuttur (Bellamy ve Pravica, 2011; Boudreau vd., 2014). Fakat, ülkemiz madencilik sektörünün faaliyetleri çoğunlukla küçük ölçekli işletmelerce ve emek yoğun faaliyetlerle sürdürülmektedir (Eskikaya ve Aydıner, 2003). Maden kazalarının gerekli önlemlerin alınabilmesi ve sonucunda yaşanan kayıpların azaltılabilmesi için detaylı incelenmesi gerekmektedir. Bu sebeple, emek yoğun teknolojilerle faaliyetlerini sürdüren ülkemiz krom madenciliğinde yaşanan kazaların tanımlanmasının, gelecek çalışmalara yön verici bir inceleme olacağı düşünülmektedir.

3. YÖNTEM

3.1. Hata ağacının oluşturulması

Hata ağacı, kazaların ya da olayların meydana gelmesindeki sıralı olayları farklı şekillerde ve sistematik olarak gösteren grafiksel bir anlatım aracıdır (Hyun vd., 2015). Hata ağacı analiz yöntemi, betimsel ve ilişkisel bir araştırma modelidir. Hata ağacı oluşturmanın amacı, kazaların temel sebeplerini bulmak ve kazanın meydana gelmesini engelleyici unsurlara dair yerinde çıkarımlar yapabilmektir. Ağaç içerisinde

kazalar yukarıdan aşağıya doğru meydan gelmesinde etkili ara olaylar ve temel olayları gösterir şekilde yapılandırılır. Hata ağaçlarında olaylar arasındaki ilişkileri betimleyebilmek için mantık kapılarından yararlanılır. "VE" kapısı kapsadığı bütün olayların gerçekleşmesi halinde meydana gelebilen olayı, "VEYA" kapısı ise kapsadığı olayların herhangi birisinin gerçekleşmesi durumunda meydana gelebilen olayı işaret etmektedir. Üst olay ve ara olaylar dikdörtgen şekli içinde belirtilirken, olayların meydana gelmesindeki kök nedenler de "temel olay" olarak ifade edilir (Şekil 1).

Şekil 1: Hata ağacı analizinde kullanılan temel semboller

3.2. Temel olay olasılıklarının belirlenmesi

Kazaların meydana gelme olasılıklarının belirlenmesi için öncelikle temel olay olasılıklarının belirlenmesi gerekmektedir. Olaylara dair olasılıklarının belirlenmesi için net değerler sunacak kadar geçmiş verinin bulunmaması sebebiyle uzman görüşlerinden ve bulanık mantık yaklaşımından yararlanılmıştır. Uzman çıkarımları için, kullanılacak dilsel ifadeler ve karşılık geldikleri bulanık değerleri Tablo 1'de belirtildiği gibidir. Çalışma kapsamında yamuk (trapezoidal) bulanık sayılardan (a, b, c, d) yararlanılmıştır.

Tablo1: Olasılıkların değerlendirilmesi için sözel ifadeler ve bulanık sayı karşılığı

Olasılık sözel ifadeleri	(a, b, c, d)
Çok düşük	(0, 0, 0.1, 0.2)
Düşük	(0.1, 0.2, 0.2, 0.3)
Biraz düşük	(0.2, 0.3, 0.4, 0.5)
Orta	(0.4, 0.5, 0.5, 0.6)
Biraz yüksek	(0.5, 0.6, 0.7, 0.8)
Yüksek	(0.7, 0.8, 0.8, 0.9)
Çok yüksek	(0.8, 0.9, 1, 1)

3.3. Uzman fikirlerinin bir araya getirilmesi

Ford ve Sterman (1998)'e göre, uzmanlar fikir beyan ederken objektif yargılarını kullanacaklardır. Bu sebeple, temel olayların olasılıklarının belirlenmesinde heterojen uzman grubundan yararlanılması önerilir (Senol vd., 2015). Bunun için öncelikle çalışmaya katılımcı sektör uzmanlarının unvanları, sektörü deneyimleri ve eğitim durumları dikkate alınarak bir ağırlıklandırma yapılır. Bu sebeple uzman fikirlerinin bir araya getirilmesi ve tek bir değerde birleştirilmesi gerekmektedir. Her uzmanın puanı Tablo 2'deki değerler kullanılarak belirlenir ve normalize edilerek her uzman için bir önem ağırlığı belirlenir.

Tablo 2: Uzmanların önem ağırlıklarının belirlenmesi için skor tablosu

Kriter	Sınıfı	Skor	Kriter	Sınıfı	Skor	Kriter	Sınıfı	Skor
Ünvan	Müdür	5	Sektör Deneyimi	≥30 yıl	5	Eğitim Durumu	Yüksek Lisans	5
	Baş mühendis	4		20-29 yıl	4		Lisans	4
	Mühendis	3		10-19 yıl	3		Ön lisans	3
	Başçavuş	2		6-9 yıl	2		Lise	2
	İşçi	1		≤5 yıl	1		İlköğretim	1

Daha sonra i, temel kaza sebebini, j m adet uzmanı, w_j, j uzmanının önem ağırlığını ve $\tilde{A}_{ij}$ de j uzmanının i olayı için yaptığı dilsel ihtimal değerinin bulanık sayı karşılığını gösterir şekilde aşağıdaki gibi her i olayı için uzman görüşlerinin birleştirildiği bir bulanık değer bulunacaktır (Yuhua ve Datao, 2005).

$$\tilde{A}_i^* = (a, b, c, d) = \sum_{j=1}^{m} w_j * \tilde{A}_{ij}(a, b, c, d)$$

3.4. Bulanık değerin netleştirilmesi- bulanık değerin, klasik sayısal değere dönüştürülmesi

Bu işlem için farklı teknikler olması ile birlikte bu çalışmada, Sugeno (1999) tarafından geliştirilen alan merkezi yöntemi (center of area) kullanılmıştır.

$\tilde{A}_i^* = (a, b, c, d)$, uzmanların i olayı için yaptıkları ortak bulanık değerlendirmesi olup, alan merkezi yöntemi ile bu bulanık sayının X^* sayısal değerine dönüştürülmesi aşağıdaki gibidir:

$$X^* = \frac{1}{3} * \frac{(d+c)^2 - d * c - (a+b)^2 + a * b}{(d + c - a - b)}$$

3.5. Nihai hata olasılık değerlerinin bulunması

Kazalara sebebiyet veren her bir kök nedenin gerçekleşme olasılığının bulunması için, X^* değerleri aşağıdaki işlemle kesin olasılık değerlerine dönüştürülür (Onisawa,1988).

$$\text{Olayın olasılığı} = \begin{cases} \frac{1}{10^K} & X^* \neq 0, \\ 0 & X^* = 0 \end{cases} \quad K = \left[\frac{1 - X^*}{X^*}\right]^{1/3} * 2.301$$

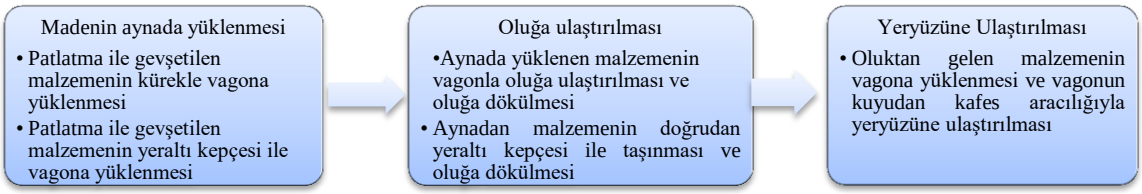
3.6 Minimum kesme-setlerin-kazaların meydana gelmesine sebep olan olay birleşimlerinin ve üst olay olasılıklarının hesaplanması (Senol vd, 2015):

Temel olaylar ve ara olaylar sebebiyle ortaya çıkan kazaların olasılıklarının belirlenmesi için temel olayların olasılıklarının belirlenmesi gerekmektedir. Olayların gerçekleşmesinde "Boolean ilişki" olduğu ve tüm temel olayların birbirinden bağımsız olduğu kabul edilir (Lavasani vd., 2015). Eğer bir kesme set (MC) içerisinde E_1 ve E_2 olayları birbirine VE kapısı ile bağlanmış ise, $MC = E_1 \cap E_2$ şeklinde gösterilir. Olasılığı da$P(MC) = P(E_1 \cap E_2) = P((E_1) * (E_2))$ şeklindedir.. Eğer bir kesme set (MC) içerisinde E_1 ve E_2 iki olayı birbirine VEYA kapısı ile bağlanmış ise, $MC = E_1 \cup E_2$ şeklinde gösterilir. Olasılığı da, $P(MC) = P(E_1 \cup E_2) = P(E_1) + P(E_2) - P(E_1 \cap E_2)$,$P(MC) = P(E_1) + P(E_2) - P((E_1) * (E_2))$ şeklindedir. Üst olay olarak ifade edilen sistemde kaza olma olasılığı $P(t)$ ile gösterilecek olursa, kaza olması için gerek ve yeter şartları taşıyan N adet kesme setin birleşim kümesi ile aşağıdaki gibidir (Senol vd., 2015):

$$P(t) = P\left(\bigcup_{j=1}^{N} MC_j\right), P(t) = \sum_{i=1}^{N} P(MC_i) - \sum_{i<j}^{N} P(MC_i * MC_j) + \sum_{i<j<k}^{N} P(MC_i * MC_j * MC_k) + \cdots + (-1)^{N-1} P(MC_1 * MC_2 * \ldots MC_N)$$

4. YERALTI KROM MADENİ KAZALARININ HATA AĞACI ANALİZİ İLE ANALİZİ

Hata ağacı yapılandırması için, "yeraltı krom madeni yükleme ve taşıma faaliyetleri kazaları" üst olay olarak nitelendirilmiştir. Yeraltı krom madenlerinde madenin yüklenmesi ve yeryüzüne ulaştırılmasına bir arada sürdürülen faaliyetlerdir. Uzmanlarla yapılan görüşmeler sonrasında yeraltı krom madeni yükleme ve taşıma faaliyetleri Şekil 2'de görüldüğü gibi belirtilmiştir.



Şekil 2: Yeraltı maden taşıma faaliyet akışı

Hata ağacının, kazalara, hangi olay zincirlerinin bir araya gelmesiyle meydana geldiğini yansıtabilmesi için, daha önce meydana gelmiş ve meydana gelme ihtimali bulunan tüm olayların dikkate alınması planlanmıştır. Sonuçları kesik, yara, çizik, ezik, kırık, çıkık, burkulma, geçici/kalıcı iş göremezlik ve ölümlü olmak üzere, yeraltında maden yükleme ve taşıma süreçlerinde yaşanabilecek bütün kazalar belirlenmiş ve hata ağacına yansıtılmıştır. Hata ağacı Şekil 3'teki gibi oluşturulmuş. Çalışma kapsamında Tablo 3'te belirtildiği gibi 5 adet uzman görüşünden yararlanılmıştır.

Tablo 3: Çalışmaya katılan uzmanlar

Pozisyon	Deneyim	Eğitim seviyesi	Önem ağırlığı
Müdür	10-19 yıl	Yüksek lisans	0,29
Başmühendis	6-9 yıl	Lisans	0,22
Mühendis	6-9 yıl	Lisans	0,2
Başçavuş	>=30 yıl	İlkokul	0,18
İşçi	10-19 yıl	İlkokul	0,11

Oluşturulan hata ağacı yardımıyla Tablo 4 ve 5'de gösterilen kaza kök nedenleri ve ara olaylar belirlenmiştir. Uzmanların Tablo 2'de belirtilen skor değerlerine göre önem ağırlıkları belirlenmiş ve temel olayların olasılıklarına dair Tablo 1'de belirtilen sözel ifadeler yardımıyla değerlendirme yapması sağlanmıştır. Herhangi bir kazanın olması için gerek ve yeter şartı taşıyan 37 farklı olay kümesi/minimum kesme kümesi belirlenmiş, olasılıklar hesaplanmıştır. Analiz sonrasında bir kaza yaşanma olasılığının (üst olay) 0,23, en yüksek olasılığa sahip olayların ise 0,059 olasılık değeri ile oluktan maden alma sürecinde ve yerden malzeme alırken fiziksel zorlanma kazaları olduğu belirlenmiştir. Bunun yanında, üretim bölgesinde (aynada) kürekle yapılan malzeme yüklemesi sırasında 0,023 olasılık değeri ile fiziksel zorlanma sebepli kazalar yaşanabilmektedir.

Tablo 4: Temel Olaylar

1.1.1.1	Aynada yapısal Jeo. ayrılma	2.1.1.2	Yol üzerinde yetersiz kontrol	3.2.1.1.1.1	Kafes yükl. talimatlarına uyulmaması
1.1.1.2	Aynada yetersiz kontrol	2.1.2.1	Engebeli yol	3.2.2.1.1.1	Vinç halatı yetersiz kontrolü
1.1.2.1	Engebeli zemin	2.1.2.2	Vagoncunun dikkatsizliği	3.2.2.1.2.1	Fren sistemi yetersiz bakımı
1.1.2.2	Ayna işçisinin dikkatsizliği	2.1.3.1	Ray aşınması	3.2.2.2.1.1	Kumanda sist. yetersiz bkm
1.1.3.1	Küreğe fazla mal yükleme-	2.1.3.2.1	Vagoncunun hız talimatlarına	3.2.2.2.1.2	Operatörün kumanda hatası

	talimatlara uymama		uymaması (hızlı sürmesi)		
1.1.3.2	Malz. elle kontrolsüz kaldırma	2.1.4	Fiziksel zorlanma	3.2.2.2.2.1	Tahk. zamanla yıpranması
1.2.1.1	Aynada kepçeyi etkileyebileeek engebeli zemin	2.1.5.2.1	Vagon yolu üz. çalışanın dikkatsizliği	3.2.2.2.2.2	Tahk. yetersiz kontrolü
1.2.1.2	Operatörün dikkatsizliği	2.1.6.1	Vagon yükleme talimatlarına uyulmaması- fazla yüklenmesi	3.2.2.2.3.1	Şebeke arızası
1.2.2.1	Aynadaki çalışanın dikkatsizliği	2.2.1.1	Kepçe yolunun engebeli olması	3.2.2.2.3.2.1	Jen. yetersiz bakım-mek. arıza
2.1.1.1	Yol üz. yapısal Jeolojik ayrılma	2.2.2.1	Kepçe yolu üz. çalışanın dikkatsizliği	3.2.2.2.3.2.2	Yetersiz yakıt- kontrol
1.1.1.1	Aynada yapısal Jeolojik ayrılma	3.1.1.1	Vagoncunun mal alırken talimatlara uymaması	3.2.1.1.1.1	Kafes yükleme talimatlarına uyulmaması

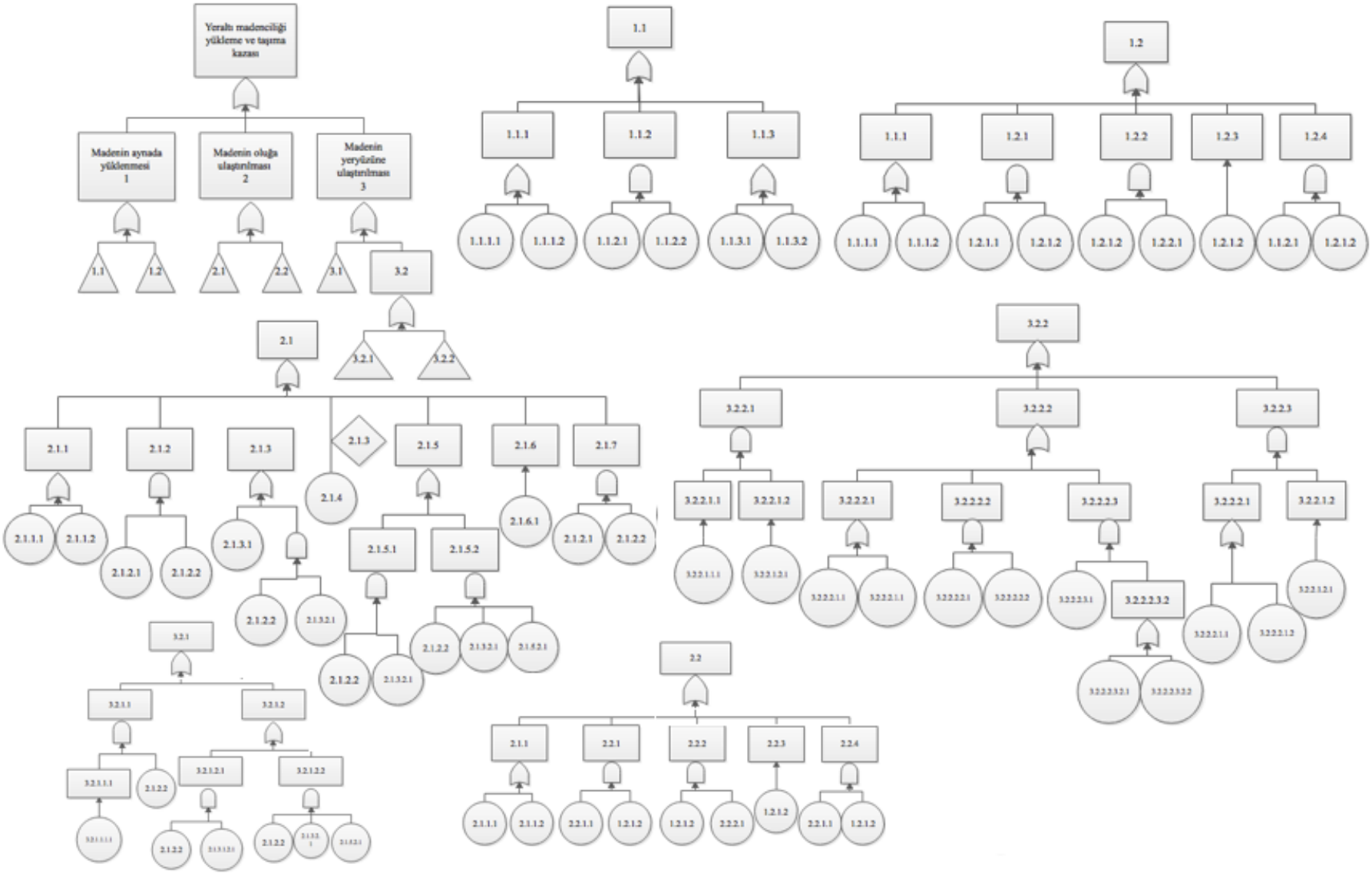
Tablo 5: Ara olaylar

1.1	Kürekle yükleme	2.1.52	Vag. bir başkasını sıkıştırması	3.2.1.1	Vagonun kuyuya düşmesi
1.1.1	Kavlak düşmesi	2.1.6	Vag. üzerine malz. düşmesi	3.2.1.1.1	Kafes kapısının açık olması
1.1.2	İşçinin kürekle çalış düşm	2.1.7	İşçinin oluğa düşmesi	3.2.1.2	Kafeste vagon sıkışma kazaları
1.1.3	İşçinin fiz. zorlanması	2.2	Yeraltı kepçesi ile taşıma	3.2.1.2.1	Vag. iki vagon arasına sıkışması
1.2	Kepçe ile yükleme	2.2.1	Yol üzerinde kepçenin devrilmesi	3.2.1.2.2	Kafeste vag. ssıkıştırma
1.2.1	Kepçenin devrilmesi	2.2.2	Kepçenin yol üz. çalışana çarpması	3.2.2	Kafes taşıma
1.2.2	Aynada kepç. çal. çarpması	2.2.3	Kepçenin yol üz. Tahk. çarpması	3.2.2.1	Kafesin boşluğa düşmesi
1.2.3	Kepçenin tahk. çarpması	2.2.4	Op. yol üzerinde kepçeden düşmesi	3.2.2.1.1	Halat kopması
1.2.4	Op. kepçeden düşmesi	3.1	Oluktan vagona yükleme	3.2.2.1.2	Oto. fren sist. çalışmaması
2.1	Vagon ile taşıma	3.1.1	İşçinin üz. oluktan malz. düşmesi	3.2.2.2	Kafesin asılı kalması
2.1.1	Yol üz. kavlak düşmesi	3.1.2	Sivriç yaralanması	3.2.2.2.1	Vinç kumanda sist. hatası
2.1.2	Vagonu iten op. düşmesi	3.1.3	Malzeme alma yaralanmaları	3.2.2.2.2	Kafesin kuyu tahk. takılması
2.1.3	Vagonun raydan çıkması	3.1.4	Yere malzeme düşmesi	3.2.2.2.3	Enerji kesintisi
2.1.5	Vagon sıkışma kazaları	3.2	Vagonun yeryüzüne ulaşımı	3.2.2.2.3.2	Jeneratörün çalışmaması
2.1.5.1	Vag. Kendini sıkıştırması	3.2.1	Kafes yükleme	3.2.2.3	Kafesin tavana çarpması

Yaşanma ihtimali yüksek olan bir diğer kaza ise üretim yapılan bölgede işçinin üzerine kavlak/parça düşmesidir. Yetersiz kontrol sebebiyle tavanda gevşeyen malzemenin göz ardı edilebilir olması, daha sonrasında 0,018 olasılık değeri ile kazalar yaşanmasına sebebiyet verebilmektedir. Bu kazaların kök nedenlerinin, işçinin talimatlara uymaması ve dikkatsizliği olduğu belirlenirken, çalışma sonuçlarının uygulamada yaşanan kaza durumlarını yansıttığı uzmanlarca doğrulanmıştır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışma kapsamında ele alınan yeraltı krom madeninde yaşanan kazalar, diğer tüm madenlerde olduğu gibi çoğunlukla jeolojik yapı ve insan kaynaklıdır. Bunların dışında, tüm madenlerde risk oluşturan başlıca şartlar toz, duman, su, çamur, yetersiz havalandırma gibi sorunlarla birlikte çalışma şartlarının zorlu oluşu, yeraltında çalışmanın ve olası kazaların yarattığı psikolojik etki olarak belirtilebilir. Yeraltında yaşanan irili ufaklı tüm risk unsurları, iş güvenliği ve sağlığı için önemli bir tehdit yaratmaktadır. Çalışma kapsamında yeraltı yükleme ve taşıma kazalarını en fazla etkileyen olaylar sunulmuş, kaza olasılıklarıyla birlikte ve gerçekleşmesi en muhtemel kazalar sunulmuştur. Çalışmanın devamı niteliğinde, kazaların şiddetlerinin de ele alınarak daha kapsamlı bir risk analizinin yapılması planlanmaktadır. Şiddeti ne olursa olsun, yeraltı madenciliğinde kazaların meydana gelme olasılıklarının azaltılması maden yöneticilerinin en önemli amaçlarındandır. Madencilik sektöründe iş kazalarının veya yaralanmalarının önlenmesine yönelik gerekli denetimlerin, kaza önleyici sistemlerin ve uygun teknolojiler gibi konuların üzerinde durulması gerekliliği kaçınılmazdır (Paul ve Maiti, 2007; Maiti vd., 2004). Gelecek çalışmalar için, öncelikle tüm madencilik faaliyetleri süresince meydana gelen kazaların incelenmesi önerilmektedir. Kaza önleyici uygulamalar için hangi alt süreçlerin önceliğe sahip olduğu belirlenebilir. Fayda maliyet analizleri yapılarak, etkin güvenlik stratejilerine yönelik çözüm önerileri geliştirilebilir.



Şekil 3: Yeraltı maden yükleme ve taşıma faaliyetleri kazalarına yönelik hata ağacı

KAYNAKÇA

Azapagic, A. 2004. "Developing a framework for sustainable development indicators for the mining veminerals industry", Journal of Cleaner Production, 12(6), 639-662

Bellamy, D., & Pravica, L. 2011. "Assessing the impact of driverless haul trucks in Australian surface mining", Resources Policy, 36(2), 149-158.

Boudreau-Trudel, B., Nadeau, S., Zaras, K., & Deschamps, I. 2014. "Introduction of Innovative Equipment in Mining: Impact on Occupational Health veSafety", Open Journal of Safety Science veTechnology, 2014.

Eskikaya, Ş., Aydıner, S. 2003. "Küçük Ölçekli Metal Madenlerinde Mekanizasyonun Önemi ve Türk Maadin AŞ Örneği", Türkiye 18 Uluslararası Madencilik Kongresi ve Sergisi, IMCET.

Groves, W. A., Kecojevic, V. J., & Komljenovic, D. 2007. "Analysis of fatalities veinjuries involving mining equipment", Journal of safety Research, 38(4), 461-470.

Kızıl,M. S., Kızıl, G., Tatr, Ç. & Köse, H., 1995. "Madencilikte İleri Teknoloji Kullanımı", Madencilik Dergisi, Haziran.

Kucuker, H. 2006. "Occupational fatalities among coal mine workers in Zonguldak, Turkey, 1994–2003", Occupational Medicine, 56(2), 144-146.

Maiti, J., Chatterjee, S. ve Bangdiwala, S.I. 2004. "Determinants of work injuries in mines–an application of structural equation modelling", Injury control vesafety promotion, 11(1): 29-37.

Paul, P. S. ve Maiti, J. 2007. "The role of behavioral factors on safety management in underground mines", Safety Science, 45(4): 449-471.

Sanmiquel, L., Rossell, J. M., ve Vintró, C. 2015. "Study of Spanish mining accidents using data mining techniques", Safety science, 75, 49-55.

Spada, M., ve Burgherr, P. 2016. "An aftermath analysis of the 2014 coal mine accident in Soma, Turkey: use of risk performance indicators based on historical experience", Accident Analysis & Prevention, 87, 134-140.

Suppen, N., Carranza, M., Huerta, M. ve Hernández, M. A. 2006. "Environmental management velife cycle approaches in the Mexican mining industry", Journal of Cleaner Production, 14(12): 1101-1115

Onisawa, T., & Nishiwaki, Y. 1988. "Fuzzy human reliability analysis on the Chernobyl accident", Fuzzy Sets veSystems, 28(2), 115-127.

Sari, M., Duzgun, H. S. B., Karpuz, C., & Selcuk, A. S. 2004. "Accident analysis of two Turkish underground coal mines", Safety Science, 42(8), 675-690.

Sen, S., Min, M. X., & She, Y. Z. 2015. "Diagnosis of Coal Scraper Conveyor Based on Fuzzy Fault Tree", In Measuring Technology and Mechatronics Automation (ICMTMA), 2015 Seventh International Conference on (pp. 392-395). IEEE.

Senol, Y. E., Aydogdu, Y. V., Sahin, B., & Kilic, I. 2015. "Fault Tree Analysis of chemical cargo contamination by using fuzzy approach", Expert Systems with Applications, 42(12), 5232-5244.

Sugeno, M. 1999. "On stability of fuzzy systems expressed by fuzzy rules with singleton consequents", Fuzzy Systems, IEEE Transactions on, 7(2), 201-224.

Wu, L., Jiang, Z., Cheng, W., Zuo, X., Lv, D., & Yao, Y. 2011. "Major accident analysis veprevention of coal mines in China from the year of 1949 to 2009", Mining Science veTechnology (China), 21(5), 693-699.

Yuhua, D., & Datao, Y. 2005. "Estimation of failure probability of oil vegas transmission pipelines by fuzzy fault tree analysis", Journal of loss prevention in the process industries, 18(2), 83-88.

Zhang, M., Kecojevic, V., & Komljenovic, D. 2014. "Investigation of haul truck-related fatal accidents in surface mining using fault tree analysis", Safety science, 65, 106-117

STATISTICAL ANALYSIS AND CRM IN A BEVERAGE COMPANY

Nalmes Yavuz Ufuk Cebeci

ABSTRACT

In this Study, the impact of different factors on beverage sales will be examined. A beverage company has been chosen to conduct the study with, and their sales data, (which will be multiplied with a constant in order to avoid the confidential issues), will be used.

In more detail, in order to be able to examine the impact of different factors, some dependent and independent variables were determined making sales the basis of dependent variables. Then, a number of hypotheses were come up with which will be tested via correlation and regression analysis on Minitab. In order to decide the hypotheses, the opinions of relevant company employees have been taken and after some idea exchanges, they were finalized related with the seasonal, price and market share factors.

1. INTRODUCTION

Beverage companies as a part of the FMCG sector are very competitive because of their fast moving nature. Being influenced by so many different entities such as competitors, consumers, alternative prices and products, market conditions and environmental factors, it is imprtant to identify, monitor and understand these entities for a company in FMCG world. (Oraman, Azabagoglu & Inan, 2011) Hence,as a part of these entities, the question of how does a beverage company is affected by price, market and seasonal changes is answered in this study using statistical techniques; some of them being inspired by Cebeci & Sertkaya's study in which the the effects of different organizational factors on job satisfaction is researched.

2. PURPOSE OF THE STUDY

Šebjan, Bobek,&Tominc explained the importance of CRM practices in their study as the key to the understanding customers and being successful in a competitive work environment.(2014) Thus, CRM applications and techniques in beverage sector is the research area of this study. Discovering the effect of certain elements on beverage sales will be possible through a statistical analysis. As Arunraj and Ahrens state in their study, for a feasible sales and operations process, accurate estimation of sales is crucial. (2015) In order to estimate the sales appropriately, factors which have an influence on sales should be known. Contributing and providing assistance to the company chosen for this study and also to the others in the same sector is the primary purpose. Hopefully, this research will give them a new perspective on their sales operations.

a. Information About the Company

The research is carried out with a beverage company. Manufacturing, marketing and distribution of snacks and carbonized and non-carbonized drinks are the interests of the firm.

For this paper, national and local customers of the firm were analysed. These customers are divided into categories as Traditional Trade and Organized Trade (TT and OT), where TT contains small grocery stores and OT contains local and national super/hyper-markets, Cash&Cary and Discounters; and Food Service which covers restaurants and national fast food chains. For this study, customers from Traditional Trade and food service channels will be focused on.

In this research, mainly coke and ice tea sales as the products with the highest sales rates will be analysed.

3. THE ANALYSES OF THE INITIAL HYPOTHESES

a. The Impact of Price, Price Index and Numeric Distribution on Total Coke Sales

As Johnson & Cui did in their research, finding the effect of price on sales, market share and numeric distribution was aimed in this analysis. (2013) In order to see the impact of price and numeric distribution on sales, the related data for the last 3 years was taken from Nielsen Insight Company website via the beverage company. Along with the 2013-2015 internal sales volume data, the correlation and regression analyses were conducted to see the relationship between them. In this analysis, along with the impact of price and ND on volume, also the impact on the market share was searched for too. Usually market share is analysed in two ways: Volume Share and Value share.

Correlations

Total	Volume	P-Volume Share	P-Value Share	P-ND	P-P
P-Volume Share	-0,007928				
	0,9634				
P-Value Share	-0,009338	0,987981			
	0,9569	<0,0001			
P-ND	0,176534	0,757866	0,748349		
	0,3030	<0,0001	<0,0001		
P-P	-0,238762	0,398234	0,389049	0,337204	
	0,1608	0,0161	0,0190	0,0443	
Pepsi Price Index	0,118878	-0,720609	-0,724030	-0,581758	-0,241905
	0,4898	<0,0001	<0,0001	0,0002	0,1552

Cell Contents: Pearson correlation
P-Value

According to the outcome of the minitab Pearson correlation analysis among value share, volume share, numeric distribution, price and price index; it can be said that there is a significant relationship between:

- Volume share and value share(obviously) with the r value of 0,987 and p value smaller than 0,0001
- Numeric distribution and value share with a r value of 0,748 and p value smaller than 0,0001
- Numeric distribution and volume share with a r value of 0,757 and p value smaller than 0,0001; indicating that the more stores our brand is sold at, the more market share the brand gets

- Price index and numeric distribution with a value of -0,58 and p value of 0,0002; indicating that our brand is sold at more stores when our price is cheaper compared to the competitor brand
- Price index and volume&value share with the r value of -0,72 and p value smaller than 0,0001

It is also seen that there is no significant direct relationship between the sales volume and price/price index/ND yet these factors affect the market share and ratio to competitor brand's sales.

To summarize the results of both regression and correlation analyses, in traditional trade, the chosen company's coke sales are not directly affected either by price or numeric distribution changes. However, these changes affect the market share of the brand and lower prices get more stores to sell the brand's products. Also, it is assumed that the variables related with the close competition of the brand's might affect the performance of the sales. That is why, usually the price changes of the competitors are closely tracked too. If we analyse the relationship betweeb both brand's prices we will get the following result:

Correlation

Pearson correlation of P-P and CC-P = 0,531512
P-Value = 0,0009

(P-P: Our brand's price, CC-P:Competitor brand's price)

Model Summary

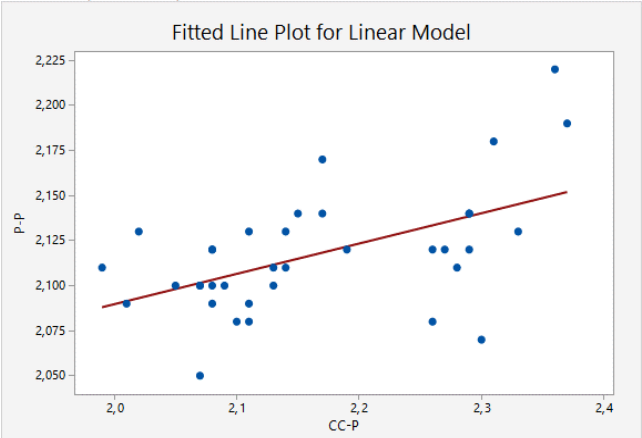
S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,0292256	28,25%	26,14%	16,68%

Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	1,75327	0,09967	17,59	<0,0001	
CC-P	0,16821	0,04597	3,66	0,0009	1,00

Regression Equation

P-P = 1,75327 + 0,16821 CC-P



The Minitab output and the fittet line indicates a significant relationship between competitor's price and our brand's price.

b. Monthly Average Temperature Effect on Traditional Trade Coke Sales:

As it is mentioned before, beverage sales are known to change according to the seasonallity. People tend to consume cold beverages in summer more than they do in winter. In the following analyses, this theory will be statistically tested using the monthly volume (raw case) of coke sales (all SKUs) between 2013-2015.

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	1	1,44622E+13	1,44622E+13	222,97	<0,0001
2013-2015 Turkey	1	1,44622E+13	1,44622E+13	222,97	<0,0001
Error	34	2,20534E+12	6,48631E+10		
Lack-of-Fit	20	1,63883E+12	8,19413E+10	2,02	0,0901
Pure Error	14	5,66518E+11	4,04656E+10		
Total	35	1,66676E+13			

Model Summary

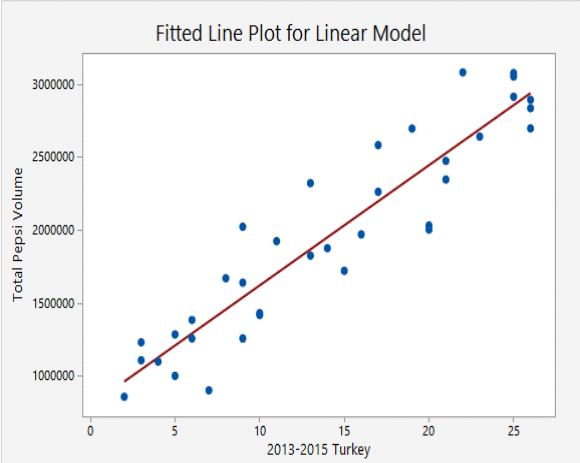
S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
254682	86,77%	86,38%	85,44%

Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	800371	89001	8,99	<0,0001	
2013-2015 Turkey	82291	5511	14,93	<0,0001	1,00

Regression Equation

Total Pepsi Volume = 800371 + 82291 2013-2015 Turkey



Correlation

Pearson correlation of Total Pepsi Volume and 2013-2015 Turkey = 0,931497
P-Value = <0,0001

Both the correlation and regression analysis presenet a P-Value smaller than 0,0001 and the alpha value of 0,05, and r and R-sq. values of %93 and %86 respectively. This means there is a very strong relationship between average temperature and coke sales. Also close and similarly high R-sq(adj) and R-sq(pred) values mean that the model and the equation is appropriate to use for the future predictions.

c. Monthly Average Temperature Effect on Ice tea sales of Fast Food Reastaurants:

For this hypothesis, the relationship between the sales and average temperature will be analysed via regression. The Minitab output is stated below:

Analysis of Variance

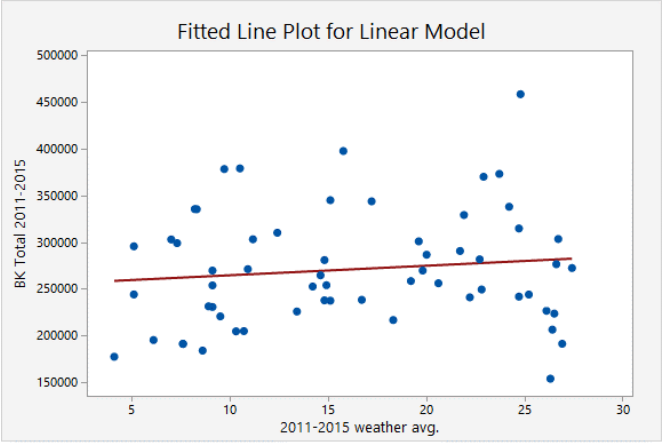
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	1	3189047711	3189047711	0,84	0,3627
2011-2015 weather avg.	1	3189047711	3189047711	0,84	0,3627
Error	58	219738245056	3788590432		
Lack-of-Fit	51	208234130435	4083022165	2,48	0,1036
Pure Error	7	11504114620	1643444946		
Total	59	222927292767			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
61551,5	1,43%	0,00%	0,00%

Coefficients

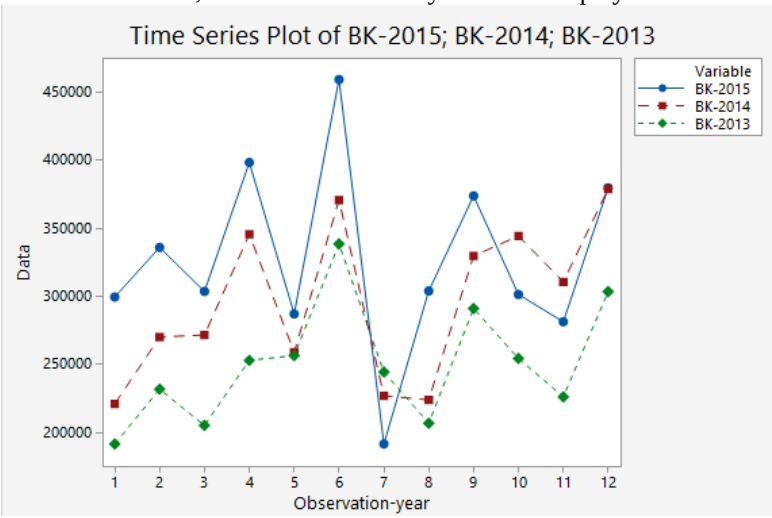
Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	254793	19745	12,90	<0,0001	
2011-2015 weather avg.	1021	1113	0,92	0,3627	1,00



Correlation

Pearson correlation of BK Total 2011-2015 and 2011-2015 weather avg. = 0,119605
P-Value = 0,3627

The correlation and lineer regression analyses state no significant relationship between average monthly tempreture and monthly volume of icetea sales with p values higher than 0,05. In order to detect the reason behind this, the volume of last 3 years were displayed on a time series plot:



The last 3 years' observations bring out an interesting fact about cultural and religious values' impact on Turkey's consumption habbits. It is seen from the graph that the sales dramatically decrease around July and August – the hottest time of the year but also, Ramadan period when the majority of the country fast. Since Ramadan fall 10 days behind every year in the gregorian calender, the sales drop-point also switched from August to July over the last 3 years. That period of time is obviously an outlier and an exception to the overall sales trends. That is why, the analysis has been repeated removing the data of Ramadan period sales in an attempt to normalize the data.

Correlation

Pearson correlation of BK-modified volume and Modified weather = 0,371260
P-Value = 0,0062

The Correlatioun analysis output states a significant relationship between the volume and the average tempreture. This relationship will be formulased via regression analysis:

Analysis of Variance

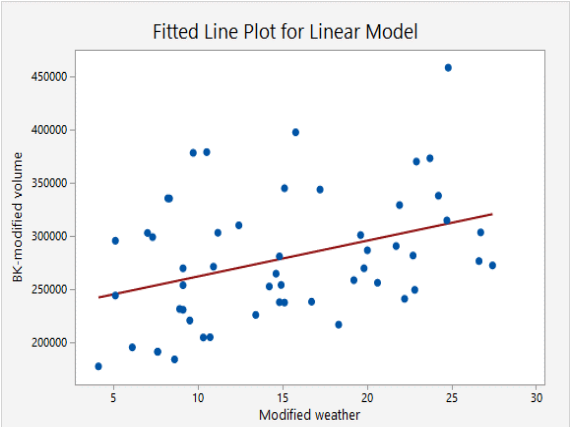
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	1	26135742580	26135742580	8,15	0,0062
Modified weather	1	26135742580	26135742580	8,15	0,0062
Error	51	163481380550	3205517266		
Lack-of-Fit	45	154647974542	3436621656	2,33	0,1439
Pure Error	6	8833406008	1472234335		
Total	52	189617123129			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
56617,3	13,78%	12,09%	6,64%

Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	228708	19290	11,86	<0,0001	
Modified weather	3370	1180	2,86	0,0062	1,00



Fits and Diagnostics for Unusual Observations

Obs	BK-modified volume	Fit	Resid	Std Resid	
42	378808	261399	117409	2,11	R
46	398150	281823	116327	2,07	R
48	459047	312222	146825	2,68	R
53	379500	264095	115405	2,07	R

R Large residual

After the modification on the data and removing the effect of Ramadan, the new results state a considerably significant relationship with a P-value of 0,0062<0,05 with the unusual observations above.

When the data is taken from the company, food service department executive stated that since they always mark up in January and July in accordance with the inflation rate, the fast food chain tends to keep extra stock right before these terms.
That is why usually in December and June, the sales are a little extra high. If we check the unusual observations stated above, we can see that observation number 42 belongs to June 2014, number 48 belongs to December-2014 and number 53 belongs to December 2015.
The next two analyses will be testing the impact of weather in temperature and sunny weather basis during winter (November-March) on the sales with a linear regression analysis:

Analysis of Variance

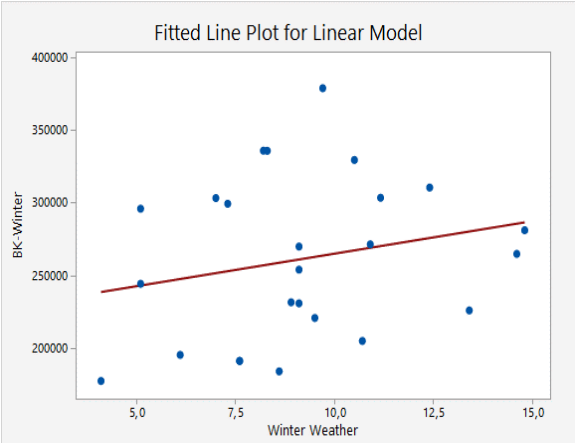
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	1	3691378537	3691378537	1,21	0,2831
Winter Weather	1	3691378537	3691378537	1,21	0,2831
Error	23	70289593927	3056069301		
Lack-of-Fit	19	68188323189	3588859115	6,83	0,0376
Pure Error	4	2101270739	525317685		
Total	24	73980972464			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
55281,7	4,99%	0,86%	0,00%

Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	220416	38867	5,67	<0,0001	
Winter Weather	4473	4070	1,10	0,2831	1,00



According to the minitab linear regression output, the icetea sales volume of the fast food chain has no significant relation to average temperature of winter season. Next, the analysis will be repeated for the monthly average number of days with an sunny weather:

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	1	17882603588	17882603588	8,24	0,0102
MW-2	1	17882603588	17882603588	8,24	0,0102
Error	18	39068317335	2170462074		
Lack-of-Fit	15	37729204100	2515280273	5,63	0,0900
Pure Error	3	1339113235	446371078		
Total	19	56950920922			

Model Summary

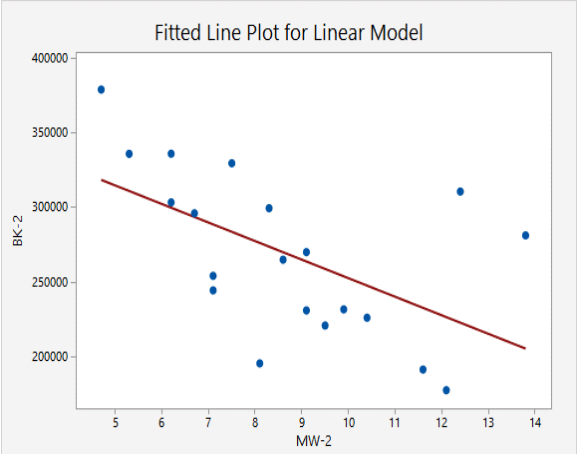
S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
46588,2	31,40%	27,59%	5,83%

Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	376704	38969	9,67	<0,0001	
MW-2	-12410	4324	-2,87	0,0102	1,00

Regression Equation

BK-2 = 376704 − 12410 MW-2



*BK-2 is the sales volume of the fast food company and MW-2 is the number of days with a sunny weather between November and March

The linear regression analysis output indicates a negative relationship between the sales volume and the number days having an sunny weather during winter; giving a R-sq. value of 31% and p-value of 0,01 which is smaller than the alpha value of 0,05. From the last two analyses, it can be sad that consumers tend to go to fast food restaurants, which are generally located in shopping malls, when the weather is not sunny but there is not enough evidence to make the inference that the choice of going to malls is affected by the temperature during winter.

4. FINDINGS

- Price changes affect the numeric distribution and market share; but they do not have a significant influence on sales volume
- There is a positive relationship between temperature and beverage sales – for TT Coke and Food Service Ice tea
- There is not a significant relationship between average temperature and Food Service Ice tea sales during winter yet, there is a negative relationship between number of sunny days and the sales

5. CONCLUSION

In summary, this study has been formed in order to examine CRM in the beverage sector in terms of sales performance. To understand the concept of Customer Relationship Management, first the customers should be known well. What they demand, how their demands can be supplied and what could be done in

order to meet their demands better, faster and more effective is the major issue. (Solomon, 2014) . For a successful sales operation, the question of "What are the factors that affect the sales?" should be asked. For that reason, several different factors were analyzed and found to have an influence on beverage sales. Hopefully, this research can provide some help for the future sales strategies of the beverage firms.

For further research, the same analyses can be repeated under different circumstances with different SKUs and sales channels and the comparison of these results can give us a better understanding about the factors.

REFERENCES

Arunraj, N. S., & Ahrens, D. (2015). A hybrid seasonal autoregressive integrated moving average and quantile regression for daily food sales forecasting. International Journal of Production Economics, 170, 321-335

Cebeci, U. Sertkaya, E. (2011). Job satisfaction of food engineers working in quality management perspective (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü). doi:10.1016/j.conbuildmat.2010.11.028

Johnson, J. W., & Cui, A. P. (2013). To influence or not to influence: External reference price strategies in pay-what-you-want pricing. Journal of Business Research, 66(2), 275-281.

Oraman, Y., Azabagaoglu, M. O., & Inan, I. H. (2011). The firms' survival and competition through global expansion: A case study from food industry in FMCG sector. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 24, 188-197.

Šebjan, U., Bobek, S., & Tominc, P. (2014). Organizational factors influencing effective use of CRM solutions. Procedia Technology, 16, 459-470.

Solomon, M. R. (2014). Consumer behavior: buying, having, and being. Engelwood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

VEHICLE TECHNOLOGY SELECTION WITH INTUITIONISTIC AHP-VIKOR METHOD

İbrahim YAZICI
İstanbul Teknik Üniversitesi

ABSTRACT

In the worlwide, the cleaner energy resources usage is becoming more popular. Due to the reduction in fossil derived fuels, a new shift; using alternative energy resources have affected the transportation industry like other industries. From this perspective, hybrid, plug-in hybrid and battery electric vehicles have been introduced as a new shift in transportation besides other new technologies. In Turkey, there is slower motion to get familiar with these new technology vehicles when compared to the U.S. and EU countries. However, in the near future, getting familiar with these new technology vehicles will grow in the country as concerns about fossil derived fuels increases and cost of the new technology sensibly decreases. Since vehicle technology selection problem contains some selection criteria, some of them maybe conflicting, the selection problem can be modeled by multicriteria decision making methods. In the study, we try to construct a model for the selection of the best vehicle technology for a company's fleet operating in İstanbul. Since new technology vehicles are newly being introduced in the country, there are uncertainty about them. Besides that uncertainty, in the decision making environment, subjectivity of decision makers and differences in the perception of a same linguistic expression are really problematic in making decision. Due to these problems, we used fuzzy multicriteria decision making methods in the study. Firstly, we used interval valued intiutionistic AHP method to determine the criteria weights, then, used intuitionistic VIKOR method to rank the vehicle technologies.

Keywords: Alternative fuel vehicles, multicriteria decision making, intuitionistic fuzzy sets

SEZGİSEL AHP-VIKOR YÖNTEMİYLE ARAÇ TEKNOLOJİSİ SEÇİMİ

ÖZET

Son zamanlarda temiz enerji kaynakları popüler olmakta ve fosil türevli yakıt kaynaklarının azalması sebebiyle alternatif enerji kaynakları kullanımı diğer sektörlerde olduğu gibi ulaşım sektöründe de önem kazanmaktadır. Mevcut araç teknolojilerinin yanında hibrit, elektrikli hibrit ve tam elektrikli araçlar ulaşımda yeni eğilimler olarak görünür hale gelmektedir. Avrupa ve Amerika'ya göre Türkiye'de bu teknolojilerin bilinirliği daha düşüktür. Yeni teknolojiye sahip araçların maliyetinin azalması ve bu teknolojilere ait bilinirliğin artması sonucunda Türkiye'de de bu araçlara yönelim artacaktır. Araç teknolojisi seçimi birçok farklı ve çelişen kriterleri barındırdığından çok kriterli karar verme problemi olmaktadır. Bu çalışmada İstanbul'da turizm sektöründe faaliyet gösteren bir firmanın filosunda kullanılacak araçların seçimi problemi ele alınmıştır. Çalışmaya konu olan araç teknolojilerinden bir kısmı yeni olduğundan, karar vericilerin sözel ifadelerinin sübjektif olma ihtimalinden dolayı karar verme

ortamında belirsizlik bulunmaktadır. Karar verme ortamlarındaki belirsizlik bulanık kümlerle daha iyi modellenebileceğinden çalışmadaki problemin çözümünde bulanık kümeler kullanılmıştır. İlk olarak aralık değerli sezgisel bulanık AHP ile kriter ağırlıkları belirlenmiş daha sonra alternatifler sezgisel bulanık VIKOR yöntemi ile sıralanmıştır.
Anahtar Sözcükler: Alternatif yakıt araçları, çok kriterli karar verme, sezgisel bulanık kümeler

1.INTRODUCTION

Alternative fuel vehicles are being introduced to the market due to the reduction in fossil derived fuels. Many types of alternative fuel vehicles are on the road such as hybrid, plug-in hybrid electric, battery electric which are subject of this study. They are most commonly used alternative fuel vehicles in the worldwide. In Turkey, consumers are newly facing with these new technology vehicles, they are not familiar with their benefits due to less information about them. Conventional vehicles, gasoline and diesel-powered vehicles, are expected to replace with the alternative fuel vehicles when information about them, fuel and repairment cost benefits, became widespread. Whereas the alternative fuel vehicles have some advantages over conventional cars, purchase cost of these vehicles are a prominent disadvantage of them. Multicriteria decision making process is the process which alternatives are evaluated under many different criteria, and the best scored alternative is selected. In decision making processes, subjectivitiy of human judgements and uncertainty of decision making environment may necessitate more precise modelling of the problem. Fuzzy logic is good at handling subjectivity of human judgements and uncertainty of decision making environment by providing flexibility in the evaluation with numbers that are not crisp.

In this study, we try to construct a model for the selection of the best vehicle technology for a company's fleet operating in İstanbul. Alternatives that are subject to the selection are gasoline, diesel powered, hybrid, plug-in hybrid electric and battery electric vehicles. Because of the fact that one of the conventional vehicles and alternative fuel vehicles is not prevelantly dominating the other alternatives, this problem can be handled as multicriteria decision making problem. We used newly introduced fuzzy sets, interval valued intuitionistic fuzzy sets with AHP and VIKOR method, which they are among frequently used methods, for the problem to do more better modeling. We determined the criteria weights by utilizing AHP method,then, ranked the alternatives by utilizing VIKOR method with fuzzy sets. Next section briefly introduces some studies about vehicle technologies, third section presents methodology, fourth section presents case study and application and final section presents conclusions.

2. STUDIES ABOUT VEHICLE TECHNOLOGIES

Due to the fact that being a hot topic, many researchers have done many researches about alternative fuel vehicles. We presented some researches that highlight important issues about these vehicles. Yavuz et al. (2015) discussed some potential benefits and disadvantages of these vehicles. Pasaoglu et. al (2015) studied about range anxiety of the new technology vehicles in some European countries.. Le Duigoi et al. (2014) also discussed the range anxiety for these vehicles. They emphasized that the range anxiety is rather psychological than in practice. Greaves et al. (2014) did research about range and recharging time over the five weeks observations in Australia. They analyzed the range of the battery electric vehicles and recharging options for drivers. Stephens (2013) discussed about non-cost barriers of deployment for new technology vehicles. He mentioned about barriers according to their severity.

We utilized interval-valued intuitionistic and intuitionistic fuzzy sets in the methodology. As mentioned before, we utilized AHP with interval-valued intutionistic fuzzy sets to determine the criteria weights, and VIKOR with intuitionistic fuzzy sets. We utilized AHP by means of Wu et al. (2013) and VIKOR by Devi (2011) studies.

2.1. Preliminaries of interval-valued intuitionistic AHP

There are many types of fuzzy sets in the literature. We utilized intutionistic fuzzy sets to benefit from its function of representing not only membership of a number to a set but also non-membership degree of the number to the set. Some basic concepts of interval-valued intuitionistic AHP are as follows (Wu et al.,2013):

Definition 1. Let X be a universal set and C be the set of all closed intervals. Interval-valued intuitionistic number $\tilde{A}$ in X is shown as in Equation 1:

$$\tilde{\mu}_A(x) \rightarrow D \subseteq [0,1], 0 \leq \sup \tilde{\mu}_A(x) + \sup \tilde{v}_A(x) \leq 1, \forall_x \in X,$$
$$\tilde{A} = \{(\langle x, \tilde{\mu}_A(x), \tilde{v}_A(x) \rangle | x \in X)\} \quad (1)$$

$\tilde{\mu}_A$ and $\tilde{v}_A$ denote membership and non-membership degree of the number to the set. Total of them does not have to be equal 1. So, the remaining value is uncertainty or hesitancy value, and it is denoted by $\tilde{\pi}_A(x)$. The uncertainty or hesitancy value is represented as in Equation 2:

$$\tilde{\pi}_A(x) = 1 - \tilde{\mu}_A(x) - \tilde{v}_A(x) = [1 - \tilde{\mu}_{AU}(x) - \tilde{v}_{AU}(x)], [1 - \tilde{\mu}_{AL}(x) - \tilde{v}_{AL}(x)] \quad (2)$$

For simplicity, $\tilde{A}$ is shown by $\tilde{\mu}_A(x) = [\mu^-, \mu^+]$ and $\tilde{v}_A(x) = [v^-, v^+]$ where minus signed ones are lower values and plus signed ones are upper values of the number. ($\tilde{A} = ([\mu^-, \mu^+], [v^-, v^+])$).

Definition 2. Let $\lambda \geq 0$ and $\tilde{a}_1 = ([\mu_1^-, \mu_1^+], [v_1^-, v_1^+])$, $\tilde{a}_2 = ([\mu_2^-, \mu_2^+], [v_2^-, v_2^+])$ be. Some arithmetic operations are as in following equations:

$$\tilde{a}_1 \oplus \tilde{a}_2 = ([\mu_1^- + \mu_2^- - \mu_1^-\mu_2^+, \mu_1^+ + \mu_2^+ - \mu_1^+\mu_2^+], [v_1^- v_2^-, v_1^+ v_2^+]) \quad (3)$$

$$\tilde{a}_1 \otimes \tilde{a}_2 = ([\mu_1^- \mu_2^-, \mu_1^+ \mu_2^+], [v_1^- + v_2^- - v_1^- v_2^-, v_1^+ + v_2^+ - v_1^+ v_2^+]) \quad (4)$$

$$\boldsymbol{\lambda}\tilde{a}_1 = \left(\left[1 - (1 - \mu_1^-)^\lambda, 1 - (1 - \mu_1^+)^\lambda\right], \left[1 - (1 - v_1^-)^\lambda, 1 - (1 - v_1^+)^\lambda\right]\right) \quad (5)$$

$$\tilde{a}_1^\lambda = \left(\left[(\mu_1^-)^\lambda, (\mu_1^+)^\lambda\right], \left[1 - (1 - v_1^-)^\lambda, 1 - (1 - v_1^+)^\lambda\right]\right) \quad (6)$$

Definition 3. Let $\tilde{r}_{ij} = (\tilde{\mu}_{ij}, \tilde{v}_{ij})$, $\tilde{\mu}_{ij} = [\mu_{ij}^-, \mu_{ij}^+] \subseteq [0,1]$ and $\tilde{v}_{ij} = [v_{ij}^-, v_{ij}^+] \subseteq [0,1]$ be. Let $\tilde{\boldsymbol{R}} = (r_{ij})_{nxn}$ be evaluation matrix of interval valued intuitionistic fuzzy number.

$$\tilde{s}_{ij} = \tilde{\mu}_{ij} - \tilde{v}_{ij} = [\mu_{ij}^- - v_{ij}^+, \mu_{ij}^+ - v_{ij}^-] \quad i = j = 1,2..,n. \quad (7)$$

By utilizing Equation 7, $\tilde{\boldsymbol{S}} = (s_{ij})_{nxn}$, score evaluation matrix of $\tilde{R}$, is constructed.

Definition 4. Let $\tilde{a} = [a^-, a^+]$ and $\tilde{b} = [b^-, b^+]$ be two interval-valued intuitionistic fuzzy numbers and $L_a = a^+ - a^-$ and $L_b = b^+ - b^-$. Possibility degree of a ≥ b is as follows:

$$p(\text{a} \geq \text{b}) = \frac{\min\{L_a + L_b, \max(a^+ - b^-, 0)\}}{L_a + L_b} \quad (8)$$

By denoting interval-valued product matrix, $\tilde{\boldsymbol{A}}$ is obtained by means of followng equation:

$$\tilde{\boldsymbol{S}} = (s_{ij})_{nxn}, \tilde{\boldsymbol{A}} = (a_{ij})_{nxn}, a_{ij} = 10^{s_{ij}}. \quad (9)$$

Priority weight of $\tilde{A}$ is obtained by means of following equation:

$$\tilde{w}_i = \frac{\sum_{j=1}^n \tilde{a}_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \tilde{a}_{ij}} = \left[\frac{\sum_{j=1}^n \tilde{a}_{ij}^-}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \tilde{a}_{ij}^+}, \frac{\sum_{j=1}^n \tilde{a}_{ij}^+}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \tilde{a}_{ij}^-}\right] \quad (10)$$

For comparing possibility degree of ith and j^{th} numbers, let use p_{ij}. Last normalization operation for comparsion of two numbers possibility degree is as in following equation:

$$w_i = \frac{1}{n}\left[\sum_{j=1}^n p_{ij} + \frac{n}{2} - 1\right] \quad (11)$$

2.2. Preliminaries of intuitionistic VIKOR

We utilized intutionistic fuzzy sets for VIKOR method (Devi, 2011). Like interval-valued intuitionistic fuzzy numbers, there are membership and non-membership degrees in expression of intuitionistic fuzzy numbers, however, they are not on an interval. Fuzzy numbers membership and non-membership are expressed with these type of numbers. Let $\tilde{A}$=$\langle[(x_1, x_2, x_3); \mu_A], [(x_1', x_2', x_3'); v_A]\rangle$ and $\tilde{B}$=$\langle[(y_1, y_2, y_3); \mu_B], [(y_1', y_2', y_3'); v_B]\rangle$ be two intuitionistic fuzzy numbers that is $\mu_A \neq \mu_B$ and $v_A \neq v_B$. Arithmethic operations by these numbers are as follows:

$$\tilde{A} \oplus \tilde{B} = \langle[(x_1 + y_1, x_2 + y_2, x_3 + y_3); \min(\mu_A, \mu_B)], [(x_1' + y_1', x_2' + y_2', x_3' + y_3'); \max(v_A, v_B)]\rangle \quad (12)$$

$$\tilde{A} \ominus \tilde{B} = \langle[(x_1 - y_3, x_2 - y_2, x_3 - y_1); \min(\mu_A, \mu_B)], [(x_1' - y_3', x_2' - y_2', x_3' - y_1'); \max(v_A, v_B)]\rangle \quad (13)$$

For $\tilde{A} > 0, \tilde{B} > 0$,

$$\tilde{A} \otimes \tilde{B} = \langle[(x_1 y_1, x_2 y_2, x_3 y_3); \min(\mu_A, \mu_B)], [(x_1' y_1', x_2' y_2', x_3' y_3'); \max(v_A, v_B)]\rangle \quad (14)$$

$$\tilde{A} \oslash \tilde{B} = \langle[(x_1/y_3, x_2/y_2, x_3/y_1); \min(\mu_A, \mu_B)], [(x_1'/y_3', x_2'/y_2', x_3'/y_1'); \max(v_A, v_B)]\rangle \quad (15)$$

$$\max(\tilde{A}, \tilde{B}) = \langle \begin{matrix} [max(x_1, y_1), max(x_2, y_2), \max(x_3, y_3)); \min(\mu_A, \mu_B)], \\ [max(x_1', y_1'), max(x_2', y_2'), max(x_3', y_3'); \max(v_A, v_B)] \end{matrix} \rangle \quad (16)$$

$$\min(\tilde{A}, \tilde{B}) = \langle \begin{matrix} [min(x_1, y_1), min(x_2, y_2), \min(x_3, y_3)); \min(\mu_A, \mu_B)], \\ [min(x_1', y_1'), min(x_2', y_2'), min(x_3', y_3'); \min(v_A, v_B)] \end{matrix} \rangle \quad (17)$$

VIKOR method is one of the frequently utilized methods for multicriteria decision making problems. In the study there are 5 alternatives.Alternatives, gasoline, dieselpowered, hybrid, plug-in hybrid electric and battery electric vehicle, are denoted A_1,A_2,A_3,A_4 and A_5, respectively. Comparison result of jth criteria for i^{th} alternative f_{ij} (i = 1,2,..,m; j = 1,2,..,n). I_b and I_c denotes benefit and cost criteria, respectively (Zhang and Wei, 2013). In VIKOR method, it is used S_i and R_i for ranking. Minimum of S_i value represents the maximum benefit of majority of proponents, minimum of R_i value represents the minimum regret of opponents. Steps are as follows:

Step 1. Maximum and minimum values of criteria are found:

$$\tilde{f}_j^+ = \max_i \tilde{f}_{ij}, \tilde{f}_j^- = \min_i \tilde{f}_{ij}, C_j \in I_b, i = 1,2,..,m, j = 1,2 \ldots, n. \quad (18)$$

$\tilde{f}_j^+ = \min_i \tilde{f}_{ij}, \tilde{f}_j^- = \max_i \tilde{f}_{ij}, C_j \in I_c, i = 1,2,..,m, j = 1,2 \ldots, n.$ (19)

Step 2. Criteria weights obtained by AHP are used for calculating $\tilde{S}_i$ and $\tilde{R}_i$. Due the the fact that division operation is not defined for intuitionistic fuzzy sets, values in $\tilde{S}_i$ calculation is defuzzified and S_i and R_i are obtained in defuzzified form.

$$\tilde{S}_i = \sum_{j=1}^{n} w_j \otimes \left(\frac{\tilde{f}_j^+ - \tilde{f}_{ij}}{\tilde{f}_j^+ - \tilde{f}_j^-}\right) =$$

$$\sum_{j=1}^{n} w_j \otimes \left[\frac{\left\langle \begin{matrix} \left[\left(\tilde{f}_{1j}^+ - \tilde{f}_{3ij}, \tilde{f}_{2j}^+ - \tilde{f}_{2ij}, \tilde{f}_{3j}^+ - \tilde{f}_{3ij}\right); min\left(\mu_{\tilde{f}_j^+}, \mu_{\tilde{f}_{ij}}\right)\right], \\ \left[\left(\tilde{f}_{1j}'^+ - \tilde{f}_{3ij}', \tilde{f}_{2j}'^+ - \tilde{f}_{2ij}', \tilde{f}_{3j}'^+ - \tilde{f}_{1ij}'\right); max\left(v_{\tilde{f}_j^+}, v_{\tilde{f}_{ij}}\right)\right] \end{matrix} \right\rangle}{\left\langle \begin{matrix} \left[\left(\tilde{f}_{1j}^+ - \tilde{f}_{3j}^-, \tilde{f}_{2j}^+ - \tilde{f}_{2j}^-, \tilde{f}_{3j}^+ - \tilde{f}_{3j}^-\right); min\left(\mu_{\tilde{f}_j^+}, \mu_{\tilde{f}_j^-}\right)\right], \\ \left[\left(\tilde{f}_{1j}'^+ - \tilde{f}_{3j}'^-, \tilde{f}_{2j}'^+ - \tilde{f}_{2j}'^-, \tilde{f}_{3j}'^+ - \tilde{f}_{1j}'^-\right); max\left(v_{\tilde{f}_j^+}, v_{\tilde{f}_j^-}\right)\right] \end{matrix} \right\rangle}\right], \forall_i$$

$$\tilde{S}_i = \frac{\left((\tilde{S}_1 + \tilde{S}_2 + \tilde{S}_3) x \mu_{\tilde{S}} + (\tilde{S}_1' + \tilde{S}_2' + \tilde{S}_3') x v_{\tilde{S}}\right)}{3} \quad (21)$$

$$\tilde{R}_i = \max_j \left(w_j \otimes \left(\frac{\tilde{f}_j^+ - \tilde{f}_{ij}}{\tilde{f}_j^+ - \tilde{f}_j^-}\right)\right), \quad i = 1,2, \ldots m. \quad (22)$$

Each item of $\tilde{R}_i$ value, $w_j \otimes \left(\frac{\tilde{f}_j^+ - \tilde{f}_{ij}}{\tilde{f}_j^+ - \tilde{f}_j^-}\right)$, is defuzzified and R_i values of each alternative are obtained.

Step 3. S^+, S^-, R^+ and $R^-$are calculated:

$S^+ = \min_i S_i, S^- = \max_i S_i, R^+ = \min_i R_i, R^- = \max_i R_i, \ j = 1,2, \ldots, n.$ (23)

Step 4. Each Q value of alternatives are calculated:

$$Q_i = \frac{v\, x\, (S_i - S^+)}{(S^- - S^+)} + \frac{(1-v)\, x\, (R_i - R^+)}{(R^- - R^+)}, \quad i = 1,2, \ldots, m. \quad (24)$$

v and 1- v denote weights for maximum utility of majority of decision makers, and weights for minimum individual regret of opponent group, respectively.

Step 5. S, R and Q values are ranked with respect to ascending order and three ranking lists are obtained.

Step 6. If two of the following criteria are met, alternative, A', that has minimum Q value can be proposed as the best alternative.

Criterion 1. A'', second alternative ranked with respect to Q values, m is the alternative numbers, DQ = 1/(m-1). Acceptable advantage is calculated by means of following equation:

$$Q(A'') - Q(A') \geq DQ. \quad (25)$$

Criterion 2. Stability in decision making. If A' is also in the first rank with respect to S and/or R, then, it can be concluded that there is stability in decision making, and A' is defined as the best alternative.

If one of these criteria is not met, compromise solution set can be proposed as follows:

- **a.** If only the second criterion is not met, A' and A'' is the solution in order.
- **b.** If only the first criterion is not met, $A^M, Q(A^M) - Q(A') < DQ$, for maximum M, $A', A'', \ldots, A^M$is the solution in order.

3. CASE STUDY AND APPLICATION

We try to construct a decision making structure for a firm operating in tourism sector in İstanbul. Selection criteria defined by three experts are vehicle cost, fuel repletion easiness, are vehicle cost, ergonomics, environmentalism and safety and they are denoted with C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6, respectively.

Table 1. Pairwise comparsions of criteria by interval-valued intuitionistic fuzzy sets

		C1	C2	C3	C4	C5	C6
C1	E1	[0.5,0.5],[0.5,0.5]	[0.7,0.8],[0,0.1]	[0.7,0.8],[0,0.1]	[0.5,0.7],[0.1,0.2]	[0.5,0.8],[0.3,0.5]	[1,1],[0,0]
	E2	[0.5,0.5],[0.5,0.5]	[1,1],[0,0]	[0.5,0.7],[0.4,0.6]	[0.6,0.7],[0.2,0.4]	[0.5,0.5],[0.5,0.5]	[0.6,0.8],[0.2,0.3]
	E3	[0.5,0.5],[0.5,0.5]	[0.7,0.9],[0,0.1]	[0.7,0.9],[0,0.1]	[0.7,0.9],[0,0.1]	[0.5,0.6],[0.4,0.5]	[0.6,0.8],[0.2,0.3]
C2	E1	[0,0.1], [0.7,0.8]	[0.5,0.5],[0.5,0.5]	[0.7,0.8],[0,0.1]	[0.7,0.8],[0,0.1]	[0.5,0.7],[0.1,0.2]	[1,1],[0,0]
	E2	[0,0],[1,1]	[0.5,0.5],[0.5,0.5]	[0.6,0.8],[0.2,0.4]	[0.6,0.8],[0.2,0.4]	[0.6,0.8],[0.2,0.4]	[0.8,0.9],[0,0.2]
	E3	[0,0.1],[0.7,0.9]	[0.5,0.5],[0.5,0.5]	[0.6,0.8],[0.2,0.4]	[0.6,0.8],[0.2,0.3]	[0.6,0.8],[0.1,0.3]	[0.5,0.6],[0.4,0.5]
C3	E1	[0,0.1], [0.7,0.8]	[0,0.1], [0.7,0.8]	[0.5,0.5],[0.5,0.5]	[0.5,0.5],[0.5,0.5]	[0.3,0.5],[0.5,0.6]	[0.5,0.7],[0.1,0.2]
	E2	[0.4,0.6],[0.5,0.7]	[0.2,0.4],[0.6,0.8]	[0.5,0.5],[0.5,0.5]	[0.4,0.7],[0.3,0.4]	[0.5,0.5],[0.5,0.5]	[0.3,0.4],[0.5,0.6]
	E3	[0,0.1],[0.7,0.9]	[0.2,0.4],[0.6,0.8]	[0.5,0.5],[0.5,0.5]	[0.7,0.9],[0,0.1]	[0.5,0.6],[0.4,0.5]	[0.5,0.5],[0.5,0.5]
C4	E1	[0.1,0.2],[0.5,0.7]	[0,0.1], [0.7,0.8]	[0.5,0.5],[0.5,0.5]	[0.5,0.5],[0.5,0.5]	[0.5,0.5],[0.5,0.5]	[0.3,0.5],[0.5,0.6]
	E2	[0.2,0.4], [0.6,0.7]	[0.2,0.4],[0.6,0.8]	[0.3,0.4], [0.4,0.7]	[0.5,0.5],[0.5,0.5]	[0.3,0.4],[0.5,0.6]	[0.1,0.2],[0.6,0.8]
	E3	[0,0.1],[0.7,0.9]	[0.2,0.3],[0.6,0.8]	[0,0.1],[0.7,0.9]	[0.5,0.5],[0.5,0.5]	[0.5,0.5],[0.5,0.5]	[0.3,0.4],[0.5,0.7]
C5	E1	[0.3,0.5],[0.5,0.8]	[0.1,0.2],[0.5,0.7]	[0.5,0.6],[0.3,0.5]	[0.5,0.5],[0.5,0.5]	[0.5,0.5],[0.5,0.5]	[0.5,0.5],[0.5,0.5]
	E2	[0.5,0.5],[0.5,0.5]	[0.2,0.4],[0.6,0.8]	[0.5,0.5],[0.5,0.5]	[0.5,0.6],[0.3,0.4]	[0.5,0.5],[0.5,0.5]	[0.2,0.3],[0.5,0.7]
	E3	[0.4,0.5],[0.5,0.6]	[0.1,0.3],[0.6,0.8]	[0.4,0.5],[0.5,0.6]	[0.5,0.5],[0.5,0.5]	[0.5,0.5],[0.5,0.5]	[0.5,0.5],[0.5,0.5]
C6	E1	[0,0],[1,1]	[0,0],[1,1]	[0.1,0.2],[0.5,0.7]	[0.5,0.6],[0.3,0.5]	[0.5,0.5],[0.5,0.5]	[0.5,0.5],[0.5,0.5]
	E2	[0.2,0.3], [0.6,0.8]	[0,0.2], [0.8,0.9]	[0.5,0.6],[0.3,0.4]	[0.6,0.8],[0.1,0.2]	[0.5,0.7],[0.2,0.3]	[0.5,0.5],[0.5,0.5]
	E3	[0.2,0.3],[0.6,0.8]	[0.4,0.5],[0.5,0.6]	[0.5,0.5],[0.5,0.5]	[0.5,0.7],[0.3,0.4]	[0.5,0.5],[0.5,0.5]	[0.5,0.5],[0.5,0.5]

By utilizing Equation 3, we obtain integrated evaluation matrix. Then,utilizing Equation 7 and 9 with integrated criteria evaluation values, we obtain interval product matrix. Finally, we obtain criteria possibility degree matrix by utilizing Equation 8. After that, by utlizing Equation 11, we obtain normalized criteria weights that will be utilized in VIKOR method as 0.238, 0.227, 0.15, 0.103, 0.135 and 0.146, repectively. The experts utilize verbal expressions for evaluation of the alternatives with respect to criteria in Table 3. After the experts evalutions, Table 4 depicting three experts evaluations are constructed.

Table 3. Intuitionistic fuzzy values for verbal expressions

Verbal Expression	Fuzzy Values
Very Poor	$\langle[(0,0,1);0.1],[(0,0,1.5);0.9]\rangle$
Poor	$\langle[(0,1,2.5);0.2],[(0.5,1,2.5);0.75]\rangle$
Moderately Poor	$\langle[(0,3,4.5);0.35],[(1.5,3,5.5);0.6]\rangle$
Fair	$\langle[(2.5,5,6.5);0.5],[(3.5,5,7.5);0.45]\rangle$
Moderately Good	$\langle[(4.5,7,8);0.65],[(5.5,7,9.5);0.35]\rangle$
Good	$\langle[(5.5,9,9.5);0.8],[(7.5,9,10);0.15]\rangle$
Very Good	$\langle[(8.5,10,10);0.9],[(9.5,10,10);0.1]\rangle$

Due to the fact that division operation is not defined for intuitionistic fuzzy numbers, first of all, three experts comparisons are summed by utilizing Equation 12, then, averages are taken for all values except for membership and non-membership degrees. After getting average values of all experts' evaluations, we obtain S and R values by utilizing Equations 21-22 for all alternatives.

Table 4. Alternative-criteria comparison matrix

		C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6
A_1	E_1	[(5.5,9,9.5);0.8] [(7.5,9,10);0.15]	[(8.5,10,10);0.9] [(9.5,10,10);0.1]	[(4.5,7,8);0.65] [(5.5,7,9.5);0.35]	[(2.5,5,6.5);0.5] [(3.5,5,7.5);0.45]	[(0,1,2.5);0.2] [(0.5,1,2.5);0.75]	[(2.5,5,6.5);0.5] [(3.5,5,7.5);0.45]
	E_2	[(5.5,9,9.5);0.8] [(7.5,9,10);0.15]	[(8.5,10,10);0.9] [(9.5,10,10);0.1]	[(5.5,9,9.5);0.8] [(7.5,9,10);0.15]	[(8.5,10,10);0.9] [(9.5,10,10);0.1]	[(4.5,7,8);0.65] [(5.5,7,9.5);0.35]	[(8.5,10,10);0.9] [(9.5,10,10);0.1]
	E_3	[(5.5,9,9.5);0.8] [(7.5,9,10);0.15]	[(8.5,10,10);0.9] [(9.5,10,10);0.1]	[(5.5,9,9.5);0.8] [(7.5,9,10);0.15]	[(8.5,10,10);0.9] [(9.5,10,10);0.1]	[(0,1,2.5);0.2] [(0.5,1,2.5);0.75]	[(5.5,9,9.5);0.8] [(7.5,9,10);0.15]
A_2	E_1	[(8.5,10,10);0.9] [(9.5,10,10);0.1]	[(8.5,10,10);0.9] [(9.5,10,10);0.1]	[(5.5,9,9.5);0.8] [(7.5,9,10);0.15]	[(2.5,5,6.5);0.5] [(3.5,5,7.5);0.45]	[(5.5,9,9.5);0.8] [(7.5,9,10);0.15]	[(2.5,5,6.5);0.5] [(3.5,5,7.5);0.45]
	E_2	[(8.5,10,10);0.9] [(9.5,10,10);0.1]	[(8.5,10,10);0.9] [(9.5,10,10);0.1]	[(8.5,10,10);0.9] [(9.5,10,10);0.1]	[(5.5,9,9.5);0.8] [(7.5,9,10);0.15]	[(5.5,9,9.5);0.8] [(7.5,9,10);0.15]	[(8.5,10,10);0.9] [(9.5,10,10);0.1]
	E_3	[(8.5,10,10);0.9] [(9.5,10,10);0.1]	[(8.5,10,10);0.9] [(9.5,10,10);0.1]	[(8.5,10,10);0.9] [(9.5,10,10);0.1]	[(8.5,10,10);0.9] [(9.5,10,10);0.1]	[(0,3,4.5);0.35] [(1.5,3,5.5);0.6]	[(8.5,10,10);0.9] [(9.5,10,10);0.1]
A_3	E_1	[(4.5,7,8);0.65] [(5.5,7,9.5);0.35]	[(8.5,10,10);0.9] [(9.5,10,10);0.1]	[(5.5,9,9.5);0.8] [(7.5,9,10);0.15]	[(0,3,4.5);0.35] [(1.5,3,3.5);0.6]	[(2.5,5,6.5);0.5] [(3.5,5,7.5);0.45]	[(2.5,5,6.5);0.5] [(3.5,5,7.5);0.45]
	E_2	[(4.5,7,8);0.65] [(5.5,7,9.5);0.35]	[(8.5,10,10);0.9] [(9.5,10,10);0.1]	[(5.5,9,9.5);0.8] [(7.5,9,10);0.15]	[(8.5,10,10);0.9] [(9.5,10,10);0.1]	[(8.5,10,10);0.9] [(9.5,10,10);0.1]	[(8.5,10,10);0.9] [(9.5,10,10);0.1]
	E_3	[(4.5,7,8);0.65] [(5.5,7,9.5);0.35]	[(8.5,10,10);0.9] [(9.5,10,10);0.1]	[(5.5,9,9.5);0.8] [(7.5,9,10);0.15]	[(8.5,10,10);0.9] [(9.5,10,10);0.1]	[(4.5,7,8);0.65] [(5.5,7,9.5);0.35]	[(4.5,7,8);0.65] [(5.5,7,9.5);0.35]
A_4	E_1	[(0,1,2.5);0.2] [(0.5,1,2.5);0.75]	[(4.5,7,8);0.65] [(5.5,7,9.5);0.35]	[(5.5,9,9.5);0.8] [(7.5,9,10);0.15]	[(0,3,4.5);0.35] [(1.5,3,3.5);0.6]	[(4.5,7,8);0.65] [(5.5,7,9.5);0.35]	[(0,3,4.5);0.35] [(1.5,3,5.5);0.6]
	E_2	[(0,1,2.5);0.2] [(0.5,1,2.5);0.75]	[(8.5,10,10);0.9] [(9.5,10,10);0.1]	[(0,3,4.5);0.35] [(1.5,3,5.5);0.6]	[(8.5,10,10);0.9] [(9.5,10,10);0.1]	[(8.5,10,10);0.9] [(9.5,10,10);0.1]	[(4.5,7,8);0.65] [(5.5,7,9.5);0.35]
	E_3	[(0,1,2.5);0.2] [(0.5,1,2.5);0.75]	[(2.5,5,6.5);0.5] [(3.5,5,7.5);0.45]	[(2.5,5,6.5);0.5] [(3.5,5,7.5);0.45]	[(4.5,7,8);0.65] [(5.5,7,9.5);0.35]	[(5.5,9,9.5);0.8] [(7.5,9,10);0.15]	[(0,3,4.5);0.35] [(1.5,3,5.5);0.6]
A_5	E_1	[(0,0,1);0.1] [(0,0,1.5);0.9]	[(0,0,1);0.1] [(0,0,1.5);0.9]	[(2.5,5,6.5);0.5] [(3.5,5,7.5);0.45]	[(0,3,4.5);0.35] [(1.5,3,3.5);0.6]	[(5.5,9,9.5);0.8] [(7.5,9,10);0.15]	[(0,1,2.5);0.2] [(0.5,1,2.5);0.75]
	E_2	[(0,0,1);0.1] [(0,0,1.5);0.9]	[(0,0,1);0.1] [(0,0,1.5);0.9]	[(0,0,1);0.1] [(0,0,1.5);0.9]	[(8.5,10,10);0.9] [(9.5,10,10);0.1]	[(8.5,10,10);0.9] [(9.5,10,10);0.1]	[(4.5,7,8);0.65] [(5.5,7,9.5);0.35]
	E_3	[(0,0,1);0.1] [(0,0,1.5);0.9]	[(0,1,2.5);0.2] [(0.5,1,2.5);0.75]	[(0,1,2.5);0.2] [(0.5,1,2.5);0.75]	[(2.5,5,6.5);0.5] [(3.5,5,7.5);0.45]	[(8.5,10,10);0.9] [(9.5,10,10);0.1]	[(0,3,4.5);0.35] [(1.5,3,5.5);0.6]

Then, we obtain S^+, S^-, R^+ and R^- values by utilizing Equation 23. Finally, by utilizing Equation 24, we obtain Q values 0.296, 0.217, 0.287, 0.532 and 0.717 for alternatives, respectively. Finally, we check whether criteria are met or not. Criterion 1 is not met, but criterion 2 is met. We obtain the solution set with the order of A_2, A_3 and A_1. Diesel vehicle is the best alternative, then hybrid is the second best alternative.

5. CONCLUSIONS

The esult shows that new technology vehicles are not favored. This result is dependent on the novelty of technologies. However, improvements can boost the new technology vehicle in Turkey. Improvements should be mainly in vehicle cost and knowledge about them. In further studies, the problem can be handled other fuzzy extensions of the integrated method or other multicriteria decision making techniques.

REFERENCES

Wu, J., Huang, H.-b., Cao, Q.-w., (2013), Research on AHP with interval-valued intuitionistic fuzzy sets and its application in multi-criteria decision making problems,*Applied Mathematical Modelling*,***37***(24), 9898-9906.

Pasaoglu, G., Fiorello, D., Martino, A., Zani, L., Zubaryeva, A., Thiel, C., (2014), Travel patterns and the potential use of electric cars – Results from a direct survey in six European countries, *Technological Forecasting and Social Change*, *87*, 51-59.

Greaves, S., Backman, H., Ellison, A. B., (2014), An empirical assessment of the feasibility of battery electric vehicles for day-to-day driving,*Transportation Research Part A: Policy and Practice, 66*, 226-237.

Devi, K., (2011), Extension of VIKOR method in intuitionistic fuzzy environment for robot selection, *Expert Systems with Applications, 38*, 14163-14168.

Le Duigou, A., Guan, Y., Amalric, Y., (2014), On the competitiveness of electric driving in France: Impact of driving patterns, *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 37*, 348-359.

Yavuz,M.,Öztayşi,B.,Onar,Ç.S.,Kahraman, C.,(2015), Multi-criteria evaluation of alternative-fuel vehicles via a hierarchical hesitant fuzzy linguistic model, Expert Systems with Applications, 42 (5), 2835-2848.

Stephens, T. (2013). Non-cost barriers to consumer adoption of new light-duty vehicle technologies. Transportation energy futures series. Prepared for the U.S. department of energy by Argonne national laboratory, Argonne, IL. (No. DOE/ GO-102013-3709)

HASTANE DEPOSUNDA YALIN UYGULAMASI

İbrahim Yazıcı
İstanbul Teknik Üniversitesi

R. Gürhan Korkut
İstanbul Teknik Üniversitesi

ÖZET

Yalın düşünce üretim ya da hizmet sektöründe katma değerli olmayan işlemlerin elenmesiyle müşteri değerini artırmayı amaçlayan bir yaklaşımdır. Yalın düşüncenin birincil amacı sistemdeki israf kaynaklarını görünür hale getirmek ve bunları yok etmek olmakla birlikte bunun yanında müşteri bakış açısıyla proseslere değer katmayı amaçlar. Genel olarak, yalın uygulama araçları hizmet sektörüne oranla üretim sektöründe daha fazla kullanmaktadır. Bu çalışmada yalın üretim araçları bir hizmet sektörü olan sağlık sektörüne uygulanmıştır. Hastanenin ana deposu ve yardımcı depolarında ki israfları ortaya çıkarmak için yalın üretim araçları kullanılarak önerilerde bulunulmuştur. Depolardaki ve depolar arası süreçlerdeki israf kaynaklarını ortaya çıkarmak için gemba yürüyüşleri yapıldı. Daha sonra israflar için anlık görüntüler alınıp bunlar önceliklendirildi. Homewak dren için sistemde beklemelerden dolayı oluşan israfları görmek için değer akış haritası hazırlanmıştır. Sonuç olarak yapılanlar A3 öneri formatında hazırlanarak hastane yönetimine sunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Yalın, değer akış haritalandırma, sağlık sistemleri

LEAN APPLICATION IN A HOSPITAL'S WAREHOUSE

ABSTRACT

Lean thinking is a philosophy that aims to maximize customer value by eliminating non-value added processes in manufacturing or service sector. The primary aim of lean is to make waste resources apparent, and to add value to the processes from the view of customer by eliminating or reducing these wastes. Generally, lean tools are prevalently used in manufacturing sector rather than service sector. In this study, we implemented lean tools in the hospital, service sector. We make suggestions by implementing lean tools in order to make waste resources apparent. We made gemba walks in and between warehouses to make waste resources apparent in the first step. Then, snapshots are taken from the area and wastes were prioritized. In order to see wastes due to the waitings caused by a surgery tool, homewak drain, we prepared value stream mapping for the tool. We presented our suggestions by A3 proposal to hospital management.

Keywords: Lean, value stream mapping, healthcare systems

1. GİRİŞ

Yalın düşünce üretim sistemlerinde önemli bir felsefe olarak yer almaktadır. Bu sistemlerde geleneksel olarak itme sistemine dayalı üretimin yerine çekme sistemine dayalı üretim modeli odak noktasındadır. İtme sistemine dayalı üretim sistemlerinde taleplerin dengesizliği aşırı yüklenme ve israflarda aşırı yüklenmelere neden olmakta ve işletme ürettikçe karlı ve verimli olduğunu düşünmekte ve bunun sonucunda uzun dönemli stratejik düşünceden yoksun olabilmektedir. Bunun yanında işlemlerde israfların artması dolayısıyla kısa vadedeki küçük çözümlerle uzun vadeli stratejik hedeflere yöneltebilecek fırsatlar engellenmektedir. Bu engeller itme sistemi dolayısıyla oluşan envanterlerdir. Envanter düzeyinin yüksek olması üretim ortamında israfların görünürlüğünü azaltır. Yalın düşüncenin amacı ise sorunları görünür kılınmasıdır. Bundan dolayı israf kaynaklarına odaklanarak sorunların kök nedenlerini bularak bunları yok etmek ya da azaltmaya yönelik çalışmalar yapar. Bunun sonucunda sistemin alışkanlığı değiştirilerek yeni bir felsefe ile çalışılmaya çalışılır. Yalın düşünce bu amaçları gerçekleştirirken bazı araçları kullanmaktadır. Bu araçlardan 5S, değer akış haritalandırma, düzgünleştirme (heijunka), poka-yoke, gemba yürüyüşleri, kanban, SMED, takt süresi öne çıkanlardır. Yalın düşüncenin uygulama aşamasının başlangıcında gerekli olan sınıflandır, sırala, sil(temizle), standartlaştır, sürdür işlemlerini içeren 5S ile başlatır. Daha az karmaşa ile karşılaşılır ve sistem olabildiğince anlaşılır hale getirilir. Daha sonra gerekli yalın araçları uygulanarak israflar ve bunların kaynakları ortaya çıkarılmaya çalışılır. Yalın düşünce ortaya çıkış temelinde üretim kaynaklı olduğundan hizmet sektöründe uygulanması daha geç olmuştur. Hizmet sektöründe son dönemlerde yaygın uygulama alanlarından birisi de sağlık sistemleridir. Hastanelerde süreçlerin ve potansiyel israf kaynaklarının fazlalığı yalın düşüncenin sağlık sistemlerinde uygulanmasını gerekli kılmaktadır. Çalışmada İstanbul'da bir devlet hastanesinde depo ve yardımcı depolarında israf kaynaklarını belirlemek ve daha yalın bir sistem oluşturmak için yalın üretim ve yönetim araçları kullanılmıştır. Bunun sonuncunda öneri A3'ü oluşturulmuş ve öneriler hastane yönetimine sunulmuştur. Çalışmanın ikinci bölümünde yalın üretim ve yönetimi ile ilgili literatürdeki bazı çalışmalar anlatılmış, üçüncü bölümde uygulama ve sonuçları anlatılmıştır, dördüncü bölümde sağlık sektöründe yalın uygulamaları ile ilgili sonuçlar anlatılmıştır.

2. YALIN ÜRETİM UYGULAMALARI

Yalın üretim ve yönetimi ile ilgili literatürde pek çok çalışma bulunmaktadır. Daha önce de değinildiği gibi üretim sistemleri temelli olması dolayısıyla çalışmaların çoğu da üretim alanında yoğunlaşmaktadır. Son yıllardaki gelişim hizmet sektörlerinde de yalın uygulamaların yapılmasıdır. Bu sektörde önemli yer tutan uygulama alanlarından birisi de hastanelerdir. Bu bölümde kısaca hem üretim hem de hizmet sektöründe yalın uygulamaları ile ilgili literatürdeki çalışmalar anlatılacaktır. Ker vd. (2014) çalışmasında eczacılık sektöründe bilgi işlem etkinliğini ölçmek üzere yalın teknikler hem teorik hem de pratik açılardan değerlendirilmiş ve uygulanmıştır. Hickhs vd. (2015) çalışmasında Gateshead Health Vakıf Kurumu'nda yeni endoskopi ünitesi pilot uygulama alanı olarak belirlenmiş ve bu ünitenin tasarımında yalın teknikler uygulanmıştır. Resta vd. (2015) ürün hizmet sistemlerinde sınıfının en iyisi olan iki firma için yalın uygulamaları gerçekleştirmiştir. Ürün temelli ürün ürün-hizmet sistemleri için bir öneri sistemi geliştirmek amacıyla yalın ve ürün hizmet sistemleri karşılaştırılmış ve farklılıklar belirlenmeye çalışılmıştır. Rahman vd. (2013) kanban uygulamasının işletmelerde etkinliğini araştırmışlardır. Çalışmalarında iki amaç bulunmaktadır. Birinci amaç çokuluslu şirketlerde Kanban sisteminin ne kadar etkili olduğunu belirlemek, ikinci amaç ise Malezya'da küçük ve orta ölçekli şirketlerde Kanban uygulamasını engelleyen faktörlerin belirlenmesidir. Malezya'da otomotiv sektöründe faaliyet gösteren bir firma uygulama alanı olarak seçilmiştir. DiGioia vd. (2015) yalın tekniklerle hasta-aile merkezli bakım metodoloji ve uygulaması pratiğini birlikte uygulayarak iyileşmenin hızını artırma ve iyileşme prosesinin temel odak noktasında hasta ve ailesini (müşteriyi) tutmak için güçlü bir mekanizma kurma amacıyla uygulama gerçekleştirmiştir. Yalın sağlık bakım organizasyonlarında hasta-aile merkezli bakım metodoloji ve uygulaması için yol haritası çıkarmışlardır. Sutari (2015) düşük hacimli bir gaz türbini üretim firmasında proses iyileştirme çalışması için yalın teknikleri uygulamıştır. Rohani ve Zahraee (2015) bir boyama fabrikasında üretim hattını iyileştirmek amacıyla değer akış haritalandırma aracını kullanmışlardır. İsrafların belirlenmesi ve yok edilmesi için takım kurma,ürün seçimi, konsept tasarımı gibi araçlar kullanılmıştır.

3. UYGULAMA: İSTANBUL'DA BİR DEVLET HASTANESİ'NDE YALIN ÜRETİM VE YÖNETİM UYGULAMASI

Çalışmaya konu olan hastane İstanbul Şişli'de önemli semtlerden birisinde bulunan eğitim ve araştırma hastanesidir. Üst yönetim ile yapılan görüşmeler sonucunda stok ve depo yönetimin daha etkin yapılabilmesi amacıyla yalın uygulamaları ile iyileştirmeler yapılmaya çalışılmıştır. Ayrıca cerrahi operasyonlarda sıklıkla kullanılan hemowak dren isimli malzeme ile de depolar için değer akış

haritalandırma yapılmış, yalınlık oranı ve temin süreleri de hesaplanmıştır. Yapılan çalışma öneri A3 formunda üst yönetime sunulmuştur. Burada öneri A3'ünde yapılan çalışmalar anlatılacaktır. Çalışmada geçmiş durum belirlenmiş, mevcut durum anlatılmış ve öneriler yapılmış, planın ayrıntıları verilerek analiz seçenekleri değerlendirilmiştir.

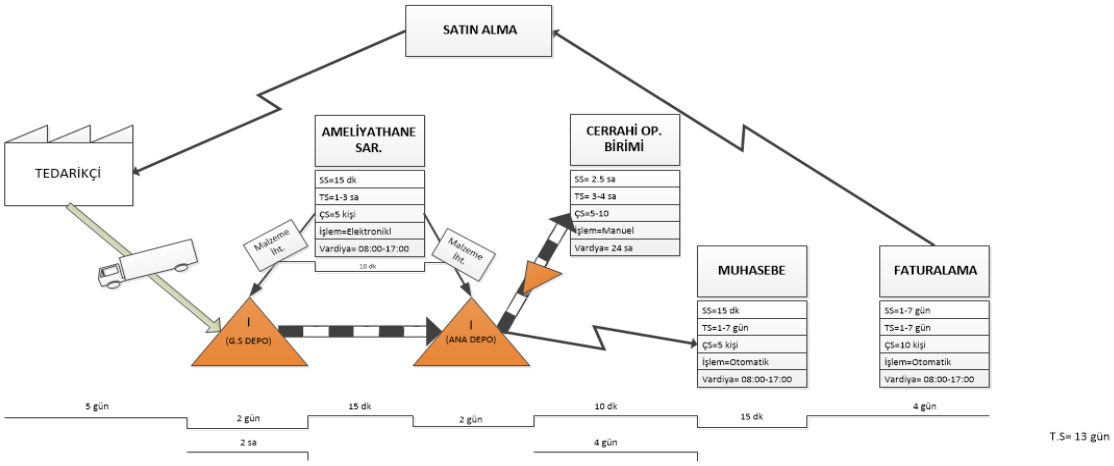
3.1. Geçmiş

Sarf malzeme stoklarında problem vardı. Depolar yetersizdi ve aşırı yüklemeler olabiliyordu.

3.2. Mevcut Durum

Depoların konumu nedeniyle tedarikçi mal tesliminde trafik yoğunluğu yaşanmaktadır. Depoda adresleme eksiktir ve dolayısıyla malzemelerin raflara yerleştirilmesi sorunludur. Raflarda boşluklar olmasına rağmen malzemeler yere stoklanmıştır. Depo rafları esnek ve fonksiyonel değildir. Ameliyathane deposu içinde aynı problemler mevcuttur. Deponun iç müşteri ile arasındaki ihtiyaç, sevkiyat ve teslimat bilgi akışı sorunludur. Malzeme stok yönetimi yazılım ile takip edilmektedir. İlgili malzeme ihtiyacı satın alma tarafından da sistemden görülür ve ihale ile temini yapılır.

Şekil 1. İsraf kaynakları görüntüleri



Şekil 2. Homewak dren için eğer akış haritası

3.3. Öneriler

1-Günlük ameliyatlar bazında kanbanlar düzgünleştirme (heijunka) kutusundan alınır, genel sarf deposuna gider. Ameliyat tiplerine göre kanbanlar sepetlerle kit halinde genel sarf deposuna gelir. Toplanan kitlerin kanbanı ilgili kite yerleştirilir. Ameliyathane de süpermarkete gönderir,
2-RF terminal kullanılmalıdır ve 5S ile de malzeme adresleme yapılmalıdır,
3-Depolarda esnek ve yeniden düzenlenebilir raflar, sepetler ve kutular kullanılmalıdır,
4-Amelyiathane katında süpermarket alanında kitlerle sunulan fakat kullanımında varyasyon olan malzemeler için minimum stok seviyelerine göre envanter tutulmalıdır.

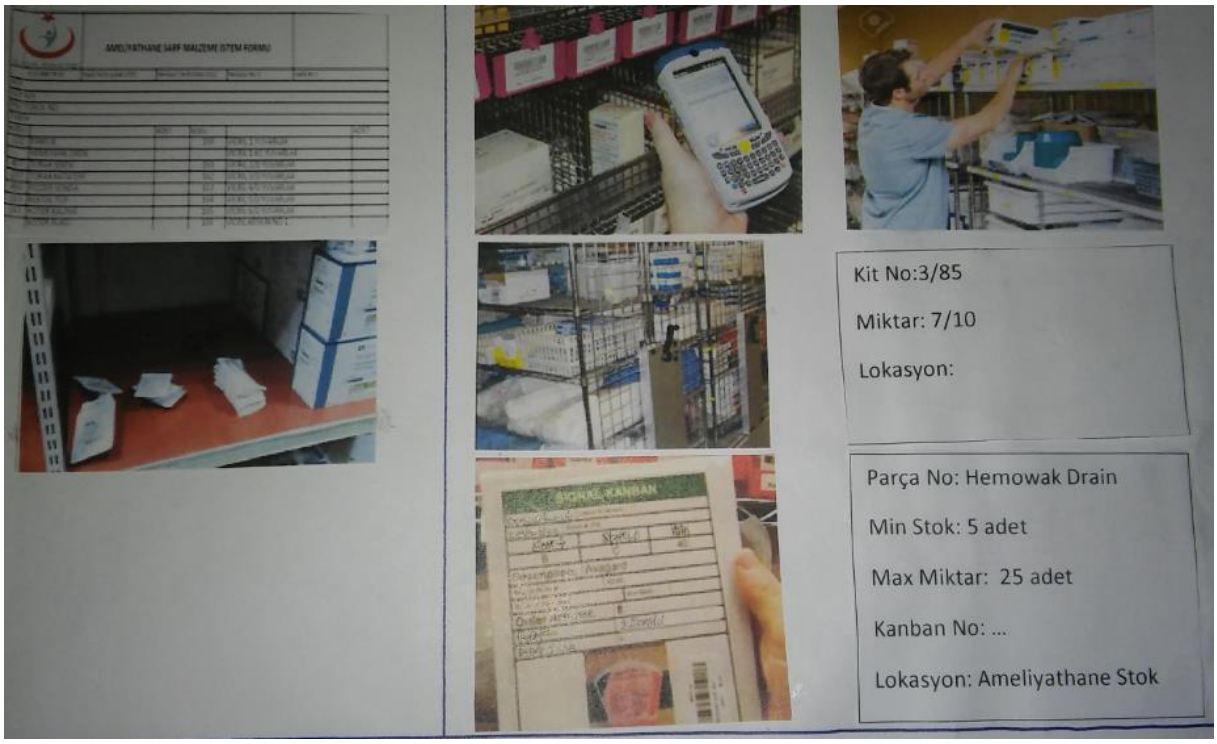
3.4 Analiz Seçeneklerinin Değerlendirilmesi

1-Stok kayıpları ortadan kaldırılır, hasta bazında malzeme muhasebeleştirilmesi yapılır, süpermarket alan kullanımı ile malzeme akışı standartlaştırılmaya çalışılır,
2-Mevcut depolama alanı daha etkin kullanılır, yer israfı azalır, depolar birleştirilebilir, yürümeler azalır. RF terminalle raflardaki boşluklar azaltılır, malzeme yerleştirme, bulma ve toplama süresi kısalır,
3-Adresli deponun gereğidir, depo alan israfı önlenir,
4-Malzeme eksik olduğundan başka hastanelerden malzeme bekleme önlenir.

3.5. Plan Ayrıntısı

Plan ayrıntısı mevcut durum ve gelecek durumu göstermek üzere şekil 3'teki gibidir.

i) Mevcut durum ii) Gelecek durum



Şekil 3. Plan ayrıntısı

Plan ayrıntıları ile birlikte öneriler üst yönetime A3 öneri formu ile sunulmuştur.

4. SONUÇLAR

Yalın üretim ve yönetim araçları üretim sistemi temelli olsa da son zamanlarda hizmet sistemlerinde kullanılması yaygınlaşmaktadır. Hizmet sistemlerinde yalın üretim ve yönetim araçlarının kullanıldığı alanlardan birisi de hastanelerdir. Çalışmaya konu olan hastanede daha etkin depo ve stok yönetimi için yalın uygulamalar yapılmıştır. Bunun için gemba yürüyüşleri, 5S, değer akış haritalandırma, standartlaştırma gibi araçlar kullanılmış ve öneriler sunulmuştur. Genel olarak hastanede depo raflarının etkin olmayan kullanımı ve adreslemeler ve standartlaşmanın eksikliği israf kaynaklarının temelini oluşturmaktadır. Bu israfların önlenmesi için de kanban, kit kullanımları, adresleme yapılması ve fonksiyonel rafların kullanılması israf kaynaklarının yok edilmesi ya da azaltılması konusunda yardımcı olacaktır. Genel olarak bu sorunlar hastanelerde ortak sorunlar olabileceğinden çalışmadaki öneriler ve bulgular bu tip çalışmalar için örnek teşkil edebilir.

KAYNAKLAR

Ker, J-I., Wang, Y., Hajli, M.N., Song, J., Ker, C. W., Deploying lean in healthcare: Evaluating information technology effectiveness in U.S. hospital pharmacies, International Journal of Information Management 34 (2014) 556–560.

Hicks, C., McGovern, T., Prior, G., Smith, I., Applying lean principles to the design of healthcare facilities, Int. J. Production Economics 170 (2015) 677–686.

Resta, B., Powell, D., Gaiardelli, P., Dotti, S., Towards a framework for lean operations in product-oriented product service systems, CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology 9 (2015) 12–22.

Abdul Rahman, N. A., Sharif, S. M., Esa, M.M., Lean Manufacturing Case Study with Kanban System Implementation, Procedia Economics and Finance 7 (2013) 174 – 180, International Conference on Economics and Business Research 2013 (ICEBR 2013).

Di Gioia, A.M., Greenhouse, P.K., Chermak, T., Hayden, M.A., A case for integrating the Patient and Family Centered Care Methodology and Practice in Lean healthcare organizations, Healthcare 3(2015)225–230.

Sutari, O., Process Improvement using Lean Principles on the Manufacturing of Wind Turbine Components – a Case Study, Materials Today: Proceedings 2 (2015) 3429 – 3437, 4th International Conference on Materials Processing and Characterization.

Rohani, J.M., Zahraee, S.M., Production line analysis via value stream mapping: a lean manufacturing process of color industry, Procedia Manufacturing 2 (2015) 6 – 10, 2nd International Materials, Industrial, and Manufacturing Engineering Conference, MIMEC2015, 4-6 February 2015, Bali Indonesia.

FAZLA MESAİ SORUNUNA KISITLAR TEORİSİ YAKLAŞIMI

Gülfem Yeşil
Beykent Üniversitesi

Gökşen Gültekin
Beykent Üniversitesi

Semra Birgün
Beykent Üniversitesi

ÖZET

İşyerlerinde verimliliği olumsuz etkileyen unsurlardan biri de etkin iş yapma prosedürlerinin uygulanamamasıdır. Yanlış iş yapma biçimleri ve hatalı yöneltmeler iş yerlerinde pek çok israfa neden olmaktadır. İsraf nedenlerinin başında gelen gereksiz hareketler, evrak birikmeleri, taşımalar, hatalı işlemler, işlerin zamanında yetiştirilememesi, birimler arası koordinasyon ve senkronizasyon eksikliği mesai saatlerinde etkin ve etkili çalışılamamasına neden olmakta ve fazla mesai israfını da beraberinde getirmektedir. Fazla mesai ise günümüzde pek çok işletmede yaşanılan bir sorundur.

Bu çalışma, bir şirketin fazla mesaiye sürekli denilebilecek kadar başvurulan bir birimi için Kısıtlar Teorisi Düşünce Süreçleri uygulaması ile bu sorunun gerçek sebeplerini bulma, çözüm yolları getirme ve daha etkin bir sistem kurarak sorundan büyük ölçüde kurtulma amacı ile gerçekleştirilmiştir. Düşünce Süreçleri uygulaması, sorunun kök nedenlerine inilmesi, bu nedenlerin ortadan kaldırılması ve çözüm önerilerinin ortaya konulması için yol gösterici bir araç olması nedeni ile tercih edilmiştir. Fazla mesaiye yol açan sebeplerin derinlemesine analizi ile çalışmanın sonucunda bu sebeplerin ortadan kaldırılmasını sağlayacak öneriler sunulmuştur.

Anahtar Sözcükler: Düşünce Süreçleri, Fazla Mesai, Kısıtlar Teorisi.

A THEORY OF CONSTRAINTS APPROACH FOR THE OVERTIME PROBLEM

ABSTRACT

One of the factors negatively impacting workplace productivity is not implementing office procedures effectively. Erroneous practices and inappropriate guidance cause too much waste at offices. The main reasons of waste are unnecessary movements, backlog and delays in work, accumulated documentation, transportation, incorrect operations, lack of coordination and unsynchronized departments, which cause ineffective work hours and wasted overtime. Overtime problem is experienced by many firms today.

This study investigates real causes of overtime, provides solutions and offers an effective system to avoid overtime by using Theory of Constraints Thinking Processes. Thinking Processes application is preferred because it guides to find root causes, eliminate problems and to suggest solutions. In conclusion, by detailed analysis, suggestions offered to eliminate reasons for overtime.

Key Words: Thinking Processes, Overtime, Theory of Constraints.

1. GİRİŞ

Sürekli gelişmenin en önemli faktörlerinden biri etkin ve verimli çalışma koşullarının sağlanmasıdır. Doğru tasarlanmamış mevcut iş süreçlerinin zaman kayıplarına neden olması, çalışanların iş yapma şekilleri ve anlayışları, doğru olmayan iletişim kanallarının kullanılması, teknoloji seçiminde ve kullanımında yapılan hatalar, dış kaynak kullanımına başvurmak yerine şirket içinde uzmanlık alanları dışında bazı işlerin yapılması, hatalı yerleşim şekilleri, yanlış seçim ve kararlar ve benzeri faktörler; işgücü ve sermayenin, dolayısıyla üretim kaynaklarının doğru yer ve zamanda, doğru şekilde kullanılmasını engelleyen faktörler olarak sayılabilir. Bu bağlamda yöneticiler, sistemlerini iyi analiz etmeli, aksaklıkları ortaya çıkarmalı ve sorunlara çözüm getirerek şirketin hedeflerine ulaşmasını geciktirecek her türlü sorunu ortadan kaldırmaya çalışmalıdırlar.

Fazla mesai uygulaması da etkin olmayan iş akışları, planlama ve çizelgeleme, dengesiz iş yükleri gibi uygulamaların olumsuz bir sonucu olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmada, fazla mesai sorunu ele alınmış, kök nedenleri ve çözüm uygulamaları için Kısıtlar Teorisi Düşünce Süreçleri'ne başvurulmuştur. Çalışmanın devamında Kısıtlar Teorisi Düşünce Süreçleri'ne çok kısa değinilmiş, daha sonra fazla mesai sorununa çözüm getirmek için yapılan Düşünce Süreçleri uygulaması açıklanmıştır. Çalışma Yorum ve Değerlendirme bölümü ile tamamlanmıştır.

2. KISITLAR TEORİSİ DÜŞÜNCE SÜREÇLERİ

Dr. Goldratt tarafından geliştirilen Kısıtlar Teorisi, kısıtların yönetilmesi ve senkronize üretim yoluyla sürekli gelişmeyi hedef alan bir yönetim felsefesidir ve yönetimin hedeflere ulaşabilmesi ve sürekli gelişme sağlanabilmesi için kısıtlarını tanımlaması ve bunları ortadan kaldırmaya odaklanması gerektiğini savunur.

Kısıtlar Teorisi, iki ana bileşenden oluşmaktadır. Bunlardan ilki teorinin temel çalışma prensipleri olan beş aşamalı sürekli gelişim modeli, davul-tampon-ip yöntemi ve tampon yönetimi gibi olguları içine alan Kısıtlar Teorisi'nin felsefesidir. Bu felsefe işletmeler için fiziksel kısıtlardan daha çok yönetimsel veya politik kısıtların önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Goldratt bu kısıtların belirlenmesi ve sürekli gelişim modelinin işlemesi için Kısıtlar Teorisi'nin ikinci temel bileşeni olan düşünce süreci adında bir yaklaşım geliştirmiştir (Rahman, 2002).

Kısıtlar Teorisi, kısıtların ortadan kaldırılmasına yönelik olan sistemin ana problemleri üzerinde yoğunlaşan, alternatif çözümler sunan çeşitli araçlar kullanmaktadır. Bu araçlara bütün olarak "düşünce süreçleri" adı verilmektedir. Düşünce süreçleri, sistemin performansını sınırlandıran kısıtın incelenmesi, çözüm önerilmesi, çözümlerin ön koşullarının bulunması ve uygulanması sırasında karşılaşılabilecek güçlüklerin düşünce süreçleri yöntemleri kullanılarak ortadan kaldırılmasını içerir (Birgün, Öztepe ve Şimşit, 2011). Literatürde pek çok uygulaması olan Düşünce Süreçleri, bu çalışmada bir şirketin fazla mesai sorununu çözmek ve sistemin etkinliğini artırmak amacı ile uygulanmıştır.

3. DÜŞÜNCE SÜREÇLERİ UYGULAMASI

Bu çalışmada, oldukça yoğun ve şirketin hemen hemen tüm bölümleri ile ilişkisi olan bütçeleme bölümünde, mesai saatleri içinde işlerin tamamlanamaması nedeni ile genellikle fazla mesai uygulanması sorunu ele alınmış ve bu sorunun kök nedenlerini inceleyerek ortadan kaldırılması amacı ile Kısıtlar Teorisi Düşünce Süreçlerine başvurulmuştur.

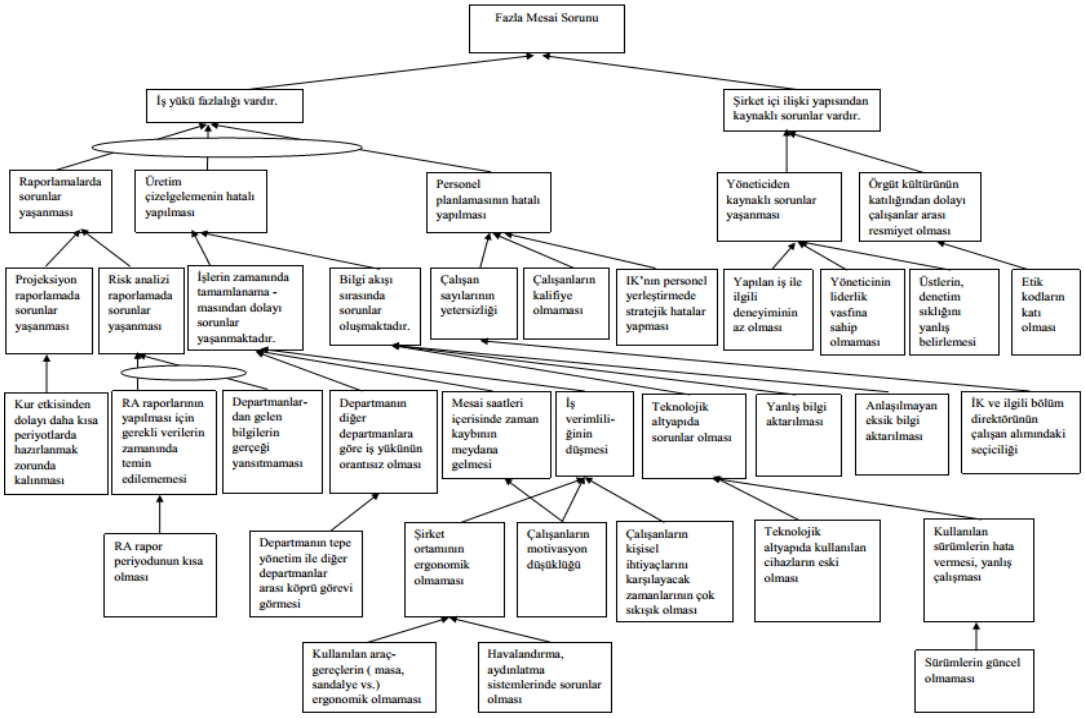
Bütçeleme bölümü; finansal tablolar, nakit akışı tablosu, kar/zarar tablosu, kar dağıtım tablosu, öz sermaye değişim tablosu, bilanço, projeksiyon raporları, vb. raporlar ile tüm şirketi kapsayan finansal durum bilgilerini tepe yönetime iletmekle yükümlüdür. Bütçeleme bölümü finans departmanı ve diğer tüm departmanların kontrol noktasıdır. Tepe yönetime iletilecek olan tüm bilgi ve raporlar ilk olarak bütçeleme bölümünün onayından geçmek zorundadır. Bundan dolayı bütçeleme bölümünün iş yükü diğer bölümlere göre fazladır. Bölümde az sayıda çalışan istihdam edilmesi ve şirket içi ilişkilerden kaynaklanan sorunların da olması işlerin mesai saatleri içerisinde tamamlanmamasına sebep olmaktadır. Bu sorunlara çözüm bulmak amacı ile düşünce süreçleri aşağıdaki gibi uygulanmıştır.

3.1. Fazla Mesai Sorununa Mevcut Gerçeklik Ağacının Uygulanması

İstenmeyen etkilerin listelenmesi ve mevcut gerçeklik ağacının oluşturulması, düşünce süreçlerinin uygulanmasında ilk adımdır. Mevcut gerçeklik ağacı, istenmeyen etkiler ve onların sonuçları arasındaki neden sonuç ilişkisini gösteren bir diyagramdır. Amaç kök nedeni bulmaktır. Bu neden bulunup ortadan kaldırıldığında istenmeyen etkiler yok olur (Akman ve Karakoç, 2005).

Şirket içinde ve bütçeleme bölümünde yapılan inceleme ve araştırmalar doğrultusunda, Şekil 1'de görüldüğü gibi, fazla mesai sorununun *iş yükü fazlalığı* ve *şirket içi ilişki yapısından* kaynaklı temel iki ana alt nedenden oluştuğu sonucuna varılmıştır. Şirket içi ilişki yapısından kaynaklı sorunlar; yöneticiden ve örgüt kültürünün katılığından kaynaklı olmak üzere iki alt nedene ayrılmaktadır. *Örgüt kültürünün katılığı,* etik kodların katı bir şekilde düzenlenmesinden kaynaklanmaktadır. *Yöneticiden kaynaklanan*

sorunlar; astların aşırı cesaretlendirilmesi, yöneticinin yapılan iş ile ilgili deneyiminin az olması, liderlik vasfına sahip olmaması ve denetim sıklığını yanlış belirlenmesi olarak dört alt nedenden oluşmaktadır. İş yükü fazlalığından kaynaklanan sorunlar ise; *raporlamada sorunlar yaşanması, üretim çizelgelemenin* ve *personel planlamanın hatalı yapılması* olarak üç alt nedene ayrılmıştır. Raporlamada sorunlar yaşanması projeksiyon raporlarında ve risk analizi raporlarında yaşanan sorunlardan kaynaklanmıştır. Projeksiyon raporlarındaki sorunlar kur etkisinden kaynaklanmaktadır. Risk analizi raporlarında sorunlarla karşılaşılmasının sebebi ise; raporların hazırlanması için gerekli verilerin zamanında temin edilememesi ve departmanlardan gelen bilgilerin gerçeği yansıtmamasıdır. Gerekli verilerin zamanında temin edilememesinin sebebi de risk analizi rapor periyodunun kısa olmasıdır.



Şekil 1. Fazla Mesai Mevcut Gerçeklik Ağacı

Üretim çizelgelemenin hatalı yapılması, *işlerin zamanında tamamlanmaması* ve *bilgi akışı sırasında sorunlar yaşanması* olarak iki ana alt nedene ayrılmaktadır. İşlerin zamanında tamamlanmaması; *mesai saatleri içerisinde zaman kayıplarının oluşu, iş verimliliğinin düşüşü* ve *departmanın diğer departmanlara göre iş yükünün orantısız oluşundan* kaynaklı üç alt nedene dayanmaktadır. Mesai saatlerinde zaman kaybının yaşanmasının sebeplerinden biri *çalışanlardaki motivasyon düşüklüğü*dür. İş verimliğinin düşmesi ise *şirket ortamının ergonomik olmaması, çalışanlardaki motivasyonun düşük olması* ve *çalışanların kişisel ihtiyaçlarını karşılayacak zamanlarının çok dar olması* şeklinde üç alt nedene ayrılmaktadır. Şirket ortamının ergonomik olmaması*; kullanılan araç-gereçlerin ergonomik olmaması* ve *havalandırma, aydınlatma sistemlerinde sorunlar yaşanması* olarak iki alt nedene dayanmaktadır. Departmanın diğer departmanlara göre iş yükünün orantısız olmasının alt sebebi de *departmanın tepe yönetim ve diğer departmanlar arasında köprü görevi görüyor olmasıdır.* Bir diğer alt neden olan bilgi akışı sırasında karşılaşılan sorunlar ise *teknolojik alt yapıda sorunların olması* ve *bilgilerin yanlış, eksik ya da anlaşılamayacak biçimde aktarılmasıdır*. Teknolojik altyapıda sorunlar yaşanması, *kullanılan cihazların eski olmasından* ve *kullanılan sürümlerin hata vermesinden* kaynaklanmaktadır. Sürümlerin hata vermesinin sebebi ise *güncel olmamasıdır.*

Mesai saatleri içerisinde zaman kaybedilmesinin sebeplerine bakılacak olursa *toplantılarda sorunlarla karşılaşılması* ve *raporların en az iki yöneticinin onayından geçmesi zorunluluğu* olarak iki ana alt nedene ayrıldığı görülmektedir. Toplantılarda sorunlarla karşılaşılmasının dört alt nedeni belirlenmiştir. Bunlar; t*oplantıların erken saatlerde yapılması, toplantı odalarının sayılarının yetersiz olması, toplantıların iş yeri dışında yapılması* ve *online olarak gerçekleştirilen toplantılarda bağlantı sorunlarıyla karşılaşılmasıdır.* Raporların en az iki yöneticinin onayından geçme zorunluluğunun iki alt nedeni, *raporların kontrollerinin önemli olması ve ıslak imza kullanma gerekliliğidir*. Islak imza kullanma gerekliliğinin sebepleri ise *yöneticilerin çoğunlukla X kuşağından olması ve yeni teknolojiye*

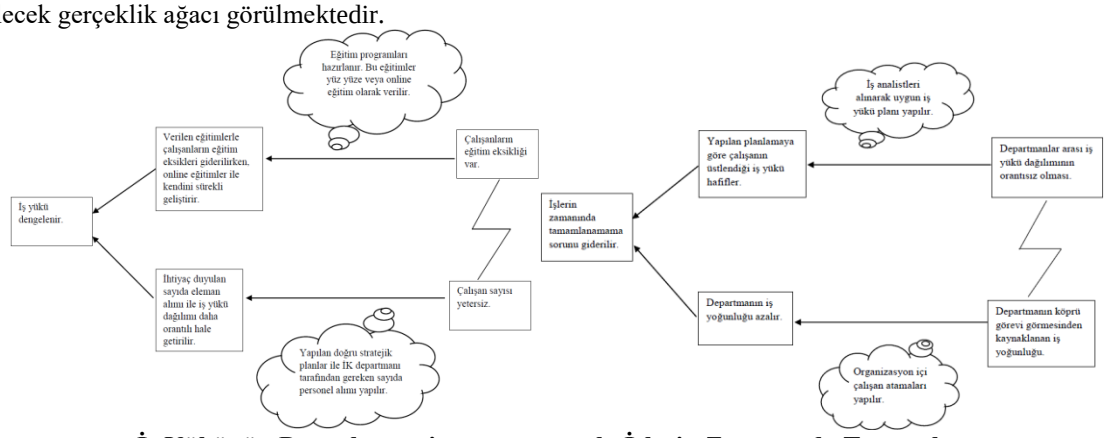
direnmesi, alışkanlıklardan vazgeçilememesi ve ıslak imzanın daha güvenilir olduğunun düşünülmesi ve elektronik imzaya geçişin maliyetli olmasıdır.
İş verimliliğini düşüren ve mesai saatleri içerinde zaman kayıplarının yaşanmasına neden olan çalışanların motivasyon düşüklüğüne sebep olan beş alt neden; *çalışanların yaptıkları işten beklentilerinin yüksek olması, mesai saatlerinde oyalanmaları, yaptıkları işi sevmemeleri, çalışanlar arasında ego çatışmalarının yaşanması ve iş yükü aktarımının olmasıdır*. Çalışanların mesai saatlerinde oyalanmalarının, *telefon ve e-postaların zaman kayıpları yaşatması ve keyfi sebepler* olmak üzere iki alt nedeni olduğu görülmektedir. E-postaların zaman kaybına sebep olması ise *yanlış kişilere iletilmesinde*n kaynaklanmaktadır. Çalışanlar arasında iş yükü aktarımı olmasının sebebi de *çalışanların özel sebeplerden dolayı işlerini tamamlayamamasıdır*.

3.2. Fazla Mesai Sorununa Buharlaşan Bulutun Uygulanması

İstenmeyen sonucu ortadan kaldırmak için çözümler önerilip, temel ve ön gereksinimlerin tanımlandığı, çözümler arasındaki çatışmanın ortaya konduğu ve bu çatışmanın yok edilmesi için enjeksiyonun yapıldığı araçtır. Buharlaşan bulut yöntemi, problemin yaşandığı mevcut durumdan arzulanan gelecek duruma geçişte, problemlerin ortadan kaldırılmasına katkıda bulunarak etkili bir köprü görevi görmektedir (Akman ve Karakoç, 2005). Buharlaşan bulut, çatışmaları oradan kaldırdığı için 'çatışma çözüm aracı' olarak da adlandırılır (Birgün, Öztepe ve Şimşit, 2011).
Çalışmada; bilgi akışında yaşanan sorunların giderilmesi, iş verimliliğinin arttırılması, iş yükünün dengelenmesi, mesai saatleri içerisinde oluşan zaman kayıplarının ortadan kaldırılması, risk analizi raporlarındaki sorunların ortadan kaldırılıp sağlıklı tahminler yapılması, işlerin zamanında tamamlanmama sorununun giderilmesi ve şirket içi ilişkilerden kaynaklanan sorunların ortadan kaldırılması amacı ile buharlaşan bulut diyagramları hazırlanmıştır.
Örnek olarak *iş yükünün dengelenmek* istendiği Şekil 2a'daki diyagramda, çalışanların eğitim eksikliğinin olması ve çalışan sayısının yetersizliği çatışmaktadır. Bunların çözümlenebilmesi için eğitim programlarının hazırlanıp eğitimlerin verilmesi ve doğru stratejik planlarla İK departmanının personel alımının gerçekleştirilmesi enjeksiyonları yapılmıştır. Bir başka buharlaşan bulut uygulamasına örnek ise Şekil 2b'de verilmiştir. *İşlerin zamanında tamamlanmama* sorunu giderilmek istendiği diyagramdaki çatışma, departmanlar arasındaki iş yükü dağılımının orantısız olması ve departmanın köprü görevi görmesidir. İş analistleri alınarak uygun iş yükü planı ile süreç iyileştirme ve organizasyon içi çalışan atamaları enjeksiyonlarıyla bu sorunların giderilmesi önerilmiştir.

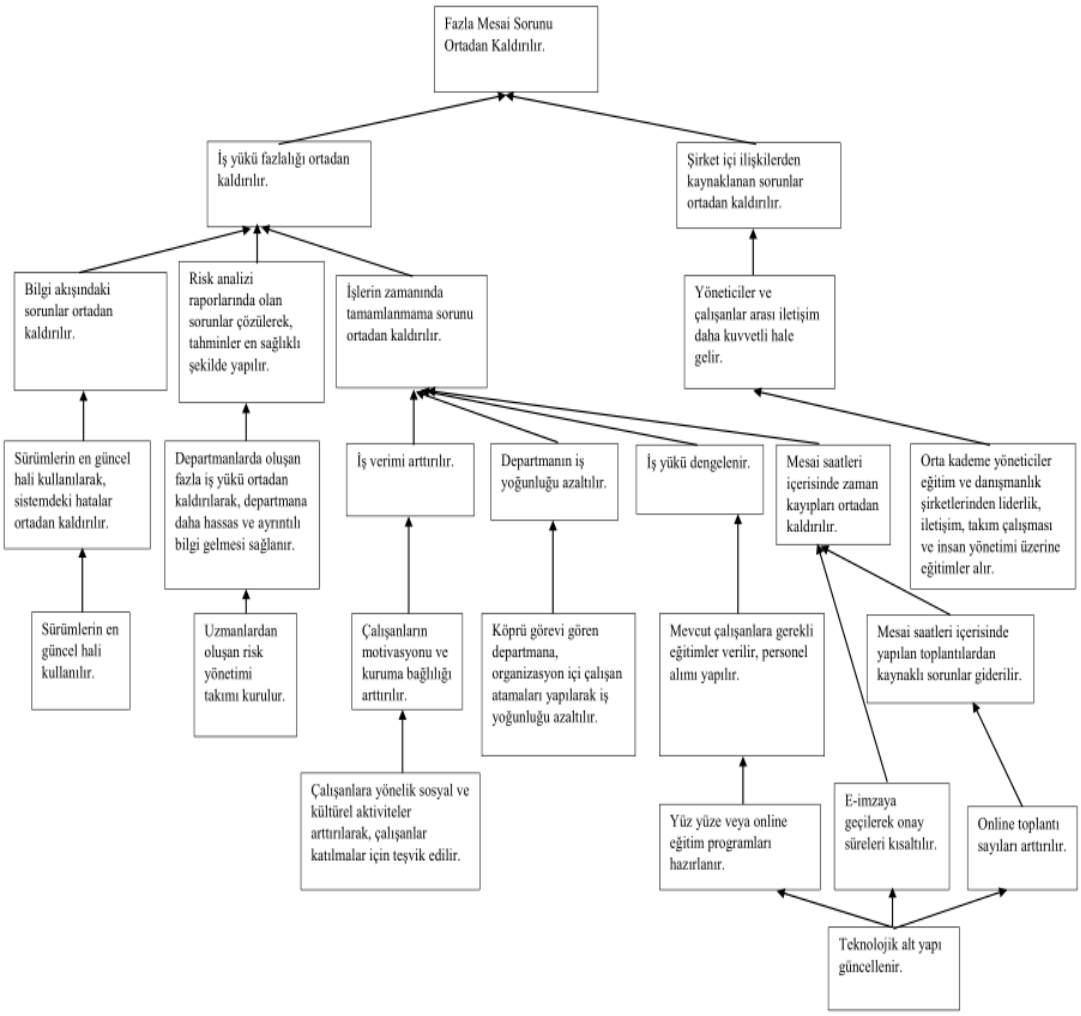
3.3. Fazla Mesai Sorununa Gelecek Gerçeklik Ağacının Uygulanması

Gelecek gerçeklik ağacının amacı, gerçekleştirilmek istenen bir durumun beklenen en iyi sonuçlara ulaştıracağının doğrulanmasıdır. Fazla mesai sorununu ortadan kaldırmak için buharlaşan bulut diyagramında önerilen çözümlerin uygulanması sonucu iyileştirme adımları öngörülür. Buharlaşan bulut diyagramında önerilen çözümler ağacın en altına yazılarak ağaç başlatılmıştır. Şekil 3'de bu çalışmaya ait gelecek gerçeklik ağacı görülmektedir.



a. İş Yükünün Dengelenmesi **b. İşlerin Zamanında Tamamlanamamaması**

Şekil 2. Buharlaşan Bulut Örnekleri



Şekil 1. Fazla Mesai Gelecek Gerçeklik Ağacı

3.4. Fazla Mesai Sorununa Önkoşul Ağacının Uygulanması

Önkoşul ağacı, amacı gerçekleştirirken üstesinden gelinmesi gereken tüm engel ve sorumlulukları tanımlamaya yarayan ağaçtır (Özdemir ve Sadıç, 2006). Önkoşul ağacında yer alan amaç, gelecek gerçeklik ağacında gösterilen çözümlerdir.

Fazla mesai sorunun giderilmesi ile ilgili olarak çalışmada, Teknolojik Altyapı, Organizasyon İçi Atama, Sosyal ve Kültürel Aktivite, Risk Yönetimi Takımı ile ilgili önkoşul ağaçları düzenlenmiştir.

3.5. Fazla Mesai Sorununa Geçiş Ağacının Uygulanması

Geçiş Ağacı, amaca ulaşmak için gerekli faaliyetlerin tanımlanmasında kullanılır. Arzu edilmeyen sonucun tanımlanmasından, değişimin tamamlanmasına kadar adım adım süreçleri ortaya koymak için tasarlanmış bir sebep-sonuç zinciridir. Geçiş ağacı, adım adım uygulama planıdır. İncelenen süreç, var olan durumundan arzulanan duruma bu yapıyla geçirilir (Akman ve Ural, 2011). Gelecek gerçeklik ağacında görülen bilgi akışındaki, risk analizi raporlamadaki, işlerin zamanında tamamlanamamasındaki ve şirket içi ilişkilerden kaynaklı sorunları çözmek ve hedefleri gerçekleştirmek için gerekli uygulamalar geçiş ağaçlarında gösterilmiştir.

4. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Bu çalışmada, kurumsal bir firmanın finans departmanında fazla mesai sorunu yaşayan bütçeleme bölümü ele alınmış ve fazla mesaiye sebep olan alt nedenler tespit edilmiştir. Mevcut durum incelenmesinin yapılmasıyla fazla mesai sorununa sebep olan alt nedenler, iş yükü fazlalığından kaynaklı ve şirket içi ilişkilerden kaynaklı sorunlar olarak iki ana başlıkta toplanmış ve sonrasında bu iki ana alt neden incelenerek kök nedenler tespit edilmiştir. Tespit edilen bilgi akışı, risk analizi raporlama, şirket içi ilişki sorunları, düşük iş verimliliği, dengesiz iş yükü, mesai saatleri içerisinde zaman kayıplarının olması

sorunlarının çözümleri için 7 buharlaşan bulut yapılmış, 15 enjeksiyonla sorunlara çözüm önerileri getirilmiştir. Çözüm önerilerinin uygulamaya geçirilme aşamaları ve şekilleri de gelecek gerçeklik ağacı ile gösterilmiştir. Gelecek gerçeklik ağacında teknolojik alt yapı güncellenerek, sürümlerin en güncel hali kullanılarak, uzmanlardan oluşan risk yönetimi takımı kurularak, köprü görevi gören departmana organizasyon içi çalışan atamaları yapılarak ve çalışanlara yönelik sosyal ve kültürel aktiviteler arttırılarak iş yükü fazlalığının ortadan kaldırılması planlanmıştır. Orta kademe yöneticilerin liderlik, iletişim gibi eğitimleri almasıyla da şirket içi ilişkilerden kaynaklı sorunların azaltılacağı öngörülmüştür. Kök nedenlere engel olan yeterli bütçe ayrılmaması, şirket içi çalışan sayısının yetersiz olması, çalışanların sosyal akivitelere yeterli katılımı sağlamaması gibi unsurlar 4 önkoşul ağacı ile belirlenmiş ve ortadan kaldırılmıştır. En son aşamada da uygun bulunan çözüm önerilerinin nasıl hayata geçirileceği konusunda 6 geçiş ağacı düzenlenmiştir.

Projede Kısıtlar Teorisi düşünce süreçlerinin sistem analizi özelliği kullanılarak, sistemdeki soruna en etkili çözüm yolları önerilmiştir. Bu önerilerin hayata geçirilmesi sonucunda – örneğin ilgili bölümün kapasitesinde artış gibi - elde edilecek faydalar ileriki çalışmalara ışık tutabilir. Bundan başka farklı çözüm yaklaşımları veya benzer çalışmaların farklı bölümler için yapılması önerilebilir.

KAYNAKÇA

Akman, G.ve Karakoç Ç. (2005). Yazılım Geliştirme Prosesinde Kısıtlar Teorisinin Düşünce Süreçlerinin Kullanılması. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 4(7), 103-121.

Akman, G. ve Ural, Ö. (2011). Şirket Yerel Alan Ağlarının İnternet Bağlantılarında Güvenliğin Sağlanması Probleminin Kısıtlar Teorisi Yaklaşımı İle İncelenmesi. Endüstri Mühendisliği Dergisi, 22(2), 14-32.

Birgün, S., Öztepe, T., Şimşit, Z.T. (2011). Bir Çağrı Merkezinde Müşteri Şikayetlerinin Düşünce Süreçleri İle Değerlendirilmesi. XI. Üretim Araştırmaları Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 23-24.

Dettmer, H.W. (1997). Goldratt's Theory Of Constraints : A Systems Approach To Continuous Improvement, American Society For Quality Pres, USA.

Erdoğan, C., Gültekin, G., Yeşil, G., Duran, M.M. ve Yavuz, S. (2016), Bir İdari Ofiste Fazla Mesai Sorununun Kısıtlar Teorisi Yaklaşımı İle Ortadan Kaldırılması, Yayınlanmamış Bitirme Projesi, Beykent Üniversitesi, İstanbul.

Özdemir D. ve Sadıç, Ş. (2006). Kısıtlar Kuramı Ve Bir İşletme Uygulaması, Yayınlanmamış Bitirme Ödevi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Rahman, S. (2002). The Theory of Constraints Thinking Process Approach to Developing Strategies in Supply Chains, International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 32(10), 809-828.

TYPE-2 BULANIK TOPSIS YÖNYEMİ İLE ÜÇÜNCÜ PARTİ LOJİSTİK (3PL) FİRMA SEÇİMİ

Aytaç Yıldız
Amasya Üniversitesi

ÖZET

Son yıllarda dünya pazarlarında yaşanan gelişmeler, firmaların pazara ulaşma hızlarını ve maliyetlerini tekrar gözden geçirmelerine yol açmıştır. Özellikle büyük ölçekli firmaların rekabetçi yapılarının yüksek olması dolayısıyla uzmanlık alanları dışındaki lojistik faaliyetlerini, alanında uzman lojistik hizmet sağlayıcılara devretmelerini de beraberinde getirmektedir. Hizmet sağlayıcılar ya da üçüncü parti lojistik (Third Party Logistics-3PL) firmalar olarak adlandırılan ve işletmelerin ana faaliyetleri dışında kalan geleneksel olarak organizasyon içinde yapılan lojistik faaliyetlerin tamamını ya da bir kısmını yerine getiren bu 3PL firmalarıyla işbirliğine gitmek stratejik bir karar almayı gerektirmektedir. Çünkü bu tür firmaları seçmek karar sürecine çok sayıda nitel ve nicel kriterin dâhil edildiği bir süreci kapsamaktadır ve bu yüzden çok kriterli karar verme problemi haline gelmiştir. Bu bağlamda firmalar için etkin ve uygulanabilir bir yöntemle en uygun 3PL firma seçimi çok önem kazanmıştır.

Bu çalışmada bir işletme için en uygun 3PL firma seçimi, çok kriterli karar verme yöntemlerinden type-2 bulanık TOPSIS yöntemi ile yapılmıştır. Çalışmada kullanılan seçim kriterleri, işletmede çalışan uzman kişilerin görüşleri ve literatür taramasına bağlı olarak belirlenmiştir. Çalışma sonunda en uygun 3PL firması seçilmiş ve elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Üçüncü parti lojistik, Type-2 bulanık TOPSIS, bulanık karar verme

SELECTION OF THIRD PARTY LOGISTICS (3PL) COMPANIES BY APPLYING TYPE-2 FUZZY TOPSIS MEHOD

ABSTRACT

The developments in the global market in recent years caused the companies to re-evaluate their costs and speed of reaching the markets. Especially, the fact that the large-scale companies have larger competitive structures makes them transfer their logistic activities which are out of their area of specialization to the logistic service providers who are specialized in their fields. To cooperate with these companies which are named as service providers, or third party logistics companies (3PL – 3rd Party Logistics), and which do the whole or some of the logistics activities which are conventionally run out of the scope of the companies' main fields of activity makes it necessary to take a strategic decision. This is so because, to select such kinds of companies includes a process in which numerous quantitative and qualitative criteria are added to the decision process, and this becomes a multi-criteria decision problem. Within this scope,

for the companies, a selection of the most favourable 3PL company with an active and applicable method has gained importance.
The selection of the most favourable 3PL company for a company was done by applying one of the multi-criteria decision making methods, the type-2 fuzzy TOPSIS method in this study. The decision criteria used in the study were determined according to the views of the experts and to a literature review. The best 3PL company was selected and the results obtained were evaluated at the end of the study.
Key words: Third Party Logistics, Type-2 Fuzzy TOPSIS, Fuzzy Decision Making

1. ÜÇÜNCÜ PARTİ LOJİSTİK (3PL)

Günümüzde müşteri hizmetlerine duyulan hassasiyetin artması, tam zamanında üretim ve teslimat gibi kavramların öneminin daha fazla hissedilmesi, kurumsal entegrasyonların globalleşmesi gibi lojistik sistemdeki hızlı değişiklikler, firmaları lojistik faaliyetlerde dış kaynak kullanımına (outsourcing) gitmeye zorlamaktadır (Ar ve Baki, 2005; Şahin ve Berberoğlu, 2011; Domingues vd., 2015). Bu yüzden, değişim ve değişkenliğe uyum sağlayabilmek, dalgalanmalardan daha az etkilenmek, güncel ve en son teknolojilerden, bilgi birikiminden hızla yararlanabilmek amacıyla dış kaynak kullanım yöntemi yaygın olarak uygulanmaya başlamıştır. Bunun sonucu olarak da firmaların küresel pazarlara açılması lojistik gereksinimlerini hızla artırmıştır (Ar ve Baki, 2005).
Lojistik üretim ve tüketim arasındaki bağlantıyı sağlayan dinamik aktivitelerden birisidir. Tedarik Zinciri Yönetimi Profesyonelleri Konseyi'ne göre lojistik ürün, hizmet ve ilgili bilginin akışının planlanmasını, gerçekleştirilmesini ve kontrol edilmesini kapsayan proseslerin bir bütünüdür. Lojistik karmaşık bir iştir ve farklı perspektiflerden ölçülebilir. Lojistiğin amaçlarından biri müşterinin ihtiyaç duyduğu kaliteyi karşılarken verimliliği ve başlangıç noktasından varış noktasına kadar tüm prosedürlerin etkinliğini sağlamaktır. Lojistik sektöründe dış kaynak kullanımı, üçüncü parti lojistik (Third Party Logistics-3PL) olarak adlandırılmaktadır (Domingues vd., 2015).
Üçüncü parti lojistik (3PL), firmanın ana faaliyetleri dışında kalan, geleneksel olarak organizasyon içinde yapılan ve firmanın asıl faaliyet alanlarına girmeyen konularda lojistik faaliyetlerinin tamamını ya da bir kısmını dış kaynak kullanım yoluyla firma dışındaki alanında uzmanlaşmış firmalar tarafından yerine getirilmesi olarak tanımlanmaktadır (Ashenbaum, vd., 2005; Şahin ve Berberoğlu, 2011). Diğer bir deyişle lojistik, 3PL sağlayıcıdır (Domingues vd., 2015) ve müşteriler ile pazaryeri arasındaki lojistik faaliyetlerde kilit rol oynamaktadır (Li vd., 2012). Dış kaynak kullanımı trendinin büyümesi ile çoğu organizasyonlar da ana yetkinlik faaliyetleri üzerine odaklanmak için 3PL sağlayıcılara operasyon maliyetlerini azaltan ve hizmet seviyelerini iyileştiren lojistik faaliyetlerini devretmektedir (Ar ve Baki, 2005; Shi vd., 2016). 3PL, taşımacılık, depolama, dağıtım ve yük konsolidasyonu gibi lojistikle ilgili hizmetleri (Domingues vd., 2015) ve performans iyileştirmeleri ile maliyetlerde azaltmalar sağlamaktadır. Ayrıca 3PL kullanan firma, lojistik uygulamaları olmaksızın ana aktiviteleri üzerine odaklanarak zaman kaybetmemektedir (Prakash ve Barua, 2016).
Önemli bir rekabet avantajı sağlaması dolayısıyla firmalar, lojistik organizasyonunun yürütülmesinde dış kaynak kullanımına yönelmeye stratejik ve çok karmaşık bir konu olarak bakmaktadırlar (Ar ve Baki, 2005). Çünkü 3PL firma kullanmaya karar verirken en iyi 3PL firmasının seçimi, çok kriterli ve göz ardı edilmemesi gereken somut ve soyut kriterlerin olduğu karmaşık bir karar verme sürecidir (Aguezzoul, 2014). Bundan dolayı firma beklentilerini en uygun bir şekilde karşılayacak 3PL firma seçiminde doğru kararları almak için süreçte çeşitli yöntemlerin kullanılması gerekmektedir. 3PL firma seçiminde kullanılan kriterlerin ve karar vermedeki alternatiflerin çeşitliliğinden dolayı matematiksel programlama ve bulanık küme tabanlı değerlendirme yöntemlerinin kullanılması 3PL firma seçiminde doğru kararların verilmesinde fayda sağlamaktadır (Li vd., 2012) ve literatürde bu yöntemlerle 3PL firma seçimi çalışmaları yapılmıştır. Aşağıda bu çalışmalardan birkaçı yer almaktadır.
Özbek ve Eren (2013), Jayant vd., (2014) 3PL firma seçimi için analitik hiyerarşi süreci (AHP) ve TOPSIS, Zhang vd., (2004), Meng (2008) AHP, Chiang ve Tzeng (2009) bulanık AHP, Meade ve Sarkis (2002), Cheng ve Lee (2010), Ravi vd., (2005) analitik ağ prosesi (ANP), Bottani ve Rizzi (2006) bulanık TOPSIS, Govindan vd., (2010) Electre II, Senthil vd., (2014) AHP ve bulanık TOPSIS, Sasikumar ve Haq (2010) bütünleştirilmiş VIKOR-MOOP, Saen (2010) veri zarflama analizi (VZA), Efendigil vd., (2008) yapay sinir ağları ve bulanık mantığa dayalı iki aşamalı bir model, Govindan vd., (2012) yorumlama yapısal modelleme (ISM), Prakash ve Barua (2016) bulanık AHP ve VIKOR yöntemlerini kullanmışlardır. Ayrıca Aguezzoul (2014), 3PL firma seçiminde kullanılan değerlendirme kriterleri ve yaklaşımları üzerine literatür araştırması yapmıştır. Aşağıdaki Tablo 1'de ise literatürde 3PL firma seçiminde kullanılan seçim kriterleri yer almaktadır.

Tablo 1. 3PL firma seçiminde kullanılan seçim kriterleri

Yazar(lar)	3PL Seçim Kriterleri
Prakash ve Barua (2016)	Firma performansı (zaman, esnek kapasite, kolaylık), kaynak kapasitesi (yatırım kapasitesi, gelişmiş bileşenler ve ekipmanları, depolama ve saklama), servis dağıtımı (hizmet düzeyi, özel hizmet, problemleri çözme yeteneği), iletişim ve bilgi teknolojileri sistemi (entegre sistemi, ayrı ve ortak iletişim, etkin sistem, bilgi güvenliği sistemi), coğrafik konum (hedef ve pazar kapsamı, sevkiyat, dağıtım), itibar ve deneyim (imaj, paylaştırılmış yararlar ve riskler, yapı, kültür)
Efendigil vd., (2008)	Tam zamanında dağıtım oranı, doğrulanmış doluluk oranı, hizmet kalite seviyesi, birim işletme maliyeti, kapasite kullanım oranı, toplam sipariş çevrim süresi, sistem esnekliği endeksi, entegrasyon teknolojileri düzeyi, araştırma ve geliştirme oranı, çevresel harcamalar ve müşteri memnuniyeti endeksi
Ravi vd., (2005)	Müşteri perspektifi (kolaylık, müşteri hizmetleri, yeşil ürünler, müşteri memnuniyeti), İç iş perspektif (bilgi teknolojileri, ürün kurtarma seçenekleri, üst yönetimin taahhüdü, yeni teknolojiler), yenilik ve öğrenme perspektifi (rekabet, tedarikçi danışmanlığı, stratejik bilgi oluşumu, bilgi yönetimi), mali perspektif (atık azaltma, maliyet tasarrufu, geri alma değeri)
Liu ve Lyons (2011)	Ulaştırma, ulaşım planlaması ve yönetimi, depolama/envanter, katma değerli hizmetler, bilgi teknolojisi, ürün tasarım ve pazarlama desteği, finans, satış sonrası servis hizmetleri, gümrük aracılığı, çağrı merkezi operasyonu, danışma, yönetim/performans raporları, tedarik
Govindan vd., (2012)	Örgütsel rol, üçüncü parti lojistik kullanımının etkisi, üçüncü parti lojistik hizmetleri, kullanıcı memnuniyeti, ,tersine lojistik fonksiyonu, bilgi teknolojisi uygulamaları, örgütsel performans
Stank ve Maltz (1996)	Varlık yatırımları, öğrenme yeteneği, uzun vadeli işbirliği, örgütsel özellikler, hizmet kapasitesi ve belirsizlik
Murphy ve Daley (1997)	Uzmanlık, güvenilirlik, ilgili bilgileri sağlama yeteneği, dikkat, itibar, fiyat, mali durum, kullanımı uygunluğu, hizmet, coğrafi uzmanlaşma, ürün ihtisası ve boyut kriterlerini kullanmışlardır.
Yeung (2006)	3PL performansını değerlendirmek için fiyat, teslimat kalitesi ve özelleştirilmiş ek hizmet
Chu ve Wang (2012)	3PL önemi, lojistik performans, bilgi paylaşımı ve yasal sözleşme,

2. ARALIK TİP-2 BULANIK TOPSIS YÖNTEMİ

Çok kriterli karar verme problemlerinde çok fazla kullanılan yöntemlerden biri de bulanık TOPSIS yöntemidir. Yöntem by Hwang ve Yoon (1981) tarafından geliştirilmiştir. Bu yöntemin temel tanımı pozitif ideal çözümden en kısa mesafe ve negative ideal çözümden en uzak mesafede olan alternatifin seçilmesidir. Karar verme problemlerinin çözümünde bu yöntemi kullanan birçok araştırma bulunmaktadır. Ancak orijinal bulanık TOPSIS, tip-1 bulanık küme kullanımından dolayı belirsizlikleri temsil etmek için her zaman uygun değildir. Bu yüzden tip-2 bulanık küme (Type-2 Fuzzy Sets-T2FS), belirsizlikleri ele almak için Zadeh (1975) tarafından önerilmiştir. Ancak, Zadeh tarafından önerilen T2FS'in çok karmaşık hesaplamalara sahip olmasından dolayı gerçek yaşam uygulamalarında kullanılması zordu. Bu yüzden Liang ve Mendel (2000) daha kullanışlı hesaplamalar yapan T2FS'in yeni kavramını geliştirmişlerdir. T2FS, tip-2 üyelik fonksiyonlarıyla karakterize edilir. T2FS'in üyelik fonksiyonları üç boyutludur ve belirsizliğin bir adımını içermektedir. T2FS'de en üst ve en alt bulanık üyelik fonksiyonu tip-1 bulanık üyelik fonksiyonundan elde edilmiştir. Bu iki fonksiyon arasındaki alan tip-2 bulanık kümeyi karakterize etmek için kullanılan belirsizliğin bir izidir (Wang vd., 2012)

Chen ve Lee (2010) yapmış oldukları çalışmada ise klasik TOPSIS yöntemini genişleterek aralık tip-2 bulanık kümeleri içeren ve bulanık çok kriterli karar verme problemlerini çözmek için yeni bir yöntem olan aralık tip-2 bulanık TOPSIS yöntemini geliştirmişlerdir. Aralık tip-2 bulanık TOPSIS yöntemi, bulanık çok kriterli karar verme problemlerini çözmede T2FS kullandığından dolayı kriterlerin ağırlıklarını ve değerlerini hesaplamak için daha akılcı ve daha fazla esneklik sağlamaktadır (Lee ve Chen, 2008). Aşağıda aralık tip-2 bulanık TOPSIS yönteminin adımlarına yer verilmiştir.

Burada X alternatiflerin kümesini $X = \{x_1, x_2, \ldots, x_n\}$, F kriterlerin kümesini $F = \{f_1, f_2, \ldots, f_m\}$, k karar vericileri $D_1, D_2, \ldots, ve\ D_k$ temsil etmektedir. Burada F iki ayrı kümeye bölünmektedir; F_1 ve F_2. F_1 fayda kriterleri kümesini, F_2 maliyet kriterleri kümesini temsil etmektedir. Bu durumda $F_1 \cap F_2 = \varphi$, ve $F_1 \cup F_2 = F$.

Adım 1: p. Karar vericinin karar matrisi olan Y_p ve ortalama karar matrisi olan $\overline{Y}$ oluşturulur.

$$Y_p = (\tilde{f}_{ij}^{\,p})_{mxn} = \begin{array}{c} \\ f_1 \\ f_2 \\ \vdots \\ f_m \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccc} x_1 & x_2 & \cdots & x_n \end{array} \\ \begin{bmatrix} \tilde{\tilde{f}}_{11}^{\,p} & \tilde{\tilde{f}}_{12}^{\,p} & \cdots & \tilde{\tilde{f}}_{13}^{\,p} \\ \tilde{\tilde{f}}_{21}^{\,p} & \tilde{\tilde{f}}_{22}^{\,p} & \cdots & \tilde{\tilde{f}}_{23}^{\,p} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \tilde{\tilde{f}}_{31}^{\,p} & \tilde{\tilde{f}}_{m1}^{\,p} & \cdots & \tilde{\tilde{f}}_{mn}^{\,p} \end{bmatrix} \end{array} \qquad (1) \qquad \overline{Y} = \left(\tilde{\tilde{f}}_{ij} \right)_{mxn}, \qquad (2)$$

Burada, $(\tilde{\tilde{f}}_{ij}) = \left(\dfrac{\tilde{\tilde{f}}_{ij}^{1} \oplus \tilde{\tilde{f}}_{ij}^{2} \oplus .... \oplus \tilde{\tilde{f}}_{ij}^{k}}{k} \right),$ (3)

$\tilde{\tilde{f}}_{ij}$ bir aralık tip-2 küme iken, $1 \le i \le m, 1 \le j \le n, 1 \le p \le k,$ ve k karar verici sayısını temsil etmektedir.

Adım 2: p. Karar verici için ağırlık matrisi W_p' nin ve ortalama ağırlık matrisi $\overline{W'}$ nin oluşturulması.

$$W_p = (\tilde{\tilde{w}}_i^{\,p})_{1xm} = \begin{array}{c} \begin{array}{ccc} f_1 & f_2 & \cdots f_n \end{array} \\ \begin{bmatrix} \tilde{\tilde{w}}_1^{\,p} & \tilde{\tilde{w}}_2^{\,p} & \cdots \tilde{\tilde{w}}_m^{\,p} \end{bmatrix} \end{array}, \qquad (4) \qquad \overline{W} = (\tilde{\tilde{w}}_i)_{1xm}, \qquad (5)$$

burada $\tilde{\tilde{w}}_i = \left(\dfrac{\tilde{\tilde{w}}_i^{1} \oplus \tilde{\tilde{w}}_i^{2} \oplus .... \oplus \tilde{\tilde{w}}_i^{k}}{k} \right),$ (6)

$\tilde{\tilde{w}}_i$ bir aralık tip-2 bulanık küme iken $1 \le i \le m, 1 \le p \le k,$ ve k karar verici sayısını temsil etmektedir.

Step 3: Ağırlıklandırılmış $\overline{Y}_w$ karar matrisinin oluşturulması

$$\overline{Y_w} = (\tilde{\tilde{v}}_{ij})_{mxn} = \begin{array}{c} \\ f_1 \\ f_2 \\ \vdots \\ f_m \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccc} x_1 & x_2 & \cdots & x_n \end{array} \\ \begin{bmatrix} \tilde{\tilde{v}}_{11} & \tilde{\tilde{v}}_{12} & \cdots & \tilde{\tilde{v}}_{13} \\ \tilde{\tilde{v}}_{21} & \tilde{\tilde{v}}_{22} & \cdots & \tilde{\tilde{v}}_{23} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \tilde{\tilde{v}}_{m1} & \tilde{\tilde{v}}_{m2} & \cdots & \tilde{\tilde{v}}_{mn} \end{bmatrix} \end{array}, \qquad (7)$$

burada $\tilde{\tilde{v}}_{ij} = \tilde{\tilde{w}}_i \otimes \tilde{\tilde{f}}_{ij}$ $\quad 1 \le i \le m,$ ve $1 \le j \le n$. (8)

Adım 4: Aralık tip-2 bulanık küme olan $\tilde{\tilde{v}}_{ij}$, 'nin sıralama değeri olan $Rank(\tilde{\tilde{v}}_{ij})$ hesaplanır. Burada $1 \le j \le n$. Sıralı ağırlıklandırılmış karar matrisi olan $\overline{Y}_w^*$ hesaplanır.

$\overline{Y_w^*} = \left(Rank(\tilde{\tilde{v}}_{11}) \right)_{mxn}$, burada $1 \le i \le m,$ ve $1 \le j \le n$ (9)

Adım 5: Pozitif ideal çözüm $x^+ = \left(v_1^+, v_2^+, ... v_m^+ \right)$ ve negatif ideal çözüm $x^- = \left(v_1^-, v_2^-, ... v_m^- \right)$, belirlenir. Burada,

$$v_i^+ = \begin{cases} \max\limits_{1 \le j \le n} \{ rank(\tilde{\tilde{v}}_{ij}) \}, & if \;\; f_i \in F_1 \\ \min\limits_{1 \le j \le n} \{ rank(\tilde{\tilde{v}}_{ij}) \}, & if \;\; f_i \in F_2 \end{cases} \qquad (10) \qquad \text{ve} \qquad v_i^- = \begin{cases} \min\limits_{1 \le j \le n} \{ rank(\tilde{\tilde{v}}_{ij}) \}, & if \;\; f_i \in F_1 \\ \max\limits_{1 \le j \le n} \{ rank(\tilde{\tilde{v}}_{ij}) \}, & if \;\; f_i \in F_2 \end{cases} \qquad (11)$$

Adım 6: Her bir alternatif x_j ve pozitif ideal çözüm x^+ arasındaki uzaklık $d^+(x_j)$ hesaplanır.

$$d^+(x_j) = \sqrt{\sum_{i=1}^{m} (Rank(\tilde{\tilde{v}}_{ij}) - v_i^+)^2} \qquad 1 \le j \le n \qquad (12)$$

Her bir alternatif x_j ve negatif ideal çözüm x^- arasındaki uzaklık $d^-(x_j)$ hesaplanır.

$$d^-(x_j) = \sqrt{\sum_{i=1}^{m} (Rank(\tilde{v}_{ij}) - v_i^+)^2} \tag{13}$$

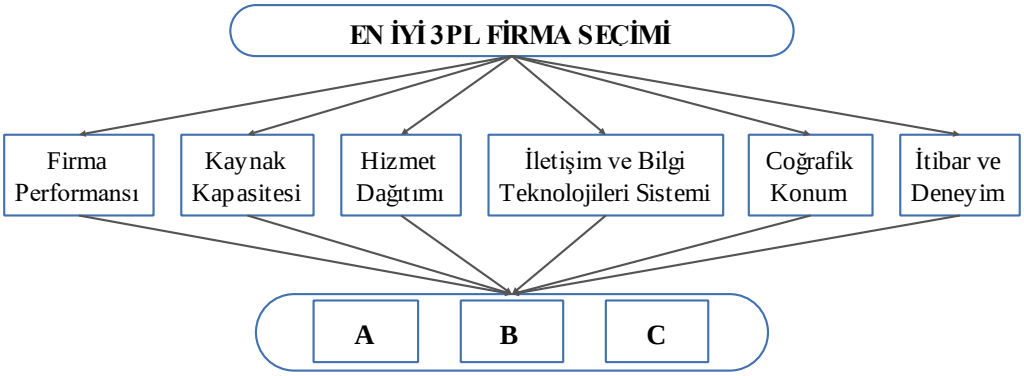
Adım 7: x_j 'nin yakınlık katsayısı $C(x_j)$ hesaplanır.

$$C(x_j) = \frac{d^-(x_j)}{d^-(x_j) + d^+(x_j)}, \qquad 1 \le j \le n \tag{14}$$

Adım 8: $C(x_j)$ değerleri sıralanır. En büyük $C(x_j)$ değerlerine göre x_j alternatifleri sıralanır.

3. UYGULAMA

En iyi 3PL firma seçimi uygulaması, Türkiye'de üretim sektöründe faaliyet gösteren ve elektrik malzemeleri üreten bir firmada gerçekleştirilmiştir. 3PL firma seçimi için gerekli olan seçim kriterleri çalışmanın literatür kısmında yer alan kriterlerden seçilmiş ve daha sonra seçilen kriterler firmada çalışan üç uzman kişi tarafından değerlendirilmiş ve altı seçim kriteri belirlenmiştir. Belirlenen bu seçim kriterlerine göre alternatif 3PL firmalarını değerlendirmek için aynı zamanda seçim kriterlerini de belirleyen üç uzman kişi karar verici (*KV*) olarak belirlenmiştir. Buna göre en iyi 3PL firma seçimi için oluşturulan seçim modeli Şekil.1'de verilmiştir.



Şekil 1. 3PL firma seçim modeli

Seçim modeli oluşturulduktan sonra aralık tip-2 bulanık TOPSIS yönteminin yukarıda açıklanan adımlarına göre en iyi 3PL firma seçimi işlemine geçilmiştir.

Adım 1: Tablo 2'de verilen dilsel değişkenlere göre üç karar vericinin alternatif 3PL firmalarını değerlendirmesiyle oluşan karar matrisi oluşturulmuştur. Oluşturulan bu karar matrisi Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 2. Dilsel ifadeler ve aralık tip-2 bulanık kümeler

Dilsel İfade	Aralık Tip-2 Bulanık Kümeler
Çok Düşük (ÇD)	((0, 0, 0, 0.1; 1, 1), (0, 0, 0, 0.05; 0.9, 0.9))
Düşük (D)	((0, 0.1, 0.1, 0.3; 1, 1), (0.05, 0.1, 0.1, 0.2; 0.9, 0.9))
Orta Düşük (OD)	((0.1, 0.3, 0.3, 0.5; 1, 1), (0.2, 0.3, 0.3, 0.4; 0.9, 0.9))
Orta (O)	((0.3, 0.5, 0.5, 0.7; 1, 1), (0.4, 0.5, 0.5, 0.6; 0.9, 0.9))
Orta Yüksek (OY)	((0.5, 0.7, 0.7, 0.9; 1, 1), (0.6, 0.7, 0.7, 0.8; 0.9, 0.9))
Yüksek (Y)	((0.7, 0.9, 0.9, 1; 1, 1), (0.8, 0.9, 0.9, 0.95; 0.9, 0.9))
Çok Yüksek (ÇY)	((0.9, 1, 1, 1; 1, 1), (0.95, 1, 1, 1; 0.9, 0.9))

Tablo 3. Alternatif 3PL firmalarının karar vericiler tarafından değerlendirilmesi

3PL Seçim Kriterleri	Alternatif 3PL Firmaları	Karar Vericiler		
		KV1	*KV2*	*KV3*
Firma Performansı	A	Y	Y	ÇY
	B	OY	Y	OY
	C	Y	Y	ÇY
Kaynak Kapasitesi	A	Y	OY	Y
	B	O	OY	OY
	C	Y	Y	ÇY
Hizmet Dağıtımı	A	ÇY	Y	Y
	B	OY	OY	OY
	C	Y	OY	Y
İletişim ve Bilgi Teknolojileri Sistemi	A	OY	Y	OY
	B	Y	Y	OY
	C	Y	Y	ÇY
Coğrafik Konum	A	ÇY	ÇY	Y
	B	OD	OD	D
	C	Y	Y	Y
İtibar ve Deneyim	A	ÇY	Y	ÇY
	B	Y	OY	OY
	C	Y	Y	ÇY

Karar matrisi oluşturulduktan sonra üç karar vericinin dilsel ifade değerlendirmeleri aralık tip-2 yamuk bulanık sayılara çevrilmiş ve elde edilen değerlerin aritmetik ortalaması (3) nolu denklem yardımıyla hesaplanarak ortalama bulanık karar matrisi oluşturulmuştur.

Adım 2: Tablo 2'de verilen dilsel değişkenlere göre üç karar vericinin seçim kriterlerini değerlendirmesiyle elde edilen ağırlık matrisi ve (4) ile (6) nolu denklem yardımıyla ortalama ağırlık (w_i) matrisi Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Ağırlık ve ortalama ağırlık matrisi

3PL Seçim Kriterleri	KV1	KV2	KV3	Ortalama Ağırlık Matrisi												
Firma Performansı	ÇY	Y	ÇY	***w1***	0,83	0,97	0,97	1,00	1,00	1,00	0,90	0,97	0,97	0,98	0,90	0,90
Kaynak Kapasitesi	Y	ÇY	OY	***w2***	0,70	0,87	0,87	0,97	1,00	1,00	0,78	0,87	0,87	0,92	0,90	0,90
Hizmet Dağıtımı	Y	OY	Y	***w3***	0,63	0,83	0,83	0,97	1,00	1,00	0,73	0,83	0,83	0,90	0,90	0,90
İletişim ve Bilgi Teknolojileri	Y	Y	ÇY	***w4***	0,77	0,93	0,93	1,00	1,00	1,00	0,85	0,93	0,93	0,97	0,90	0,90
Coğrafik Konum	Y	OY	Y	***w5***	0,63	0,83	0,83	0,97	1,00	1,00	0,73	0,83	0,83	0,90	0,90	0,90
İtibar ve Deneyim	ÇY	ÇY	ÇY	***w6***	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,95	1,00	1,00	1,00	0,90	0,90

Adım 3: Daha sonra ağırlıklandırılmış bulanık karar matrisi (7) ve (8) nolu denklem yardımıyla elde edilmiştir.

Adım 4: Sıralı ağırlıklandırılmış karar matrisi (9) nolu denklem yardımıyla Tablo 5'teki gibi elde edilmiştir.

Adım 5: Tablo 6'daki pozitif ideal çözüm ve negatif ideal çözümler (10) ve (11) nolu denklem yardımıyla elde edilmiştir.

Tablo 5. Sıralı ağırlıklandırılmış karar matrisi

3PL Seçim Kriterleri	Alternatif 3PL Firmaları		
	A	B	C
Firma Performansı	8,97	8,04	8,97
Kaynak Kapasitesi	7,92	6,60	8,42
Hizmet Dağıtımı	8,23	7,13	7,75
İletişim ve Bilgi Teknolojileri	7,88	8,23	8,77
Coğrafik konum	8,22	4,71	7,88
İtibar ve Deneyim	9,20	8,01	8,98

Tablo 6. Pozitif ve negatif ideal çözümler

3PL Seçim Kriterleri	Pozitif ideal çözüm	Negatif ideal çözüm
Firma Performansı	8,97	8,04
Kaynak Kapasitesi	8,42	6,60
Hizmet Dağıtımı	8,23	7,13
İletişim ve Bilgi Teknolojileri	8,77	7,88
Coğrafik konum	8,22	4,71
İtibar ve Deneyim	9,20	8,01

Adım 6: Her bir alternatifin pozitif ideal çözüm (d^+) ve negatif ideal çözüme (d^-) olan uzaklıkları denklem (12) ve (13) yardımıyla hesaplanmış ve Tablo 7'de verilmiştir.

Adım 7: Tablo 8'de verilen her bir alternatifin yakınlık katsayısı denklem (14) yardımıyla hesaplanmıştır.

Tablo 7. Her bir alternatifin pozitif ve negatif ideal çözüme uzaklıkları

Tablo 8. Her bir alternatifin yakınlık katsayıları

	A	B	C
d^+	1,025	4,406	0,628
d^-	4,186	0,349	4,042

	A	B	C
$C(x)$	0,803	0,073	0,866
Sıralama	**2**	**3**	**1**

Elde edilen yakınlık katsayısına göre alternatif 3PL firmalarının sıralanışı C-A-B şeklinde olmaktadır. Bu sıralanışa göre en iyi 3PL firması yakınlık katsayısı en yüksek olan *"C"* firmasıdır.

4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Rekabetçi bir ortamda pazar avantajını kaybetmek istemeyen firmalar sürekli iyileştirmeler yaparak hem kaliteli hemde düşük maliyetli ürünler üretip müşteri memnuniyetini ve sadakatini kazanmak zorundadırlar. Bunu gerçekleştirmenin yollarından birisi de lojistik faaliyetlerde yapılması gereken iyileştirmeler ve düzenlemelerdir. Lojistik faaliyetlerinde iyileştirmelere gitmek ise alanında uzman 3PL firmayla uzun süreli işbirliğini gerektirmektedir. Ancak bu tür firmaları seçmek karar sürecine birçok faktörün dâhil edildiği bir süreci gerektirmektedir ve kolay olmamaktadır. Lojistik faaliyetlerinde dış kaynak kullanımı yolunu seçip, bu faaliyetleri 3PL firmasına devreden organizasyonlar kendi ana faaliyetlerine odaklanarak avantaj elde etmektedirler.

Bu çalışmada da Türkiye'de üretim sektöründe faaliyet gösteren ve elektrik panoları üreten bir firma için en uygun 3PL firma seçimi amaçlanmıştır. Bunun için gerekli olan seçim kriterleri literatür araştırması ve uzman kişilerin görüşleri doğrultusunda tespit edilmiş ve seçim problemlerinde karar vericilere büyük bir esneklik sağlayan aralık tip-2 bulanık TOPSIS yöntemi kullanılarak en iyi 3PL firma seçimi yapılmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre *"C"* firması en iyi 3PL firması olarak tespit edilmiştir ve bu sonuç firma yetkilileri ile paylaşılarak elde edilen sonucun uygulamaya geçirilmesinin lojistik faaliyetlerinin verimliliği açısından faydalı olacağı önerilmiştir.

Yapılan bu çalışma 3PL firma seçiminde aralık tip-2 bulanık kümeleri kullanan bulanık TOPSIS yöntemiyle yapılan ilk çalışma özelliğini taşımaktadır. Gelecek çalışmalarda aynı problem klasik bulanık TOPSIS yöntemi ile çözülerek elde edilen her iki sonucun karşılaştırılması yapılabilir.

KAYNAKÇA

Aguezzoul, A. (2014). Third-party logistics selection problem: A literature review on criteria and methods. *Omega*, *49*, 69-78.

Ar, İ. M., ve Baki, B. (2005). KOBİ'lerin üçüncü parti lojistik hizmetleri kullanımına ilişkin bir saha araştırması: Trabzon örneği. *V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu,* İstanbul Ticaret Üniversitesi, *25-27 Kasım, 323-328.*

Ashenbaum, B., Maltz, A., ve Rabinovich, E. (2005). Studies of trends in third-party logistics usage: what can we conclude?, *Transportation Journal*, 44(3), 39-50.

Bottani, E., ve Rizzi, A. (2006). A fuzzy TOPSIS methodology to support outsourcing of logistics services. *Supply Chain Management: An International Journal*, *11*(4), 294-308.

Chen, S. M., ve Lee, L. W. (2010). Fuzzy multiple attributes group decision-making based on the ranking values and the arithmetic operations of interval type-2 fuzzy sets. *Expert Systems with applications*, *37*(1), 824-833.

Cheng, Y. H., ve Lee, F. (2010). Outsourcing reverse logistics of high-tech manufacturing firms by using a systematic decision-making approach: TFT-LCD sector in Taiwan. *Industrial Marketing Management*, *39*(7), 1111-1119.

Chiang, Z., ve Tzeng, G. H. (2009). A third party logistics provider for the best selection in fuzzy dynamic decision environments. *International Journal of Fuzzy Systems*, *11*(1), 1-9.

Chu, Z., ve Wang, Q. (2012). Drivers of relationship quality in logistics outsourcing in China. *Journal of Supply Chain Management*, *48*(3), 78-96.

Domingues, M. L., Reis, V., ve Macário, R. (2015). A comprehensive framework for measuring performance in a third-party logistics provider. *Transportation Research Procedia*, *10*, 662-672.

Efendigil, T., Önüt, S., ve Kongar, E. (2008). A holistic approach for selecting a third-party reverse logistics provider in the presence of vagueness. *Computers ve Industrial Engineering*, *54*(2), 269-287.

Govindan, K., Grigore, M. C., ve Kannan, D. (2010). Ranking of third party logistics provider using fuzzy Electre II. In *Computers and Industrial Engineering (CIE), 2010 40th International Conference on*, IEEE, July, 1-5.

Govindan, K., Palaniappan, M., Zhu, Q., ve Kannan, D. (2012). Analysis of third party reverse logistics provider using interpretive structural modeling. *International Journal of Production Economics*, *140*(1), 204-211.

Hwang C.L., ve Yoon, K. (1981). Multiple Attributes Decision Making Methods and Applications. Springer-Verlag, Berlin

Jayant, A., Gupta, P., Garg, S. K., ve Khan, M. (2014). TOPSIS-AHP based approach for selection of reverse logistics service provider: A case study of mobile phone industry. *Procedia Engineering*, *97*, 2147-2156.

Lee, L. W., ve Chen, S. M. (2008). A new method for fuzzy multiple attributes group decision-making based on the arithmetic operations of interval type-2 fuzzy sets. In *2008 International Conference on Machine Learning and Cybernetics*, IEEE, July, 6, 3084-3089.

Li, F., Li, L., Jin, C., Wang, R., Wang, H., ve Yang, L. (2012). A 3PL supplier selection model based on fuzzy sets. *Computers ve Operations Research*, *39*(8), 1879-1884.

Liang, Q., ve Mendel, J. M. (2000). Equalization of nonlinear time-varying channels using type-2 fuzzy adaptive filters. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, *8*(5), 551-563.

Liu, C. L., ve Lyons, A. C. (2011). An analysis of third-party logistics performance and service provision. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, *47*(4), 547-570.

Meade, L., ve Sarkis, J. (2002). A conceptual model for selecting and evaluating third-party reverse logistics providers. *Supply Chain Management: An International Journal*, *7*(5), 283-295.

Meng, X. (2008). Study of evaluation and selection on third party reverse logistics providers. In *Business and Information Management, 2008. ISBIM'08. International Seminar on*, IEEE, December, 1, 518-521.

Murphy, P. R., ve Daley, J. M. (1997). Investigating selection criteria for international freight forwarders. *Transportation Journal*, *37*(1), 29-36.

Özbek, A., ve Eren, T. (2012). Üçüncü parti lojistik (3PL) firmanın analitik hiyerarşi süreciyle (AHS) belirlenmesi. *International Journal of Engineering Research and Development*, *4*(2), 46-54.

Prakash, C., ve Barua, M. K. (2016). A combined MCDM approach for evaluation and selection of third-party reverse logistics partner for Indian electronics industry. *Sustainable Production and Consumption*, *7*, 66-78.

Ravi, V., Shankar, R., ve Tiwari, M. K. (2005). Analyzing alternatives in reverse logistics for end-of-life computers: ANP and balanced scorecard approach. *Computers ve Industrial Engineering*, *48*(2), 327-356.

Saen, R. F. (2010). A new model for selecting third-party reverse logistics providers in the presence of multiple dual-role factors. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, *46*(1-4), 405-410.

Sasikumar, P., ve Haq, A. N. (2011). Integration of closed loop distribution supply chain network and 3PRLP selection for the case of battery recycling. *International Journal of Production Research*, *49*(11), 3363-3385.

Senthil, S., Srirangacharyulu, B., ve Ramesh, A. (2014). A robust hybrid multi-criteria decision making methodology for contractor evaluation and selection in third-party reverse logistics. *Expert Systems with Applications*, *41*(1), 50-58.

Shi, Y., Zhang, A., Arthanari, T., Liu, Y., ve Cheng, T. C. E. (2016). Third-party purchase: An empirical study of third-party logistics providers in China. *International Journal of Production Economics*, *171*, 189-200.

Stank, T. P., ve Maltz, A. B. (1996). Some propositions on thrid party choice: domestic vs. ınternational logistics providers. *Journal of Marketing Theory and Practice*, *4*(2), 45-54.

Şahin, A. G., ve Berberoğlu, N. (2011). Lojistik outsourcing karar süreci ve 3pl firma seçim kriterleri. *Online Academic Journal of Information Technology***,** 2(5), 33-50.

Wang, W., Liu, X., ve Qin, Y. (2012). Multi-attribute group decision making models under interval type-2 fuzzy environment. *Knowledge-Based Systems*, *30*, 121-128.

Yeung, A. C. (2006). The impact of third-party logistics performance on the logistics and export performance of users: An empirical study. *Maritime Economics ve Logistics*, *8*(2), 121-139.

Zadeh, L. A. (1975). The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning—I. *Information sciences*, *8*(3), 199-249.

Zhang, H., Li, X., Liu, W., Li, B., ve Zhang, Z. (2004). An application of the AHP in 3PL vendor selection of a 4PL system. In *Systems, Man and Cybernetics, 2004 IEEE International Conference on*, IEEE, October, 2, 1255-1260.

RİSK ANALİZİNİN İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ AÇISINDAN ÖNEMİ VE İNŞAAT SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMASI

Didem Yılmaz
Gelişim Üniversitesi

Seda Erbayrak
Gelişim Üniversitesi

Enis Gürleyen
Cebeci Süt Ürünleri

Cansu Demiröz
Turkish Ground Service

ÖZET

İş sağlığı ve güvenliği kavramı "İşyerlerinde işin yürütülmesi sırasında, çeşitli nedenlerden kaynaklanan sağlığa zarar verebilecek koşullardan korunmak amacıyla yapılan sistemli ve bilimsel çalışmalardır." şeklinde de tanımlanmaktadır. İnşaat sektöründe iş sağlığı ve güvenliğinin artan önemiyle risk analizi işletmelerde zorunlu hale gelmiştir. Yeni yürürlüğe giren iş sağlığı ve güvenliği kanununda da risk analizine vurgu yapılmaktadır. Fakat Türkiye'de inşaat sektöründeki firmalar risk analizi hakkında yeterli bilgiye sahip değillerdir. Bu çalışmanın amacı inşaat sektöründe risk analizinin ne olduğunun ve uygulama faydalarının ifade edilmesi, ülkemiz inşaat sektöründeki risk analizinin nasıl algılandığının tespit edilmesi ve birçok riske maruz kalan inşaat sektöründe ki risklerin yok edilmesi veya en aza indirilebilmesidir. Buna dayanarak inşaat sektörü için güvenilirliği baz alan istatistiksel temellere dayanan bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmayla sistem güvenirliliği test edilerek, bir sonraki kazanın gerçekleşebilme tarihi hakkında bize gerçekçi bir sonuç verebilecek bir plan oluşturulmuştur.

Anahtar Sözcükler: Güvenilirlik, İş Sağlığı ve Güvenliği

ABSTRACT

The concept of occupational health and safety "Workplaces job during the execution of various reasons in order to avoid conditions that could cause harm to health resulting from the systematic and scientific study." in the form of defined. With the increasing importance of risk analysis in the construction industry occupational health and safety in businesses it has become a requirement. The recently enacted occupational health and safety risk analysis in the code are emphasized. But don't have sufficient information about risk analysis firms in the construction sector in Turkey. Benefits and application of risk analysis in the construction industry the purpose of this study is the expression. At the same time, exposed to many risks in the construction industry or elimination of risks is minimized. Based on this, were performed with the statistical basis for the construction sector based on reliability. This work are tested for system reliability, and next to be able to take the place of the accident history was created about a plan that would give us a realistic result**.**

Keywords: occupational health and safety, reliability.

1.GİRİŞ

Son zamanlarda, iş kazaları ve buna bağlı olarak meydana gelen yaralanma ve ölümler çok ciddi boyutlara ulaşmıştır. Bunun en temel nedeni iş sağlığı ve güvenliğine ilişkin gerekli önlemlerin alınmamasıdır. Her geçen gün iş kazalarıyla maddi ve manevi kayıpların büyük boyutlara ulaşması konunun önemini daha da arttırmaktadır. İş kazalarını ve bunların neden olduğu kayıpları, en aza indirmek amacıyla, güvenlik önlemelerinin saptanması ve uygulanması doğrultusundaki çalışmalar yıllardan beri süre gelmektedir. Bu çalışmalar sonucunda "İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği" kavramı doğmuş ve konuya bilimsel olarak yaklaşılmaya başlanmıştır. İş sağlığı ve güvenliği çalışmalarında amaç, çalışanları sadece tehlikelerden korumak değil, daha iyi ve sağlıklı bir iş ortamında uzun süre çalışabilmelerini sağlamaktır. Bilimsel bilgilerin üretime uygulanması konusunda kritik bir konumda bulunan mühendis, mimar ve şehir plancılarının bu konumunun gereğini işyerlerinde yerine getirmesi gerekmektedir. Bu, en başta içinde yaşadığımız topluma, bize emek verenlere, birlikte çalıştığımız insanlara ve yakınlarımıza karşı sorumluluğumuzdur. Aynı zamanda iş kazalarını ve bunların neden olduğu kayıpları, en aza indirmek amacıyla önlemlerin saptanması ve uygulanması doğrultusundaki çalışmalar günümüzde 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği kanunu ile birlikte kamu ve özel sektöre ait bütün işlere ve işyerlerine faaliyet konularına bakılmaksızın tüm çalışanlar için uygulanma zorunluluğu getirilmiştir. 6331 Sayılı İş sağlığı ve Güvenliği Kanunu eski geleneksel "reaktif" yaklaşımlar yerini çağdaş "proaktif" yaklaşımlara bırakmıştır. Geleneksel (reaktif) yaklaşımda, kazaların ve sistem bozukluklarının incelenmesi esastır. Olay sonrası inceleme ve işin yeniden düzenlenmesini hedef alır. Çağdaş güvenlik yaklaşımı (proaktif yaklaşım) ise, sistem bozukluğundan çok, güvenlik yönetim sisteminin incelenmesine, risk değerlendirme ve güvenlik kültürüne odaklanır. Olay gerçekleşmeden öncesine, çalışanların güvenliğini, üretim ve işletmenin güvenliğini dikkate almaktadır. Bu çalışma da güvenilirliği baz alarak iş kazalarının önceden tespit edilip, can ve mal kayıplarının önüne geçmeyi hedef almıştır.

2. RİSK ANALİZİNİN İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ AÇISINDAN ÖNEMİ VE İNŞAAT SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMASI

Güvenilirlik, ürünün teknik özelliklerini karşılamaya devam etme olasılığı ve belirli koşullar altında, belirli bir zamana kadar hatasız olarak fonksiyonlarını yerine getirebilmesidir. Dolayısıyla, güvenilirlik zamana ve koşullara bağlı bir fonksiyondur. Marka imajı sağlanması, müşteri memnuniyeti ve beklentilerinin karşılanması, işin devamlılığının sağlanması, maliyet ve rekabet avantajı açısından önem taşır. Güvenilirlik, bir ölçme aracının ölçmek istediğimiz özelliği ne derece hatasız ölçtüğüdür. Buna göre, herhangi bir sistemin güvenilirliği başarı olasılığı ile ilgilidir. Güvenilirlikte kullanılacak olan fonksiyonlar tanımlanırsa; **Kümülatif Dağılım Fonksiyonu: F(t)** ve **Güvenirlik Fonksiyonu: R(t)**'dir. **Bu iki fonksiyon arasında; F(t) + R(t) =1 bağlantısı vardır.**

Güvenilirliğin yüksek olabilmesi, ölçmede izlenen süreçler ile kullanılan ölçütlerin ayrıntılı olarak belirlenebilmesine bağlıdır. Fiziksel bir ölçü aracı ile yapılan ölçmenin güvenilirliği, bu yönüyle yargılayıcı ölçme araçlarıyla yapılandan daha yüksektir. Güvenilirlik düzeyi %95 güven sınırında sınandığı için α=0,05 düzeyine indiğinde ve F(t) değeri 1'e yaklaştığında güvensiz çalışma sınırı başlayacağından dolayı alınacak stratejik kararlar doğrultusunda bu durum değerlendirilecektir.

Fiili verilere Dayalı Arıza Yoğunluk Fonksiyonun Bulunması

Bu çalışmanın gerçekleştirildiği inşaat şirketinin 2013 yılına ait kaza verilerine göre, yıl içinde meydana gelen kazaların frekans tablosu Tablo-1'de gösterilmiştir.

Tablo 1 – Kazaların Frekans Değerleri

Kazaların Aralarındaki Süreler (Saat)	Frekans
0-100	46
101-200	19
201-300	18
301-400	4
401-500	4
501-600	3
601-700	1
701-800	2
801-900	2
900-1000	1
	Toplam: 100

Bu frekans verileri 'STAT FIT 2.0' istatistik paket programı yardımıyla analiz edilmiş ve çıkan iş kazalarının dağılımının üstel dağılıma uyduğu görülmüştür. Üstel dağılım için olasılık yoğunluk fonksiyonu;
F(x) = λ . $e^{-\lambda x}$ şeklindedir.

Tablo 2 - x^2 Kullanım Değerleri

Sınıf Aralığı	Orta Değer mi	Gözlenen Frekans fg	mi . fg	$(mi\,.fg)^2$	Teorik Frekans ft	$\frac{(fg-ft)^2}{ft}$
0-100	50	46	2300	5290000	40	0,9
101-200	150,5	19	2859,5	8176740	23	0,6
201-300	250,5	18	4509	20331081	14	1,1
301-400	350,5	4	1402	1965604	8	
401-500	450,5	4	1802	3247204	5	1,9
501-600	550,5	3	1651,5	2727452	3	
601-700	650,5	1	650,5	423150,2	2	
701-800	750,5	2	1501	2253001	1	
801-900	850,5	2	1701	2893401	1	
901-1000	950,5	1	950,5	903450,2	0	0,5
TOPLAM		**100**	**19327**			**5**

Aşağıda görüleceği gibi bu formül ve verilerden yararlanılarak, sistem için uygun dağılım ve arıza yoğunluk fonksiyonu belirlenmiştir.

Tablo 2'de görüleceği gibi dağılımın ortalaması
μ = 19327/100 = 193,27 saat bulunur.
Dağılımın üstel dağılıma uyduğu varsayılsın. Bu durumda dağılın parametresinin değeri,

$$\lambda = \frac{1}{193{,}27} = \mathbf{0,\ 0051\ olur.}$$

Bu durumda herhangi bir aralıktaki teorik frekans değeri;
F(x) = $\int_0^{100} 0{,}0051\,.\,e^{-0{,}0051x}$
dx = 0,0051 . $(-\frac{1}{0{,}0051}\,.\,e^{-0{,}0051x})$
$= -\frac{1}{e^{0{,}0051.100}} + \frac{1}{e^{0{,}0051.0}}$ = - 0,60 + 1 = **0,4**
ft = 0,4 x 100 = **40** olarak bulunur.

Bu değerler bulunduktan sonra x^2 testi uygulanabilir. Bu durumda Tablo 5'de frekans değerleri 5'ten az olan aralıklar birleştirilerek,

$$\sum_{k=0}^{5} \frac{(fg-ft)^2}{ft} = 5$$

olarak bulunur. x^2 tablosundan α=0,05 ve r=4 için bakıldığında x^2= 9,48 olarak bulunur. x^2 testine dayanarak (5 < 9,48) dağılım üstel dağılıma uygundur denebilir.

Fiili Verilere Dayalı Güvenilirlik Analizi

"bi" bir kazanın ortaya çıkacağı zamanı göstermek üzere t rassal değişkeni ve kaza yoğunluk fonksiyonu şu şekilde ifade edilebilir:

0 < t < bi ve

F(t): Çalışan bir sistemde, bir kazanın ortaya çıkışını belirleyen zamanın kaza yoğunluk fonksiyonu.

Kaza yoğunluk fonksiyonunun belirlenmesi ve test edilmesinden sonra sisteme ait güvenilirlik şu şekilde ifade edilmiştir.

R(at) = $\int_{at}^{bi} f(t, Qi)dt$

Bu ifade t dönemine kadar arızalanmamış bir sistemin güvenilirliğini göstermektedir.

F(t) + R(t) = 1 olduğundan ve bütün sistemin kazalar arası süreleri üstel dağılıma uyduğundan,
R(t) = $e^{-\lambda t}$ olur.

Sistemin **λ = 0,0051** olarak bulunmuştu. Buna göre güvenilirlik değerleri aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

R(t) = $e^{-0{,}0051t}$

Çalışma Zamanı (Saat)	Kaza Çıkma Olasılığı	Güvenilirlik
0	0	1,000
48	0,218	0,782
96	0,388	0,612
144	0,521	0,479
192	0,625	0,375
240	0,706	0,294
288	0,77	0,230
336	0,82	0,180
384	0,859	0,141
432	0,89	0,110
480	0,914	0,086
528	0,933	0,067
576	0,948	0,052
624	0,959	0,041
672	0,968	0,032
720	0,975	0,025
768	0,981	0,019
816	0,985	0,015
864	0,988	0,012
912	0,991	0,009
960	0,993	0,007
1008	0,995	0,005
1056	0,996	0,004
1104	0,997	0,003
1152	0,998	0,002
1248	0,999	0,001
1392	1,000	0,000

Bu tablodan da görüleceği gibi ele alınan sistem güvenilirliğinin %5'in altına düştüğü saat 624. saattir. 624 saat yaklaşık 3,5 haftaya karşılık gelmektedir. Yani işletme, 3,5 hafta da bir koruyucu ve önleyici bakımlarını takip etmeli ve yapmalıdır. Eğer sınırları daha zorlayarak, güvenilirliğin sıfır noktasına eriştiği 1392. saat işletmeye önerilirse, 8 hafta, yaklaşık 2 ay'da bir koruyucu ve önleyici bakım yapması gerekir. Ancak sınırları zorlayarak, güvenilirliğin sıfır noktasına eriştiği nokta asla beklenmemelidir.

3.SONUÇ

İnşaat sektörü, dünyada ve ülkemizde iş kazaları ve meslek hastalıklarının en sık görüldüğü sektörlerin başında gelmektedir. Her inşaat projesinin birbirinden farklı olması, sürekli değişik çalışma şartlarında uygulanması, işçi devir hızının fazla olması gibi sektöre özgü hususlar, iş kazası ve meslek hastalığı

riskini artırmaktadır. Dolayısıyla inşaat sektöründe işçi sağlığı ve iş güvenliğinin sağlanması daha zor ve karmaşıktır. Avrupa Birliği'ne uyum bağlamında ülkemizde işçi sağlığı ve iş güvenliği konusunda birçok çalışma yapılarak, ülkemizdeki uygulamaların AB standartları seviyesine getirilmesi yönünde çeşitli resmi düzenlemeler yapılmıştır. Ancak bu yeni düzenlemelerin hayata geçirilmesi aşamasında hala sıkıntıların olduğu da bir gerçektir. Ülkemizin sosyal, kültürel ve ekonomik yapısından kaynaklanan etkenler, çalışma hayatında işçi ve işverenlerin işçi sağlığı ve iş güvenliği konusunun önemini kavranmalarını olumsuz yönde etkilemekte ve dolayısıyla bu bilinç eksikliği iş kazası meydana gelme sıklığını artırmaktadır.

Bu projemizde, inşaat sektörü için ele alınan çerçevede kaza risklerinin en aza indirilmesi ve önlemlerin alınması amaçlanmıştır. Gerekli istatiksel ve uygunluk testleri yapıldıktan sonra, %95 güvenilirlik seviyesinin altına düşen çalışmalar güvensiz çalışma olarak ikaz vermiş, herhangi bir oluşabilecek iş kazasının önüne geçmek için yapılan bir çalışma olmuştur. Bu ikaz doğrultusunda da aylık, haftalık, saatlik koruyucu veya önleyici bir risk planı oluşturularak bunların birebir uygulanacak şekilde planlanması bir öneri olarak sunulmuştur.

Ülkemizde işçi sağlığı ve iş güvenliği konusunun önemi gün geçtikçe daha iyi anlaşılmaktadır. Ancak bu konudaki bilinçlenmenin daha da hızlandırılması için, ilgili meslek odalarının konuya yönelik faaliyetlerini artırarak çeşitli kurs, seminer ve eğitim programları düzenlemeleri yararlı olabilecektir. Ayrıca işçi sağlığı ve iş güvenliği konusuna, üniversitelerin ilgili fakülte ve bölümlerinin ders müfredatlarında daha fazla yer vermeleri, proje oluşturup, hayata geçirmeleri bu konudaki bilinçlenmenin eğitim kurumlarında başlamasına katkı sağlayacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada bize yardımlarını esirgemeyerek, yol gösteren başta proje danışmanımız **Yrd.Doç.Dr. Didem YILMAZ**'a ve her daim yanımızda olarak verdiği destekleri için **Arş.Gör. Seda ERBAYRAK**'a teşekkür etmeyi bir borç biliriz.

KAYNAKÇA

[1] John Lloyd, John Mitchinson, Cahillikler Kitabı, Çev. Cihan Aslı Filiz, Emre Ergüven, 10. Baskı, İstanbul, NTV Yayınları, Ekim 2008, s. 81.
[2] A. Murat Demircioğlu, "Karşılaştırmalı Hukukta ve Türkiye'de İşçi Sağlığı ve İşyeri Hekimliği", İş Hukuku ve İktisat Dergisi, Cilt: 4, Sayı: 2, Kamu–İş Yayını, Haziran 1997, s. 193.
[3] Nüvit Gerek, İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği, Eskişehir, Anadolu Üniv. Yayını, 2000, s. 3.
[4] Z. Gönül Balkır, "İş Sağlığı ve Güvenliği Hakkının Korunması: İşverenin İş Sağlığı ve Güvenliği Organizasyonu", Sosyal Güvenlik Dergisi, 2012/1, s.58
[5] http://www.isguvenligi.net/iskollari-ve-is-guvenligi/insaat-sektorunde-is-sagligi-ve-guvenligi/ (Erişim Tarihi:18.04.2015).
[6] Uğur,L.O., (2006), İnşaat Sektöründe Riskler ve Risk Yönetimi, TMB
[7] Şener B, İnşaat Şirketlerinde Risklerin Algılanması ve Risk Azaltıcı Tedbirler, Yüksek Lisans Tezi, T.C. İstanbul Kültür Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Proje Yönetimi.
[8] Zayed T, Amer M, Pan J, 2008, Assessing Risk and Uncertainty Inherentin Chinese Highway Projects Using AHP, International Journal of Project Management, 26(4), 408-419
[9] Motawa, IA, Anumba, CJ, El-Hamalawi, A, 2006, A Fuzzy System for Evaluating the Risk of Change in Construction Projects, Advances in Engineering Software, 37(9), 583-591
[10] Birgönül T ve Özdoğan İ D 1997, İnşaat Projelerinin Risk Yönetimi, Türkiye Mühendislik Haberleri, 387, 49-54
[11] Kuyucu E, İnşaat Projelerinde Risk Analizi, Yöntemleri: Bir Petrokimya Fabrikasında Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, T.C. Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Sayısal Yöntemler ve Yönetim Bilimi Programı
[12] Çam F. (27.04.2007), İnşaat Üretiminin Riskler Açısından Özellikleri, http://www.1insaat.com/tribe/textdetail/id/1616 (Erişim Tarihi: 20.05.2015).
[13] Göç Y, Acar E, 29 Eylül-1 Ekim 2010, Yüklenici İnşaat KOBİ'lerinde Girişimci Özellikleri ve Risk Yönetimi Uygulamaları, İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, İstanbul, 1.Proje ve Yapım Yönetimi Kongresi, ODTÜ Kültür ve Kongre Merkezi, Ankara
[14] Dirgeme E N, Yapı Üretiminde Risk Yönetimi, F.B.E. Mimarlık Anabilim Dalı Yapı Programında Hazırlanan Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
[15] Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, S. 303-320

İŞLETME BÖLÜMÜ ÖĞRENCİLERİNİN ÜRETİM YÖNETİMİ DERSLERİNE İLİŞKİN MEMNUNİYET ANALİZİ

Erdal Yılmaz
Marmara Üniversitesi

Elif Bilgin
Marmara Üniversitesi

ÖZET

Üniversiteler bilgiyi yaratma görevinin yanında, mevcut bilgileri öğrencilere aktarma görevi de olan kurumlardır. Eğitimin kalitesi, bu üniversitelerden mezun olan öğrencilerin alanlarındaki başarısını etkilediği kadar, eğitimi devam eden öğrencilerin de derslere katılım, öğrenme ve kendini geliştirme şevkini etkileyen bir unsurdur. Akademisyenler olarak yeni bilgilere ulaşmaktaki enerji ve çabamızı öğrencilere ulaşmakta ve onların istek ve beklentilerini de dikkate alarak eğitim yöntem ve içeriğimizi güncelleme konusunda da göstermeliyiz.

Bu çalışmanın amacı İstanbul'daki devlet üniversitelerinde İşletme Bölümü lisans öğrencilerinin Üretim Yönetimi derslerine ilişkin memnuniyet düzeylerini belirlemektir. Araştırmanın anakütlesi, İstanbul'daki devlet üniversitelerinde İşletme Bölümü lisans öğrencilerinden oluşmaktadır. Araştırma yöntemi olarak saha çalışmasından yararlanılacak ve anakütlenin tamamına gidilerek yapılacak anket ile öğrencilerin memnuniyet ve diğer özelliklerine ilişkin veriler toplanarak değerlendirilecektir.

Anahtar Sözcükler: Eğitim kalitesi, öğrenci memnuniyeti, üretim yönetimi dersi

ANALYSE OF UNDERGRADUATE STUDENTS' EXPECTATIONS AND SATISFACTION FOR PRODUCTION MANAGEMENT COURSE IN BUSINESS ADMINISTRATION DEPARTMENT

ABSTRACT

Universities have the duty of transferring the present knowledge as well as searching new ones. The quality of education affects the success of graduates in practice but also the enthusiasm of present students for participation to lessons, learning and developing themselves. We as academicians should spend our energy and work to reach the students, update the contents and methods of our lessons according to students' expectations and requests as well as research new knowledge.

The aim of this study is defining the satisfaction level of undergraduate students about Production Management course in business administration department in public universities in İstanbul. The population of the study is undergraduate students in business administration departments in public universities in İstanbul. The research method is to survey by reaching the whole population and to evaluate the results about their satisfaction level and other characteristics.

Keywords: Education quality, student satisfaction, production management course

1. GİRİŞ

Eğitimin amacı, öğrencilere eğitim verilen alana dair bilgileri aktarmak ve öğrencilerin bu alanda kendilerini geliştirmelerine katkı sağlamaktır. Üniversite eğitiminin görevi ise bireylere mevcut bilgileri aktarmak kadar onları geleceği şekillendirecek yeni bilgileri yaratmalarında teşvik etmek ve onlara olanak sağlamaktır. Bu nedenle de ekonomik, sosyal, bilimsel ve teknolojik ilerlemenin anahtarı kaliteli bir üniversite eğitimindedir.

Eğitimin kalitesine yönelik yazındaki çalışmalar yaygın olarak eğitim biriminin fiziki imkânlarını, tüm eğitmenleri, öğrenci işleri, yemekhane vb. hizmetleri birlikte ele alan ve tüm dersleri kapsayan ölçümler yapmaktadır. Tütüncü ve Doğan (2003), dersler, öğretim üyeleri, enstitü personeli ve sistem yönetiminin öğrencilerin memnuniyeti üzerindeki etkisini belirlemeye yönelik bir çalışma ortaya koymuşlardır. Yelkikalan, Sümer ve Temel (2006), çalışmalarında fakülte öğrencilerinin kampus, fakülte personeli, dersler ve öğretim görevlilerine ilişkin algılarını ölçmüşlerdir. Şahin (2006), geliştirdiği eğitim fakültesi öğrenci memnuniyeti ölçeğini kullandığı çalışmasında öğretim elemanları, danışmanlık, yönetim, kaynaklar, bilgisayar olanakları, dersler ve ders programları faktörleri bazında öğrencilerin memnuniyetlerini ölçmüştür. Chonko, Tanner ve Davis (2010), çalışmalarında açık uçlu sorularla mükemmel eğitimin öğrenciler için ne ifade ettiğini sormuş ve beklentilerinin ne kadarının karşılandığını ölçmüştür. Onursal, Cömert ve Akman (2011) öğretim üyesine duyulan güven, eğitim ile ilgili, sınıf düzeninden ve öğrenciler arası ilişkilerden memnuniyet faktörlerini tanımlayarak memnuniyetin fakülte veya cinsiyete göre farklılık gösterip göstermediğini incelemişlerdir. Naralan ve Kaleli (2012), çalışmalarını üniversitenin tüm fakültelerinden öğrencilere yöneltmişler ve fakültelerinin sağladığı eğitim öğretim imkânlarının bölümlere göre memnuniyetlerini ve ayrıca bölüm seçimlerinde etkili olan faktörleri ölçmüşlerdir. Akan (2014) toplam kalite yönetimi perspektifiyle öğrencilerin akademik personel ve danışmanlık, eğitim ve öğretim ile fiziki koşullara yönelik memnuniyet düzeylerinin öğretim görülen bölümlere göre farklılık gösterip göstermediğini incelemiştir.

Eğitimin kalitesi, üniversitelerden mezun olan öğrencilerin alanlarındaki başarısını etkilediği kadar, eğitimi devam eden öğrencilerin de derslere katılım, öğrenme ve kendini geliştirme şevkini etkileyen bir unsurdur. Öğrencilerin sevmedikleri veya gerekli olduğunu düşünmedikleri bir dersi veya öğretim üyesiyle sorun yaşadıkları dersleri öğrenmeye daha az yatkın olduklarına çeşitli çalışmalarda dikkat çekilmiştir (Banoğlu ve Baş, 2012), (Şahin ve Yıldırım, 2010). Üniversite genelinden ziyade, ders özelinde öğrencilerin dersin içeriği, işleniş tekniği, öğretim üyesi ve fiziki olanaklardan memnuniyetlerinin ölçüldüğü çalışmalar (Kuleyin vd. 2014), (Tuğay, 2014), (Çakır vd., 2014), (Baltacı vd., 2012) öğrencilere ulaşmak, onların istek ve beklentilerini de dikkate alarak eğitim yöntem ve içeriğinin güncellenmesi konusunda aydınlatıcı çalışmalardır.

Üretim Yönetimi dersi, işletme bölümü öğrencilerine üretim sistem ve süreçlerini tanıtmayı, mal ve hizmet üretiminde tasarım, planlama ve kontrol aşamalarında kullanılan teknikleri anlatmayı ve analitik bir düşünce sistematiği kazandırmayı amaçlar. Öğrencilerin bu derse ilişkin memnuniyetlerinin analizine dair bu çalışmamızın ileriki yıllarda dersin işlenişinde biz Üretim Yönetimi dersi öğretim üyelerine bir ışık tutacağını umuyoruz.

2. YÖNTEM

2.1. Araştırmanın Amacı ve Kapsamı

Bu çalışma, üniversitelerin işletme bölümlerinde okuyan öğrencilerin Üretim Yönetimi dersine ilişkin memnuniyet düzeylerini ölçmeyi amaçlamaktadır. Ana kütlemiz İstanbul'daki devlet üniversitelerinin Türkçe işletme bölümü öğrencileridir. (Çalışmanın üniversiteler arası bir yarış olarak algılanmaması, yalnızca eğitimin geliştirilmesine yardımcı olacak bir karşılaştırma amacı taşıması sebebiyle üniversitelerin isimleri yayınlanmamıştır.) A.Ü. İkt. Fak. İşletme Bölümünde 83, A.Ü. İşl. Fak. İşletme Bölümünde 447, B.Ü. İşl. Fak. İşletme Bölümünde 579, C.Ü. İşl. Fak. İşletme Bölümünde 47 öğrenci 2015-2016 Eğitim Öğretim yılında Üretim Yönetimi dersini almaktadır. Final döneminde okullara giderek ana kütlenin tamamına anket uygulanmıştır. Toplam 699 ankette sağlıklı geri dönüş sağlanmıştır.

2.2. Verilerin Toplanması

Verilerin toplanmasında birincil veri toplama yöntemlerinden anket tekniğinden yararlanılmıştır. Anketin belirlenmesinde önceki araştırmalarda kullanılan anketler incelenmiş ve çalışmanın amacına en uygun tasarlanmış anket olduğundan İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünün öğrencilerine uyguladığı ders ve öğretim üyesi değerlendirme anketi tercih edilmiştir.

Anket üç bölüm olarak tasarlanmıştır. Birinci bölüm derse ilişkin 25 sorudan, ikinci bölüm dersin öğretim üyesine ilişkin 6 sorudan ve üçüncü bölüm öğrencilerin yaş, cinsiyet, okul, devam durumu ve ileride çalışmayı planladıkları alana ilişkin 8 sorudan oluşmaktadır. Soruların yanıtlanmasında **1 "Kesinlikle Katılmıyorum"** ve **5 "Kesinlikle Katılıyorum**" ifade edecek şekilde 5'li Likert ölçeği kullanılmıştır.

2.3. Verilerin Analizi ve Bulgular

Verilerin analizinde SPSS 15.0 programı kullanılmıştır. Öncelikle anketin birinci bölümü olan derse ilişkin 25 soru için faktör analizi uygulanmış ve soruların 4 faktörde toplandığı görülmüştür. *Faktör 1- Kazanımlar, Faktör 2- Memnuniyet, Faktör 3- Akademik, Faktör 4- Sınav*. Faktörlerin güvenilirliği için cronbach alpha değerlerine bakılmış ve dört faktörün de Cronbach's Alpha sayısının 0,6'dan büyük olduğu, böylece faktörlerin güvenilir olduğu görülmüştür. Faktörlerdeki soruların teker teker çıkarılması durumunda güvenilirliği arttırıp arttırmadığı kontrol edilmiş ve hiçbirinin çıkarılması güvenilirliği arttırmadığından tüm sorular faktörler içinde tutulmuştur. Bu 4 faktörün toplam açıkladığı varyans oranı %61 olarak görülmüştür. Anketin ikinci bölümündeki dersin öğretim üyesine ilişkin 6 soruya faktör analizi uygulanmış ve tüm sorular tek faktör olarak çıkmıştır. Bu *Faktör 5- Öğretim Üyesi*'nin crombach alpha değeri de faktörün güvenilir olduğunu göstermiştir. Tablo 1'de faktörler, faktörlere ait sorular, faktör ağırlıkları, açıkladığı varyans oranı ve güvenilirlik değerleri görülmektedir.

Tablo 1: Faktör analizi sonuç tablosu

Faktör	Soru	Faktör Ağırlığı	Açıkladığı Varyans Oranı	Güvenilirlik
Faktör 1: Kazanımlar	20	0,738	%22,296	0,917
	16	0,711		
	14	0,689		
	15	0,670		
	18	0,665		
	17	0,635		
	19	0,629		
	13	0,608		
	12	0,502		
	11	0,489		
Faktör 2: Memnuniyet	23	0,784	%17,889	0,887
	25	0,747		
	24	0,731		
	21	0,664		
	22	0,653		
Faktör 3: Akademik	4	0,745	%12,335	0,832
	5	0,704		
	6	0,614		
	1	0,515		
	3	0,495		
	2	0,475		
	7	0,456		
	8	0,455		
Faktör 4: Sınav	10	0,812	%8,579	0,775
	9	0,732		
Toplam Açıklayıcılık Oranı			%61,098	
KMO örneklem yeterliliği			0,961	
Barlett Testi		Ki kare	10124,788	
		df	300	
		Sig.	,000	
Faktör	**Soru**	**Faktör Ağırlığı**	**Açıkladığı Varyans Oranı**	**Güvenilirlik**
Faktör 5: Öğretim Üyesi	1		%78,782	0,944
	2		%7,114	
	3		%4,907	
	4		%3,664	
	5		%3,105	
	6		%2,427	
Toplam Açıklayıcılık Oranı			%100	
KMO örneklem yeterliliği			0,914	
Barlett Testi		Ki kare	3922,535	
		df	15	
		Sig.	,000	

Faktör analizinin ardından, her faktör altındaki soruların yanıtlarının ortalaması hesaplanmıştır. Faktörlerdeki soru sayıları eşit olmadığından yanıtların toplam değerleri yerine ortalama değerleri ile analizlere devam edilmiştir.

Ankete katılımların cinsiyet ve üniversite dağılımları Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2: Katılımcıların cinsiyet ve üniversite dağılımı

Cinsiyet	Frekans		Üniversite	Frekans
Kadın	314		**AÜ-İktisat Fak**	47
Erkek	385		**AÜ-İşletme Fak.**	218
			B Ü	399
Toplam	699		**C Ü**	35

Tanımlanan 5 faktör için öğrenci memnuniyetinin cinsiyet veya üniversiteye göre farklılık gösterip göstermediğini incelemek için **t testi** ve **tek yönlü varyans analizi (ANOVA)** uygulanmıştır. Her analiz için öncelikle normal dağılıma uygunluk kontrol edilmiştir. Hepsinde basıklık ve çarpıklık değerleri -1,5 ile +1,5 arasında olduğundan normal dağıldığı kabul edilmiştir.(Tabachnick ve Fidell, 2013) Ardından Levene testi ile grupların varyanslarının eşit olup olmadığına bakılmıştır.
Cinsiyete göre faktörlerin memnuniyetinde farklılık olup olmadığının sınanmasında, sınıflı değişken iki tane olduğundan t-testi kullanılmıştır (Sipahi vd, 2010). Bunun için önce Levene değerlerine bakılmış, 0,05'ten küçük olması halinde grupların varyanslarının eşit olduğu hipotezi reddedilerek t testi 2.satır değeri; 0,05'ten büyük olması halinde grupların varyanslarının eşit olduğu hipotezi kabul edilerek t testi 1.satır değeri yorumda kullanılmıştır. Faktör 1, 2, 3 ve 4 için cinsiyete göre grupların varyansları eşit çıkmıştır. Faktör 1, 2, 3 ve 4'ün yanıtlarında cinsiyete göre anlamlı bir farklılık yoktur. Ancak Faktör 5 (Öğretim üyesi) için grupların varyanslarının eşit olmadığı görülmüş, t test istatistiği 0,023 değeri 0,05'ten küçük olduğundan memnuniyette anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiştir. Kadın öğrencilerin Faktör 5 için yanıtları ortalaması 4,08, erkek öğrencilerin ise 3,91'dir.
Faktörlerin üniversitelere göre değişimi için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yapılmış, bunun için önce varyansların homojenliği test edilmiştir. Üniversite öğrencilerinin yani grupların örnek sayıları eşit olmadığından varyansların eşit olması durumunda Post Hoc testi olarak Scheffe, varyansların eşit olmaması durumunda ise Games Howell testleri yapılmıştır.
ANOVA tablosuna göre 5 faktörün de p değerleri 0,05'ten küçüktür, üniversiteler arasında anlamlı bir farklılık vardır. ANOVA tablosu bize hangi grupların diğerlerinden farklı olduğunu göstermez, yalnızca bir farklılık olduğunu gösterir. Gruplar arası farkı incelemek için post hoc testleri yapılmalıdır. Üniversiteler bazında tüm faktörler için Levene testi p değerleri 0,05'ten küçük çıkmıştır. Buna göre grupların varyansları eşit değildir ve bu yüzden post hoc testi olarak Games Howell kullanılmıştır. Games Howell testine göre tüm faktörler için AÜ-İşletme Fak ile BÜ ve BÜ ile CÜ arasında anlamlı bir farklılık vardır. Hangi grubun bu faktörlerde daha memnun olduğunu görmek için Descriptives tablosu Tablo 3'te görülmektedir.

Tablo 3: Üniversitelerin faktör ortalama farklılıkları

	Üniversite	Örnek Sayısı	Ortalama
Faktör 1: Kazanımlar	AÜ-İşletme Fak	218	3,71
	BÜ	399	3,41
	C Ü	35	3,89
Faktör 2: Memnuniyet	AÜ-İşletme Fak	218	3,69
	BÜ	399	3,21
	CÜ	35	3,85
Faktör 3: Akademik	AÜ-İşletme Fak	218	3,95
	BÜ	399	3,8
	C Ü	35	4,07
Faktör 4: Sınav	AÜ-İşletme Fak	218	3,73
	BÜ	399	3,27
	C Ü	35	4,04
Faktör 5: Öğretim Üyesi	AÜ-İşletme Fak	218	4,13
	BÜ	399	3,86
	C Ü	35	4,45

Anketin üçüncü bölümünde öğrenciler ilişkin genel bilgiler sorulmuştur. Ankete katılan öğrencilerin %45'i kadın, %65'i erkek öğrencidir. Öğrencilerin %44'ü liseyi İstanbul'da, %56'sı İstanbul dışında okumuştur. Öğrencilerin %82'si dersi ilk defa, %14'ü ikinci defa %4'ü üç veya daha fazla defa almaktadır. Dersi ilk defa alan öğrenciler ile dersi tekrar alan öğrencilerin 5 faktör için yanıtlarını karşılaştırmak için t testi yapılmış, tüm faktörler için dersi ilk defa alanlar ile alttan alan öğrencilerin memnuniyetlerinde anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir (Tablo 4).

Tablo 4: Dersi ilk defa veya tekrar alan öğrencilerin memnuniyetleri

	Dersi alış sayısı	Frekans	Ortalama
Faktör 1: Kazanımlar	İlk kez alanlar	571	3,60
	İki veya daha fazla defa alanlar	127	3,27
Faktör 2: Memnuniyet	İlk kez alanlar	571	3,19
	İki veya daha fazla defa alanlar	127	3,04
Faktör 3: Akademik	İlk kez alanlar	571	3,90
	İki veya daha fazla defa alanlar	127	3,72
Faktör 4: Sınav	İlk kez alanlar	571	3,56
	İki veya daha fazla defa alanlar	127	3,04
Faktör 5: Öğretim Üyesi	İlk kez alanlar	571	4,09
	İki veya daha fazla defa alanlar	127	3,49

Öğrencilerin %55'i Üretim Yönetimi derslerine düzenli(sürekli ve çoğunlukla) devam ettiğini söylerken; okula düzenli devam ettiğini söyleyenler %63'tür. Okula devamda üniversitelere göre anlamlı bir farklılık tespit edilmemiş ancak, derse devam için ANOVA analizinde fark bulunmuştur. Levene testi sonucu p değeri 0,05'ten büyük olduğundan grupların varyanslarının eşit olduğu hipotezi kabul edilmiş ve Post Hoc testi olarak **Sheffe testi** yapılmıştır. Buna göre AÜ-İktisat Fak ile AÜ-İşletme Fak., AÜ-İşletme Fak. ile BÜ, AÜ-İktisat Fak ile C Ü. arasında derse devam bakımından anlamlı bir fark görülmüştür. 1-sürekli devam ediyorum, 5-hiç gelmiyorum ifade etmek üzere üniversitelerin derse ortalama devam durumları Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 5: Üniversitelerin derse ortalama devam durumları

Üniversite	Ortalama
AÜ-İktisat Fak	2,79
AÜ-İşletme Fak	2,28
B Ü	2,56
C Ü	2,09

İleride çalışmayı planladıkları alan sorusuna öğrencilerin yanıtlarının dağılımı Tablo 6'da görülmektedir.

Tablo 6: Öğrencilerin ileride çalışmayı planladıkları alanların dağılımı

İleride çalışmayı planladıkları alan	Frekans	Yüzde Değeri
Üretim	85	%12
Pazarlama	247	%35
Muhasebe	127	%18
Finans	151	%22
Yönetim	170	%24
İK	131	%19
Diğer	39	%6

Öğrencileri ileride üretim alanında çalışmayı düşünenler ve düşünmeyenler olarak iki grupta topladığımızda, bu iki grubun faktör değerlerinin farklı olup olmadığını incelemek için t testi uygulanmış, faktör 1,3,4,5 için Levene testi ile grupların varyanslarının eşit olduğu; faktör 2 için ise eşit olmadığı görülmüştür. Varyansların eşit olma veya eşit olmama durumlarına göre t testi ilgili p değerleri kontrol edildiğinde tüm faktörler için grupların ortalamaları eşittir hipotezi reddedilmiştir, grupların ortalamaları arasındaki fark anlamlıdır. Tablo 7'de ilerde üretim alanında çalışmayı düşünenler ile düşünmeyenlerin faktör ortalamaları karşılaştırılmıştır.

Tablo 7: Üretim alanında veya diğer alanlarda çalışma planına göre faktör ortalamaları

		Frekans	Ortalama
Faktör 1: Kazanımlar	Üretimde çalışmayı düşünenler	85	3,85
	Düşünmeyenler	614	3,5
Faktör 2: Memnuniyet	Üretimde çalışmayı düşünenler	85	4,25
	Düşünmeyenler	614	3,30
Faktör 3: Akademik	Üretimde çalışmayı düşünenler	85	4,01
	Düşünmeyenler	614	3,85
Faktör 4: Sınav	Üretimde çalışmayı düşünenler	85	3,68
	Düşünmeyenler	614	3,44
Faktör 5: Öğretim Üyesi	Üretimde çalışmayı düşünenler	85	4,23
	Düşünmeyenler	614	3,95

3. SONUÇ

Çalışma kapsamında uygulanan anket faktör analizine tabi tutulduğunda, Üretim Yönetimi dersine ilişkin öğrencilerin memnuniyetlerini etkileyen 5 faktör tanımlanmıştır: **"Kazanımlar", "Memnuniyet", "Akademik", "Sınav" ve "Öğretim Üyesi"**.

Üniversitelere göre bu faktörlerin memnuniyet seviyeleri karşılaştırıldığında BÜ. ile AÜ.-İşletme Fak ve CÜ. arasında anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir.

Üretim Yönetimi dersine düzenli devam ettiğini düşünen öğrencilerin oranı yalnızca %55'tir. Okula devam için bu oran %63'tür. Derse düzenli devam eden öğrencilerin faktörlere göre memnuniyetlerinin seyrek devam edenlerden daha yüksek olduğu görülmüştür.

Dersi ilk kez alan öğrencilerin tüm faktörler için memnuniyetleri tekrar alan öğrencilerden yüksektir.

İşletme bölümünde okuyan ve ankete katılan öğrencilerin sadece %12'si ileride üretim bölümünde çalışmayı düşünmektedir.

Bu bilgiler ışığında öğrencilerin derse devamlarını arttırmaya yönelik çalışmalar, dersin memnuniyetini de arttırabilecektir. İleriki çalışmalarda öğrencilerin dersten memnun olmadığı için mi gelme sıklığının düştüğü yoksa tersinin mi geçerli olduğu incelenmeye açık bir alandır. Ayrıca ileride üretim alanında çalışmayı düşünen öğrencilerin sayısı oldukça düşüktür. Bunun nedenleri araştırmaya değerdir.

KAYNAKÇA

Akan, B., "*Toplam Kalite Yönetimi Çerçevesinde Öğrenci Memnuniyeti: Namık Kemal Üniversitesi Hayrabolu Meslek Yüksekokulu Uygulaması"*, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt 8, Sayı 10, 2014 Haziran, s.106-123

Baltacı, F., Üngiren, E., Avsallı, H., Demirel, H.N., *"Turizm Eğitimi Alan Öğrencilerin Eğitim Memnuniyetlerinin ve Geleceğe Yönelik Bakış Açılarının Belirlemesine Yönelik Bir Araştırma"*, Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi, Yıl:2012, C:4, S:1, s.17-25

Banoğlu, K., Baş, Y., *"Sosyoloji Dersi Öğrenci Algılarının Derse Verilen Önem, Sosyal Kazanım ve Öğrenme Ortamı Boyutları Açısından İncelenmesi"*, Eğitim ve Bilim Dergisi, 2012, s.31-44

Chonko, L.B., Tanner, J.F., Davis, R., *"What Are They Thinking? Students' Expectations and Self-Assessments"*, Journal of Education for Business, Volume 77, Issue 5, 2002, pages 271-281

Çakır, N., Canbaz, S., , Gümüş, S., *"Meslek Yüksekokulu Öğrencilerinin Muhasebe Eğitimindeki Algı Ve Beklentilerinin Belirlenmesine Yönelik Bir Araştırma: Uzunköprü Myo Örneği"*, Uluslararası Hakemli Pazarlama Ve Pazar Araştırmaları Dergisi, Mayıs/Haziran/Temmuz/ Ağustos 2014, Sayı: 02 Cilt: 01 Yaz Dönemi.

Çimen, Orhan, *"Yükseköğretim kurumlarında öğretim elemanlarının öğretim performansını değerlendirme yöntemleri 'öğretim elemanı ve ders değerlendirme anketlerinin değerlendirilmesi'"*, Gazi Üniv, Eğitim Bil. Enst. YL Tezi, Mayıs 2010

Kuleyin, B., Çelik, B., Kaya, A.Y., "*İlk Kez "Seyir" Dersine Giren Öğrencilerin Derse Yönelik Algıları Üzerine Bir Değerlendirme: Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Uygulaması"*, Journal of ETA Maritime Science, 2014;2(2), s.99-104

Naralana, A., Kaleli, S.S., *"Üniversite Öğrencilerinin Üniversiteden Beklentileri ve Bölüm Memnuniyeti Araştırması: Atatürk Üniversitesi Örneği"*, Organizasyon ve Yönetim Bilimleri Dergisi, Cilt 4, Sayı 1, 2012, s1-11

Onursal, S., Cömert, H., Akman, G., *"Öğrenci Memnuniyetini Etkileyen Faktörlerin Araştırılması"*, XI. Üretim Araştırmaları Sempozyumu 21-24 Haziran 2011, Bildiri Kitabı s.103-110

Sipahi, B., Yurtkoru, E.S.,Çinko, M., *Sosyal Bilimlerde SPSS'le Veri Analizi*, Beta Basım Yay., 2010

Şahin, A.E., *"Eğitim Fakültesinde Hizmet Kalitesinin Eğitim Fakültesi Öğrenci Memnuniyet Ölçeği (EF-ÖMÖ) ile Değerlendirilmesi"*, Hacettepe Üniv.i Eğitim Fakültesi Dergisi, Sayı 37, 2009, s.106-122

Şahin, S., Yıldırım, S., *"Öğrenme Tercihleri ve Ders Algısı"*, Ahi Evran Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, Cilt 11, Sayı 3, Aralık 2010, s.153-168

Tabachnick, L.S. Fidell, *"Using Multivariate Statistics"* (sixth ed.)Pearson, Boston (2013)

Tuğay, O., *"Muhasebe Dersi Alan Öğrencilerin Muhasebe Dersine Yönelik Algıları ve Muhasebe Öğretim Elemanlarından Beklentileri Üzerine Mehmet Akif Ersoy Üniversitesinde Bir Araştırma"*, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi, Aralık 2014, s.49-68

Tütüncü, Ö., İpekgil Doğan, Ö., *"Müşteri Tatmini Kapsamında Öğrenci Memnuniyetinin Ölçülmesi Ve Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Uygulaması"*, DEÜ SBE Dergisi, Cilt.5, Sayı.4, s.130-151.

Yelkikalan, N., Sümer, B, Temel, S., *"Fakültelerin Değerlendirilmesinde Öğrenci Algılamaları: Biga İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Öğrencileri Üzerine Bir Araştırma",* Selçuk Üniversitesi Karaman İİBF Dergisi, Sayı 10, 2006, s.144-160

STOKASTİK ÇOK KRİTERLİ KABUL EDİLEBİLİRLİK ANALİZİ VE BULANIK MOORA YAKLAŞIMLARI İLE ERZURUM KENT İÇİ RAYLI SİSTEM HATTI PROJESİ İÇİN ALTERNATİFLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Vecihi Yiğit
Atatürk Üniversitesi

Gökhan Yurdakul
Atatürk Üniversitesi

ÖZET

Günümüz dünyasında karar verme süreçleri geçmişe nazaran daha karmaşık hale gelmiştir. Gelişen teknoloji, çevresel faktörler ve rekabet bu süreçlerin kompleks süreçlere evrilmesine sebebiyet vermiştir. Birden fazla alternatifin ve her alternatif için belirlenen birden fazla kriterin olduğu durumlarda doğru karar vermek için bilim adamları tarafından geliştirilen ve önerilen birçok karar verme yöntemi bulunmaktadır. Bu çalışmada Erzurum ilinde yapılması planlanan "Erzurum kent içi raylı sistem projesi" için belirlenen üç farklı alternatifin, Stokastik Çok Kriterli Kabul Edilebilirlik Analizi (SMAA) ve Bulanık MOORA yöntemleri kullanılarak analizi yapılmıştır. Yapılan bu çalışma bir gerçek hayat problemidir. Yapılan analiz ile üç farklı alternatiften hangisinin belirlenen kriterler için en uygun seçim olacağı araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar karşılaştırılmış ve analiz sonuçları tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çok Kriterli Karar Verme, Çok Kriterli Kabul Edilebilirlik Analizi, Bulanık MOORA

THE EVALUATION OF THE ALTERNATIVES OF THE RAIL LINE SYSTEM PROJECT OF ERZURUM CITY WITH THE APPROACHES OF THE STOCHASTIC MULTI-CRITERIA ACCEPTABLE ANALYSIS AND FUZZY MOORA

ABSTRACT

In Today's World Decision-making process has become more complicated than the past. Developing technology, environmental factors and rivalry have caused to evolve this process to more complex process in cases where multiple criteria for multiple alternative and every alternative is many decision-making methods to give the right decision developed and suggested by scientists. In this study, the analysis of scheduled for the rail system project of the Erzurum was made by using stochastic multi-criteria acceptability analysis (SMAA), fuzzy MOORA methods with 3 different alternative. This study is a real-life problem. It was searched which is the best appropriate choice of three alternative for determining criteria with conducted study. The results obtained was compared and analysis results was argued.

Keywords: Multi-criteria decision making, stochastic multi-criteria acceptability analysis, fuzzy MOORA

1. GİRİŞ

İlk olarak 18. Yüzyıl sonrası ve özellikle 19. Yüzyılda sanayileşmenin bir getirisi olarak kent yaşamı, metropoller bir bakıma toplumsal hayatın, ekonominin ve politikaların seyrini değiştirmiştir. Şehirlerdeki nüfus artışı ve nüfusun artış oranlarının bir önceki döneme nazaran logaritmik artması, lastikli araç olan otomobillere olan arzı da artırmıştır. Özel araçların ilk olarak toplumsal hayata girmesi 18. Yüzyılda başlamışken özel araçlara olan talebin ivmeli bir şekilde artması ikinci dünya savaşı sonrasında olmuştur. Otomobil arzının artması ile 1690'lı yıllar itibariyle ilk defa trafik sorunu ile karşılaşılmıştır. İlk dönemlerde yeni yolların yapılmasının trafik soruna çözüm olacağı düşünülmüş ve kısa vadede çözüm olmuşsa da başarılı olmamıştır. Buchanan, trafik sorunu için nüfusu 100 binin üstünde olan yerleşim yerleri için çözüm getirecek farklı sistemlerin kullanılmasını önermiştir. (Ocak & Manisalı, 2006) 20. yüzyıl itibariyle kişisel otomobillere ek olarak lastikli taşıtların, hayatın birçok alanında kullanılmaya başlanması ile trafik sorunu evirilmiş ve daha karmaşık hale gelmiştir. Bu soruna çözüm olarak önerilen bir alternatif de toplu taşıma sistemleri olmuştur.

Bu dönemde gelişmiş ülkelerde toplu taşımaya (özellikle raylı sistemlere) öncelik tanıyan ulaşım planlama çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmalarda da özel oto kullanımının sınırlandırılarak; eşitlikçi, çevreci, güvenli ve konforlu özellikleriyle ön plana çıkan raylı sistemlere vurgu yapılmıştır (Çubuk & Türkmen , 2003) Kentler için ve özellikle büyük metropollerde ulaşım ve trafik sorununun çözülmesinde toplu taşıma sistemlerinin öneminin anlaşılması sonrasında, toplu taşıma sistemlerinde artış ve çeşitlenme gözlemlenmiştir. Özellikle 20. Yüzyılın başları itibariyle toplu taşımada lastikli araçların dışında raylı sistemler ve deniz araçları da kullanılmaktadır. Günümüzde büyük metropollerde bu süreç bir adım daha ileri götürülerek hava taşıtları da şehir içi ulaşımında kullanılmaya başlanmıştır. (Çubuk & Türkmen , 2003)

Günümüzde günlük hayatta toplu taşıma sistemlerinin kullanılması kent sakinlerini ve belirtilen kentleri daha çevreci kılmakta ve toplu taşıma sistemleri şehirler için daha güvenli ve hızlı ulaşım olarak adlandırılmaktadır. Bunun yanı sıra Türkiye gibi nüfus artış oranlarının pozitif olduğu ülkelerde, kent yaşamında da taktiksel ve stratejik seviyede değişimler yaşanmaktadır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Genel olarak çok kriterli karar verme analizleri ile ilgili çalışmalara literatürde sıkça rastlanmaktadır. MOORA ve SMAA konusunda da yapılmış birçok çalışma literatürde bulunmaktadır.

Vatansever ve Uluköy (2013) kurumsal kaynak planlama yazılımının seçimi için bulanık AHP ve bulanık MOORA yöntemlerini kullanmışlardır. Çalışmada 5 farklı KKP yazılımının sıralaması yapılmış ve belirtilen kriterler ışığında hangi yazılımın seçilmesi gerektiğinin analizi yapılmıştır (Vatansever & Uluköy, 2013). Benzer olarak Karande ve Chakraborty (2012) kurumsal kaynak planlama sistemi seçimi için bulanık MOORA kullanmıştır. 3 farklı ERP yazılımını beş farklı kriterde değerlendirmiştir. (Karande & Chakraborty, 2012) Uygurtürk (2015) ise bankaların internet şubelerini bulanık MOORA yöntemi ile değerlendirmiştir. Yaptığı çalışmada dört farklı alternatif internet şubesini on farklı kriter çerçevesinde değerlendirmiştir (Uygurtürk, 2015). Dey ve arkadaşları (2012) tedarik zinciri strateji seçimi için bulanık MOORA yöntemini kullanmışlardır. Çalışmada depo yer seçimi, Satıcı ve tedarikçi seçimi için ayrı ayrı model çalıştırmışlardır. (Dey, diğ., 2012)

Ay Türkmen ve Bildik (2015) üniversite öğrencilerinin şehirlerarası yolcu taşımacılığı yapan otobüs şirketlerinin tercih sıralamasını yapmışlardır. Beş farklı kritere göre 4 alternatifin sıralamasının yapıldığı çalışmada bulanık Vikor tekniği kullanılmıştır. (Ay Türkmen & Bildik, 2015) Sevginer ve diğ. Toplu taşıma sistemini, sürdürülebilir ulaşım için çözüm olarak önermişlerdir. Ticari taksiler örneği üzerinden yola çıkılarak yeni ve özgün bir ulaşım aracı platformu önerilmiştir. (Sevginer, diğ., 2011). Çatı (2003) Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi öğrencileri üzerinde yaptığı araştırmayla ulaşım hizmetlerinin kalitesinin analizini SERVPERF metodu ile yapmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre ulaştırma hizmetleri yetersizdir ve üç farklı çözüm önerisi yapılmıştır. (Çatı, 2003). Karacasu (2007) toplu taşıma yatırımlarının değerlendirmesini Electre yöntemi ile yapmıştır. Çalışmada electre yönteminin yatırım değerlendirme çalışmalarında faydalanılabilecek kullanışlı bir araç olduğu gösterilmiştir (Karacasu, 2007)

Ağdaş ve diğ. (2014) Afet Lojistiği için SMAA-2 yöntemi ile dağıtım yeri seçimi için çalışma yapmışlardır. Afet dağıtım yeri belirlemesinde birçok belirsiz unsur olduğundan SMAA-2 tekniğini kullanan araştırmacılar, beş farklı kriteri göz önüne alarak alternatiflerden hangisinin en uygun bölge olduğuna karar vermeye çalışmışlardır (Ağdaş, diğ., 2014). Lahdelma ve Salminen (2006) belirsiz veya olasılıksal veriler için daha doğru sonuçlara ulaştıracak yeni bir metot olan ve SMAA ve Veri Zarflama Analizi (VZA) modelleri hibritleştirilerek SMAA-D metodunu önermişlerdir (Lahdelma & Salminen, 2006). Kızılkaya Aydoğan ve Özmen (2015) SMAA, Gri ilişkisel analiz ve DEMATEL metotlarını kullanarak SMAA-GİA ve SMAA-DEMATEL-GİA adında iki farklı yöntem önermişlerdir. Önerilen

yöntemler İlaç Fayda Risk Analizi problemine uygulanmış ve yöntemlerin, GİA ve DEMATEL yöntemlerinden daha iyi sonuçlar verdiği gösterilmiştir (Kızılkaya Aydoğan & Özmen, 2015).

3. UYGULAMA VE YÖNTEM

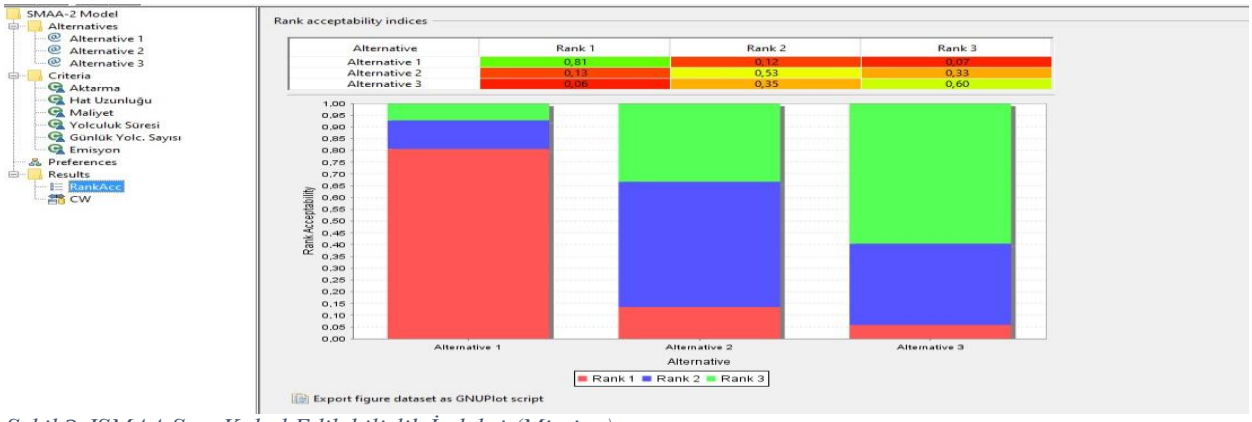
SMAA yöntemi belirsiz ya da kesin olarak bilinemeyen kriter değerlerinin olasılıksal değişkenler olarak girilmesine imkan sağlayan bir yöntemdir. Diğer bir değişle SMAA metodu kriter değerlerinin ve/veya kriter ağırlıklarının tam olarak bilinemediği durumlarda veya karar vericilerden tercih, ağırlık veya sıralama bilgilerinin edinilemediği durumlarda ÇKKV problemlerinin çözümünü sağlayan bir yöntemdir. SMAA yöntemi eldeki bilginin veya verinin eksik olduğu durumlarla beraber hiçbir kriter ağırlığının olmadığı durumlarda da kullanılabilmesidir (Ağdaş, Bali, & Ballı, 2014). Literatürde seçim ve sıralama için en çok kullanılan metot SMAA-2 metodudur. Bu metot Ternoven ve Lahderma (2007) tarafından olasılıksal çok kriterli karar verme problemleri için geliştirilmiş çok kullanışlı bir yöntemdir. (Tervonen & Lahdelma, 2007). SMAA-2 tekniği ne kriter ölçütlerine ne de kriter ağırlıklarına ihtiyaç duymaktadır. Bu sebeple belirsizliğin olduğu durumlar için çok kullanışlı bir yöntemdir.

Literatürde birden fazla ÇKKV yöntemi bulunmaktadır ve MOORA yöntemi bunların arasındaki yeni tekniklerden biridir. Brauers ve Zavadskas (2006) tarafından ilk olarak önerilen MOORA yöntemi oransal analize dayanan birçok kriterli karar verme yöntemidir. (Braıers & Zavadskas, 2006). Brauers ve Zavadskas (2012) çalışmalarında MOORA tekniğinin diğer yöntemlerden üstün olan taraflarını belirtmiştir. Yazarlara göre MOORA yöntemi hesaplama zamanı, balistik, matematiksel işlemler ve güvenilirlik konusunda benzerlerinden üstündür. (Brauers & Zavadskas, 2012)Zadeh (1965) tarafından öne sürülen bulanık küme teorisi bilgi belirsizliğine ve kişilerin söylemlerinin vurgularının kesin ve deterministik ifadeler olamayacağı üzerine kuruludur. (Uygurtürk, 2015). Kişilerin öznel yargıları 0-1 gibi kesin ifadeler yerine 0-1 rakamlarının arasında olduğunu ifade eden araştırmacılar, bulanık sayıların kişilerin yargılarını deterministik değerlere göre daha doğru ifade ettiğini ileri sürmektedirler. (Dey, diğ., 2012)

Bu çalışmada Erzurum şehri için yapılması planlanan raylı sistem ve entegre lastikli toplu taşıma sistemi için belirlenen üç farklı alternatiften hangisinin en uygun seçim olduğu bulanık MOORA ve SMAA-2 yöntemleri ile analiz edilmiştir. Analizde bulanık MOORA ve SMAA-2 yöntemlerinin kullanılmasının sebebi öncelikle kriterler ile ilgili elimizde yeterince ve kesin bilgi bulunmamasıdır. İkinci olarak konuya hakim uzmanlardan gerekli olan uzman görüşleri kısıtlı olarak ve sadece dilsel ifadelerle alınabilmiştir. Diğer bir sebep ise uzun vadeli yapılan yatırım projelerinde belirsizlik oldukça fazladır. Belirsizliğin fazla olmasından dolayı analiz SMAA-2 metodu ile yapılmış ve yine yeterli, kesin bilgilere dayalı uzman görüşü olmamasından dolayıda bulanık MOORA yöntemi kullanılmıştır. Analizde 3 farklı alternatif için toplamda 7 kriter belirlenmiştir. Ancak belirlenen birinci kriter olan istasyon sayısı tüm alternatiflerde aynı olduğundan analizden çıkartılmış ve 6 kriter analizlerde kullanılmıştır. Bu kriterler aşağıdaki gibidir;

- K1: İstasyon Sayısı; Hafif raylı sistem için belirlenmiş toplam istasyon sayısıdır.
- K2: Aktarma Sayısı; Raylı sistem ve lastikli toplu taşıma sistemleri arasındaki aktarma merkezleridir.
- K3: Hat Uzunluğu: Yapılması planlanan hafif raylı sistemin toplam hat uzunluğudur.
- K4: Maliyet; Projenin toplam maliyetidir.
- K5: Yolculuk Süresi; Hafif raylı sistemi kullanacak olan yolcuların başlangıçtan son durağa kadar yolculukta harcayacakları toplam süredir.
- K6: Günlük Yolcu Sayısı; Proje tamamlandığında ve kullanıma açıldığında beklenen günlük yolcu sayısıdır.
- K7: Emisyon; Toplam Sistemin gaz emisyonudur.

Yukarıda da belirtildiği üzere birinci kriter olan istasyon sayısı üç alternatif içinde aynıdır ve bundan dolayı analizden çıkartılmıştır. SMAA-2 ile yapılan analiz için Tervonen tarafından geliştirilen JSMAA programı kullanılmıştır. (JSMAA, 2016) JSMAA programı java tabanlı, kullanıma açık, SMAA-2 ve SMAA-TR modülleri olan açık kaynak bir programdır. Çalışmamızda SMAA-2 metodu kullandığımızdan JSMAA programının SMAA-2 modülü kullanılmıştır. Programda alternatifler, kriterler, kriterlere ait olan değer ve tercih bölümleri bulunmaktadır. Tercih bölümü üç kategoriden oluşmaktadır. Bunlar; Missing, Ordinal ve Kardinal kategorileridir. Biz çalışmamızda Missing ve Ordinal kategorilerini kullanacağız. Diğer yandan alternatifler için herhangi bir kriter ağırlığı belirlenmemiştir. Analizin sonucu aşağıdaki gibidir;



Şekil 2 JSMAA Sıra Kabul Edilebilirlik İndeksi (Missing)

Tablo 8 Sıra Kabul Edilebilirlik İndeksi Sonuçları

Alternatifler	Rank 1	Rank 2	Rank 3
Alternatif 1	0,81	0,12	0,07
Alternatif 2	0,13	0,53	0,33
Alternatif 3	0,06	0,35	0,60

Şekil 1 ve Tablo 1'de gösterilen sonuçlara göre alternatif 1, 0,81 lik değerle birinci sırada yer alacaktır. Alternatif 2, 0,53' lük değerle ikinci sırada yer alırken alternatif 3 ise 0,60'lık değerle üçüncü sırada yer alacaktır. Analiz "Missing" tercihine göre değil de "Ordinal" tercihine göre yapıldığında modelde kriterler arasında önem sırasının belirlenmesi gerekmektedir. Uzman yardımı ile belirlenen önem sırasına göre aşağıdaki sonuçları elde ederiz;

Şekil 3 JSMAA Sıra Kabul Edilebilirlik İndeksi (Ordinal)

Tablo 9 Sıra Kabul Edilebilirlik İndeksi Sonuçları

Alternatifler	Rank 1	Rank 2	Rank 3
Alternatif 1	0,99	0,01	0,00
Alternatif 2	0,00	0,00	1,00
Alternatif 3	0,01	0,98	0,00

Şekil 2 ve Tablo 2'deki sonuçlar bir önceki sonuçlarla kısmen paralellik göstermektedir. Alternatiflerin rank değerleri farklı çıkmış olsa dahi alternatif 1 rank1 seviyesi en yüksek alternatif olmuştur. Diğer iki alternatifin ise sırası değişmiş ve alternatif 3 ikinci sırayı alırken alternatif 2 ise üçüncü sırayı almıştır.

Çalışmamızda kullandığımız bir diğer teknik ise bulanık MOORA tekniğidir. Bulanık MOORA tekniği için üç farklı alternatif için yine üç farklı uzmandan görüş alınmıştır. Uzmanların belirlenen kriterler ışığında alternatifler için belirttikleri yargılar aşağıdaki gibidir;

Tablo 10 Alternatifler için Uzman Değerlendirmesi

	Alternatif 1			Alternatif 2			Alternatif 3		
K1	1	3	5	3	5	7	5	7	9
K2	5	7	9	3	5	7	7	9	10
K3	5	7	9	7	9	10	9	10	10
K4	9	10	10	3	5	7	5	7	9
K5	5	7	9	3	5	7	3	5	7
K6	9	10	10	7	9	10	7	9	10
	Alternatif 1			Alternatif 2			Alternatif 3		
K1	3	5	7	1	3	5	0	1	3
K2	1	3	5	3	5	7	0	1	3
K3	7	9	10	3	5	7	5	7	9
K4	7	9	10	3	5	7	5	7	9
K5	3	5	7	5	7	9	7	9	10
K6	7	9	10	5	7	9	3	5	7
	Alternatif 1			Alternatif 2			Alternatif 3		
K1	3	5	7	1	3	5	0	1	3
K2	5	7	9	1	3	5	3	5	7
K3	9	10	10	5	7	9	7	9	10
K4	9	10	10	5	7	9	7	9	10
K5	3	5	7	5	7	9	7	9	10
K6	5	7	9	1	3	5	3	5	7

Yukarıdaki değerlendirmelere göre bulanık MOORA analizi sonucu aşağıdaki gibi çıkmıştır;

Tablo 11 Bulanık MOORA sonucu

	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
Ağırlıklı Değer	0,041252031	0,038330701	0,040431574
Sıralama	1	3	2

Tablo 4'e göre en iyi alternatif, alternatif 1 çıkmıştır. Alternatif 1'den sonraki en iyi seçenek alternatif 3 gözükürken alternatif 2 ise son sırada bulunmaktadır.

4. SONUÇ

Kamu tarafından planlanan ulaştırma projeleri, uzun vadede çözüm getiren ileriye dönük ve kamunun yararı gözetilerek planlanmalıdır. Planlanan projeler uzun çalışmalar, geniş araştırmalar ve eksiksiz yapılmış hesaplamalar sonrası gerçekleştirilmelidir. Bu bakımdan ulaşım projeleri gibi projeler, birçok fayda ve maliyet kriterini aynı anda içinde barındıran projeler olduğundan, henüz planlama safhasında iken derin araştırmalar gerektirmektedir.

Bu çalışmada Erzurum ili için yapılması planlanan hafif raylı sistem ve entegre lastikli toplu taşıma sistemi için belirlenen üç alternatifin fayda endeksli sıralaması yapılmıştır. Literatürde sıkça kullanılan ve benzerlerine nazaran güncel sayılan SMAA-2 ve bulanık MOORA yöntemleri analizlerde kullanılmıştır. Yapılan analizin sonuçlarına göre hem SMAA-2 modelleri için (Missing ve Ordinal tercihleri için) hem de bulanık MOORA yöntemi için 1. Alternatif en uygun alternatif çıkmıştır. SMAA-2 tekniği ile yapılan analizde "Missing" tercihi yapıldığında sıralama; A1, A2, A3 olurken, diğer iki analiz olan "Ordinal" tercihli SMAA metodun ve bulanık MOORA yönteminde ise sıralama A1, A3, A2 şeklinde çıkmıştır. Sonuç olarak bu çalışmadaki analizlere dayanarak söyleyebilirizki Alternatif 1 diğer alternatiflere göre daha uygundur.

4.

KAYNAKÇA

Ağdaş, M., Bali, Ö., & Ballı, H. (2014). Afet Lojistiği Kapsamında Dağıtım Merkezi İçin Yer Seçimi: SMAA-2 Tekniği İle Bir Uygulama. *Beykoz Akademi DErgisi*, 75-95.

Ay Türkmen, M., & Bildik, T. (2015). Şehirlerarası Yolcu Taşımacılığında Bulanık Vikor Uygulaması. *Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 1-15.

Braıers, W., & Zavadskas, E. K. (2006). The Moora Method and Its Application to Privatization in a Transition Economy. *Control and Cybernetics* , 445-469.

Brauers, W., & Zavadskas, E. (2012). Robutness Of Multimoora : A Method for Multi-Objective Optimization. *Informatica* , 1-25.

Çatı, K. (2003). Ulaştırma Hizmetlerinde Hizmet Kalitesi ve Bir Uygulama. *C. Ü. Sosyal Bilimler Dergisi*, 121-134.

Çubuk, K., & Türkmen , M. (2003). Ankarada'da Raylı Ulaşım. *Gazi Üniv. Müh. Müm. Fak. Der.*

Dey, B., Bairagi, B., Sarkar, B., & Sanyal, S. (2012). A MOORA Based Fuzzy Multi-Criteria Decision Making Approach For Supply Chain Strategy Selection. *International Journal Of Industrial Engineering Computations*, 649*662.

Evren, G. (1978). Kentsel Ulaşımda Raylı Sistemler. *I. Toplu Taşıma Kongresi.* Ankara: Ankara Büyük Şehir Belediyesi Genel Müdürlüğü.

JSMAA. (2016, 05 01). SMAA.Fİ Open source decision aiding software for real-life applications: http://smaa.fi/jsmaa/ adresinden alındı

Karacasu, M. (2007). Kentiçi Toplu Taşıma Yatırımlarının Değerlendirilmesinde Karar Destek Modeli (Electre Yöntemi) Kullanımı. *7. Ulaştırma Kongresi*, (s. 155-164). İstanbul.

Karande, P., & Chakraborty, S. (2012). A Fuzzy-Moora Approach for ERP System Selection. *Decision Science LEtters*, 11-22.

Kızılkaya Aydoğan, E., & Özmen, M. (2015). Stokastik Çok Kriterli Karar Vermede İki Yeni Yöntem: SMAA-Gri İlişkisel Analiz ve SMAA-DEMATEL-Gri İlişkisel Analiz. *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.*, 627-640.

Lahdelma, R., & Salminen, P. (2006). Stochastic Multicriteria Acceptability Analysis Using The Data Envelopment Model. *Europen Journal Of Operation Research*, 241-252.

Ocak, İ., & Manisalı, E. (2006). Kentsel Raylı Taşıma Üzerine Bir İnceleme (İstanbul Örneği). *SAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* , 51-59.

Sevginer, C., Bilge, E., Demir, Ö., & Gezer, Y. (2011). Sürdürülebilir Ulaşım İçin Çözüm Önerisi: Taksiye Yönelik Araç Platformu. *9. Ulaştırma Kongresi* (s. 1-10). İstanbul: Hexagon Studio. Hexagon Studio. adresinden alındı

Tervonen, T., & Lahdelma, R. (2007). Implementing Stochastic Multicriteria Acceptability Analysis. *Europen Journal of Operation Research*, 200-513.

Uygurtürk, H. (2015). Bankaların İnternet Şubelerinin Bulanık MOORA Yöntemi ile Değerlendirilmesi. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 115-128.

Uzun, M. (2011). *Erzurum Hafif Raylı Sistem Projesi.* Erzurum: Erzurum Düşünce ve Strateji Derneği.

Vatansever, K., & Uluköy, M. (2013). Kurumsal KAynak Planlaması Sistemlerinin Bulanık AHP ve Bulanık MOORA Yöntemleriyle seçimi; Üretim Sekötüründe Bir Uygulama. *CBÜ Sosyal Bilimler Dergisi*, 274-293.

Yankaya, U., & Çelik, M. (2016, 6 01). *Kamu Ulaşım Yatırımlarının Gayrimenkul Değerleri Üzerine Etkisinin Modellenmesi: İzmir Metrosu Örneği* . İnşaat Mühendisleri Odası: http://www.imo.org.tr/resimler/ekutuphane/pdf/3109.pdf adresinden alındı

BİR OTOMOTİV FİRMASININ OPERASYONEL SÜREÇLERİNE STRATEJİK YÖNETİM ANLAYIŞI ÇERÇEVESİNDE HTEA UYGULAMASI

G. Nilay Yücenur
Beykent Üniversitesi

İpek Atay
Volkswagen

Senem Argon
Doğuş Finans

Eda Fulya Gül
Ekol Lojistik

ÖZET

Bu çalışma, stratejik yönetim anlayışı çerçevesinde gerçekleştirilebilecek bir risk analizi uygulaması olarak Ekim 2015-Nisan 2016 tarihleri arasında bir otomotiv firmasının sigorta departmanındaki operasyonel süreçlerinde gerçekleşen hataların Hata Türü ve Etkileri Analizi ile incelenmesini içermektedir. Bir sürecin geliştirilmesinde konuyla ilgili çalışan mühendis ve yöneticilerin fikirlerinin özetlendiği ve aynı kişilerin tecrübelerinden yararlanılarak potansiyel hataların tek tek analiz edildiği bu uygulama çalışması, risk analizinin yapılması için bayi, sigorta departmanı ve sigorta şirketleri arasındaki veri aktarımını yapan sistemlerin incelenmesi üzerine yapılandırılmıştır.

Çalışmanın amacı, stratejik yönetim anlayışını HTEA yöntemi ile firmada kullanılan sistem üzerinde inceleyerek oluşabilecek her türlü hatayı ve bu hataların yol açabileceği diğer sorunları ortaya koyabilmek, bu sorunlar üzerinde risk analizi yapabilmek ve daha sonra gerekli düzenlemeler ile hata oranını ve etkilerini minimum seviyeye indirebilmektir.

Çalışma kapsamında belirlenen hataların şiddeti, oluşma olasılığı ve fark edilmeme puanları ile risk önceliklerini belirleyen RÖS değerleri hesaplanmış, önleyici faaliyetler bu önem sırasına göre düzenlenmiştir.

Anahtar Sözcükler: Hata Türü ve Etkileri Analizi, Risk Analizi, Stratejik Yönetim.

ABSTRACT

This study includes risk analysis application in strategic management concept. In our application study we analyzed insurance department's operational processes between October 2015-April 2016 with Failure Mode and Effect Analysis in an automotive firm.

In our FMEA application, we summarized engineers and managers opinions during process development and benefitted from these engineers and managers for analysis of these failures one by one. In application study is constructed on data transfer systems analysis among dealer, insurance department and insurance companies for risk management.

The purpose of this study is in strategic management concept for our sample company revealing all failures, the reasons's of these failures and making risk analysis of these failures. In this study, for all determinated failures we calculated risk level with severity, probability and latency score, preventive functions were organized according to these risk level scores.

Keywords: Failure Mode and Effect Analysis, Risk Analysis, Strategic Management.

1. GİRİŞ

Günümüz dünyasında teknolojinin gelişmesi, küreselleşme ve müşteri taleplerinde gerçekleşen sürekli değişimler işletmeleri ciddi bir rekabet ortamına sürüklemektedir. Bu noktada, işletmelerin benzer ürünleri, benzer maliyetlere elde ederken kalitesi yüksek ve hatasız ürünler ile rakipleri arasında fark yaratabilecek süreçlere sahip olmaları gerekmektedir. İşletmelerin çevreleriyle uyumlu, müşteri taleplerini göz önünde bulunduran ve verimli bir stratejik yönetim anlayışı temelinde stratejik planlama, bu planların uygulanması, sonuçların değerlendirilmesi ve sürekli öğrenmeyi içinde bulunduran bir çevrime sahip olmaları kendilerini bu zorlu rekabet ortamında bir adım öne çıkartabilecek en iyi çözümdür.

Stratejik yönetim, işletmelerin çevrelerine uyum sağlayabilmeleri, olumsuzluklardan kurtulabilmeleri ve verimli bir şekilde yönetilebilmeleri için önemli bir yönetim şeklidir. Stratejik yönetim işletmelerde dönemlik, geleceğe dönük olmayan bir plan olmaktansa sürekli değişen ve gelişen bir yönetim anlayışı olmalı ve artan müşteri taleplerini karşılayabilmek, güçlü rekabet ortamında ayakta kalabilmek ve bununla birlikte maliyet kontrolünü sağlamak açısından da her daim kullanılmalıdır.

Ülkemizde ilk uzun vadeli planlama çalışması 1971 yılında KOÇ Grubu tarafından başlatılmış, ilk yıl bütçe planı oluşturulurken, ardından planlar birer yıl kaydırılmak suretiyle her yıl yenilenmiştir. İlerleyen yıllarda KOÇ Grubu'nu Eczacıbaşı, Türkiye Şişecam Fabrikaları, Yaşar Holding ve Sabancı Grubu takip etmiştir (Ülgen ve Mirza, 2014).

Bu çalışmada amacımız, Volkswagen Doğuş Finans Şirketi'nin stratejik yönetim anlayışı doğrultusunda sigorta departmanının operasyonel sürecinde tespit ettiğimiz hataların risk analizini yaparak risk değerlerini en aza indirmektir.

2. HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ (HTEA)

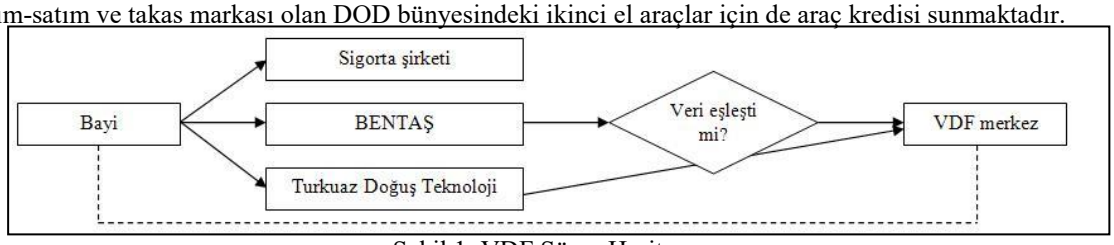
Firmalar rekabet ortamında ayakta kalabilmeleri için, operasyonlarda meydana gelen hataları önlemek ve riskleri en aza indirmek mecburiyetindedirler.

HTEA, tasarım (üretim gerçekleşmeden olası hataları belirleyen ve bunları düzelten yöntem), proses (mühendislik çözümleri üretmeyi amaçlayarak, montaj sürecindeki eksikliklerden kaynaklanabilecek hata türlerini ortadan kaldıran ve müşteriler tarafından belirlenen kalite, maliyet, güvenilirlik ve verimlilik ölçütlerini sağlayan yöntem), sistem (tüm donanım ve tasarımların bitirilmesinin sonrasında sistem ve alt sistem içerisinde sistem eksikliklerinden dolayı meydana gelen, iş akışını engelleyen hataları düzeltmek için uygulanan yöntem) ve servis (üretim, kalite, güvenilirlik ve pazarlama ilişkileri ile uygulanarak müşteri hizmetlerini geliştirmek için yapılan yöntem) ile ilgili bilinen veya oluşabilecek hataların türlerini risklere göre önceliklendiren, hata nedenlerini, müşteri üzerinde oluşabilecek olası etkilerini engelleyen bir analiz yöntemidir. HTEA'nın amacı, potansiyel hataların oluşmadan engellenmesidir (Akın (1998), Yılmaz (2000), Baykasoğlu vd. (2003), Ergünel (2004)).

Özetle HTEA, bir sürecin geliştirilmesinde mühendislerin düşüncelerinin özetlenmesi ve tecrübelerden yararlanılarak potansiyel hataların tek tek analiz edilmesidir.

3. OTOMOTİV FİRMASININ FİNANS BÖLÜMÜNDE HTEA UYGULANMASI

Bu çalışma Volkswagen Doğuş Finans (VDF) şirketinin sigorta departmanında yapılmış olup, VDF, VW Grup markaları olan VW Binek Araç, VW Ticari Araç, Audi, SEAT, Skoda, Porsche, Bentley, Lamborghini ve Scania marka araçların finansmanını yapmaktadır. Ayrıca, Doğuş Grubu'nun 2. el araç alım-satım ve takas markası olan DOD bünyesindeki ikinci el araçlar için de araç kredisi sunmaktadır.



Şekil 1. VDF Süreç Haritası

Doğuş Oto bayilerinde satılan tüm araçlar için VDF'nin sunmuş olduğu Markalı Kasko, Uzatılmış Garanti, Kredi Koruma Sigortası, Kredi Koruma Plus veya Araç Değer Koruma Sigortası ürünlerinden biri veya birkaçı araç kredisine dahil edilebilinir ve satılan bu ürünlerle ilgili tüm süreçler VDF'nin sigorta departmanı tarafından yürütülür.

3.1 Problemlerin Tanımlanması, Risk Değerlendirme, Önerilen Aksiyonlar ve Bulgular

Çalışma kapsamında HTEA tekniğini kullanarak VDF sigorta departmanında operasyonel süreçlerin nasıl yürütüldüğü incelendikten sonra bu süreçlerde hangi sorunlarla karşılaşıldığı ve bu sorunların iş akışına olan etkileri araştırıldı. HTEA ile bulunan sorunlar önem sırasına göre sınıflandırılıp bu sorunlar için çözümler önerildi ve önerilen bu çözümlerin uygulanması ile de sisteme olan etkileri incelenip sonuçlar karşılaştırılarak en uygun çözüm belirlendi.

Hata 1: Firmada her ayın belirli dönemlerinde firmanın sigorta departmanı yöneticilerine, bayi satış müdürlerine ve satış danışmanlarına bayide satılan tüm sigorta ürünlerinden ve araç satış adetlerinden oluşan bir rapor sunulmaktadır. Raporda bölge satış müdürlerinin isteği doğrultusunda kredi koruma ve kredi koruma plus penetrasyonu birlikte gösterilmekte ve bu iki ürünün birlikte gösterilen penetrasyon verisi için toplam ürün satış adetlerine ve toplam araç kredi adedine ihtiyaç duyulmaktadır. Her iki ürünün de satış adetleri bir excel dosyasının farklı kolonlarında bulunduğundan, penetrasyon hesaplayabilmek için iki ayrı kolonun verileri toplanarak işlem yapılmakta ve yapılan bu işlem manuel olduğu için de işlem hatası yapma ihtimali fazla ve ayrıca işlemin gerçekleştirilme süresi de zaman kaybına yol açmaktadır.

Risk değerlendirme: Operasyon sürecinde karşılaşılan ilk sorun için hatanın etkisi raporun yanlış yorumlanması ve buna bağlı olarak çalışanların performansının yanlış değerlendirilmesi, bir sonraki ay için satış danışmanına verilecek hedefin doğru şekilde belirlenememesi ve yöneticiler dahil bir çok kişiye sunulan raporun hatalı olduğu anlaşıldığında rapora olan güvensizliğin artması olarak belirlenmiştir. Hatanın potansiyel etkisi göz önünde bulundurularak hatanın şiddeti 9, bu hata ile karşılaşma olasılığı ise 8 olarak belirlenmiştir. Yapılan çalışma gereği sorunu inceleme amacıyla raporda işlem hatasının olup olmadığı kontrol edilmiş olup, bu kontrol gerçekleştirilmeseydi işlem hatası olduğunun fark edilmeyeceği ortadadır. Bu nedenle hatanın farkedilmeme durumuna 8 puan verilmiş RÖS değeri 576 olarak hesaplanmıştır.

Önerilen aksiyon: Operasyon yetkilisi ile birlikte verinin alındığı dosyayı hazırlanan bayi ziyaret raporu ile daha uyumlu hale getirebilmek için sistem geliştirme departmanına talepte bulunulmuş ve yaklaşık bir ay sonra sistem geliştirme departmanının sunduğu yeni dosya ile manuel işleme gerek kalmadan verilere hazır olarak ulaşabilmek mümkün hale gelmiştir. Sistem geliştirme tarafından güncellenen bu raporda iki ayrı sütunda bulunan kredi koruma ve kredi koruma plus adetleri birleştirilmiş ve rapora otomatik hesaplanan penetrasyon verileri eklenerek manuel işlem yapılırken oluşabilecek hataların önüne geçilmiştir.

Bulgu: Sistem geliştirme departmanı tarafından güncellenen ve tarafımıza iletilen rapor ile birlikte yeni yapılan bayi ziyaret raporları için manuel işlem yapılmadığından hata oranı sıfırlanmış, ayrıca otomatikleştirilen rapor verileri sayesinde rapor hazırlama süresi önemli ölçüde kısalmıştır.

Hata 2: Müşteriye satılan herhangi bir sigorta ürününün bayi çalışanı tarafından sisteme kaydı gerçekleştirilirken yanlış bayiye atama yapılabildiği gözlenmiş, bu durum fark edilmediğinde bayi ziyaret raporunda gösterilen satış adedi gerçeği yansıtmayacağından ve daha önemlisi satış danışmanı sattığı poliçenin sistemde başka bir bayide gözüküyor olmasından dolayı hak ettiği primi alamayacağından dolayı birden fazla şubesi olan Doğuş Oto bayilerinde gözlenen bu hata karşımıza çıkmıştır. Aynı şube koduna tanımlı bayilerde satış danışmanı müşteri bilgilerini, poliçeyi sisteme işlerken bayi alt kırılımını belirtecek bir işlem yapmaktadır. Poliçe numarasının yanlış girilmesi veya tek poliçe üzerinde iki farklı bayinin işlem yapmak istemesi gibi durumlarda sistem bu poliçeyi belirsiz (bayisi atanmamış) olarak göstermekte, bu durumda merkez tarafından müdahale edilerek bayilerle iletişime geçilip poliçenin doğru bayiye atanması sağlanmaya çalışılmaktadır. 2016 mart ayında bir satış danışmanına hak ettiği prim tutarı ve ürettiği poliçelerin bir listesi gönderilmiş, satış danışmanı aldığı primi kontrol etmek amacıyla gönderilen bu raporu Doğuş Teknoloji'ye ait olan Turkuaz sistemindeki mart ayında sadece kendisinin satmış olduğu ve kaydettiği üretim raporu ile karşılaştırmıştır. Çalışan bu karşılaştırma ile hesaplanan primin yanlış olduğunu çünkü satmış olduğu birkaç poliçenin VDF tarafından gönderilen üretim listesinde olmadığını ve kontrol edilmesini talep etmiş gerekli kontroller yapıldığında da hatanın nereden kaynaklandığı fark edilmiştir.

Risk değerlendirme: Hatanın en önemli etkisi primlerin yanlış kişilere verilmesi olarak belirlenmiş bu hatanın düzeltilmesinin zaman kaybına ve işlerin aksamasına neden olduğu ve satış danışmanlarının motivasyonunu etkilediği gözlemlenmiştir. Hatanın etkisine bağlı olarak hata şiddeti 9, hatanın meydana gelme olasılığı 8 ve hatanın farkedilmeme puanı 8 olarak belirlenmiş, bu durumda RÖS değeri 576 olarak hesaplanmıştır.

Bulgu: Her ay sonunda prim hesaplanıp bayi ziyaret raporları hazırlanmaya başlanmış, bu işlemlerde aynı şube kodunu kullanan bayiler nedeniyle oluşacak bir sorunu engellemek için birden fazla şubesi olan tüm bayiler belirlenmiş, üretim listesinde bu bayilerin kapsamında bulunan poliçe adetleri ile Turkuaz sisteminden alınan raporlar ay sonunda karşılaştırılmış ve herhangi bir tutarsızlık halinde bayi ile iletişime geçilip sorun çözülmüş ve sistem geliştirme departmanına birden fazla şubesi olan bayiler için ayrı kodla işlem yapılması önlemleri alınmıştır.

Tarih		23.11.2015 - 02.05.2016		HATA TÜRÜ ve ETKİLERİ ANALİZİ					
Ekip		Nilay – Senem – Eda – İpek							
Süreç		VDF Sigorta Operasyon							
No	**Fonksiyon**	**Potansiyel hata**	**Potansiyel etki**	**Şiddet**	**Neden**	**Olasılık**	**Mevcut süreç kontrolleri**	**Farkedilmeme**	**RÖS**
1	**Veri alınması**	Penetrasyon verilerinin hatalı olması	Raporun yanlış yorumlanması	9	Satış adetlerinin ayrı datalardan alınması	8	-	8	**576**
2	**Veri girişi**	Birden fazla şubesi olan bayilerin verilerinin karışması	Primin yanlış kişilere verilmesi	9	Farklı şubelerin aynı kodla işlem yapması	8	-	8	**576**
3	**Veri girişi**	Araç marka isminin yanlış girilmesi	Raporun eksik verilerle oluşturulması	8	Sisteme manuel giriş yapılması	7	-	10	**560**
4	**Veri aktarımı**	Sistemde hangi bayiden üretildiği belli olmayan poliçelerin bulunması	Bayi raporlarının ve hesaplanan komisyonların hatalı olması	9	Data eşleşme kodlarının her sigorta firmasında bulunmaması	4	-	8	**288**
5	**Veri analizi**	Bayi çalışanının sisteme yüklediği üretimi görememesi	Işlerin aksaması	7	Iki ayrı sistem üzerinde işleyen süreçte güncelleme saatlerinin farklı olması	5	-	6	**210**
6	**Veri analizi**	Sistemde müşteri adının XML olarak gözükmesi	Müşterinin kimliğine ulaşamamak	6	Müşteri bilgileri tam olmadığında Bentaş müşteriyi XML olarak adlandırılıyor	6	Her ay sonunda müşteri isimleri kontrol ediliyor	2	**72**

Şekil 2. HTEA'da problemlerin tanımlanması ve risk değerlendirmesi

Hata 3: Operasyon süreçlerinde karşılaşılan bir diğer hata ise yanlış araç marka ismi ile sisteme kayıt yapılmasıdır. Bayi çalışanı satış kaydını girerken araç marka sekmesini yanlış yazabilmekte sonuç olarak araç satış adetlerinin belirtildiği raporda eksik veriler oluşmakta ve ancak adetler göze çarpacak kadar büyük bir oranda ise rapor hazırlanırken fark edilmektedir. VDF'de her marka için satılan sigorta ürünü farklılık gösterdiğinden genel olarak hazırlanan tüm raporlarda veriler marka bazında oluşturulmakta, raporun doğru yorumlanması için de markaların satış adetleri büyük önem taşımaktadır. Operasyon yetkilisi rapor hazırlarken kurulan özet tabloda veya başka bir filtrede araç markasının doğru adını girmekte, bu noktada yetkili kişi Audi markasının Audı şeklinde yazılmış olabileceğini düşünemeyebilmektedir. Eksik verilerle oluşturulan rapor önceki hata türlerinde belirtildiği gibi raporun yanlış yorumlanmasına, motivasyon kaybına, işlerin aksamasına, rapora olan güvenin sarsılmasına yol açabilmekte ayrıca bayi ziyaretine giden satış müdürlerini de zor durumda bırakabilmektedir.
Risk değerlendirme: Hatanın potansiyel etkileri göz önünde bulundurarak şiddet 8, hata ile karşılaşma olasılığı 7 ve hatanın farkedilmeme puanı 10 olarak belirlenmiş ve RÖS değeri 560 olarak hesaplanmıştır.
Önerilen aksiyon: Aslında çok basit bir nedenden dolayı meydana gelen bu sorunun kolay aşılabilmesi için sisteme manuel giriş yerine araç markasının seçilebileceği bir sekme konabileceği sistem geliştirme departmanına ve operasyon müdürüne sunulmuştur.
Bulgu: Sistem geliştirme departmanı tarafından yürütülen bayi kanalını iyileştirme projesi kısa zamanda sonuçlanmış, bu duruma bağlı olarak araç marka isimlerinin yanlış girilme olasılığı en aza indirilmiştir.
Hata 4: Firmanın mutabakat sisteminde hangi bayiden üretildiği belli olmayan poliçeler bulunmakta ve bu durumda ay sonunda bu poliçelerin hangi bayiye ait olduğunun teker teker bulunması ve ondan sonra rapor hazırlanması ve bayi komisyonlarının hesaplaması gerekmekteydi. Normal olarak işleyen süreçte herhangi bir bayiden sigorta ürünü satıldığında süreç haritasında da gösterildiği gibi iş yapılan sigorta şirketindeki data ile bayi çalışanının Turkuaz sistemine yüklediği data tam olarak eşleştiğinde poliçe sorunsuz şekilde kaydedilmiş olmakta, bazı durumlarda ise bu eşleşme sağlanamamakta ve 4 numaralı hata da belirttiğimiz gibi her ay sonu uğraşılması gereken ek iş olarak karşımıza çıkmaktadır. Çalışma kapsamında sorunun kaynağını öğrenmek için operasyon yetkilisi ile görüşülmüş ve sorunun eşleşme sisteminde bayi adını tanımlayan tali kodların her sigorta şirketinde bulunmamasından kaynaklandığı belirlenmiştir. Bentaş'ta bulunmayan bu tali kodların tamamı yeni bayi şubelerinin tali kodları veya isim değiştiren bayilerin tali kodlarından oluşmakta, asıl sorun ise tali kodların sisteme girilmemesinden ziyade sigorta şirketlerinin durumdan haberdar edilmemesidir.
Risk değerlendirme: Belirsiz poliçelerin neden olduğu bu hata türü için şiddet puanı 9, bu hata ile karşılaşma olasılığı 4 ve hatanın fark edilmeme puanı 8 olarak belirlenmiş ve RÖS değeri 288 olarak hesaplanmıştır.

Önerilen aksiyon: Hatanın çözümü için operasyon müdürü, operasyon yetkilisi ve sistem geliştirme departmanı ile konu üzerinde çalışma yapılmasına karar verilmiş satış müdürlerinin de desteği ile açılan her bayi için vakit kaybetmeden sisteme tali kod tanımı yapılmasına ve tanımlama yapıldığı anda sigorta şirketi ile tali kodun paylaşılması kararlaştırılmıştır.
Bulgu: Alınan aksiyonlar ile ay sonu genel havuzda biriken belirsiz poliçe sayısında büyük bir azalma yaşanmış, operasyon süreçlerinin her aşamasında sigorta şirketleriyle iletişimde olunarak açılan her yeni bayi ve bayiler üzerinde yapılan tüm isim değişiklikleri için çok kısa bir zaman diliminde tali kodun güncellenmesi günlük olarak eşleştirme yapan Bentaş veri tabanının daha düzenli çalışmasını sağlamıştır.

Tarih		23.11.2015 - 02.05.2016		HATA TÜRÜ ve ETKİLERİ ANALİZİ							
Ekip		Nilay – Senem – Eda – İpek									
Süreç		VDF Sigorta Operasyon									
No	**Fonksiyon**	**Önerilen aksiyonlar**	**Sorumluluk**	**Termin tarihi**	**Durum**	**Tamamlanma tarihi**	**Alınan aksiyonlar**	**Yeni şiddet**	**Yeni olasılık**	**Yeni farkedilmeme**	**RÖS**
1	**Veri alınması**	Dataların birleştirilmesi	Sistem geliştirme departmanı	17.02.2016	Tamamlandı	17.02.2016	Yeni talep edilen raporda dataların birleştirilmesiyle hatanın ortadan kalkması	9	0	0	**0**
2	**Veri girişi**	Prim hesaplanırken üretim datası üzerinde manuel kontrol yapılması	Operasyon yetkilisi	15.03.2016	Tamamlandı	15.03.2016	Komisyon dağıtımındaki karışıklıkların giderilmesi	9	1	2	**18**
3	**Veri girişi**	Araç marka isimlerinin seçilebileceği bir butonun sisteme eklenmesi	Sistem geliştirme departmanı	28.03.2016	Tamamlandı	28.03.2016	Veri toplanması otomatikleştirildiği için hata oranının en aza indirilmesi	8	1	10	**80**
4	**Veri aktarımı**	Operasyon süreçlerinin her aşamasında sigorta şirketleriyle iletişimde olunması	Operasyon yetkilisi	06.04.2016	Tamamlandı	06.04.2016	Sistemde belirsiz olarak adlandırılan poliçe sayısının azalması	9	1	8	**72**
5	**Veri analizi**	Bayi çalışanlarının üretim yüklemelerini günlük olarak ve belirli bir saate kadar tamamlaması	Operasyon yetkilisi ve sistem geliştirme departmanı	04.04.2016	Tamamlandı	04.04.2016	Sistemde belirsiz olarak adlandırılan poliçe sayısının azalması	7	2	6	**84**
6	**Veri analizi**	Bentaş eşleştirme sistemine 2. bir adımın eklenmesi	Sistem geliştirme departmanı	28.04.2016	Süreç devam ediyor	-	-	-	-	-	-

Şekil 3. HTEA'da önerilen aksiyonlar ve bulgular

Hata 5: Bayideki satış danışmanları müşterilere sattıkları tüm sigorta ürünlerini Doğuş Teknoloji'ye ait olan Turkuaz Sistemi'ne yüklemekte bu yüklemeyi de iş yoğunluğuna göre bir kaç günde bir bazen de haftalık olarak yapmakta ve yükleme sırasında bazı poliçelerin aktarımının başarısız olduğu uyarısını alan satış danışmanları, aldıkları bu hatayı sigorta departmanına bildirip nedenini araştırmaktaydı. Bayi tarafından üretilen poliçenin sistemde gözükmemesi aslında iki ayrı sistem üzerinde işleyen süreçte güncelleme saatlerinin farklı olmasından kaynaklanmaktaydı. Örneğin 3 gün önce üretilen bir poliçeyi Turkuaz'a giren bir satış danışmanı hata almakta çünkü eşleşmenin yapıldığı Bentaş Sistemi'ne aynı poliçe sigorta şirketi tarafından 3 gün önce iletilmiş olmaktaydı. Satış danışmanının bayiden Turkuaz'a kaydettiği poliçe gün içerisinde Bentaş'ın veri tabanında tutulmakta ve gece saat 00.00'da yani hiçbir sistemin çalışmadığı bir saatte Bentaş kendini güncelleyerek Turkuaz'dan gelen tüm dataları kendi havuzunda eşleştirmek üzere almaktaydı. Bu saatte çalışmasının nedeninin gün içinde rutin yapılan işleri etkilememek ve sistemin hızını düşürmemek için olduğu öğrenilmiş olup bayi tarafından yükleme yapıldığında Bentaş'ın sadece havuzda olan eski kayıtları eşleştirdiği ortaya konmuştur. Bu durumda yapılacak tek şey Bentaş'ın kendini güncelleme saatinin beklenip aynı poliçenin ertesi gün kontrol edilmesi olduğu bulunmuştur.
Risk değerlendirme: İncelenen hata türü için şiddet 7, olasılık 5 ve sorunun fark edilmeme puanı 6 olarak belirlenmiş ve hatanın RÖS değeri 210 olarak hesaplanmıştır.
Önerilen aksiyon: Çalışma kapsamında operasyon yetkilisi ve sistem geliştirme departmanı yetkilileri ile bu konuda ne yapabileceğine dair çalışılmış, öncelikle iki sistemin (Turkuaz ve Bentaş) birbirine daha entegre çalışması durumunda poliçe aktarımlarının çok daha uyumlu şekilde ve hızlı olabileceği konusunda bir karara varılmıştır. Bu entegrasyonu sağlamak için Bentaş'ın kendini gün içerisinde güncelleyebilir olması gerektiği ve çalışanların Bentaş'taki güncellemeden dolayı yavaşlayan sistemden etkilenmemesinin sağlanması gerektiğiydi. Bu yüzden gün içinde güncelleme saati öğle arasına yakın olan 11.00 olarak belirlenmiş, bayilerin saat 11.00'e kadar üretim listelerini Turkuaz'a yüklemiş olmaları gerektiği ancak bu sayede Bentaş'ta güncelleme yapılınca eşleşmelerin tam olarak gerçekleşeceğine dikkat çekilmiştir.
Bulgu: İki ayrı sistemin birbirine uyumlanması için Bentaş'ın gün içinde güncelleme yapması süreci devam ettirilmiş, bayilerin yükleme saatini olan 11.00'i geçirmemesi konusunda dikkatli olunması sağlanmış ve 11.00'den sonra yükleme yapılırsa bir sonraki gün yapılacak güncellemeyi beklemeleri gerektiği bilgisi verilmiştir. Mevcut süreç yetkili tarafından hergün kontrol edilmiş ve alınan sonuca göre

ay sonunda sistemde belirsiz olarak adlandırılan poliçe sayısında azalma yaşandığı, zaman kaybının azaldığı ve önceden ortalama 300-400 civarında olan belirsiz poliçe sayısının nisan ayının sonunda 120'ye düştüğü gözlemlenmiştir.

Hata 6: Sigorta departmanının telemarketing bölümü çalışanları Doğuş Oto müşterisi olan ve daha önceden aracına kasko, trafik sigortası yaptırmış müşterilerini poliçelerinin yenileme zamanı geldiğinde aramakta, poliçelerini uzatmaları için fiyat teklifi vermekte ve aramaların yapılabilmesi için de öncelikle müşteri bilgilerinin sistemde eksiksiz olması gerekmekteydi. Telemarketinge müşteri listesi verecek olan satış destek ekibi bazen müşteri adı yerine sistemde XML adlı müşteriler görmekte bu durumda müşterinin kimliğine ulaşılamamakta dolayısıyla tahsilat açığı varsa veya müşterinin poliçelerinin yenileme tarihi gelmişse teklif çalışılamamaktaydı. XML müşteriler operasyon süreçlerinin tümünde iş akışını durdurabilmekte, operasyon yetkilisi ay sonlarında toplam üretim listelerinde adı XML olarak geçen müşteri var mı diye kontrol etmekteydi.

Risk değerlendirme: Üzerinde çalışılan bu hata için hatanın şiddeti ve hata ile karşılaşma olasılığı 6, hatanın fark edilmeme puanı 2 olarak belirlenmiş olup, bu durumda hatanın RÖS değeri 72 olarak hesaplanmıştır.

Önerilen aksiyon: XML müşteri sorununu çözmek için VDF tarafından yapılabilecek işlemler sınırlı ve yetersizdir, çünkü Bentaş Doğuş Otomotiv'in yazılım işlerini yapmak üzere ortaklık kurduğu tüzel bir firmadır. Çalışma kapsamında sunulan öneride, Bentaş'ın herhangi bir müşteri için eşleştirme mantığını çalıştırdığında ilk olarak tüm bilgilerin eksiksiz olmasını şart koştuğu, bu mantıkla birlikte eşleşmeyen müşteriler için de 2. bir adım olarak sadece kimlik numarası eşleşen müşterilerin adını başka bir bilgi sorgulamadan getirilebileceği üzerinde durulmuştur.

Bulgu: Süreç devam ettiğinden dolayı alınan aksiyon bulunmamaktadır.

4. SONUÇ

Günümüzde hızla gelişen teknoloji ve artan rekabet anlayışı çerçevesinde yönetim kavramı büyük önem taşımakta olup stratejik yönetim anlayışını doğru uygulamayı başarabilen işletmelerin iş hayatında daha güçlü olduğu aşikârdır. Bu çalışma kapsamında, stratejik yönetim anlayışı çerçevesinde VDF sigorta departmanında işleyen operasyonel süreçler uzunca bir süre gözlemlenmiş, incelenen süreçlerde fark edilen tüm hatalı ve eksik işlemler için risk analizi yapılmıştır. Yapılan risk analizine göre hata türlerinin potansiyel etkilerini en aza indirebilmek amacıyla çeşitli aksiyonlar önerilmiş, tüm bulgular çalışanlar ile paylaşılmıştır.

HTEA uygulamasının yapıldığı fonksiyonlar genel olarak bayi, sigorta departmanı ve sigorta şirketleri arasındaki veri aktarımını yapan sistemler üzerine olmasına rağmen operasyonel süreçlerdeki bulunan hata türlerinin bayideki satış danışmanını, bölge satış müdürlerini, yöneticileri ve operasyonu yürüten tüm çalışanları etkileyebildiği gözlemlenmiş, sonuç olarak, çalışma kapsamında ortaya konan HTEA uygulamasında tüm hata türleri için bir iyileşme süreci başlatılmış ve alınan geri dönüşlerle sorunların çözümünde ne kadar ilerlenebildiği ortaya konmuştur.

KAYNAKLAR

Akın, B., 1998. ISO 9000 Uygulamasında İşletmelerde Hata Türü ve Etkileri Analizi (HTEA), Bilim Teknik Yayınevi, İstanbul.

Baykasoğlu, A., Dereli, T., Yılankıran, N., Yılankıran, A., 2003. Hata Türü ve Etkileri Analizi ve Gaziantep'te Orta Ölçekli Bir Firmaya Uygulanması, II. Makine Tasarım ve İmalat Teknolojileri Kongresi, Konya, Sy. 157-164.

Erginel, N.M., 2004. Tasarım Hata Türü ve Etkileri Analizinin Etkinliği İçin Bir Model ve Uygulaması, Makine Mühendisleri Odası Endüstri Mühendisliği Dergisi, Cilt 15, Sayı: 3, Sy. 17-26.

Ülgen, H., Mirza, S.K., 2014. İşletmlerde Stratejik Yönetim, Beta Yayınları, 7. Baskı, İstanbul.

Yılmaz, B.S., 2000. Hata Türü ve Etki Analizi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt 2, Sayı: 4, Sy. 133-150.

SAĞLIK SEKTÖRÜNDE GRİ TAHMİNLEME İLE TALEP TAHMİNİ

Ceyda Zor
İstanbul Üniversitesi

Ferhan Çebi
İstanbul Teknik Üniversitesi

ÖZET

Sağlık sektöründe hasta yoğunluğunun tahmin edilmesi oldukça önem arz etmektedir. Hastanelerin elindeki kaynakları talebe göre en etkin şekilde kullanması için öncelikle talebin doğru tahmin edilmesi gerekmektedir. Veri sayısının yeterli boyutlarda olduğu durumlarda bu yöntemlerle hata oranı minimize edilebilirken; veri sayısının az olduğu durumlarda tahminleme yapmak oldukça güçleşmektedir. Veri sayısının az ve/ veya verinin eksik olduğu durumlarda gri sistem teorisinin kullanılması önerilmektedir. Gri tahminleme yöntemleri, sınırlı sayıda veri ile gerçekleşen değere daha yakın tahminler elde etmemizi sağlayabilmektedir.

Bu çalışmada bir hastanenin hasta yoğunluğu tahmini yapılması amaçlanmıştır. Hasta yoğunluğu tahmini için, gri tahminleme yöntemine başvurulmuştur. Hasta yoğunluğu tahmininde kullanılan bazı yöntemleri içeren bir çalışmadan elde edilmiş sonuçlar, gri tahminleme ile elde edilen sonuçlarla karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Değerlendirmede MAPE, MAE gibi bazı hata ölçütlerine başvurulmuştur. Bu çalışma, gri tahminleme yönteminin sıklıkla kullanıldığı enerji, havayolu, finans vb. alanların dışında, sağlık alanında da kullanılabileceğini göstermesi açısından özgünlük taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Talep Tahmini, Gri Tahminleme, Sağlık Yönetimi

ABSTRACT

It is important to forecast the demand on heallthcare sector. For using the sources of hospitals effectively, first of all ,we should forecast the demand. When the number of data is big enough, we can minimize the error rate. But when it is not big enough, it is very difficult to forecast. The number of data is small and/or tha data is incomplete it is recommend to use grey system theory. Grey forecasting methods provide to... It is suggested to use the grey system theory when the number of data is few and/or incomplete.Grey forecasting methods makes it possible to have more reliable forecasts that was obtained by the limited number of data.

The aim of this study is to forecast the demand of an hospital. Grey forecasting method is used to forecast the number of patients. The results obtained from the grey forecasting method is compared with the results obtained from a study in the literature which was including another forecasting methods. The evaluation of the grey forecasting method is done by MAPE and MAE, which were the error performance criteria. This study is unique as it shows that grey forecasting method can also be used in healthcare sector besides it is often used in energy, airlines and finance sector.

Keywords: Demand Forecasting, Grey Forecasting, Health Management

1. GİRİŞ

Talep tahmini konusunda önemli gelişmeler 1960'lı yıllardan itibaren yaşanmakta olup bu konuda her geçen gün daha yeni metotlar denenmektedir. Soysal ve Ömürgönülşen (2010), tahmin yöntemini üretim işlemler yönetimi açısından ele almış ve Türkiye'de turizm sektörü için talep tahmini yapmıştır. 2000-2007 yılları arasında yerli ve yabancı turist sayısı veri olarak alınmıştır. Bu veriler için uygun tahmin yöntemini bulmak ve 2008 yılı için talep tahmininde bulunmak çalışmanın amacıdır. Hareketli ortalama, basit üstel düzgünleştirme, Holt ve Winter yöntemleri veriye uygulanmış ve performanslar karşılaştırılmıştır. Winter yöntemi en iyi performansı göstermiştir. Aikeshan (2014), Türkiye'deki bir medikal asistans firmasının dosya talep tahmin problemi ele alınarak, Tanaka'nın bulanık doğrusal regresyon yaklaşımıyla matematiksel tahmin modeli geliştirilmiştir. Geliştirilen matematiksel tahmin modeli ile klasik doğrusal regresyon modelinin tahmin sonuçları karşılaştırılmış ve benzeri işletmelerde uygulanmasının uygunluğu tartışılmıştır. Yine 2014 yılında yapılan bir çalışmada istatistiksel talep tahmin tekniklerinden yapay sinir ağı modeli kullanılarak, hızlı tüketim sektörü olan taze gıda sektöründe, şarküteri grubu ürünlerine ait talep tahmini uygulaması yapılmıştır. Uygulama sonrası yapılan hata testleri soncuna göre, modelin yaptığı tahminlerin güvenilir ve tutarlı olduğu gözlenmiştir. Yapay sinir ağı yöntemi dışında başka yöntemlerle de talep tahmini yapılmış ve yapay sinir ağlarının mevcut yöntemlerden üstün olduğu gösterilmiştir (Ballı, 2014). Goyal ve arkadaşlarının (2014), yapmış olduğu çalışmada tropikal iklime yakın bölgelerde buzların erime hızının tahmininde Yapay sinir ağı (ANN),en küçük kareler-destek vektör regresyonu (LS-SVR), Bulanık mantık ve Adaptif Ağ Yapısına Dayalı Bulanık Çıkarım Sistemi (ANFIS) tekniklerinin kesinliğe yaklaşma yeteneğini araştırmışlardır. Bulanık Mantık ve LS-SVR tekniklerinin tahminlemede daha başarılı olduğu sonucuna varmışlardır.

Gri teori ilk olarak 1982'de J. Deng tarafından çalışılmıştır. 1989 yılında ise gri sistem teorisinin temel olarak anlatıldığı bir çalışma hazırlamış ve bu çalışmada gri sistem teorisini oluşturan alt konulara kısaca değinmiştir (Julong D.,1989). İleriki yıllarda gri teori optimizasyon probleminde de kullanılmıştır (Zheng ve Lewis, 1993). Gri temelli yaklaşımlar, ziraat, kaya mekaniği, deprem gibi birçok konu üzerinde de çalışılmıştır(An vd.,1996), (Xiuwen, 1994).

İlk gri teori çalışmasından sonraki 20 yıla bakıldığında; fen bilimleri, elektrik gücü, bilgi teknolojileri, ekonomi, ekonomik gelişimler, ulaşım, jeoloji, ilaç, ekoloji, çevresel çalışmalar, eğitim, finans gibi birçok alanda çalışmalar yapılmıştır (Lin vd.,2004). Ürün yaşam süresinin kısa olduğu sektörlerde de gri tahminleme tekniğinin kullanımı yaygınlaşmıştır (Hsu L.-C.,2003). Optik elektroniğin yaygınlaştığı dönemlerde talebi belirlemede yine gri tahminleme tekniğinden yararlanılmıştır (Lin C.-T. ve Yang S.-Y., 2003), (Chang S.-C.,2005).

Enerji sektörü için talep tahmininde sıklıkla kullanılan gri tahminleme yöntemi ile (Zhou P. vd., 2006), (Huang M. vd., 2007),(Nai-ming X. vd., 2015), (Hamzacebi C. ve Es H.A.,2014) Türkiye'deki elektrik talebi için farklı senaryolar altında kullanılarak tahminleme çalışmaları yapılmıştır ve gri tahminlemenin kısa dönemde daha iyi sonuçlar verdiğine dair yorum yapılmıştır (Akay D. ve Atak M., 2007).

Sağlık sektöründe gri modellemeye Chen ve arkadaşlarının (2008) sağlık yönetimi ile ilgili yapmış olduğu çalışmada rastlanmaktadır. Yapılan literatür taramasında, bu çalışma dışında gri teori ve gri tahminleme ile ilgili sağlık sektöründe çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu çalışmada bir hastanenin hasta yoğunluğu tahmini yapılması amaçlanmıştır. Hasta yoğunluğu tahmini için, gri tahminleme yöntemine başvurulmuştur. Hasta yoğunluğu tahmininde kullanılan bazı yöntemleri içeren bir çalışmadan elde edilmiş sonuçlar, gri tahminleme ile elde edilen sonuçlarla karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Değerlendirmede MAPE, MAE gibi bazı hata ölçütlerine başvurulmuştur. Bu çalışma, gri tahminleme yönteminin sıklıkla kullanıldığı enerji, havayolu, finans vb. alanların dışında, sağlık alanında da kullanılabileceğini göstermesi açısından özgünlük taşımaktadır.

2. YÖNTEM

Bu çalışmada, bir hastanenin hasta yoğunluğunu tahmin etmek için gri tahminleme yöntemi, GM(1,1) kullanılmıştır. Yöntemin ayrıntıları aşağıdaki gibidir.

GM(1,1) aşağıdaki denklemlerden oluşmaktadır (Lee ve Tong, 2011),(Liu ve Lin, 2006).

t: bağımsız değişken

a: katsayı

b: gri kontrol değişkeni

$$\frac{dX^{(1)}}{dt} + aX^{(1)} = b \qquad (1)$$

$$X^{(0)} = (P^{(0)}(1), P^{(0)}(2), \dots, P^{(0)}(n)) \qquad (2)$$

$$X^{(1)} = \left(P^{(1)}(1), P^{(1)}(2), \dots, P^{(1)}(n)\right) \quad (3)$$

$$X^{(1)} = \left(\sum_{t=1}^{1} P^{(0)}(t), \sum_{t=1}^{2} P^{(0)}(t), \dots, \sum_{t=1}^{n} P^{(0)}(t)\right)$$

$$\hat{a} = \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = (B^T * B)^{-1} * B^T * Y_N \quad (4)$$

Kümülatif matris B,

$$B = \begin{bmatrix} -\frac{1}{2}\left[P^{(1)}(1) + P^{(1)}(2)\right] & 1 \\ -\frac{1}{2}\left[P^{(1)}(2) + P^{(1)}(3)\right] & 1 \\ \vdots & \vdots \\ -\frac{1}{2}\left[P^{(1)}(n-1) + P^{(1)}(n)\right] & 1 \end{bmatrix} \quad (5)$$

$$Y_N = \left[P^{(0)}(2), P^{(0)}(3), \dots, P^{(0)}(n)\right]^T \quad (6)$$

$$\hat{P}^{(1)}(t+1) = \left(P^{(0)}(1) - \frac{b}{a}\right) * e^{-at} + \frac{b}{a} \quad (7)$$

$$\hat{\mathrm{P}}^{(0)}(\mathrm{t}+1) = \hat{\mathrm{P}}^{(1)}(\mathrm{t}+1) - \mathrm{p}^{(1)}(\mathrm{t}) \quad (8)$$

$$\hat{X}^{(0)} = (\hat{P}^{(0)}(1), \hat{P}^{(0)}(2), \dots, \hat{P}^{(0)}(n+1)) \quad (9)$$

$\hat{P}^{(0)}(n+1)$, $P(n+1)$ in tahmin edilen ilk Gri değeridir.

3. UYGULAMA

Sevgen, Adana'da bulunan özel bir hastanenin ortopedi bölümünde, Kasım 2009 - Kasım 2014 dönemi için talep tahmini yapmıştır. 61 aylık veri ile çalışılmıştır. 3 ve 6 aylık hareketli ortalamalar ile α=0,01, 0,05 ve 0,1 katsayılı üstel düzgünleştirme yöntemlerini uygulamıştır (Sevgen, 2015).

Sevgen'in 2015 yılında yapmış olduğu çalışmasından alınan ve Tablo 1'de gösterilen verilere GM(1,1) uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar Sevgen'in elde ettiği sonuçlar ile karşılaştırılarak, GM(1,1) yönteminin tahmin performansının değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Aylar	Gerçekleşen	Aylar	Gerçekleşen	Aylar	Gerçekleşen	Aylar	Gerçekleşen
kasım	332	şubat	404	mayıs	357	ağustos	372
aralık	364	mart	376	haziran	432	eylül	491
ocak	327	nisan	407	temmuz	454	ekim	502
şubat	356	mayıs	328	ağustos	352	kasım	421
mart	348	haziran	399	eylül	441	aralık	524
nisan	296	temmuz	288	ekim	367	ocak	439
mayıs	287	ağustos	341	kasım	401	şubat	467
haziran	347	eylül	394	aralık	463	mart	507
temmuz	379	ekim	411	ocak	417	nisan	388
ağustos	257	kasım	356	şubat	434	mayıs	425
eylül	363	aralık	428	mart	451	haziran	482
ekim	335	ocak	396	nisan	469	temmuz	349
kasım	326	şubat	426	mayıs	381	ağustos	427
aralık	387	mart	413	haziran	444	eylül	533
ocak	363	nisan	345	temmuz	318	ekim	417
						kasım	473

Tablo 1: Hasta Yoğunluğu (Sevgen, 2015)

Bu çalışmada, Aralık ayı tahminin ayrıntılı olarak hesaplanışına aşağıdaki gibi yer verilmiştir. Aralık ayında hastaneye gelen hasta sayısı 333 olarak tahmin edilmiştir, gerçekleşen değer ise 364'tür. Diğer ayların hesaplanışı da aynı şekilde yapılmış ve Tablo 2'deki sonuçlar elde edilmiştir.

$$B = \begin{bmatrix} -\frac{1}{2}\,[332+696] & 1 \\ -\frac{1}{2}\,[696+1023] & 1 \\ \vdots & \vdots \\ -\frac{1}{2}\,[23087+23704] & 1 \end{bmatrix}$$

$$Y_N = [364{,}327, \dots, 473]^T$$

$$\hat{a} = \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = (B^T * B)^{-1} * B^T * Y_N$$

$$\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0{,}00584 \\ 329{,}9739 \end{bmatrix}$$

$$\hat{P}^{(1)}(2) = \left(332 - \frac{329{,}9739}{-0{,}00584}\right) * e^{0{,}00584} - \frac{329{,}9739}{0{,}00584} = 665$$

$$\widehat{\mathrm{P}}^{(0)}(2) = \widehat{\mathrm{P}}^{(1)}(2) - \mathrm{p}^{(1)}(1) = 665 - 332 = 333$$

Tahmin	Gerçekleşen	Tahmin	Gerçekleşen	Tahmin	Gerçekleşen	Tahmin	Gerçekleşen
-	332	361	404	394	357	430	372
333	364	363	376	397	432	433	491
335	327	365	407	399	454	435	502
337	356	368	328	401	352	438	421
339	348	370	399	404	441	441	524
341	296	372	288	406	367	443	439
343	287	374	341	408	401	446	467
345	347	376	394	411	463	448	507
347	379	379	411	413	417	451	388
349	257	381	356	416	434	454	425
351	363	383	428	418	451	456	482
353	335	385	396	420	469	459	349
355	326	387	426	423	381	462	427
357	387	390	413	425	444	464	533
359	363	392	345	428	318	467	417
						470	473

Tablo 2: GM(1,1) yöntemi ile elde edilen tahmin sonuçları

4. SONUÇ

GM(1,1) yöntemi ile yapılan tahmin sonucu elde edilen hata değeri, $\sqrt{MSE} = 45{,}47$ ve MAD=34,60'tır. Sevgen'in kullanmış olduğu tahmin yöntemleri sonucu bulunan en iyi hata değerleri ise $\sqrt{MSE} = 50{,}60$ ve MAD=41,29'dur. Kısacası, GM(1,1) yönteminin, yapılan çalışmada kullanılan yöntemlerden daha iyi sonuç verdiği görülmektedir. Böylece bu yöntemle hasta sayısı tahmini de yapılarak literatüre katkı sağlanmıştır.

KAYNAKÇA

Aikeshan A. (2014). Bulanık Doğrusal Regresyon Yöntemi ile Talep Tahmini: Medikal Asistans Firmasında Bir Uygulama.Yüksek lisans tezi, İTÜ, İstanbul.

Akay D. Ve Atak M. (2007). Grey Prediction with Rolling Mechanism for Electricty Demand Forecasting of Turkey. Energy, 32, 1670-1675.

An X., vd. (2012). Short-term Prediction of Wind Power Using EMD and Chaotic Theory. Commun Nonlinear Sci Numer Simulat, 17, 1036-1042.

Ballı M.T. (2014). Yapay Sinir Ağları ile Talep Tahmini ve Gıda Sektöründe Uygulanması. Yüksek lisans tezi, YTÜ, İstanbul.

Chang S.-C. (2005). The TFT-LCD industry in Taiwan: Competitive Advantages and Future Developments. Technology in Society, 27,199-215.

Chen Y.-Q. vd. (2008). Application and Selection of Grey Model in the Medical Management. Journal of Grey System,11, 193-198.

Goyal K. M. vd. (2014). Modeling of Daily Pan Evaporation in Sub-tropical Climates Using ANN,LS-SVR, Fuzzy Logic and ANFIS. Expert Systems with Apllications, 41, 5267-5276.

Hamzacebi C. ve Es H. A. (2014). Forecasting the Annual Electricity Consumption of Turkey Using an Optimized Grey Model. Energy, 70, 165-171.

Huang M. vd. (2007). Predictive analysis on electric-power supply and demand in China. Renewable Energy, 32, 1165-1174.

Hsu L.-C. (2003). Applying the Grey Prediction Model to The Global Integrated Circuit Industry. Technological Forecasting &Social Change, 70, 563-574.

Julong D. (1989). Introduction to Grey System Theory. The Journal of Grey System, 1, 1-24.

Lee Y.-S. ve Tong L.-I. (2011). Forecasting Energy Consumption Using a Grey Model Improved by Incorporating Genetic Programming. Energy Conversion and Management, 52, 147-152.

Lin C.-T. ve Yang S.-Y. (2003). Forecast of the Output Value of Taiwan's Opto-Electronics Industry Using the Grey Forecasting Model. Technological

Forecasting & Social Change, 70, 177-186.

Lin Y. vd. (2004). Theory of Grey Systems: Capturing Uncertainties of Grey Information.Kybernetes, 33, 196-218.

Liu S. ve Lin Y. (2006). Grey Information: Theory and Practical Applications. Springer-Verlag London.

Nai-ming X., vd. (2015). Forecasting China's Energy Demand and Self-sufficiency Rate by Grey Forecasting Model and Markov Model. Electrical Poer and Energy Systems, 66, 1-8

Soysal M. ve Ömürgönülşen M. (2010). Türk Turizm Sektöründe Talep Tahmini Üzerine Bir Uygulama. Anatolia: Turizm Araştırmaları Dergisi, 21, 128-136.

Xiuwen W. (1994). Grey Prediction of Datong-Yanggao Earthquake and Its Development Tendency (in Chinese. Earthquake (Beijing), 3(3), 78-84.

Zheng Y. ve Lewis R.W. (1993). On The Optimization Concept of Grey Systems.Appl. Math. Modeling,17, 388-392.

Zhou P. vd. (2006). A Trigonometric Grey Prediction Approach to Forecasting Electricity Demand. Energy, 31, 2839-2847.

ÖZET METİNLER

MOUSE TEKNOLOJİSİNDEKİ PİL TÜKENMESİ SORUNUNUN ÇÖZÜMLENMESİ

Muhammet Enes Akpınar
Celal Bayar Üniversitesi

ÖZET

Bilindiği üzere mouslar kablolu ve kablosuz olmak üzere kendi içerisinde ikiye ayrılmaktadır. Mouse çalışma prensibi açısından, içerisinde bulunan pil ve kendi frekansına ait alıcı ile kullanılmaktadır. Mouse içerisinde bulanan pilin tükenmesi sonucunda, bu sorunun ortadan kaldıracak herhangi yedek bir pilin bulunmaması durumunda mouse kullanım dışı kalacaktır. Mouse'un kullanım dışı kalmasıyla birlikte ortaya daha farklı problemler çıkacaktır. Bu problemler işlerinizin aksamasından, işinizde oluşacak zaman kayıplarına kadar farklı şekillerde olabilmektedir. Bu çalışmada ulaşılması istenen durum tüm bu problemlere çözüm üretirken aynı zamanda fazladan oluşacak pil maliyetlerini de minimize etmektir. Bu bağlamda, mouse için geliştirilen ek bir aparat sayesinde pil sorununu ortadan kaldırmak ve mause kullanımındaki pilin tükenmesinden kaynaklı sorunları çözüme kavuşturmaya yönelik bir sistem geliştirilmiştir. Geliştirilen bu sistemde nano boyutta alıcı(receiver) ve piller kullanılarak, büyük pillerdeki görüntü kirliliği de ortadan kaldırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Mouse Pil Sorunu, Nano Boyut, Maliyet Minimizasyonu

ABSTRACT

It is well known that wireless mouse has two kinds which are wire and wireless. Mouse is operate with a battery and a receiver with its frequency. Due to the end of the battery and if there is no extra one, mouse will be out of usage.This situation will leads to lots of problems as well. These problems may result with time loss and some wrong events. In this study the main aim is to solve these kind of problems along with minimizing battery cost. Thus, with developed additional apparatus which add under of receiver, this problem will be solved and with this developed nano size receiver and batteries, visual pollution which generating because of big batteries also will be solved.

Keywords: Mouse Battery Problem, Nano Size, Cost Optimization

DÖRDÜNCÜ SANAYİ DEVRİMİ: ÖNCESİ VE SONRASI - ULAŞTIRMA VE LOJİSTİK AĞLARA YANSIMALAR

Yücel Candemir
İstanbul Teknik Üniversitesi

ÖZET

Bu yazı ekonomilerin ve dünya ekonomisinin gelişme normlarıyla teknolojik gelişmenin bağlantısına ve etkileşimine dayanan bir çözümleme yapmayı amaçlamaktadır. Geleceği görebilmenin en etkili yolunun geçmişe bakmaktan geçtiğini düşünerek burada geçmişten geleceğe uzanan bir yaklaşım izleyeceğiz. Bizi böyle bir yönteme başvurmaya iten temel etken üretim biçiminin her çağda üzerindeki üstyapıyı belirlediği ve gelecekte de belirleyeceği olgusundan kaynaklanmaktadır. 4SD olarak adlandırılmaya başlanan bir teknolojik gelişmenin ve bunun olası etkilerinin eşiğinde belki de insanlığın şimdiye kadar görmediği ölçekte bir değişim ve dönüşüm sürecinin yaşanmaya başlanacağının işaretleri belirmektedir. Bu değişimin etkilerinin nasıl açılıp yansıyacağı henüz açıklıkla bilinmemektedir. Ancak şurası kesindir: Toplumların bütün paydaşlarının tepkisinin kapsamlı ve bütüncül olması değişikliklerin olumsuz yansımalarını yumuşatmak için kaçınılmazdır. Bu husus bildirinin ele alacağı bir boyut olacaktır.

Anahtar sözcükler: Bilim ve Teknoloji – Küreselleşme ve küresel ekonomi – Lojistik Ağlar

SADECE İNSAN GÜCÜ İLE ÇALIŞAN KARAKURİ KAİZEN EKİPMANI TASARIMI VE PLASTİK ÜRETİMİNDE UYGULANMASI

Ufuk Cebeci
İstanbul Teknik Üniversitesi

Serkan Acar
Özler Plastik

Atakan Zehir
Gemba Partner

Murat Özadam
Özler Plastik

ÖZET

Endüstride genellikle elektrik enerjisinden yararlanan Karakuri ekipmanları göze çarpmaktadır. Oysa, bildiriye konu olan geliştirilen ekipmanın kullandığı sadece insan gücüdür ve düşük seviyedeki başlangıç yatırımı dışında herhangi bir maliyeti yoktur. Böylece hem çevre dostu hem de işletim maliyeti olmayan, yalın üretim felsefesine daha uygun bir tasarım ortaya çıkmıştır.

Proje bir üretim işletmesinde uygulanmış ve oldukça başarılı sonuçlar elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Karakuri Kaizen, Yalın dönüşüm, Taşıma ekipmanları

FINDIK YAĞINA İLİŞKİN TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ FAALİYETLERİNİN BELİRLENMESNE YÖNELİK GİRESUN İLİNDE BİR ARAŞTIRMA

Arzu Deniz
Giresun Üniversitesi, İİBF

Tuğçe Arslan Özdil
Giresun Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü

ÖZET

Fındık, anavatanı Karadeniz bölgesi olan ve bir kültür bitkisi olarak dünyaya buradan yayılan, hem sağlık açısından bireylere hem de ekonomik anlamda ülkeye katkı sağlayan bir üründür. Enerji bakımından oldukça zengin bir ürün olan fındığın kullanım alanları her geçen gün artmaktadır. Bu kullanım alanlarından birisi de fındık yağı üretimidir. Bu çalışmada fındık yağına ilişkin tedarik zinciri yönetim faaliyetleri belirlenmiş ve bu süreçlerde karşılaşılan problemler analiz edilmiştir.
Anahtar kelimeler: Fındık, Fındık Yağı, Tedarik Zinciri Yönetimi

ABSTRACT

Hazelnut is native to Black Sea Region and spread from here to the world as a cultivated plant, also it is such a production that contributes individuals in terms of health as well as national economy. Hazelnut, a energy rich product has an acceleration of increasing uses in different products. One of the usages of nut is hazelnut oil. In this study, we determine supply chain management activity related to hazelnut oil analyze the problems in this process.
Keywords: Hazelnut, HazelnutOil, SupplyChain Management

YALIN ÜRETİM VE BİR İNCELEME

Pınar Engin
Hacettepe Üniversitesi

ÖZET

Küresel boyutta yaşanan çevresel, ekonomik ve sosyal değişiklikler ülkeleri ve şirketleri derinden etkilemektedir ve değişime ayak uyduramayanlar ise sistem dışına itilmektedir. Ülkeler ve şirketler, sistemin dışında kalmamak için çeşitli sistemler aracılığıyla rekabet edilebilirlik düzeylerini geliştirmektedirler. Yalın üretim de söz konusu sistemlerden biridir. Yalın üretim sisteminin amacı, yedi büyük günah olarak sınıflandırılan israfı ortadan kaldırmak ve hammadde ile bitmiş ürün arasında geçen süreyi enazlamak olarak tanımlanabilir. Bu çalışmanın amacı; yalın üretim uygulamasını, bu uygulamanın sağladığı avantajları ve uygulama aşamasında karşılaşılan güçlükleri araştırmak ve yalın üretimi, üretim sistemine entegre etmek isteyen diğer işletmelere yol göstermeye çalışmaktır. Söz konusu amaç kapsamında çalışmada ilk olarak yalın üretim sistemleri hakkında literatür araştırması yapılmış; ardından bu sistemi işletmesine entegre etmiş, otomotiv sektöründe faaliyet gösteren Erkunt Sanayi A.Ş. ile görüşme tekniği kullanılarak teorik bilginin pratikte nasıl sonuçlar doğurduğu araştırılmıştır. Yapılan incelemeler sonucunda, işletmenin yalın üretim tekniğini başarı ile uyguladığı müşahede edilmiş ve sistem uygulamasının ardından pozitif etkiler meydana geldiği gözlemlenmiştir
Anahtar Kelimeler: Yalın üretim, otomotiv sektörü

AN INVESTIGATION ON LEAN MANUFACTURING

ABSTRACT

Environmental, economic and social changes occurred within the global scale have been deeply influencing countries and corporations; the ones which are not able to keep up with changes are alienated from the system. Countries and corporations are improving their level of competitiveness via various systems in order not be alienated from the system. Lean production is one of those systems. The purpose of lean production could be defined as to abolish waste, which has been classified as seven big sin, and minimize the time period between the raw material and finished good. The aim of this study is to elaborate on the implementation of lean production, advantages of the implementation and difficulties faced in the implementation process as well as make an attempt to lead other enterprises that consider integrating lean production into their production systems. In the context of mentioned purpose, a literature search was conducted as the first part of the study and then a detailed exploration was performed on how theoretical knowledge yielded practical outcomes by interviewing with Erkunt Sanayi A.Ş., a company operating in automotive industry which integrated lean production system into its own plant. The exploration proved that the company had successfully been implementing the lean manufacturing technique and it ended up with emergence of positive impacts.
Key words: Lean manufacturing, automotive industry

DEMİRYOLLARIMIZIN ETKİNLEŞTİRİLMESİ AMACIYLA YENİDEN YAPILANDIRILMASI ÜZERİNE GÖRÜŞLER

Güngör Evren
Okan Üniversitesi

Selim Dündar
Okan Üniversitesi

ÖZET

Günümüzde demiryolu ulaştırma sorununun odak noktasında yer almaktadır. Güvenliği, enerji verimliliği, düşük işletme maliyeti ve çevre dostu olma nitelikleri nedeni ile demiryolu ulaştırma sistemi içinde büyük önem taşır. Buna karşın, neredeyse dünyanın hiç bir ülkesinde, demiryolunun istenen etkinlik düzeyinde olmadığı söylenebilir.

Sorunun çözümü için en etkili yolun aynı hatlar üzerinde farklı şirketlere ait trenlerin işletilmesi suretiyle iç rekabetin sağlanacağı yeniden yapılanma olabileceği genel olarak benimsenen bir görüş olmuştur. Özellikle AB'de bu bağlamda çalışmalar ve uygulamalar yapılmıştır.

Ülkemizde de uzun süreli çalışmalar sonunda, 2013 yılında "Türkiye Demiryollarını Serbestleştirme Hakkındaki Kanun" çıkarılmıştır.

Bu bildiride, demiryolumuzun yeniden yapılanması konusundaki yaklaşımlar, çalışmalar, yasal düzenlemeler irdelenmekte, olası olumsuzluklardan kaçınılmasına ilişkin görüşler açıklanmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Demiryolu işletimi, Demiryolu yeniden yapılanması

PERSPECTIVES ON RESTRUCTURING RAILWAYS TO IMPROVE THEIR EFFECTIVENESS

ABSTRACT

Today, railways are at the center of debates on how to resolve the transportation problem. Railways are very important in the overall transportation system because of their safety, energy efficiency, low operating cost and environmentally friendly nature. However, one can argue that railways are not at the desired level of effectiveness anywhere in the world.

One of the widely accepted solutions to effectively address this problem has been to restructure the existing railway model in order to allow different companies to operate their trains over the same tracks. There have been various studies and subsequent implementations in this context, particularly in the EU. In 2013, a new law on the “Liberalization of Turkish Railways” was passed following long-term research. In this paper, we provide a review of current approaches, studies and legal arrangements regarding the restructuring of railways, followed by our views on avoiding potential negative impacts and pitfalls.

Keywords: Railway management; Railway restructuring

BİR OTOMOTİV İŞLETMESİNDE ERGONOMİK MONTAJ HATTI DENGELEME VE İŞ GÜCÜ ATAMASI

Derya Menemencioğlu
Kocaeli Üniversitesi

Nazlı Taş
Kocaeli Üniversitesi

Murat Çolak
Kocaeli Üniversitesi

Gülşen Aydın Keskin
Kocaeli Üniversitesi

ÖZET

Sürekli üretim sistemlerinde talebin yoğun olduğu durumlarda, yüksek üretim oranına ulaşmanın en temel yolu montaj hattının dengelenmesidir. Bu çalışmada otomotiv sektöründe faaliyet gösteren bir işletmenin şasi montaj hattında operatör ve malzeme yoğunluğunun azaltılması, iş yükünün operatör ve istasyon bazında dağıtılması ve malzeme sıralamasının ergonomik olarak düzenlenmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda, öncelikle hattın akışı gözlenerek iş etüdü çalışması yapılmıştır. Böylece iş ayrıntılı bir şekilde analiz edilmiş ve hat operatör bazında incelenmiştir. İncelemeler sonucunda kalite hatalarının en çok görüldüğü istasyon üzerinde iş adımları düzenlenerek operatör kaynaklı kalite sorunlarına çözümler önerilmiştir. Ayrıca operatörler arasındaki süre farklılığı ve iş adımlarının süreleri karşılaştırılarak, istasyonlarda çalışan iş gücü yeniden düzenlenmiş ve dengeleme yapılmıştır. Sonuç olarak çalışmada ele alınan istasyonlar için mevcut durum ile dengeleme sonucu elde edilen durum karşılaştırılarak iş gücü verimliliğinin arttığı ve hattın ergonomik olarak yeniden düzenlenmesi ile etkin olmayan zamanların azaldığı gözlenmiştir.

Anahtar Sözcükler: Ergonomik Montaj Hattı Dengeleme, İş Etüdü, Zaman Etüdü

ERGONOMIC ASSEMBLY LINE BALANCING AND LABOR ASSIGNMENT IN AN AUTOMOTIVE COMPANY

ABSTRACT

In continuous production systems when the demand is intense, the most basic way to achieve the high production rate is balancing the assembly line. This study aims to reduce the operator and material density, assign the work load on the basis of operator and work station and, sequence the material ergonomically at the chassis assembly line for a company operating in the automotive sector. In this context, a work study has been implemented by observing the flow line. Thus, the process has been analyzed in detail and the assembly line is examined on operator basis. According to the obtained results, solution approaches have been proposed for the operator induced quality problems by organizing the work steps at stations with the highest quality defect record. Besides, by comparing the time differences and the duration of the work steps between operators, the work force at the stations are reorganized and balanced. Comparing the computational results, it is observed that labor productivity is increased and the idle times are reduced by reorganizing the assembly line ergonomically for obtained work stations.

Key Words: Ergonomic Assembly Line Balancing, Time Study, Work Study

KÜRESELLEŞME VE WEITZMAN PAYLAŞIM EKONOMİSİ ÜCRET SİSTEMİ

Gökhan Ofluoğlu
Bülent Ecevit Üniversitesi

Sibel Buzkan
Bülent Ecevit Üniversitesi

ÖZET

1980'li yıllarda ortaya çıkan ekonomik krizler ve sürekli işsizlik ve sürekli enflasyonun başbaşa gitmesi, Keynesgen ekonomi politikalarının yeniden sorgulanmasını gündeme getirmektedir. 1980'li yıllardan itibaren Stagflasyonla mücadelede hükümetler yetersiz kaldılar. M. Weitzman 1985 yılında önerdiği paylaşım ekonomisi ücret sistemi ile firmaların ücret ödemelerinde durumlarının da gözönüne alınması gerekliliğini belirtti. Weitzman etkili bir ücret sistemi için firma düzeyinde mikro ekonomik tedbirler önermiştir.

Anahtar Kelimeler: Ücret Sistemleri, Ücret Politikaları, Stagflasyon, Paylaşım Ekonomisi

ABSTRACT

The economic crisis emerged in the 1980s and continuing to go alone and persistent unemployment, inflation raises the question again of Keynes' economic policies. Since the 1980s, governments have insufficient in the fight against stagflation. M. Weitzman in 1985 suggests that the sharing economy wage system with the situation in the pay of the company also noted the need to take into consideration. Weitzman at the firm level for an effective compensation system proposed micro-economic measures.

Keywords: Systems of Wages, Policy of Wage, Stagflation, Share Economy

YEŞİL TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ VE İŞLETME PERFORMANSI ARASINDAKİ İLİŞKİ: BİR ARAŞTIRMA

Burak Öçlü
Dokuz Eylül Üniversitesi

Murat Erdal
İstanbul Üniversitesi

ÖZET

Bu çalışmada yeşil tedarik zinciri yönetimi uygulamaları ile işletme performansı arasındaki ilişki incelenmektedir. Bu amaçla, İzmir Ticaret Odası üyesi 103 işletme üzerinde araştırma yapılmıştır. Bu araştırma işletmelerin mevcut çevreci uygulamalarına yönelik olup; kantitatif araştırma yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Araştırma sonucunda; işletmelerin yeşil tedarik zinciri uygulamaları ile işletme performans göstergeleri arasında anlamlı ilişkilere ulaşılmıştır. Ayrıca; yeşil tedarik zinciri yönetimi konusunda önerilere yer verilmiştir.

Anahtar Sözcükler: işletme performansı, sürdürülebilirlik, yeşil tedarik zinciri yönetimi

THE RELATIONSHIP BETWEEN GREEN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT AND FIRM PERFORMANCE: A STUDY

ABSTRACT

This study analyses the relationship between green supply chain management and business performance. For this purpose, a research has been conducted on 103 companies, which have Izmır Chamber of Commerce membership. This research has quantitative research methods according to environmental applications of companies.

As a result of this research, significant relations have been found between green supply chain management and firm performance. Also, recommendations concerning green supply chain management have been included in this study.

Keywords: Green supply chain, Firm performance, Sustainability

OVERWHELMED BY GENDER REGIMES? THE LABOR SUPPLY DILEMMAS OF EDUCATED WOMEN IN TURKEY

Hande Paker
Faculty of Economics, Administrative and Social Sciences and BETAM,
Bahçeşehir University

Gökçe Uysal
Faculty of Economics, Administrative and Social Sciences and BETAM,
Bahçeşehir University

ABSTRACT

Gender gaps in participation rates, hours worked, wages, and promotion possibilities persist. Interweaving economics and sociology literatures, we aim to shed light on the labor supply behavior of educated women using a multi-disciplinary methodology. A recent strand in economics reveals the significant role of "culture", but remains silent on its constituents. We address this gap by introducing insights offered by sociological research and unpack the gendered mechanisms involved in labor supply decision-making processes. We use qualitative data to identify four different channels through which gender shapes the labor supply behavior: women's take on the household division of labor, the perception of inner conflict experienced when women work, how much women value work outside the home and working conditions women deem important. Econometric analyses show that the mechanisms identified have statistically significant and sizeable effects on the labor supply decisions. The gender regime remains relentless even for the highly educated women.

BİR AÇIK VE UZAKTAN ÖĞRENİM ÖRNEĞİ: COURSERA

Halil Savaş
Pamukkale Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Denizli, Türkiye

ÖZET

Son yıllarda bilgisayar, yazılım ve iletişim teknolojilerindeki gelişmeler, klasik eğitim ve öğrenme tekniklerini de büyük ölçüde değiştirmiştir. Bu teknolojilerin entegrasyonu ve web tabanlı uygulamalar, eğitim ve öğrenmeyi zaman ve mekândan bağımsız hale dönüştürmektedir. Bu konuda ortaya çıkan web siteleri, bir yandan farklı disiplinlerde çok sayıda derslerle kişilerin belirli alanda kendilerini geliştirmelerine imkân sağlarken, diğer yandan dünyanın eğitim ve öğretim imkânlarından yoksun, kısıtlı imkânlarına sahip yerlerine de eğitim öğretim imkânlarını götürmüş olmaktadırlar.

Bu çalışmada; açık ve uzaktan öğrenim, açık ve uzaktan öğrenim teknolojileri, açık ve uzaktan öğrenim imkânı sunan web siteleri ele alınacaktır. Özelde ise, bu sitelerden biri olan Coursera web sitesi incelenecektir.

Anahtar Kelimeler: Açık öğrenim, uzaktan öğrenim, Coursera.

COURSERA AS A CASE OF OPEN AND DISTANCE LEARNING

ABSTRACT

In recent years, developments in computer, software and communications technologies have also changed the classic teaching and learning techniques. Integration of these technologies and web-based applications are transforming education and learning to become independent of place and time. The resulting web sites about this, on the one hand the different disciplines in numerous courses with people while providing opportunities to develop themselves in certain areas, on the other hand, lacks the world of education and training opportunities, and they will also take the educational possibilities of the place with limited facilities.

In this study; open and distance learning, open and distance learning technologies, internet sites providing open and distance learning opportunities will be discussed. Especially, as one of these sites, Coursera website will be examined.

Keywords: Open learning, distance learning, Coursera

KAZANILMIŞ DEĞER ANALİZİ YÖNTEMİ İLE PROJE PERFORMANS ÖLÇÜMÜ

Halil Savaş
Pamukkale Üniversitesi

Zafer Duran
Pamukkale Üniversitesi

ÖZET

Proje yönetimi, projelerin hedefleri doğrultusunda bütçe, zaman ve kapsam kısıtlarını optimum şekilde kullanmayı gerektirmektedir. Projelerin her geçen gün daha da karmaşık bir yapıya bürünmesi kısıtların optimum kullanımını zorlaştırmaktadır. Bu doğrultuda bir projeyi etkin bir şekilde yönetebilmek adına o projenin performansının ölçülmesi ve izlenmesi son derece önemli bir proje yönetim faaliyetidir.

Kazanılmış Değer Analizi, proje performans ölçüm yöntemleri arasında maliyet ve zaman performanslarını entegre edebilme özelliği ile ön plana çıkan bir yöntemdir. Yöntem, bir projenin performansını, planlanan değerler ve buna karşılık gelen fiili değerleri karşılaştırarak ölçmektedir. Yöntemin ölçülen proje performansına dayanarak proje projeksiyonu oluşturabilmesi, en önemli üstünlüğüdür. Buna karşın riskleri ve belirsizlikleri dikkate almaması ise yöntemin olumsuz yönüdür.

Günümüzde proje yönetimi alanında meydana gelen hızlı gelişime rağmen proje yönetimi ile ilgili bazı konuların yeteri kadar ilgi görmediği düşünülmektedir. Bu çalışmada literatüre bağlı kalınarak Kazanılmış Değer Analizi yöntemi ele alınmıştır.

Anahtar Sözcükler: Kazanılmış Değer Analizi, proje izleme, proje performans yönetimi

PROJECT PERFORMANCE MEASUREMENT BY EARNED VALUE ANALYSIS METHOD

ABSTRACT

Project management is expected to use the optimal time and scope constraints in line with the objectives of the project budget. The complexity of projects with each passing day, it is more difficult the optimal use of constraints. In this context, measuring the performance of a project and monitoring is an extremely important project management activity on behalf of managing projects effectively.

Earned Value Analysis is a prominent method to integrate with performance features of project time and cost among project performance methods. The method measures the planned values and comparing corresponding actual value for the performance of the project. The most important advantage of the method is to create project projection based on measured performance. However, it does not take into account the risks and uncertainties of the negative aspects of the method. However, it ignores the risks and uncertainties, and these are negative aspects of the method.

Today, despite the rapid developments have occurred in the field of project management, some of the issues related to project management are thought to be interested enough to see. In this study, Earned Value Analysis method is discussed depending on the literature.

Keywords: Earned Value Analysis, project monitoring, project performance measurement

AFET YÖNETİMİ VE FİNANSMAN

Seyfi Şahin
İstanbul Ticaret Üniversitesi

İsmail Ekmekçi
İstanbul Ticaret Üniversitesi

ÖZET

Risk azaltmak üzere yapılan bir birim harcama, dört birim kaybı önlemektedir. Afet öncesi veya sonrası yapılacak olan tüm çalışmalar için ulusal ve uluslararası kaynakların belirlenmesi, zarar azaltma ve zarar kapatma amacına yönelik olmak üzere; kaynakların bulunması ve doğru kullanılmasını sağlamak amacıyla, öncelikle ihtiyaç sahalarının ve toplam kaynak ihtiyacının belirlenmesi gerekmektedir. Dolayısıyla Afet Yönetiminin hedeflerinden biride Mali Kaynakların etkin, ekonomik ve verimli kullanımını sağlamaktır. Bu da aynı zamanda çalışmamızın amacını oluşturmaktadır. Afet planlaması ve yönetimi konusunda bilinçlenmenin hızla artmasına rağmen ülkemizde afetler sonrasındaki olumsuz tabloların değişmemesi söz konusu çaba ve etkinliklerin yeterli düzeye ulaşamadığını göstermektedir. Bu süreç içerisinde, önleme, risk azaltma, hazırlık, müdahale, iyileştirme ve yeniden inşa gibi ana aşamalara ayrılabilen faaliyetler süreklilik gerektirmektedir. Afet sürecinin bir önceki aşamasında yapılan faaliyetlerin başarısı bir sonraki aşamasında yapılacak faaliyetlerin başarısını etkilemektedir. Bu süreç iç içe geçmiş halkalarla gösterilebilen bir yapıda olup, afet yönetim döngüsü veya zinciri olarak adlandırılmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Afet, Afet Yönetimi, Finansman

DISASTER MANAGEMENT AND FINANCING

ABSTRACT

A unit expense made for risk reduction, prevent four unit losses. For the purpose of determining the national and international resources, minimizing and recovering losses for all the pre-disaster and post-disaster studies to be carried out; firstly it is required to determine the fields of need and total resource requirement in order to find the resources and ensure that they are used properly. Therefore, one of the objectives of Disaster Management is to ensure the effective, economic and efficient use of Financial Resources. As the post-disaster negative pictures in our country don't change despite the fact that the awareness on disaster planning and management is increasing rapidly, it shows us that the aforementioned efforts and activities have not reached the sufficient level so far.

In this process, activities that can be divided into basic stages such as prevention, risk reduction, preparation, response, recovery and reconstruction, do require sustainability. The success of the activities carried out in the previous stage of the disaster process, also affects the success of the activities to be carried out at the next stage. This process is in the form of a structure that can be demonstrated with intertwining circles, and it is called as either disaster management cycle or chain.

Keywords : Disaster, Disaster Management, Financing

APPLICATION OF INDUSTRY 4.0 IN TURKEY

Harun Taşkın
Sakarya Üniversitesi / Endüstri Mühendisliği Bölümü

Merve Cengiz Toklu
Sakarya Üniversitesi / Endüstri Mühendisliği Bölümü

ÖZET

This paper includes application of Industry 4.0 in Turkey. A questionnaire was applied to manufacturing firms in Sakarya region. We aimed with this survey to determine the current situation and evaluate the degree of autonomy of firms. In light of the survey results sub-activities was determined for desired level of next 10 years. This study will be presented as a project to Ministry of Science, Industry and Technology.

Keywords: Digitizing, Industry 4.0, Intelligent Manufacturing

ULAŞTIRMADA HAREKETLİLİK KARŞITI OLARAK ERİŞİLEBİLİRLİK

Hüseyin Onur Tezcan
İstanbul Teknik Üniversitesi

ÖZET

Bu bildiride, ulaşım planlaması çalışmalarında görece tekdüze bir yaklaşımla ele alınan hareketlilik ve erişilebilirlik kavramlarının farklı bakış açılarından nasıl değerlendirildiği konusu irdelenmiştir. Ulaştırmada hareketlilik ve erişilebilirlik kavramları, bireylerin zaman ve mekân yararı sağlamak amacıyla yer değiştirmelerini iki farklı açıdan ele alan, aynı zamanda da etkileşim içinde olan kavramlardır. En temel tanımları ile hareketliliği birey başına yolculuk sayısı, erişilebilirliği ise bireylerin her türlü mekâna, ürüne veya hizmete erişim kolaylığı olarak açıklamak olasıdır. Bu iki kavram genellikle birbirlerini zıt olarak etkilemektedir. Diğer bir deyişle, yüksek hareketlilik düşük erişilebilirliği, düşük hareketlilik ise yüksek erişilebilirliği işaret etmektedir. Bu kavramlar, salt ulaştırma mühendisliği (veya mühendislik) çerçevesinde ele alındığında ağırlıkla hareketlilik ön plana çıkmaktadır. Böylece, yatırımlar ve kararlar çoğunlukla daha yüksek standartlar sağlayarak, daha konforlu veya hızlı yolculuk yapma olanağı sunma çabasına sıkışıp kalmaktadır. Bu noktada, başka değerlendirme ölçütlerine ve özellikle taşıt yerine birey odaklı bir yaklaşıma gereksinim olduğu görülmektedir.
Anahtar Sözcükler: Erişilebilirlik, Hareketlilik, Ulaştırma.

MOBILITY AGAINST ACCESSIBILITY IN TRANSPORTATION

ABSTRACT

In this paper, different aspects of evaluating mobility and accessibility in transportation are discussed. Accessibility and mobility are two concepts that cover transportation activities of individuals based on different but intervening point of views. Basically, mobility is the number of trips per individual whereas accessibility is the ease of access to destinations and/or services. In general but not always, accessibility and mobility have a negative relationship. An increase in accessibility leads to a decrease in mobility and vice versa. In most of the contemporary transportation planning studies, accessibility and its influence is generally overlooked while analyses are typically based on mobility measures. Accordingly, plans and investments are more inclined towards increasing the supply of transportation to improve mobility. Obviously, a different approach is necessary to adequately understand the transportation demand of individuals and plan for the future.
Keywords: Accessibility, Mobility, Transportation

BULANIK AHP VE ARAS-F YÖNTEMLERİ İLE TEHLİKELİ MADDE TAŞIMACILIĞINDA 3PL SERVİS SAĞLAYICI SEÇİMİ

Bahadır Fatih Yıldırım
İstanbul Üniversitesi Ulaştırma ve Lojistik Fakültesi

ÖZET

Günümüzde tehlikeli maddelerin birçok sektörde kullanıldığı bilinmektedir. Bu nedenle ülkeler tehlikeli maddelerin taşınması ile ilgili olarak bir takım yasal düzenlemeleri hayata geçirmişlerdir. Bu çalışmada firmalara stratejik açıdan avantaj sağlayan Üçüncü Parti Lojistik (3PL) firması seçim süreci Tehlikeli Madde Taşımacılığı ölçeğinde ele alınarak çok kriterli karar verme problemi olarak modellenecek, kimya sektöründe faaliyet gösteren bir işletme için en ideal 3PL servis sağlayıcı alternatifi belirlenecektir. Karar problemine etki eden kriterlerin ağırlıklandırılmasında karar vericilere esneklik sağlayan ve karar sürecinin doğasında yer alan belirsizlikle mücadelede etkin bir yaklaşım sunan Bulanık AHP yöntemi kullanılırken, servis sağlayıcı alternatiflerinin değerlendirilmesinde Bulanık Aras (ARAS-F) yönteminden faydalanılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Çok Kriterli Karar Verme, 3PL Sağlayıcı Seçimi, Bulanık Sistem Teorisi, ARAS, Analitik Hiyerarşi Prosesi