

VERİMLİLİK DERGİSİ



T.C. SANAYİ VE
TEKNOLOJİ BAKANLIĞI

Cilt: 57 | Sayı: 3

Beşerî Sermaye Yatırımları ile İş Gücü Verimliliği İlişkisinin Vektör Otoregresyon Modeli ile İncelenmesi
Ali Kemal NURDOĞAN, Hilal Tuğçe BAYAR TÜRKÖĞLU

KOSGEB'in Toplam Faktör Verimliliğinin Analiz Edilmesi
Cem KALAYCI, H. Alper GÜZEL

Değişim Yönetimi için Reorganizasyon Modeli Önerisi ve Yerel Yönetimlerde Bir Uygulama
Hayri BARAÇLI, Şeyma SARAL

Lojistik Depolarda Sipariş Toplama ve Konumlandırmaya Yönelik Yenilikçi Bir Yaklaşım
Önder ŞAHİNASLAN, Ceyhan KARATAŞ, Ender ŞAHİNASLAN

İşletmelerin Açık Kaynak Kodlu Yazılım Benimseme Kabiliyetleri ile Dijital Dönüşüm Stratejileri İlişkisi
Arafat Salih AYDINER, Erdem ERZURUM, Ahmet Esat KARA

Toplam Kalite Yönetiminin Tedarik Zinciri Yönetimi Üzerindeki Etkisi
Levent GÜZEL, İlknur SAYAN

COVID-19 Pandemic and Technological Change: Analysis of Patent Applications
Metin YILDIRIM

Yatırım Kararlarının Değerlendirilmesinde Reel Opsiyon Yöntemi: Tekstil Sektörüne Ait Bir Yatırım Projesinin İncelenmesi
Süreyya YILMAZ ÖZEKENCİ, Hatice DÜZAKIN

Akış Atölyesi Çizelgeleme Probleminin Sistematik Literatür Taraması ve Bütünsel Bir Çerçevesi
Hatice VURĞUN KOÇ, Ertan GÜNER

JOURNAL OF PRODUCTIVITY



VERİMLİLİK DERGİSİ

Journal of Productivity

T.C. SANAYİ VE TEKNOLOJİ BAKANLIĞI

Stratejik Araştırmalar ve Verimlilik
Genel Müdürlüğü'nün Yayınıdır

ISSN: 1013-1388 e-ISSN: 2757-6973

Cilt: 57 Sayı: 3

Yayın Türü
Yerel-Sürel / Türkçe-İngilizce

Sahibi
T.C. SANAYİ VE TEKNOLOJİ BAKANLIĞI
STRATEJİK ARAŞTIRMALAR VE VERİMLİLİK GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
adına
Genel Müdür

Prof. Dr. İlker Murat AR

Editör
Doç. Dr. Önder BELGİN

Sorumlu Yazı İşleri Müdürü
Nazlı SAYLAM BÖLÜKBAŞ

Grafik Tasarım ve Uygulama
Şeniz KOBAL

Dil Editörleri
Nazlı SAYLAM BÖLÜKBAŞ
Şirin Müge KAVUNCU

Yönetim Yeri
T.C. SANAYİ VE TEKNOLOJİ BAKANLIĞI
STRATEJİK ARAŞTIRMALAR VE VERİMLİLİK GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

Adres: Mustafa Kemal Mahallesi Dumlupınar Bulvarı
(Eskişehir Yolu 7. Km) 2151. Cadde No: 154/A
Çankaya 06510 ANKARA
Tel: 0 312 201 65 02
verimlilikdergisi@sanayi.gov.tr
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/verimlilik>

Baskı Yeri
Elma Teknik Basım Matbaacılık
Adres: İvedik OSB Matbaacılar Sitesi 1516/1 Sk. No: 35
Yenimahalle 06378 ANKARA
Tel: 0 312 229 92 65 - Fax: 0 312 231 67 06 elma@elmateknikbasim.com.tr

Baskı Tarihi
31.07.2023

YAYIN KURULU / EDITORIAL BOARD

Doç. Dr. Önder BELGİN - Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı
Dr. Alp Eren YURTSEVEN - Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Kurumu
Dr. Cangül TOSUN - Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı
Dr. Cihan YALÇIN - Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı
Dr. Kağan KARADEMİR - Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı
Dr. M. Hürol METE - Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı
Dr. Murat MAHMUTOĞLU - Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı
Dr. Onur AYTAR - Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı
Dr. Sinan BORLUK - Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı
Dr. Yücel ÖZKARA - Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı

DANIŞMA KURULU / ADVISORY BOARD

Prof. Dr. Adil BAYKASOĞLU - Dokuz Eylül Üniversitesi
Prof. Dr. Ali SINAĞ - Ankara Üniversitesi
Prof. Dr. Birdoğan BAKI - Karadeniz Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Cengiz KAHRAMAN - İstanbul Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Cory SEARCY - Toronto Metropolitan University
Prof. Dr. Dirk CZARNITZKI - KU Leuven University
Prof. Dr. Ekrem TATOĞLU - Gulf University for Science and Technology & İbn Haldun Üniversitesi
Prof. Dr. Hasan Murat ERTUĞRUL - Anadolu Üniversitesi
Prof. Dr. Halit KESKİN - Yıldız Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. İskender PEKER - Gümüşhane Üniversitesi
Prof. Dr. İsmail EROL - Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi
Prof. Dr. Marina DABIC - University of Zagreb
Prof. Dr. Metin DAĞDEVİREN - Yükseköğretim Denetleme Kurulu
Prof. Dr. Mike DILLON - World Confederation of Productivity Science
Prof. Dr. Mine ÖMÜRGÖNÜLŞEN - Hacettepe Üniversitesi
Prof. Dr. Muammer ZERENLER - Selçuk Üniversitesi
Prof. Dr. Mustafa Zihni TUNCA - Süleyman Demirel Üniversitesi
Prof. Dr. Necati ARAS - Boğaziçi Üniversitesi
Prof. Dr. Özlem ATAY - Ankara Üniversitesi
Prof. Dr. Ramazan AKTAŞ - TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi
Prof. Dr. Selçuk PERÇİN - Karadeniz Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Serpil EROL - Gazi Üniversitesi
Prof. Dr. Süphan NASIR - İstanbul Üniversitesi
Prof. Dr. Türkay DERELİ - Hasan Kalyoncu Üniversitesi
Prof. Dr. Yusuf Tansel İÇ - Başkent Üniversitesi
Doç. Dr. Dursun BALKAN - Türk Hava Kurumu Üniversitesi
Dr. Kamran MOOSA - PIQC Institute of Quality

Verimlilik Dergisi'nde yayımlanan yazılarda belirtilen görüşler yazarlarına aittir. Dergide yayımlanan yazılardan, Verimlilik Dergisi'nin adı ve sayısı anılarak alıntı yapılabilir.

Verimlilik Dergisi'nin her sayısının, PDF formatında düzenli bir şekilde e-posta adresinize gönderilmesini istiyorsanız, konu alanına "Verimlilik Dergisi" yazarak verimlilikdergisi@sanayi.gov.tr adresine e-posta gönderebilirsiniz.

Verimlilikle ilgili tüm disiplinlerden gelecek makalelere açık olan Verimlilik Dergisi, 2004 yılından itibaren "Hakemli Dergi" statüsü ile yayımlanmaya başlamıştır. Verimlilik Dergisi, 2008 yılından bu yana TÜBİTAK TR Dizin Sosyal ve Beşeri Bilimler Veri Tabanı'nda taranmaktadır. Verimlilik Dergisi'nde yayınlanması istenen çalışmalara ilişkin süreç yönetimi, TÜBİTAK ULAKBİM DergiPark aracılığıyla yürütülmektedir.

İÇİNDEKİLER

CONTENTS

- 425** Beşerî Sermaye Yatırımları ile İş Gücü Verimliliği İlişkisinin Vektör Otoregresyon Modeli ile İncelenmesi
438 *Investigation of the Relationship between Human Capital Investments and Labor Efficiency with Vector Autoregression Model*
Ali Kemal NURDOĞAN, Hilal Tuğçe BAYAR TÜRKOĞLU
- 439** KOSGEB'in Toplam Faktör Verimliliğinin Analiz Edilmesi
462 *Analysis of KOSGEB's Total Factor Productivity*
Cem KALAYCI, H. Alper GÜZEL
- 463** Değişim Yönetimi için Reorganizasyon Modeli Önerisi ve Yerel Yönetimlerde Bir Uygulama
490 *Reorganization Model Proposal for Change Management and an Application in Local Governments*
Hayri BARAÇLI, Şeyma SARAL
- 491** Lojistik Depolarda Sipariş Toplama ve Konumlandırmaya Yönelik Yenilikçi Bir Yaklaşım
512 *An Innovative Approach to Order Picking and Positioning in Logistics Warehouses*
Önder ŞAHİNASLAN, Ceyhun KARATAŞ, Ender ŞAHİNASLAN
- 513** İşletmelerin Açık Kaynak Kodlu Yazılım Benimseme Kabiliyetleri ile Dijital Dönüşüm Stratejileri İlişkisi
532 *The Relationship Between Open-Source Software Adoption Capabilities of Enterprises and Digital Transformation Strategies*
Arafat Salih AYDINER, Erdem ERZURUM, Ahmet Esat KARA
- 533** Toplam Kalite Yönetiminin Tedarik Zinciri Yönetimi Üzerindeki Etkisi
548 *Evaluation of the Impact of Total Quality Management on Supply Chain Management*
Levent GÜZEL, İlknur SAYAN
- 549** COVID-19 Pandemic and Technological Change: Analysis of Patent Applications
562 *COVID-19 Salgını ve Teknolojik Değişim: Patent Başvurularının Analizi*
Metin YILDIRIM
- 563** Yatırım Kararlarının Değerlendirilmesinde Reel Opsiyon Yöntemi: Tekstil Sektörüne Ait Bir Yatırım Projesinin İncelenmesi
576 *Real Option Method in the Evaluation of Investment Decisions: Examination of An Investment Project in the Textile Industry*
Süreyya YILMAZ ÖZEKENCİ, Hatice DÜZAKIN
- 577** Akış Atölyesi Çizelgeleme Probleminin Sistemantik Literatür Taraması ve Bütünsel Bir Çerçevesi
594 *A Systematic Literature Review and an Integrated Framework of the Flowshop Scheduling Problem*
Hatice VURĞUN KOÇ, Ertan GÜNER

Beşerî Sermaye Yatırımları ile İş Gücü Verimliliği İlişkisinin Vektör Otoregresyon Modeli ile İncelenmesi

Ali Kemal NURDOĞAN¹, Hilal Tuğçe BAYAR TÜRKOĞLU²

ÖZET

Amaç: Bu çalışma, beşerî sermaye yatırımlarının verimlilik artışı ve sosyo-ekonomik gelişmelerin önemli bileşeni olduğunu kabul etmektedir. Çalışmanın amacı, beşerî sermaye yatırımları (eğitim ve sağlık harcamaları) ile iş gücü verimliliği ilişkisini Vektör Otoregresyon (VAR) Modeli ile incelemektir.

Yöntem: 1986Ç1-2020Ç1 döneminde, Birleşik Krallık'ın iş gücü verimliliği; çalışılan saat başına çıktı, hane halkı sağlık harcamaları, hane halkı eğitim harcamaları, 15-64 yaş aralığında işsizlik oranı ve üretimle uğraşan tüm kişilerin çalıştığı toplam saat kullanılarak değerlendirilmiştir.

Bulgular: Birinci farklarında durağan hale gelen seriler arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla geliştirilen VAR modelinin tahminine göre, çalışılan saat (emek girdisi olarak) ve hane halkı eğitim harcamalarının artırılması çalışılan saat başına çıktı miktarını iki dönem negatif, hane halkı sağlık harcamalarının artırılması ise çalışılan saat başına çıktı miktarını pozitif yönlü olarak etkilemektedir. Varyans ayrıştırma analizi sonuçlarına göre; onuncu dönem itibari ile iş gücü verimliliğindeki değişimin %61,8'i kendisi tarafından, %25,2'lik bölümü emek girdisi tarafından, %2,1'i işsizlik, %8'lik bölümü hane halkı sağlık harcamaları ve %2,7'lik bölümü ise hane halkı eğitim harcamaları tarafından açıklanmaktadır.

Özgünlük: Daha önceki çalışmalardan farklı olarak bu çalışma, beşerî sermaye yatırımı ile iş gücü verimliliği arasındaki ilişkiyi hane halkı tüketim harcamalarını modele bir sağlık ve eğitim değişkeni olarak dahil ederek değerlendirmektedir.

Anahtar Kelimeler: Beşerî Sermaye, Vektör Otoregresyon, İş Gücü Verimliliği.

JEL Kodları: A20, C32, J24.

Investigation of the Relationship between Human Capital Investments and Labor Efficiency with Vector Autoregression Model

ABSTRACT

Purpose: This study confirms that human capital investments are essential to productivity growth and socioeconomic development. The aim of this study is analyzing the relationship between human capital investments (education and healthcare expenditures) and labor productivity using the Vector Autoregression (VAR) Model.

Method: Over the period 1986Q1-2020Q1, the UK's labor productivity is evaluated using output per hour worked, household health expenditure, household education expenditure, the unemployment rate for those aged 15-64 and the total hours worked by all persons engaged in production.

Findings: According to the VAR model, which was developed to examine the relationship between the series that became stationary at their first difference, increasing the hours worked as labor input and household education expenditures negatively affect the amount of output per working hour, while increasing household health expenditures positively affects the amount of output per working hour. According to the results of variance decomposition analysis; as of the tenth period, 61,8% of the change in labor productivity is explained by itself, 25,2% by labor input, 2,1% by unemployment, 8% by household health expenditures, and 2,7% by household education expenditures.

Originality: Unlike previous studies, this study evaluates the relationship between human capital investment and labor productivity by including household consumption expenditures as a health and education variable in the model.

Keywords: Human Capital, Vector Autoregression, Labor Productivity.

JEL Codes: A20, C32, J24.

¹ Doç. Dr., Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri Bölümü, Isparta, Türkiye, alinurdogan@sdu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9411-4313 (Sorumlu Yazar- Corresponding Author).

² Arş. Gör. Dr., Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri Bölümü, Isparta, Türkiye, hilalbayar@sdu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-8834-7433.

DOI: 10.51551/verimlilik.1231081

Araştırma Makalesi / Research Article | Geliş Tarihi / Submitted Date: 08.01.2023 | Kabul Tarihi / Accepted Date: 11.06.2023

Atf: Nurdoğan, A.K. ve Bayar Türkoğlu, H.T. (2023). "Beşerî Sermaye Yatırımları ile İş Gücü Verimliliği İlişkisinin Vektör Otoregresyon Modeli ile İncelenmesi", *Verimlilik Dergisi*, 57(3), 425-438.

EXTENDED ABSTRACT

Neoclassical growth theories, which consider physical capital as the main factor of economic growth, accepted human capital and technological development as ineffective in growth models. The inadequacy of neoclassical growth models in expressing the sources of growth in the long run has been explained by endogenous growth theories that accept human capital and technological development as the main elements of growth. The endogenous growth theories draw attention to the importance of human capital in order to ensure long-term growth. They stated that human capital investment, together with innovation in new product design, increases the productivity of employees and contributes to achieving a high growth return. It was noted that the interest in the concept of human capital has increased in the literature, with the endogenous growth theories revealing that human capital is an important factor for economic growth.

Efforts to develop human capital are accepted as human capital investments. The human capital theory, which argues that investments made in education and health for the development of human capital increase the income of individuals, explains that human capital investments that increase the quality of the workforce will increase the productivity of production factors and provide economic development. The first studies in the literature emphasized the importance of education investments by revealing that the interaction between education and human capital is a factor that increases the productivity of the workforce. In subsequent studies, together with education, the health status of the workforce and the society has been considered as another variable that affects human capital and contributes to its development. This study recognizes that human capital is an important component of productivity growth and socio-economic developments. The aim of the study is to examine the relationships between human capital investments and labor productivity with the help of Vector Autoregression Model (VAR).

In this study, which analyzes the 1986Q1-2020Q1 period depending on the availability of the data set, the relationship between human capital investments and labor productivity for the UK has examined through the impulse-response analysis and variance decomposition findings obtained from the VAR model.

In the results of ADF and PP Unit Root tests performed to determine the stationarity of the series, it was seen that the series containing the unit root in the level values was $I(1)$ stationary at the first difference. The appropriate lag length for the VAR model was determined as one. In the created VAR model, when the Impact-Response graphics are examined; as health expenditures increase, labor productivity is positively affected in two periods and becomes meaningless after the fourth period. Education expenditures negatively affect labor productivity for two periods, after which this effect becomes meaningless. In the results of the variance decomposition; as of the tenth period, 61.8% of the change in labor productivity is by itself, 25.2% by labor input, 2.1% by unemployment, 8% by household health expenditures, and 2,7% by household education expenditures.

According to the research results, human capital investments have a positive effect on labor productivity in general. However, increasing household education expenditures has a negative effect on labor productivity for two periods. When the results are considered in terms of neoclassical work and leisure theory, household education expenditure is a leisure preference forgone working. Reducing the working time during the education process, that is, by choosing leisure time, negatively affects the output rate per hour worked. These results are inconsistent with the work of Mincer (1958), Schultz (1961), Denison (1962). The increase in household health expenditures means the elimination of ill health and it makes a positive contribution to labor productivity. These results are consistent with the results of study of Easterly and Wetzel (1989), Khan et al. (2005), Ecevit and Çetin (2010) and Afridi (2016). In addition, the results obtained support Gençoğlu (2016)'s statement that the health status of the workforce is ahead of the level of education in increasing the productivity of the workforce. This situation, as a criticism of the treatment of education as the leading determinant of human capital, is proof that the level of health is another variable that increases human capital and makes a significant contribution to its development.

1. GİRİŞ

Ekonomi literatüründe çokça tartışılan iş gücü verimliliğinin nasıl artırılacağı ve artan verimlilikle elde edilen gelirin bölüşüm sorunu, sıklıkla beşerî sermaye ile ilişkilendirilerek değerlendirilmektedir (Ergen, 1999). Bireyin sosyal ve kişisel gelişimine katkı sunan, ekonomik refah düzeyini artıran, beceri ve bilgi birikiminin geliştirilmesine yardımcı olan yeteneklerin toplamı beşerî sermaye olarak tanımlanmaktadır (OECD, 1998). Daha yüksek eğitim düzeyine sahip iş gücünün çalışma konusunda, mevcut kaynaklarla daha verimli oldukları varsayılır. Diğer bir deyişle bu iş gücü daha fazla fiziksel çıktı üretmektedir. Bu tanım Schultz (1961) tarafından üretim artışını destekleyen bir dizi bilgi, yetenek ve nitelik olarak açıklanmaktadır.

Beşerî sermayeye yönelik düşünceleri William Farr, Theodor Wittstein ve Adam Smith'in çalışmalarına kadar dayandırmak mümkün iken (Şahin, 2011:46), Denison (1962) Becker (1964) ve Schultz (1968)'un çalışmaları ile kavrama dair teorik çatı oluşmaya başlamıştır. Özellikle beşerî sermayenin, ekonomik büyüme için önemli bir faktör olduğunun ortaya konulmasıyla birlikte literatürde beşerî sermaye kavramına ilginin arttığı görülmektedir. Schultz çalışmalarında eğitim ile beşerî sermaye arasındaki etkileşimin, iş gücünün verimliliğini artıran bir unsur olduğunu ortaya koyarak eğitimin önemine dikkat çekmektedir. Tarım sektöründe üretim artışının eğitimle olan ilişkisini incelediği çalışmada, beşerî sermaye kavramını "bir halkın sahip olduğu faydalı yeteneklerin toplamı" olarak açıklamaktadır (Schultz, 1968). Schultz'a benzer şekilde Denison (1962)'da eğitim ile birlikte iş gücünün beceri ve üretken kapasitesinin yükseltilebileceğini ve bu durumun milli gelir artışına doğrudan etki edeceğini ortaya koymuştur. Schultz'un beşerî sermaye hakkında geliştirdiği düşünceler Blaug tarafından beşerî sermayenin doğuş teorisi olarak açıklanmaktadır (Blaug, 1976).

Beşerî sermayesi teorisi; eğitimin, doğuştan gelen yeteneklerin ve insana yapılan yatırımların, iş gücü verimliliğini artırdığını açıklamaktadır (Schultz, 1961; Becker, 1975:9; Lucas, 1988; Romer, 1990; Kibritçioğlu, 1998; Tan, 2014). Teori, emeğin verimliliğini artırmanın kişiler için iyileştirilmiş ekonomik sonuçlar getireceğini (Black ve Lynch, 1996; Karadeniz, 2007:20) öngörmekle kalmaz, aynı zamanda beşerî sermaye yatırımlarının yaratacağı olumlu etkilerin, üretim sürecinde kullanılan üretim faktörlerinin verimliliğini artırarak bir bütün olarak toplum için ekonomik faydalar da sağlayacağını ileri sürmektedir (Sweetland, 1996).

Becker (1964:24; 1975:9), beşerî sermaye stokunu artırma çabalarını beşerî sermaye yatırımı olarak adlandırırken, beceriler ve sağlık alanında yapılan yatırımların kişilerin gelirlerinde artış sağladığını savunmaktadır. Beşerî sermaye yatırımları kişiler tarafından vazgeçilen hem doğrudan harcamaları hem de kazançları veya tüketimi içermektedir. Bu faaliyetlerden elde edilen faydalar esas olarak gelecekte tahakkuk ettiğinden bir yatırım olarak görülebilmektedir (Mincer, 1989).

Emeğin niteliğini artıran beşerî sermaye yatırımları, üretim sürecinde ihtiyaç duyulan nitelikli iş gücünü oluştururken üretim sürecinde verimlilik artışında katkıda bulunmaktadır. Bu durum Nelson ve Phelps (1966) tarafından, eğitimin teknolojik yayılma hızını artıracığı ve iyi eğitilmiş işçilerin teknolojik değişime daha fazla uyum sağlayarak yeni üretim tekniklerini daha hızlı uygulayacakları şeklinde açıklanmaktadır.

Kısaca beşerî sermaye yatırımları iş gücü verimliliği üzerinde pozitif etki oluşturmaktadır (Black ve Lynch, 1996). Beşerî sermaye yatırımlarındaki artışlar, fizikî sermaye birikimine neden olmakta ve fizikî sermaye birikimindeki artışlar da kişi başı gelir seviyesini yükseltmektedir (Oketch, 2006). Beşerî sermaye yatırımlarının artması; yeni teknolojilerin geliştirilerek daha etkin biçimde kullanılmasını sağlayarak ekonomik büyümeye de katkı sağlamaktadır (Engelbrecht, 2000; Eser ve diğerleri, 2009).

Ekonomik büyümeyi açıklamaya çalışan iktisadi düşünceler açısından beşerî sermaye farklı anlamlar ifade etmektedir. XX. yüzyılın ortalarına kadar fiziksel sermaye ekonomik büyümenin esas faktörü olarak ele alınırken, beşerî sermayenin büyüme üzerinde yarattığı etki dikkate alınmamıştır. Schultz'un (1961) yapmış olduğu çalışmaya kadar beşerî sermaye büyüme modelleri içerisinde etkisiz olarak kabul edilmektedir. Neoklasik büyüme teorileri ekonomik büyümenin temel nedeni olarak sadece fiziksel sermaye üzerinde durmakta ve beşerî sermaye ve teknolojiyi dışsal bir değişken olarak ele almaktadır. Neoklasik büyüme modellerinin uzun dönemde büyümenin kaynaklarını ifade etmekteki yetersizliği, beşerî sermaye ve teknolojik gelişmeyi büyümenin ana unsuru olarak kabul eden (Yaylalı ve Lebe, 2011) içsel büyüme teorileri ile açıklanmaya çalışılmaktadır (Kibritçioğlu, 1998; Taban ve Kar, 2006). Teknoloji ve nüfus artışını dışsal bir değişken sayan Neoklasik Model, beşerî sermayede görülen verimlilik değişimi ile ilgilenmez iken teknolojik gelişme ve beşerî sermayenin ekonomik büyümede önemli rol aldığını ifade eden İçsel Büyüme Modeli, beşerî sermaye ve teknolojiyi ekonomik büyümenin bir kaynağı olduğunu kabul ederek, beşerî sermaye birikiminin iş gücü verimliliğini artıracığına açıklamaktadır.

Romer (1986 ve 1990) ve Lucas (1988), beşerî sermaye yatırımının yeni ürün tasarımıdaki yenilikle birlikte çalışanların üretkenliğini artırarak ülkelerin daha yüksek bir büyüme getirisi elde etmelerine katkıda bulunduğunu açıklamaları ile içsel büyüme modellerinin temelleri atılmıştır. Lucas (1988)'a göre eğitim ile artırılan beşerî sermaye stoku iş gücü verimliliğini artırarak var olan üretim faktörleri ile daha yüksek üretim miktarının gerçekleştirilmesini sağlamaktadır (Lucas, 1988). Romer (1986) ise, büyümenin temelinde yer alan ve yenilikleri ortaya çıkarabilen olgunun beşerî sermaye olduğunu ve beşerî sermayenin, teknolojik yaratımı, buluşu ve yeniliği teşvik etmenin yanı sıra yeni teknolojilerin benimsenmesini ve taklit edilmesini kolaylaştırarak büyümeyi hızlandırabileceğini savunmaktadır. Romer'e göre ekonomik büyüme, kârını artırmayı hedefleyen yatırımcıların oluşturdukları teknolojik gelişme sonucunda ortaya çıkmaktadır. Aynı zamanda teknolojik gelişme bir taraftan üretim faktörlerinin marjinal verimliliğini artırırken diğer taraftan büyümenin ana kaynağını oluşturmaktadır (Romer, 1986).

Becker ve diğerleri (1990) ve Barro (1991) araştırmaları ile beşerî sermaye ve ekonomik büyüme literatürüne önemli katkılar sağlamaktadırlar. Becker ve diğerleri (1990) büyüme modeline fiziksel sermaye gibi beşerî sermayeyi temel girdi olarak aldıkları çalışmalarında beşerî sermaye stokunda yaşanan artışın, eğitim-yoğun araştırmaları genişleterek yeni teknolojiler geliştirmeye yönelik yatırımları artırdığını ortaya koymuşlardır. Barro (1991), uzun dönemde ekonomik büyümenin belirleyicisi olarak beşerî sermayeyi işaret etmiştir.

Bu çalışma, beşerî sermayenin; verimlilik artışı ve sosyo-ekonomik gelişmelerin önemli bir bileşeni olduğu kabul etmektedir. Çalışmanın amacı, beşerî sermaye yatırımları ile iş gücü verimliliği arasındaki ilişkileri Vektör Otoregresyon Modeli (VAR) yardımıyla incelemektir. Çalışmada, VAR modelinin tercih edilmesi ve modelde beşerî sermaye yatırımları olarak hanehalkı tüketim harcamalarının kullanılması çalışmayı önceki çalışmalardan ayırmaktadır.

Araştırma, VAR modeli ile analiz yapılabilmesi için yeterli örneklem büyüklüğünde veriye ulaşım imkânı sağlaması sebebiyle Birleşik Krallık özelinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, öncelikle beşerî sermaye ve iş gücü verimliliği ilişkisini açıklayan ve literatürde yer alan ilgili çalışmalarda kullanılan yöntem ile elde edilen sonuçlar özetlenerek anlatılmıştır. Devamında araştırmanın metodolojisi ve veri serisi açıklanarak, analizler ve bulgulara yer verilmiştir. Sonuç bölümünde ise bulgu ve sonuçlar özetlenerek, literatürde var olan çalışmaların sonuçları çerçevesinde tartışılmıştır.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Beşerî sermaye teorisi kapsamında yapılan çalışmalar incelendiğinde, sağlık ve eğitim harcamaları ile iş gücü hareketliliği, beşerî sermaye stokunu artıran değişkenler olarak öne çıkmaktadır (Weisbrod, 1966; Becker 1975:9; Blaug, 1976; Schultz, 1981:23; Ceylan Ataman, 2016:145).

Mincer (1958), Schultz (1961), Denison (1962) ile başlayan çalışmaların sonuçları eğitimin doğrudan beşerî sermayeyi artırmak suretiyle iş gücünün üretkenliğini pozitif olarak etkilediğini göstermektedir. Mincer (1958)'e göre, kişilerin yetenek ve tecrübe seviyeleri ile kazançları arasında doğrusal ilişki mevcuttur. Schultz (1961) ve Denison (1962) çalışmasında, iş gücünün sahip olduğu becerilerin ve üretkenlikte görülen artışın milli gelirin artmasına pozitif bir etki yaratacağını açıklamış ve çalışmasını 1967 senesinde genişleterek iş gücünün eğitim seviyesinde yaşanan gelişmelerin milli gelire olan etkisinin ne düzeyde olduğunu, farklı ülkeleri inceleyerek tekrar araştırmıştır. Çalışma sonucunda iş gücünün eğitim düzeyinde görülen gelişmelerin milli gelire pozitif katkı sağladığını belirlemiştir. Benzer bir şekilde Lockheed (1987) tarafından yüksek eğitim düzeylerinin çiftçilerin verimliliğini artırdığı hipotezinin test ettiği çalışmada, bir çiftçinin dört yıllık ilköğretim eğitimi aldığı durumda çiftlik verimliliğinin %7,4 arttığı sonucuna ulaşılmıştır.

Lucas (1988), eğitim ve yaparak öğrenme yoluyla beşerî sermayenin artırılabilmesini ifade ettiği modelde, beşerî sermayenin dışsallık yaratmak yoluyla üretim sürecine katkı yapacağını ortaya koymaktadır. Modelde beşerî sermaye sabit olduğunda fiziksel sermaye verimliliği azalmaktadır. Bu bakış açısına göre beşerî sermaye stoku, tıpkı emek ve sermaye gibi bir üretim faktördür.

Literatürde yer alan ilk çalışmalarda beşerî sermayenin belirleyicisi olarak eğitim ele alınmış olsa da kişi ve toplumun sağlık durumu da beşerî sermayeye etki eden ve gelişmesine katkı sunan diğer bir değişkendir (Parasız, 2003:47). Sağlık, iş gücüne katılım oranı ve iş gücünün verimliliği üzerinde etkili bir faktör iken eğitim sadece iş gücünün verimliliği üzerinde bir etkiye sahiptir. İş gücünün üretim aşamasında yüksek verimlilik sergileyebilmesi için öncelikli olarak iş gücüne dahil olabilmesi şarttır. Bu yaklaşım iş gücünün sağlık durumunun eğitim düzeyinden önde bir konuma sahip olduğu şeklinde ifade edilebilir (Gençoğlu, 2017:36). Son dönemlerde sağlık alanında yapılan harcamalar, beşerî sermayeyi artıran ve iş gücü verimliliğini etkileyen önemli bir faktör olarak ele alınmaktadır (Easterly ve Wetzel, 1989:4; Khan ve diğerleri, 2005; Ecevit ve Çetin,

2010; Afridi, 2016). Bu konuda gerçekleştirilen çalışmalarda; sağlık alanında yaşanan iyileşmenin bireylerin daha fazla üretkenliğine katkı sağlayan ek tasarruflara teşvik etmesi nedeniyle, sermaye birikiminin önemli bir kaynağı olduğuna inanılmaktadır. Bunun yanında kişilerin ve toplumun sağlığını geliştirmeyi ve sağlıklı kalmasını hedefleyen sağlık harcamaları beşerî sermaye stokunu artırarak iş gücünün çalışma gücüne ve verimliliğine etki etmektedir (Rivera ve Currais, 2003; Dormont ve diğerleri, 2008; Umore ve Yaqub, 2013). Grossman'a (2017:6) göre, bireyin sağlık düzeyindeki artış faaliyetlerindeki üretkenliğini de artırmaktadır. Sağlığın iyileştirilmesi fiziksel ve ruhsal hastalık sebebiyle işçilerin işe gelmemesinden kaynaklanan üretim kayıplarını azaltmaktadır.

Sağlık alanında yapılan yatırımlar ile sağlanan olumlu gelişmeler neticesinde hastalıklar önlenmekte ve yaşam süresi artmaktadır. Artan yaşam süresi beşerî sermaye oluşumunda artışa yol açmaktadır. Yaşam beklentisi daha yüksek olan bir kişi eğitime daha fazla yatırım yapmaktadır (Ram ve Schultz, 1979; Biçerli, 2016:256). Ayrıca, sağlıklı kişilerin yüksek öğrenme kapasiteleri ve çalışma güçleri ile artan iş gücü verimliliği, üretimi artırıcı bir faktör olarak öne çıkmaktadır (Canpolat, 2000:267). Sağlığı kötü olan bireyler ise işi verimli bir şekilde yapmak için yeterli zihinsel ve fiziksel kapasiteye sahip değildir. Sağlık durumunun kötü olması yüksek devamsızlık nedeniyle beşerî sermaye birikimini olumsuz etkilemektedir.

Bloom ve Canning (2000), sağlığın emek verimliliğini etkileyebileceği dört yol tanımlar: Sağlıklı bir iş gücü daha üretken olabilmektedir. Çünkü işçiler daha fazla fiziksel ve zihinsel enerjiye sahiptir ve daha az sıklıkla işe devamsızlık yapmaktadırlar. Yaşam beklentisi daha uzun olan bireylerin eğitime daha fazla yatırım yapması ve yatırımlarından yüksek getiri elde etmeyi seçmesi daha büyük bir fiziksel sermaye birikimi ile sonuçlanabilir. Küçük çocukların hayatta kalması ve sağlıklarında iyileşmesi, doğurganlığın azalması için teşvikler neticesinde iş gücüne katılımda bir artış sağlayabilmektedir.

Feng ve diğerleri (2018) çalışmalarının sonucu, kamu sağlık harcamalarının iş gücü verimliliğini artırmaya yardımcı olduğunu ve insanların bilişsel yeteneklerini geliştirerek tarım dışı iş gücü verimliliği ve tarımsal iş gücü üretkenliğini artırmada önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Umore ve Yaqub (2013), 1975 ile 2010 yıllarına ait yıllık verileri kullanarak Nijerya için sağlık ve iş gücü verimliliği ilişkisini tahmin ettiği çalışmalarında, sağlık ve iş gücü üretkenliği arasında pozitif yönlü ilişki bulunduğunu açıklamaktadır. Arshad ve Malik (2015)'in, beşerî sermaye kalitesinin (daha yüksek eğitim seviyesi ve daha iyi sağlık durumu) Malezya'daki iş gücü verimliliği düzeyini olumlu ve önemli ölçüde etkilediğini gösterdikleri çalışmalarında ortalama yaşam süresindeki yüzde birlik artışın, iş gücü verimliliğinde yüzde on dört oranında bir artışa neden olacağını ortaya koymuşlardır.

Literatürde beşerî sermaye yatırımı olarak eğitim ve sağlık göstergeleri ile iş gücü verimliliği ilişkisini inceleyen çalışmalarda kullanılan araştırma yöntemleri, eğitim ve sağlığı temsilen kullanılan veri setleri ve elde edilen bulgular değişiklik göstermesine rağmen sunulan teorik ve ampirik kanıtlar neticesinde; bireyin beceri ve kapasitesini geliştirmeye ve artırmaya yönelik eğitim ve sağlık yatırımları iş gücü verimliliğini artırır. Sağlıklı ve iyi eğitilmiş kişiler nitelikli insan gücünü oluşturarak iş gücü verimliliğini artırırken yeni teknolojilerin geliştirilmesi ve kullanılmasına da zemin hazırlar.

Ancak literatürde eğitim ve sağlık göstergeleri ile iş gücü verimliliği arasında bağlantı kuran teorik zincir birtakım zayıflıklara tabidir. Ampirik çalışmalarda kullanılan değişkenler beşerî sermayeyi çoğunlukla zayıf bir şekilde temsil etmektedir (Wößmann, 2003). Özellikle beşerî sermaye stokunu ifade etmek için kullanılan sağlık değişkenlerinin belirlenmesi bazı kusurları barındırmaktadır. Yürütülen çalışmalarda çoğunlukla sağlık değişkeni olarak doğumdan beklenen yaşam süresi, beslenme durumu göstergeleri (Strauss, 1986; Fogel, 1994) ve sağlık harcamalarının GSYH içindeki oranı kullanılmaktadır (Ahmadi ve diğerleri, 2010; Sülkü ve Caner, 2011; Ak, 2012; Topallı, 2015; Akıncı ve Güner, 2016). Sağlığı temsilen kullanılan sağlık harcamaları ya da sağlık harcamalarının GSYH oranı içerisinde yer alan cari sağlık harcamaları ve hanehalkı sağlık harcamalarının iş gücü verimliliğe etkisinin literatürde dikkate alınmadığı görülmektedir.

Sağlık durumunun iki önemli bileşeni olan morbidite ve mortalite oranları sebebiyle iş gücünün kaybedilen çalışma süreleri, iş gücünün verimliliğini olumsuz etkilemekte ve buna bağlı olarak tedavi edici sağlık harcamalarını kapsayan cari sağlık harcamalarının yüksek olması kötü sağlık görünümüne işaret etmektedir. Literatürde kötü sağlığın toplam faktör verimliliğini olumsuz etkilediğini ortaya koyan araştırmalar bulunmaktadır. Schultz (2005) kötü sağlığın, aynı zamanda bir ülkenin çıktı düzeyiyle de ilişkili olan toplam faktör verimliliği üzerinde etkisinin olup olmadığını tartıştığı makalesinde, bir kişinin sağlığı çalışabilecek kadar iyi değilse bireyin iş gücünden uzaklaştığını ve bu durumun ekonomik büyümeye nihai yansımaları olduğunu belirtmektedir. Cole ve Neumayer (2006), 1965'ten 1995'e kadar panel verilerini kullanarak yirmi gelişmiş ve otuz iki gelişmekte olan ülke için kötü sağlığın toplam faktör verimliliği üzerindeki etkisini analiz ettikleri

çalışmalarında, tüm ülkeler için toplam faktör verimliliği ile kötü sağlık arasında anlamlı bir ters ilişki olduğunu doğrulamışlardır.

Bu sonuçlar çerçevesinde, kötü sağlığa işaret eden cari sağlık harcamalarının dikkate alınmadan toplam sağlık harcamalarının araştırma modellerine dahil edilerek iş gücü verimliliğinin açıklanmasının bir eksiklik olabileceği düşüncesi ile bu çalışmada hanehalkı tüketim harcamaları kullanılmıştır. Çalışma bu yönüyle literatüre katkı sunmaktadır.

3. YÖNTEM

Bu çalışmada, Birleşik Krallık için beşerî sermaye yatırımları ile iş gücü verimliliği ilişkisi Vektör Otoregresyon (VAR) modeli üzerinden analiz edilmektedir. Veri setinin mevcudiyetine bağlı olarak 1986Ç1-2020Ç1 döneminin analiz edildiği çalışmada, VAR modelinden elde edilen etki-tepki analizi ve varyans ayrıştırma bulguları üzerinden, beşerî sermaye yatırımları ve iş gücü verimliliği ilişkisi incelenmektedir.

Tüm değişkenlerin içsel olarak tanımlandığı VAR modelinde, değişkenler arasındaki karşılıklı ilişkiler ortaya konulmaktadır. Böylece özellikle makro ekonomi politikalarının belirlenmesi kapsamında kullanılan modelde çok sayıda değişken yer almaktadır. Ancak VAR modeli, tek değişkenli zaman serisi modellerinin özelliklerini de içermektedir. Daha açık bir ifadeyle tek değişkenli stokastik süreçlerin gerektirdiği öngörü ve durağanlık koşulları, VAR modelleri içinde geçerlidir (Işık, 2005).

VAR modelinde yer alan tüm değişkenler hem kendi hem de diğer değişkenlerin gecikmeli değerleri üzerine tanımlanmaktadır (Tarı, 2018:452). VAR modelinin yapısı, bir değişkenin veya bir grup değişkenin diğer değişkenleri tahmin etme yeteneği hakkında bilgi sağlamaktadır. Yapısal model kullanımının zorunlu olmaması, iktisadi bir teorinin araştırılma amacı güdülmemesi tüm değişkenlerin içsel olarak kabul edilip içsel ve dışsal ayrımı yapılmaması nedeni ile VAR modeli oluşturulabilir (Tarı, 2018:451). n sayıda değişken için VAR modeli Eşitlik 1'de verilmektedir (Sims,1980).

$$y_t = c + A_1 y_{t-1} + A_2 y_{t-2} + \dots + A_n y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (1)$$

Burada y_t ile c sırasıyla içsel değişkenler ve sabit terim vektörlerine karşılık gelmektedir. Modeldeki hata terimi vektörü ise ε_t üzerinden ortaya konulmaktadır. VAR modeli oluşturulduktan sonra etki-tepki ve varyans ayrıştırma analizi yapılarak yorumlanmaktadır. Etki tepki analizi ile değişkenlerin kendi ya da diğer değişkenlerin bir birimlik şok karşısında verdikleri tepkiler grafiksel olarak incelenmektedir. Varyans ayrıştırma analizinde ise modelde yer alan her bir değişkenin öngörü hata varyansı, değişkenlerin her birine paylaştırılmakta ve şokların değişkenler üzerindeki etkileri oransal olarak ölçümlenebilmektedir (Tarı, 2018:453). Etki-tepki ve varyans ayrıştırma analizlerinin incelenbilmesi için modelin çeşitli varsayımları sağlaması gerekmektedir. Modelde tüm serilerin aynı mertebeden olma şartı sağlanmasa bile durağan olması beklenmektedir. Durağanlığın sağlanması ile uygun gecikme uzunluğu belirlenmekte ve diğer varsayımlar (otokorelasyon, sabit varyans) irdelenmektedir. Gerekli varsayımların sağlanması ile etki-tepki ve varyans ayrıştırma analizleri yorumlanmaktadır.

Çalışmada, Birleşik Krallık için beşerî sermaye yatırımları ile iş gücü verimliliği ilişkisi VAR modeli çerçevesinde incelenmiştir. Bu amaçla, Beşerî Sermaye Teorisi'nde vurgulanan eğitim ve sağlığın birbirinin tamamlayıcısı rolü dikkate alınarak model ve değişkenler belirlenmiştir. Çatık ve Akdeniz (2018:16) ile Gaberli ve diğerleri (2021) benzer şekilde tahmin edilen model, içsel değişkenler vektörü biçiminde Eşitlik 2'de ortaya konulmuştur.

$$Y'_t = [ophw_t \ lih_t \ uep_t \ hea_t \ edu_t] \quad (2)$$

Modelde, $ophw_t$ çalışılan saat başına çıktıyı (iş gücü verimliliği) temsil ederken, lih_t üretimle uğraşan tüm kişilerin çalıştığı toplam saat yani emek girdisini; uep_t ise 15-64 yaş aralığında işsizlik oranını ifade etmektedir. Denklem sisteminde; hanehalkı sağlık ve eğitim harcamaları, sırasıyla hea_t ile edu_t üzerinden temsil ifade edilmiştir. Hanehalkı harcamaları satın alındığı anda tüketilmiş olduğu kabul edilmektedir. $ophw_t$ ve lih_t değişkenleri logaritmik dönüşümü alınmış; uep_t , hea_t ile edu_t değişkenleri ise düzey değerleri üzerinden analiz edilmiştir.

Çalışma kapsamında kullanılan verilerin mevcudiyetine bağlı olarak 1986Ç1-2020Ç1 örneklem dönemi için Birleşik Krallığa ilişkin veriler, National Statistics (ONS) ve Federal Reserve Bank (FRED) veri tabanından elde edilmiştir.

4. BULGULAR

Çalışmada değişkenlerin serilerinin durağanlığı geleneksel birim kök testleriyle incelenmiştir. Genişletilmiş Dickey Fuller (Dickey ve Fuller, 1979) ve Philips ve Perron (1988) birim kök testlerinin sonuçları Tablo 1’de gösterilmiştir. ADF Birim Kök Testi sonucuna göre serilerin birinci farklarında $I(1)$ durağan oldukları söylenebilir.

Tablo 1. ADF birim kök testi

Seriler	Düzye Değer			Birinci Fark Değeri		
	ADF Değeri	Olasılık Değeri	Kritik Değer (%5 Düzeyi)	ADF Değeri	Olasılık Değeri	Kritik Değer (%5 Düzeyi)
ophw	-1,902414	0,3305	-2,882279	-19,13224	0,0000	-2,882279
lih	-2,138466	0,2301	-2,882127	-10,99377	0,0000	-2,882433
uep	-2,382053	0,1487	-2,882279	-5,092766	0,0000	-2,882279
hea	-4,588092	0,0002	-2,882748	-7,748069	0,0000	-2,883408
edu	-2,603876	0,0947	-2,882748	-9,524679	0,0000	-2,882748

Tablo 2. Phillips Perron birim kök testi

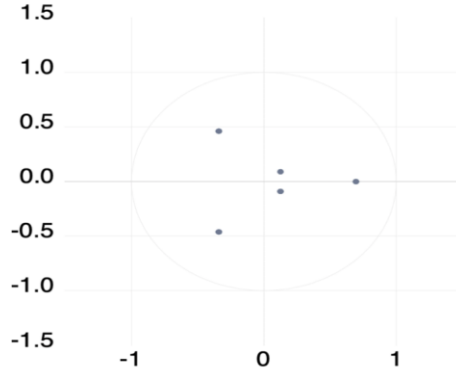
Seriler	Düzye Değer			Birinci Fark Değeri		
	PP Değeri	Olasılık Değeri	Kritik Değer (%5 Düzeyi)	PP Değeri	Olasılık Değeri	Kritik Değer (%5 Düzeyi)
ophw	-1,840590	0,3596	-2,882127	-19,36085	0,0000	-2,882279
lih	-2,059762	0,2614	-2,882127	-13,69673	0,0000	-2,882279
uep	-2,206695	0,2049	-2,882127	-4,965595	0,0001	-2,882279
hea	-3,882699	0,0028	-2,882127	-11,76500	0,0000	-2,882279
edu	-3,192890	0,0225	-2,882127	-14,09962	0,0000	-2,882279

Tablo 2’de PP Birim Kök Testi’nden yararlanılarak durağanlık analizleri gerçekleştirilmiştir. Buna göre seriler düzey değerlerinde durağan değillerdir ancak birinci farklarında $I(1)$ durağan hale gelmektedirler. ADF ve PP Birim Kök Testlerinden elde edilen sonuçlara göre serilerin birinci farkları alınarak model tahmin edilmiştir. VAR modelinde kullanılacak gecikme uzunluğu belirleme kriterleri Tablo 3’te gösterilmiştir. Tablo 3’te VAR analizi için uygun gecikme uzunluğu 1 olarak belirlenmiştir.

Tablo 3. Gecikme uzunluğu belirleme kriterleri

Uzunluk	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-93,37597	NA	3,05e-06	1,490545	1,599742	1,534918
1	21,99077	220,2456	7,77e-07	0,121352	0,776534*	0,387588*
2	42,64392	37,86410	8,31e-07	0,187213	1,388381	0,675313
3	64,16828	37,83071	8,80e-07	0,239874	1,987027	0,949837
4	110,7515	78,34453	6,39e-07*	-0,087144*	2,205994	0,844682
5	130,4136	31,57848	7,02e-07	-0,006267	2,832857	1,147423
6	138,0971	11,75809	9,30e-07	0,256105	3,641213	1,631657
7	155,6706	25,56145	1,07e-06	0,368627	4,299721	1,966043
8	195,2493	54,57064*	8,87e-07	0,147738	4,624817	1,967017

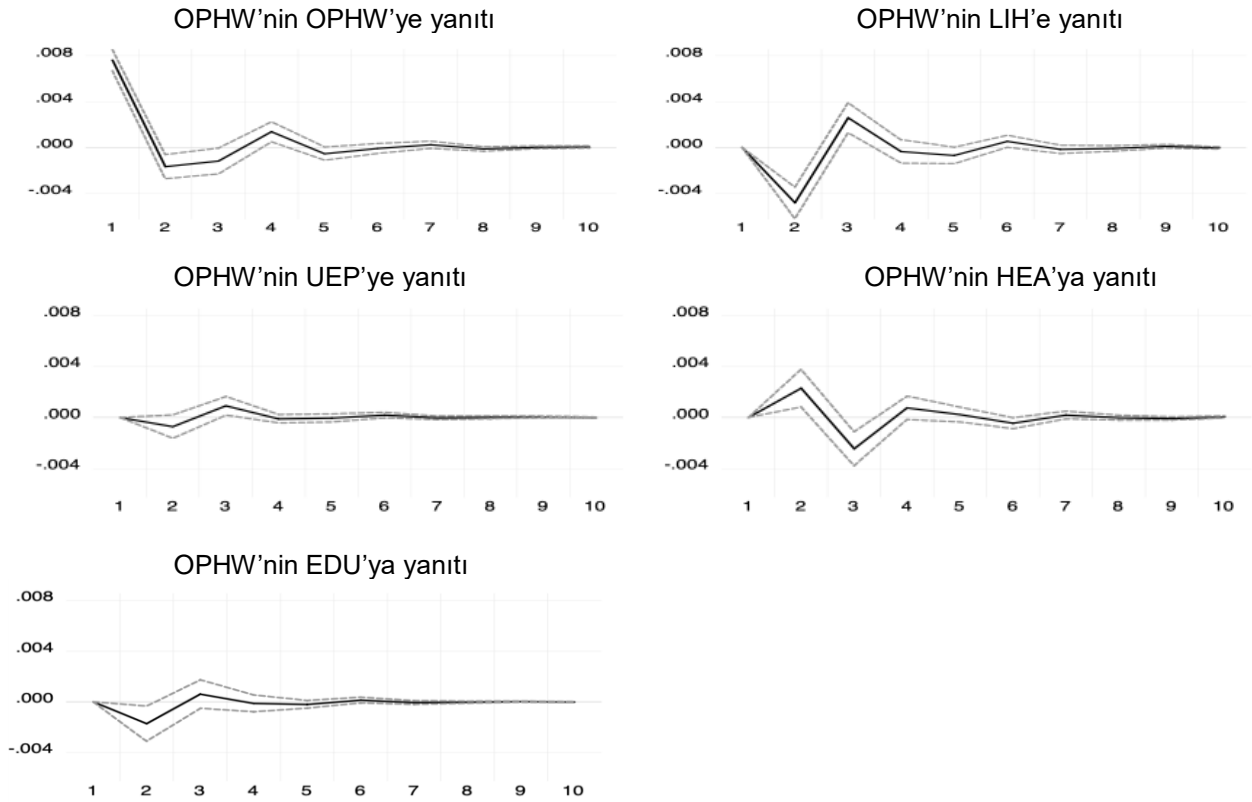
AR Karakteristik poligonunun ters köklerinin birim çember içerisinde dağılıma durumları, kurulan modelin durağan olup olmadığını göstermektedir. Şekil 1’de modele ilişkin özdeğerlerin birim çemberin içerisinde kalması, oluşturulan VAR modelinin istikrarlılık koşulunu sağladığını göstermektedir (Akdeniz ve Çatık, 2017).



Şekil 1. VAR modeli durağanlık grafiği

4.2. Etki Tepki Analizi

Tanısal testlerin uygunluğu sınıandıktan sonra VAR modeli için etki-tepki analizi yapılmıştır. Şokların değişkenler üzerindeki etkilerini gösteren Etki-tepki grafikleri Şekil 2'de gösterilmektedir.



Şekil 2. Etki-Tepki grafikleri

Bu grafikler incelendiğinde; bir standart hatalık bir şok sonrası birinci dönemde çalışılan saat başına çıktının (iş gücü verimliliği) arttığı sonrasında ise azalan verimler yasası gereği negatife döndüğü görülmektedir. Üçüncü dönem sonrasında ise iş gücü verimliliği değişiminin azalarak sönüdüğü görülmektedir. Emek girdisi olarak çalışılan saat, çalışılan saat başına çıktı miktarını iki dönem boyunca negatif etkilemekte ve üçüncü dönemden itibaren istatistiksel olarak anlamsız hale gelmektedir. İş gücü verimliliğinin işsizlik şokuna tepkisi tamamen anlamsızdır. Sağlık harcamaları arttıkça iş gücü verimliliği iki dönem pozitif etkilenmekte ve dördüncü

dönemden sonra anlamsız hale gelmektedir. Eğitim harcamaları da iki dönem iş gücü verimliliğini olumsuz etkilemekte sonrasında bu etki anlamsız hale gelmektedir.

4.3. Varyans Ayrıştırması

Değişkenlerin birinde meydana gelen bir değişimin ne kadarının kendisi tarafından ne kadarının diğer değişkenler tarafından kaynaklandığını gösteren varyans ayrıştırması sonuçları Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4. İşgücü verimliliği için varyans ayrıştırması tablosu

	<i>Standart Hata</i>	<i>ophw</i>	<i>lih</i>	<i>uep</i>	<i>hea</i>	<i>edu</i>
1	0,007626	100,0000	000,0000	0,000000	0,000000	0,000000
2	0,009879	70,48158	22,31188	0,901083	3,518037	2,787423
3	0,010532	62,08942	25,31496	2,121353	7,706302	2,767966
4	0,010638	62,21448	24,93132	2,112391	8,016697	2,725110
5	0,010691	62,12776	25,08161	2,093916	7,968840	2,727872
6	0,010715	61,85468	25,19956	2,138516	8,074501	2,732744
7	0,010720	61,82792	25,20345	2,138631	8,097665	2,732330
8	0,010721	61,83223	25,20198	2,138460	8,095378	2,731958
9	0,010722	61,82425	25,20541	2,140359	8,097895	2,732078
10	0,010722	61,82206	25,20655	2,140312	8,098949	2,732130

Yapılan varyans ayrıştırması sonuçlarında iş gücü verimliliğindeki değişimlerin yaklaşık %61'inin kendi iç dinamiklerinden kaynaklandığı görülmektedir. Birinci dönem iş gücü verimliliğinin %100'ü kendisi tarafından açıklanabiliyorken onuncu dönem itibari ile iş gücü verimliliğindeki değişimin %61,8'i kendisi tarafından, %25,2'lik bölümü emek girdisi tarafından, %2,1'i işsizlik, %8'lik bölümünü hanehalkı sağlık harcamaları ve %2,7'lik bölümü hanehalkı eğitim harcamaları tarafından açıklanmaktadır.

5. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Beşerî Sermaye Teorisi, bir ülkenin ekonomik refahı için hayati önem taşıyan etmenin fiziksel sermayeden ziyade insanlarda somutlaşan bilgi ve becerilerin oluşturduğu insan sermayesi olduğunu öne sürmektedir. Teori, kişinin ekonomik üretkenliğini artırarak nicelik ve kalite olarak daha fazlasını üretmesine olanak tanıyan sağlık ve eğitim yatırımları üzerine kurulmuştur.

Teoriye göre bir ekonomide belirli bir dönemde üretilen mal ve hizmet miktarı ile beşerî sermaye yatırımları arasında doğrusal bir ilişki bulunmaktadır. Beşerî sermaye yatırımlarının büyümeye ve iş gücü verimliliğine olumlu katkı yaptığını ifade eden teorik çerçeve ve literatürde var olan çalışmaların sonuçlarına göre iş gücünü nitelikli hale getiren eğitim ve sağlık harcamaları, iş gücü verimliliğini artırarak iş gücünün marjinal ürün gelirini artırmaktadır.

Çalışmada, İngiltere için 1986:01-2020:01 dönemlerine ait çeyreklik veriler kullanılarak işsizlik, emek girdisi olarak çalışılan saat, hanehalkı eğitim harcamaları ve hanehalkı sağlık harcamalarının iş gücü verimliliğine etkisi VAR Modeli ile incelenmiştir. Serilerin birim kök testleri neticesinde birinci farkları alındığında durağan oldukları tespit edilmiştir.

Oluşturulan VAR Modeli Etki Tepki Analizi sonuçlarına göre de emek girdisi olarak çalışılan saat ve hane halkı eğitim harcamaları çalışılan saat başına çıktı miktarını iki dönem boyunca negatif etkilerken, hanehalkı sağlık harcamalarında görülen artış iş gücü verimliliği iki dönem pozitif etkilemektedir. 15-64 yaş aralığında işsizlik oranı çalışılan saat başına çıktı miktarı üzerinde anlamlı bir etkisi yoktur. Varyans ayrıştırması sonuçlarına bakıldığında, onuncu dönem itibari ile iş gücü verimliliğindeki değişimin %61,8'i kendisi tarafından, %25,2'lik bölümü emek girdisi tarafından, %2,1'i işsizlik, %8'lik bölümü hanehalkı sağlık harcamaları ve %2,7'lik bölümü hanehalkı eğitim harcamaları tarafından açıklanmaktadır.

Genel olarak değerlendirildiğinde beşerî sermaye yatırımları iş gücü verimliliği üzerinde pozitif etki oluşturmaktadır. Ancak hanehalkı eğitim harcamalarının artırılmasının iş gücü verimliliği üzerinde iki dönem negatif etki yapmaktadır. Sonuçlar Neoklasik çalışma ve boş zaman teorisi açısından ele alındığında hanehalkı eğitim harcaması çalışmaktan vazgeçilen bir boş zaman tercihidir. Kişinin eğitim sürecinde yani boş zaman tercihinde bulunarak çalışma süresini azaltması çalışılan saat başına çıktı oranını olumsuz etkileyecektir. Ancak bu sonuçlar Mincer (1958), Schultz (1961), Denison (1962)'ün çalışmaları ile uyumlu değildir.

Hanehalkı sağlık harcamalarında artışın kötü sağlığın giderilmesi anlamına geldiğinden iş gücü verimliliğine olumlu katkı yapmaktadır. Bu sonuçlar Easterly ve Wetzel (1989), Khan ve diğerleri (2005), Ecevit ve Çetin (2010) ve Afridi'nin (2016) açıklamış olduğu sonuçlar ile uyumludur. Ayrıca elde edilen sonuçlar Gençoğlu (2017)'nin iş gücünün verimliliğinin artırılmasında, iş gücünün sağlık durumunun eğitim düzeyinden önde bir konuma sahip olduğu şeklinde ifadesini desteklemektedir. Bu durum beşerî sermayenin öncü belirleyicisi olarak eğitimin ele alınmasına bir eleştiri olarak sağlık düzeyinin beşerî sermayeyi artıran ve gelişmesine önemli katkı yapan diğer bir değişken olduğunun kanıtı niteliğindedir.

Literatürde, beşerî sermayeyi konu alan çalışmalarda beşerî sermayenin bileşenleri olan eğitim ve sağlığı temsilen farklı göstergeler kullanılmaktadır. Yürütölen çalışmalarda beşerî sermaye yatırımı olarak ele alınan sağlık harcamaları içerisinde yer alan ve kötü sağlık durumunu işaret eden cari sağlık harcamaları ve hane halkı sağlık harcamalarının dikkate alınmadığı görölmektedir. Bu çalışma ile oluşturulan modelde hanehalkı sağlık ve eğitim harcamalarının kullanılmış olması çalışmanın özgün yönünü ortaya koymaktadır. Araştırma, yeterli örneklem büyüklüğünde veriye ulaşım imkânı sebebiyle Birleşik Krallık özelinde gerçekleştirilmiştir. Gelecekte benzer çalışmaların Türkiye için yapılabilmesi ve sonuçlarının değerlendirilebilmesi için yeterli örneklem büyüklüğüne ulaşacak verilerin ilgili kurumlar tarafından erişime açılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

Bilgilendirme /Acknowledgements

Çalışmanın gelişmesine katkıda bulunan hakemlere ve Dergi editörüne teşekkürlerimizi sunarız.
We would like to thank the referees and editor who contributed to the improvement of the study.

Yazar Katkıları / Author Contributions

Ali Kemal Nurdoğan: Literatür Taraması, Metodoloji, Modelleme, Analiz, Makale Yazımı-rijinal taslak
Hilal Tuğçe Bayar Türkoğlu: Kavramsallaştırma, Veri Derleme, Modelleme, Analiz, Makale Yazımı- İnceleme ve Düzenleme
Ali Kemal Nurdoğan: Literature Review, Methodology, Modelling, Analysis, Writing- original draft
Hilal Tuğçe Bayar Türkoğlu: Conceptualization, Data Curation, Modelling, Analysis, Writing-review and Editing

Çatışma Beyanı / Conflict of Interest

Yazarlar tarafından herhangi bir potansiyel çıkar çatışması beyan edilmemiştir.
No potential conflict of interest was declared by the authors.

Fon Desteği / Funding

Bu çalışma herhangi bir resmi, ticari ya da kâr amacı gütmeyen organizasyondan fon desteği almamıştır.
Any specific grant has not been received from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Etik Standartlara Uygunluk / Compliance with Ethical Standards

Yazarlar tarafından, çalışmada kullanılan araç ve yöntemlerin Etik Kurul izni gerektirmediği beyan edilmiştir.
It was declared by the authors that the tools and methods used in the study do not require the permission of the Ethics Committee.

Etik Beyanı / Ethical Statement

Yazarlar tarafından bu çalışmada bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan edilmiştir.
It was declared by the authors that scientific and ethical principles have been followed in this study and all the sources used have been properly cited.



Yazarlar, Verimlilik Dergisi'nde yayımlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmalarını CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.
The authors own the copyright of their works published in Journal of Productivity and their works are published under the CC BY-NC 4.0 license.

KAYNAKÇA

- Afridi, A.H. (2016). "Human Capital and Economic Growth of Pakistan", *Business & Economic Review*, 8(1), 77-86.
- Ahmadi Shadmehri, M., Naji, A. ve Jandaghi, F. (2010). "Bounded Convergence Test Method, The Interaction Between Human Capital and Total Factor Productivity in Iran", *Journal of Development Economics*, 1(1), 31-58.
- Ak, R. (2012). "The Relationship Between Health Expenditures and Economic Growth: Turkish Case", *International Journal of Business Management and Economic Research*, 3(1), 404-409.
- Akıncı, A. ve Güner, T. (2016). "Türkiye'de Sağlık Harcamaları ile Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki", *Sayıştay Dergisi*, 102, 47-61.
- Akdeniz, C. ve Çatık, A.N. (2017). "Türkiye İçin Finansal Koşulların Bir Analizi: Faktör ve VAR Modellerinden Bulgular", *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 12 (1), 99-120.
- Arshad, M.N.M. ve Malik, Z. (2015). "Quality of Human Capital and Labor Productivity: A Case of Malaysia", *International Journal of Economics, Management and Accounting*, 23(1), 37-55.
- Barro, R.J. (1991). "Economic Growth in a Cross Section of Countries", *The Quarterly Journal of Economics*, 106(2), 407-443.
- Becker, G.S. (1964). "Human Capital. A Theoretical and Empirical Analysis, with Special Reference to Education", The University of Chicago Press, Chicago, USA.
- Becker, G.S. (1975). "Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis, with Special Reference to Education", The University of Chicago Press, London.
- Becker, G.S., Murphy, K.M. ve Tamura, R. (1990). "Human Capital, Fertility and Economic Growth", *NBER Working Papers*, National Bureau of Economic Research, No:3414
- Bıçerli, M.K. (2016). "Çalışma Ekonomisi", Beta Basım, İstanbul.
- Black, S.E. ve Lynch, L.M. (1996). "Human-Capital Investments and Productivity", *The American Economic Review*, 86(2): 263-267.
- Blaug, M. (1976). "The Empirical Status of Human Capital Theory: A Slightly Jaundiced Survey", *Journal of Economic Literature*, 14(3), 827-855.
- Bloom, D.E. ve Canning, D. (2000). "The Health and Wealth of Nations", *Science's Compass*, 287, 1207-1209.
- Canpolat, N. (2000). "Türkiye'de Beşerî Sermaye Birikimi ve Ekonomik Büyüme", *HÜ İİBF Dergisi*, 18(2), 265-281.
- Ceylan Ataman, B. (2016). "Çalışma Ekonomisi Teori ve Politikalar", İmaj Yayınevi, Ankara.
- Cole, M. ve Neumayer, E. (2006). "The Impact of Poor Health on Total Factor Productivity", *Journal of Development Studies*, 42(6), 918-938.
- Çatık, A.N. ve C. Akdeniz. (2018). "A Nonlinear Investigation of Monetary Transmission Channels in Turkey: The Role of Financial Conditions", *Economic and Social Issues-Global and Local Perspective*, Editörler: Orhan, A., Yılmaz Genç, S. ve Terzi, N., 15-26, Cambridge International Academics, UK.
- Denison, E.F. (1962). "The Sources of Economic Growth in the United States and the Alternatives before Us", *Committee for Economic Development*, 72, 935-938.
- Dickey, D.A. ve Fuller, W.A. (1979): "Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root", *Journal of American Statistical Association*, 74, 427-431.
- Dormont, B.S., Pelgrin, F., Oliveira, J. ve Suhrcke, M. (2008). "Health Expenditures, Longevity and Growth". *SSRN Electronic Journal*, 1-98, DOI: 10.2139/ssrn.1130315.
- Easterly, W.R. ve Wetzel, D.L. (1989). "Policy Determinants of Growth: Survey of Theory and Evidence", The World Bank, PPR Working Paper Series, No: 343.
- Ecevit, E. ve Çetin, M. (2010) "Sağlık Harcamalarının Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi: OECD Ülkeleri Üzerine Bir Panel Regresyon Analizi", *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 11(2), 166-182.
- Engelbrecht, H.J. (2003). "Human Capital and Economic Growth: Cross-Section Evidence for OECD Countries", *The Economic Record*, 79(1), 40-51.
- Ergen, H. (2004). "Türkiye'de Kamu Eğitim Harcamalarının Ulusal Ekonomideki Payı", *Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 4(15), 69-83.
- Ergen, H. (1999). "Türkiye'de Eğitimin Ekonomik Büyüme Katkısı", *Ekonomik Yaklaşım*, 10(35), 21-52.

- Eser, K. ve Ekiz Gökmen, Ç. (2009). "Beşerî Sermayenin Ekonomik Gelişme Üzerindeki Etkileri: Dünya Deneyimi ve Türkiye Üzerine Gözlemler", *Sosyal ve Beşerî Bilimler Dergisi*, 1(2), 41-56.
- Feng, W., Xia, Y. ve Kong, Y. (2018). "Public Health Expenditure and Labour Productivity: A Tentative Interpretation", Based on the Science of Brain Cognition", *NeuroQuantology*, 16(5), 319-333.
- Fogel, R. (1994). "Economic Growth, Population Theory, and Physiology: The Bearing of Long-term Processes on the Making of Economic Policy", *American Economic Review*, 84, 369-395.
- Gaberli, Ü., Akdeniz, C. ve Eti, H.S. (2021). "Does the Value of Currency Affect the Numbers of International Inbound Tourists to Turkey?", *Yaşar Üniversitesi E-Dergisi*, 16(63), 1150-1163.
- Gençoğlu, P. (2016). "Sağlık ve Ekonomik Gelişme: Türkiye Örneği", Yayımlanmamış Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kayseri.
- Grossman, M. (2017). "Determinants of Health: An Economic Perspective", West Sussex: Columbia University Press, New York Chichester.
- Işık, N. (2005). "Enflasyonla Mücadelede Politika Aracı Seçimi: Bir Vektör Otoregresyon (VAR) Analizi", *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 14, 341-354.
- Karadeniz, O. (2007). "Avrupa Birliği Yolunda Türkiye'de Eğitim ve Beşerî Sermaye", Gazi Kitabevi, Ankara.
- Kibrıçoğlu, A. (1998). "İktisadi Büyümenin Belirleyicileri ve Yeni Büyüme Modellerinde Beşerî Sermayenin Yeri", *AÜ Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, 53(1), 207-230.
- Khan, M.S., Amjad, R. ve Din, M.U. (2005). "Human Capital and Economic Growth in Pakistan", *The Pakistan Development Review*, 44(4),455-478.
- Lucas, R. (1988). "On the Mechanics of Economic Development", *Journal of Monetary Economics*, 22(1), 3-42.
- Lockheed, M.E. (1987). "Farmers' Education and Economic Performance", *Economics of Education: Research and Studies* Editör: Psacharopoulos, G., Pergamon Press, Oxford.110-116.
- Mincer, J. (1958). "Investment in Human Capital and Personal Income Distribution", *Journal of Political Economy*, 66(4), 281-302.
- Mincer, J. (1989). "Human Capital and the Labor Market: A Review of Current Research", *Educational Researcher*, 18(4), 27-34.
- Nelson, R.R. ve Phelps, E.S. (1966). "Investment in Humans, Technological Diffusion, and Economic Growth". *The American Economic Review*, 56(1/2), 69-75.
- OECD (1998). "Human Capital Investment An International Comparison", OECD Publication, Paris.
- Oketch, M. (2006). "Determinants of Human Capital Formation and Economic Growth of African Countries", *Economics of Education Review*, 25(5), 554-564.
- Parasız, İ. (2003). "İktisadi Büyüme Teorileri", Ezgi Yayınları, Bursa.
- Phillips, P. ve Perron, P. (1988). "Testing for a Unit Root in Time Series Regression", *Biometrika*, 75(2), 335-346.
- Ram, R. ve Schultz, T.W. (1979). "Life Span, Health, Savings, and Productivity", *Economic Development and Cultural Change*, 27(3), 399-421.
- Rivera, B., Currais, L. (2003). "The Effect of Health Investment on Growth: A Causality Analysis", *International Advances in Economic Research*, 9, 312-323.
- Romer, P.M. (1986). "Increasing Returns and Long-run Growth", *Journal of Political Economy*, 94(5), 1002-1037.
- Romer, P.M. (1990). "Endogenous Technological Change", *Journal of Political Economy*, 98(5), 71-102.
- Schultz, T.P. (2005). "Productive Benefits of Health: Evidence from Low-income Countries", *Health and Economic Growth: Findings and Policy Implications*, Editor: Currais L., Cambridge, MA: MIT Press, 257-86.
- Schultz, T.W. (1961). "Investment in Human Capital", *American Economic Review*, 51, 1-17.
- Schultz, T.W. (1968). "Education and Economic Growth: Return to Education", *Readings in the Economics of Education*, UNESCO, France, 277-292.
- Schultz, T.W. (1981). "Investing in People: The Economics of Population Quality", US: University of California Press, London.
- Sims, C.A. (1980). "Macroeconomics and Reality", *Econometrica*, 48(1),1-48.

- Strauss, J. (1986). "Does Better Nutrition Raise Farm Productivity?", *The Journal of Political Economy*, 94(2), 297-320.
- Sülkü, S.N. ve Caner, A. (2011). "Health Care Expenditures and Gross Domestic Product: The Turkish Case", *European Journal of Health Economics*, 12, 29-38.
- Sweetland, S.R. (1996). "Human Capital Theory: Foundations of a Field of Inquiry", *Review of Educational Research*, 66(3), 341-359.
- Şahin, Ç.E. (2011). "Beşerî Sermaye ve İnsan Kaynakları: Eleştirel Bir Yaklaşım", Tan Kitapevi Yayınları, Ankara.
- Taban, S. ve Kar, M. (2006). "Beşerî Sermaye ve Ekonomik Büyüme: Nedensellik Analizi, 1969-2001", *Sosyal Bilimler Dergisi*, 1, 159-181.
- Tan, E. (2014). "Human Capital Theory: A Holistic Criticism", *Review of Educational Research*, 84(3), 411-445.
- Tarı, R. (2018). "Ekonometri", Umuttepe Yayınları, İzmit.
- Topallı, N. (2015). "Türkiye'de Beşerî Sermaye ve Büyüme İlişkisinin Ekonometrik Bir Analizi", *Uludağ Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 34(1), 217-234.
- Umoru, D. ve Yaqub, J.O. (2013). "Labour Productivity and Health Capital in Nigeria: The Empirical Evidence", *International Journal of Humanities and Social Science*, 3(4), 199-221.
- Weisbrod, B.A. (1966). "Investing in Human Capital", *The Journal of Human Resources*, 1(1), 5-21.
- Wößmann, L. (2003). "Specifying Human Capital". *Journal of Economic Surveys*, 17, 239-270.
- Yaylalı, M. ve Lebe, F. (2011). "Beşerî Sermaye ile Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Ampirik Analizi", *Marmara Üniversitesi İİBF Dergisi*, 30(1), 23-51.

KOSGEB'in Toplam Faktör Verimliliğinin Analizi*

Cem KALAYCI¹, H. Alper GÜZEL²

ÖZET

Amaç: KOSGEB (Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeleri Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı) müdürlüklerinin yapısal analizini yapan ve ekonomik yapılarını ortaya koyan bu çalışmanın temel amacı KOSGEB'in müdürlüklerinin toplam faktör verimliliklerinin zaman içindeki gelişimini ortaya koymak ve kamu kaynaklarının etkin kullanımı açısından toplam faktör verimliliğini artırabilecek strateji ve politikaları önermektir.

Yöntem: Farrell'in 1957'deki 'Üretken Verimliliğin Ölçümü' çalışması üzerine geliştirilen veri zarflama analizi yöntemiyle müdürlüklerin teknik etkinlik skorları hesaplanmıştır. Kurumun toplam faktör verimliliği 2018-2020 yılları için Malmquist endeksi yöntemiyle ortaya koyulmuştur ve bu endeksin bileşenleri analiz edilmiştir.

Bulgular: 2018-2020 yıllarında KOSGEB'in Türkiye genelinde elde ettiği aynı çıktıların %29 tasarrufla elde edilebileceği anlaşılmıştır. İncelenen dönem için olumsuz olan toplam faktör verimliliğindeki değişimin kaynağının teknolojideki değişim olduğu ortaya koyulmuştur.

Özgünlük: Verimliliklerini artırabilecek strateji ve politikaları belirlemiş olan kurumlar ülke ekonomisine olumlu katkı yapacaklardır. Literatürde kurumların verimliliği üzerine olan çalışmalar, genelde yerel düzeyde ya da bölgesel düzeyde yapılmıştır. Bu çalışma Türkiye'de ulusal düzeyde kurumlar için yapılan literatürde rastlanan birkaç çalışmadan biridir.

Anahtar Kelimeler: Kurum Verimliliği, Teknik Etkinlik, Toplam Faktör Verimliliği, Veri Zarflama Analizi, Malmquist Endeksi.

JEL Kodları: D02, D24, L31.

Analysis of KOSGEB's Total Factor Productivity

ABSTRACT

Purpose: The main purpose of this study, which makes the structural analysis of KOSGEB (Small and Medium Enterprises Development Organization of Turkey) directorates and reveals their economic structures, is to reveal the development of total factor productivity of KOSGEB directorates over time and to suggest strategies and policies that can increase total factor productivity in terms of effective use of public resources.

Methodology: The technical efficiency scores of the directorates were calculated with the data envelopment analysis method developed on Farrell's "Measurement of Productive Efficiency" study in 1957. The total factor productivity of the institution for the years 2018-2020 has been revealed by the Malmquist index method and the components of this index have been analyzed.

Findings: As a result, it has been understood that the same outputs obtained by KOSGEB throughout Turkey in 2018-2020 can be achieved with 29% savings. It has been revealed that the source of the change in total factor productivity, which is negative for the examined period, is the change in technology.

Originality: Institutions that have determined strategies and policies that can increase their efficiency will make a positive contribution to the country's economy. Studies on the efficiency of institutions in the literature have generally been made at the local or regional level. This study is one of the few studies found in the literature for institutions at the national level in Turkey.

Keywords: Institutional Productivity, Technical Efficiency, Total Factor Productivity, Data Envelopment Analysis, Malmquist Index.

JEL Codes: D02, D24, L31.

* Bu çalışma, Cem KALAYCI tarafından Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü'nde Prof. Dr. Hüseyin Alper GÜZEL danışmanlığında yürütülen "KOSGEB'in Toplam Faktör Verimliliği" başlıklı Doktora Tezi'nden türetilmiştir.

¹ Dr., KOSGEB Ordu Müdürlüğü, Ordu, Türkiye, cem.kalayci@kosgeb.gov.tr, ORCID:0000-0002-5547-9229 (Sorumlu Yazar-Corresponding Author).

² Prof. Dr., Ondokuz Mayıs Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, Samsun, Türkiye, aguzel@omu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-7463-2850.

EXTENDED ABSTRACT

This study focuses on institutional efficiency, which plays an important role in resource utilization of countries. For the effective and efficient use of resources in economies, recommendations for action to reduce the costs of institutions and encourage their savings are very important. This study analyzes the efficiency of KOSGEB, an important regulatory institution that provides support to SMEs in Turkey.

Total factor productivity and its development over time are very important for leading government agencies working closely with the private sector. It is of great importance that such institutions know the development of total factor productivity over time and shape their strategies and policies accordingly. The main purpose of this research is to make suggestions that can contribute to the efficient use of public resources. For this purpose, current situation analyzes were made with the help of inputs and outputs used by the country-wide directorates of KOSGEB, a national organization that provides support to SMEs. The aim of the study is to make strategy and policy suggestions to increase the total factor productivity of the organization in terms of effective use of public resources.

In order to measure the technical efficiency and total factor productivity of the organization, a 3-input and 3-output data set of 88 directorates between 2018-2020 was used. Inputs are the number of white-collar employees, the number of blue-collar employees and current expenditures. The outputs are the number of SMEs supported, the amount of support paid annually, and the number of entrepreneurship certificates provided through training.

Data envelopment analysis methods developed on Farrell's article titled "Measured Productive Productivity" (1957) were used to obtain technical efficiency scores of directorates. These methods are the CCR model developed by Charnes et al. (1978) and the BCC model developed by Banker et al. (1984), which distinguishes between technical efficiency and scale efficiency.

In measuring the change in total factor productivity of directorates, the Malmquist index, which measures the change in total factor productivity by dividing it into sub-elements such as technological change and change in technical efficiency, was preferred. Throughout the analysis, the directorates were grouped according to the number of employees as small, medium low, medium high and large.

According to the results obtained, the average technical efficiency of the organization decreases from 2018 to 2020. When the average of the 3 years examined is taken, it is seen that the same outputs produced by the organization in this period can be obtained by saving 29 percent of the inputs.

The efficiency maps of all directorates, including the 7 directorates that are at the efficiency frontier and examined separately, were drawn and analyzed. Malmquist index scores and subcomponents were also analyzed according to directorate grouping.

According to the results of the research, it seems that the pandemic has negatively affected the outputs of the institution in 2020. According to technical efficiency scores, the smaller the directorates, the more efficient they tend to be. In cases where large directorates are far from the efficiency frontier, it may be suggested to divide the directorates into smaller and more efficient directorates in nearby regions to increase efficiency. Efficiency can also be increased if the organization works more effectively in the field of manufacturing and provides support to high value-added sectors in line with the needs of the enterprises.

The most important conclusion of the study is that technology transfer is the main source of change in total factor productivity. The pandemic effect, which manifests itself in the Malmquist index for the years 2019-2020, is the most important reason for the decrease in the average total factor productivity of the institution for the examined period.

Obviously, there are various limitations in the study. However, this study can be enriched with new inputs and outputs that may arise in the future. Efficiency scores can be differentiated by methods that group similar and different decision-making units within themselves, such as layered data envelopment analysis (Seiford and Zhu, 2003).

1. GİRİŞ

Günümüzde kurumların etkin ve verimli çalışması, kaynakların tasarruflu kullanımı açısından çok önemlidir. Tasarruf oranlarının artırılabilmesi için daha az önemli olanlardan başlamak üzere harcama kalemleri azaltılmalı ve kaynakları daha etkin kullanan kurumların harcama modelleri örnek alınmalıdır (Devrim ve Altay, 2000).

Kurumların verimliliği açısından iş gücünün etkin kullanımı yanında, günümüz teknolojilerine entegre ve kullanıcı dostu sistemler de kurumların verimliliğini artırmaktadır. Fiziki şartlar, cari harcama kalemlerinin çeşitliliği, kurumların birçok farklı alanda yetkilendirilmiş olması kurumlarda kullanılan girdilerin çeşitliliğini ve miktarını etkilemektedir. Birden fazla girdi kullanarak, birden çok çıktı elde eden kurumların, kullandıkları üretim faktörlerini ne derece etkin kullandıklarını sorgulaması ve izlemesi sürdürülebilirlik ve rekabet edebilirlik açısından çok önemlidir. Toplam faktör verimliliği ve zaman içindeki gelişimi özel sektörle çok yakın ilişki içinde görev yapan yönlendirici devlet kurumları açısından daha da büyük önem taşımaktadır. Bu tarz kurumların toplam faktör verimliliklerinin zaman içinde gelişimini bilmeleri ve strateji ve politikalarını buna göre belirlemeleri kamu kaynaklarının etkin kullanımı açısından büyük önem taşımaktadır.

Türkiye'de KOBİ'lere destek sağlayan çok sayıda ulusal kuruluş bulunmaktadır. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, TÜBİTAK, Ekonomi Bakanlığı, Kalkınma Ajansları ve Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeleri Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı (KOSGEB) ulusal destek sisteminde ön plana çıkan kurumlardır. KOSGEB dışındaki destekleyici kurumlar KOBİ'ler de dâhil olmak üzere, büyük ölçekli işletmeler, Sivil Toplum Kuruluşları (STK), meslek odaları, OSB yönetimleri vb. gibi birçok hedef kitleye hitap etmektedir. KOSGEB ise sadece KOBİ'lere odaklanmış bir kurumdur. KOSGEB, 1990 senesinde 3624 sayılı kanun ile kurulmuş, T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı ilgili kuruluşudur. Günümüzde, sahada 88 müdürlük ve 1.288 personel ile faaliyetlerini sürdürmektedir. Kurumun amacı, etkin destek ve hizmetlerle KOBİ ve girişimcilerin yenilikçi, teknolojik ve rekabetçi bir yapıya ulaşmalarını sağlayarak ekonomik ve sosyal kalkınmadaki paylarını artırmaktır (Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi, 2018). Birçok araştırma geliştirme projesini destekleyerek, yenilikçi teknolojilerin büyümesine ve girişimcilik kültürünün Türkiye'de gelişmesine katkıda bulunmaktadır.

Bu çalışmada, KOSGEB'in toplam faktör verimliliğinin Müdürlükler düzeyinde ölçülmesine ve çıktı üretimi sürecinde ortaya çıkan düşük verimliliğin nedenlerinin ortaya çıkarılmasına odaklanılmıştır. Kaynak kullanım etkinliğinin inceleneceği çalışmada, cevap aranan sorular şunlardır: KOSGEB sahip olduğu üretim faktörlerini etkin olarak kullanmakta mıdır? KOSGEB'in toplam faktör verimliliği zaman içinde olumlu yönde gelişmekte midir?

Kamu kaynaklarının etkin kullanımına katkıda bulunmaya odaklanmış bu araştırmanın temel amacı KOSGEB'in müdürlüklerinin toplam faktör verimliliklerinin zaman içindeki gelişimini ortaya koymak ve kamu kaynaklarının etkin kullanımı açısından toplam faktör verimliliğini artırıcı strateji ve politikaları geliştirmektir.

Araştırma sonucunda elde edilen çıktıları (i) KOSGEB müdürlüklerinin toplam faktör verimliliklerini ve etkinliklerini gösteren haritalar, (ii) KOSGEB'in toplam faktör verimliliğini artıracak strateji ve politikalar olmak üzere iki grupta toplamak mümkündür.

Bu çalışmanın en önemli motivasyon kaynakları şunlardır: (i) Literatürdeki benzer çalışmalar bölgesel ve yerel düzeyde kalmaktadır (Candemir ve Koyubenbe, 2005; Candemir ve diğerleri, 2009; Aslan ve Mete, 2007; Aytekin, 2011; Bircan, 2011; Gülcü ve diğerleri, 2004, Kutlar ve Babacan, 2008; Özden, 2008; Bakırcı ve Babacan, 2010; Kağnıcıoğlu ve İcan, 2011), (ii) Ulusal düzeyde merkezi olarak yönetilen bir kurum hakkında yeterli çalışma yoktur, (iii) Kurumun kaynaklarının etkin bir şekilde kullanılabilmesi için kurumun mevcut durumunun ortaya konulmasına ihtiyaç vardır.

Bu çalışma giriş bölümü haricinde dört bölümden oluşmaktadır. Öncelikle literatürdeki en yakın çalışmalar taranmış ve özetlenmiştir. Yöntem tarihsel gelişimi içerisinde sunulmuştur. Aynı bölümde KOSGEB kurumu için yapılan uygulamada seçilen veriler, izlenen süreç anlatılmıştır. Sonraki bölümde bu uygulama sonucunda elde edilen tüm bulgular incelenmiştir. Bulguların analiziyle varılan sonuçlar ve genel değerlendirme ile çalışma tamamlanmıştır.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Literatürde kurumların etkinliğini ve toplam faktör verimliliğini ölçen çalışmalar çok çeşitlidir. Özellikle sağlık kurumlarıyla ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Benzer yöntem kullanılarak Çakmak ve diğerleri (2009), Torabipour ve diğerleri (2014), Yiğit (2016), Cheng ve diğerleri (2016), Şenol ve Gençtürk (2017), Li ve diğerleri (2017), Xenos ve diğerleri (2017), Esen ve Yiğit (2019), Çalışkan (2020), İlgün ve diğerleri (2020) hastanelerle ilgili bölgesel ve yerel düzeyde çalışmalar yapmıştır. Lothgren ve Tambour (1999) göz sağlığı

üniteleri ile ilgili benzer çalışma yapmıştır. Bunun yanında Sav (2012), Barra ve Zotti (2016), Lita (2018) üniversitelerle ilgili; Kutlar ve Kartal (2004), Kubak ve diğerleri (2019) üniversite fakülteleriyle ilgili; Yazdi ve Ahmadi (2011), Yaohua ve diğerleri (2018) yükseköğretim kurumlarının verimlilikleriyle ilgili çalışmalar yapmışlardır. Mikro finans kuruluşları ile ilgili çalışmalar da yapılmıştır. Bunlardan yapılan çalışmaya en yakın olanlar; Bairagi (2014), Kar ve Rahman (2018), Ambarkhane ve diğerleri (2018), Efendic ve Hadziahmedovic (2019) çalışmalarıdır. Tüm bunlara ek olarak çok çeşitli kurumlarla bölgesel ve ulusal çalışmalar yapılmıştır. Aralarında Lam ve Shiu'nun (2004) devlet enerji kurumu ile ilgili yaptığı, Sung'un (2007) yerel yönetimler üzerine yaptığı, Andries'in (2011) kamu bankaları için yaptığı, Hadad ve diğerlerinin (2015) karakolların etkinliği üzerine yaptığı, Xing'in (2014) tarımsal kredi kurumları için yaptığı çalışmalar bulunmaktadır. Bayram (2016), Aras ve diğerleri (2020) aracı kurumların verimliliği üzerine çalışmalar yapmışlardır. Rustyani ve Rosyidi (2018) zekât kurumları ile ilgili çalışma yapmıştır. Yıldırım ve diğerleri (2020) Ankara'daki millî emlak müdürlüklerinin etkinliği ile ilgili yerel çalışma yapmıştır. Bu çalışmalar içerisinde yakın tarihli, benzer yöntemle yapılmış çalışmalar şunlardır.

Çakmak ve diğerleri (2009), "Türk Kamu Hastanelerinde Teknik Verimlilik Sorunu: Veri Zarflama Analizi Tekniği ile Sağlık Bakanlığı'na Bağlı Kadın Doğum Hastanelerinin Teknik Verimliliklerinin Ölçülmesi" adlı çalışma ile Sağlık Bakanlığı'na bağlı 41 adet kadın doğum hastanesinin 2004 yılındaki teknik etkinliklerini veri zarflama analiziyle ölçmeyi amaçlamıştır. Araştırma kapsamında incelenen hastanelerin 2/3'ü etkinsiz çıkmıştır.

Yaohua ve diğerlerinin (2018) yaptığı, yükseköğretim kuruluşlarında bilimsel araştırmaların kalitesi, uluslararası etkileri ile öğretim aktivitelerinin kalitesini veri zarflama analizi temelli Malmquist endeksi ile ölçmeyi hedefleyen bir çalışmada; Çin Eğitim Bakanlığı'na bağlı 72 yükseköğretim kuruluşunun 2007-2012 arasındaki verileriyle etkinlik, teknolojik ve verimliliklerindeki değişimi ölçülmüştür. Sonuçlar, bu kuruluşların toplam faktör verimliliğinin büyüme eğiliminde olduğunu, bu büyümedeki ana unsurun teknik etkinlikteki değişim olduğunu ve teknolojik inişin engelleyici bir etki yaptığını ortaya koymuştur.

Lita (2018), 2014-2017 arasındaki verilerinden yararlanarak Romanya'daki kamu üniversitelerinin teknik ve tahsis etkinliğini ölçmeyi amaçlamıştır. Araştırılan 49 üniversiteden 5 tanesinin verimli olduğu tespit edilmiştir.

Ambarkhane ve diğerleri (2018), Hindistan'daki mikro finans kuruluşlarının toplam faktör verimliliğindeki değişimi Malmquist endeksi ile ölçmeyi hedeflemiştir. Ülkedeki başlıca 21 mikro finans kuruluşunun 2014 ve 2016 arasındaki verileri kullanılmıştır. Yoksullara küçük borçlar ve başka finansal hizmetler sağlayarak, onların gelirlerini yükseltmeyi ve yoksulluktan kurtarmayı amaçlayan bu kuruluşlar, önceden hibe ve sübvansiyonlara duyduğu ihtiyacı azaltmaya çalışırken, sonra bu amacıyla birçok noktada ters düşen ulaşılabilir olma ve kârlılıklarını artırma hedefleri ile karşılaşmışlardır. Bu durum ancak kuruluşların verimliliklerinin artması ile sağlanabilir. Kuruluşları, varlık büyüklüklerine göre büyük, orta ve küçük şeklinde gruplara ayıran çalışmada, sonraki aşamada bulgular bu ayrıma göre değerlendirmiştir. Büyük mikro finans kuruluşlarının sistem ve süreçleri geliştirerek eksikliklerini giderebileceği, ancak ölçek etkinliklerini artırmaları gerektiği ortaya çıkmıştır.

Bir başka çalışmada Efendic ve Hadziahmedovic (2019), Bosna Hersek'teki mikro finans kuruluşlarının kriz sürecinde ve krizden sonraki verimlilik değişimlerini ortaya koymayı amaçlamıştır. 10 kuruluşun verimlilik değişimi 2008-2015 yılları arasında 80 ayrı veriden oluşan panel veri setiyle, Malmquist Verimlilik Endeksi kullanılarak araştırılmıştır. Bulgular, incelenen dönemde toplam faktör verimliliğinin ortalama %2,5 azaldığını göstermiştir. 2009-2013 yılları arasında kriz etkinliğinin azaldığı ve etkilerin düzelmeye başladığı bir dönem yaşanmıştır. Ancak bu dönemde de teknolojik etkinsizliğe bağlı olarak ortalama toplam faktör verimliliği değişimi olumsuz gerçekleşmiştir. Bosna Hersek'teki mikro finans kuruluşları ile ilgili stratejik hedeflerine ulaşabilmek için politika yapıcıların teknolojik gelişim sürecini iyileştirmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Slovakya yükseköğretim kuruluşlarının 2005-2015 yılları arasında teknik etkinlik ve verimlilik değişiminin incelendiği bir başka çalışmada, Kubak ve diğerleri (2019), 2005-2008 yılları arasında, ekonomi, felsefe, tarım, teknoloji, doğa, eczacılık, eğitim, hukuk ve çeşitli olarak dokuza ayrılan fakültelerin toplam faktör verimlilikleri, etkinlik ve inovasyon potansiyeli temelinde Malmquist endeksi ile incelenmiştir. Çalışmada kullanılan girdiler akademisyenler, öğrenciler ve doktora çalışmaları, çıktılar ise yayınlar, alıntılar ve alınan hibelerdir. Elde edilen başlıca bulgu, Slovak fakültelerinin inovasyondan çok, etkinliğini geliştirebilecek potansiyele sahip olduğudur.

Akdeniz Bölgesi'nde Sağlık Bakanlığı'na bağlı kamu hastanelerinin teknik verimliliğini analiz etmeyi amaçlayan "Kamu Hastanelerinde Verimlilik Ölçümü: Akdeniz Bölgesi Örneği" adlı Esen ve Yiğit'e (2019) ait çalışmada, 2016 yılı verileri kullanılarak 30 hastanenin verimlilikleri ölçülmüş ve yaklaşık %63,3'ünün verimsiz olduğu tespit edilmiştir.

Çalışkan (2020) yılında "Kamu Hastane Birliklerinin Verimlilik Düzeylerinin Veri Zarflama Analizi ile Değerlendirilmesi" adlı bir çalışma yapmıştır. Türkiye Kamu Hastaneleri Kurumu'na bağlı faaliyet gösteren 89 kamu hastane birliğinin etkinlik düzeyleri veri zarflama analizi yoluyla değerlendirilmiştir. Analiz sonucunda 29 adet kamu hastane birliğinin verimli olduğu tespit edilmiştir.

İlgün ve diğerlerinin (2020) çalışmasında, Türkiye'deki eğitim ve araştırma hastanelerinin verimlilik değişimi değerlendirilmiştir. 2014-2017 yılları arasında faaliyet gösteren Türkiye'deki 47 eğitim araştırma hastanesinin verimliliğindeki değişim Malmquist toplam faktör verimliliği endeksi ile analiz edilmiştir. İncelenen yıllar itibarıyla, söz konusu hastanelerin verimlilik düzeyleri düşmüştür. Bu nedenle, kaynak tahsisi toplumsal ihtiyaçlar dikkate alınarak yapılmalı, bu hastanelerde verimliliği artırmaya yönelik eylem ve politikalar geliştirilmelidir.

Belirlenen yöntemler birçok alanda kullanılabilir olduğundan daha makro alanlarda sektörel çalışmalar da bulunmaktadır. Bu çalışmalara örnek olarak; Bayrak (2018) OECD ülkelerinde (34 ülke) turizm sektörünün Malmquist toplam faktör verimliliği endeksi ile verimliliğini incelemiştir. Bayrak ve Bahar (2017) aynı OECD ülkelerinde turizm sektörünün ekonomik etkinliğini veri zarflama analizi ile incelemişlerdir. İlk çalışmada, 2011-2015 yılları için lojistik performans endeksi, gelen yolcu sayısı ve turizm harcamaları girdi, turizm gelirleri ise çıktı olarak kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, Çek Cumhuriyeti'nin tüm etkinlik türlerinde kayıp yaşadığı, İngiltere'nin ise tüm etkinlik türlerinde artış yaşadığı tespit edilmiştir. İkinci çalışmada ise OECD ülkelerinde aynı yıllar için aynı veriler kullanılmıştır. Statik ve dinamik analiz yöntemlerinin birlikte kullanıldığı, çıktı yönelimli yapılan iki çalışmada da hem CCR, hem BCC model sonuçları analiz edilmiştir. Statik analizde etkin çıkan ülkeler Avustralya, ABD, Lüksemburg, İspanya, Yeni Zelanda, Portekiz ve Türkiye'dir. Dinamik analizde, beş yıllık veriler topluca değerlendirilmiş olup, statik analizde sayılan ülkelerin yanında Yunanistan da yer almıştır. Çalışmada etkin çıkmayan ülkelerin turizm gelirlerinin de yaklaşık %92 artırılması ve turizm harcamalarının yaklaşık %2 azaltılması tavsiye edilmiştir.

Savunma sanayi alanında aynı yöntemler kullanılarak yapılmış çalışmalar da bulunmaktadır. Bayrak ve diğerleri (2015) toplam 21 ülkenin 2009-2013 yılları arasındaki verilerini statik ve dinamik veri zarflama analiziyle incelenmiştir. Girdi olarak savunma sanayi harcamaları, savunma sanayi istihdamı, savunma sanayi ithalatı, GSYİH ve lojistik sektör endeksi; çıktı olarak ise savunma sanayi ihracatı, savunma sanayi toplam satışları, savunma sanayinde elde edilen kar kullanılmıştır. Analiz sonucunda 12 ülke, incelenen tüm yıllarda tam etkinlik düzeyinde çıkmıştır. Elde edilen bulgulara göre, tüm ülkelerin çıktı bazında ihracatının, girdi bazında ise ithalatının iyileştirilmesi tavsiye edilmiştir. Bakırcı ve diğerlerinin (2016) aynı yıllar için aynı veri seti ile yaptığı bir başka çalışmada söz konusu 21 ülkenin savunma sanayilerinin toplam faktör verimlilikleri test edilmiştir. Analiz yöntemi olarak Malmquist toplam faktör verimliliği endeksi tercih edilen çalışmada, ülkelerin savunma sanayilerindeki toplam faktör verimliliklerinin etkinlik değişimi gözlenmemiştir. İncelenen yıllar için ülkelerin tamamında teknik etkinlik, teknolojik etkinlik, saf teknik etkinlik ve ölçek etkinliği bazında olumlu yönde değişim olduğu tespit edilmiştir. NATO ve Euro bölgesi için 12 ülkenin 2013-2017 yılları arasındaki aynı girdi ve çıktılar kullanılarak Bayrak (2019) tarafından yapılan bir başka çalışmada, yöntem olarak statik veri zarflama analizi ve Malmquist toplam faktör verimliliği endeksi tercih edilmiştir. CCR modeli sonuçlarına göre ABD, Birleşik Krallık, Fransa, Almanya, İspanya ve Hollanda tüm yıllarda etkin karar alma birimleri olarak gözlemlenmişlerdir. BCC modeline göre Türkiye ve Kanada 5 yıl için de etkisiz olarak tespit edilmişlerdir. Malmquist toplam faktör verimliliği analizi sonuçlarına göre ise Türkiye ve Almanya savunma sanayilerinin tüm yıllar için toplam faktör verimlilikleri olumlu yönde değişmiştir.

Günümüze kadar dünyada Lee (2006), Nagaraj (1985), Gilbert ve diğerleri (2004), Chandra (2007) ve Wang (2016) tarafından KOBİ'lere destek veren kurumların verdiği desteklerin KOBİ'lerin verimliliği üzerindeki etkisini, destek etki analizini ve KOBİ'lerin bu desteklerle büyümesini konu eden araştırmalar yapılmıştır. Bunların yanında Bayrak ve Tatlı (2017) Borsa İstanbul'da listelenen gıda firmalarının toplam faktör verimliliğinin ölçülmesini araştırmışlardır. Yine Tatlı ve Bayrak (2015), otomotiv sektöründeki imalat firmalarının etkinliklerinin statik ve dinamik veri zarflama analizi yöntemiyle değerlendirilmesi üzerine benzer yöntem kullanarak sektörel çalışmalar yapmıştır. Ancak KOBİ'leri destekleyici ve yönlendirici rol oynayan kurumların sahip olduğu kaynakları ne derece etkin kullandığı ve toplam faktör verimliliğindeki değişimlerin olumlu yönde ilerleyip ilerlemediği konusunda literatürde yeterli çalışma bulunmamaktadır.

Başar ve diğerleri (2009), 2002-2006 yılları için Orman Bakanlığı'ndaki Orman Genel Müdürlüğü'ne bağlı 217 döner sermaye işletmesinin yapısı, fonksiyonları ve etkinlikleri hakkında bulgular sunmayı amaçlayan bir çalışma yapmışlardır. Bu işletmeler devletin ormancılık faaliyetlerinden kâr amacı güden ve Orman Genel Müdürlüğü'nün ormancılık faaliyetlerinin önemli bir kısmını sağlayan işletmelerdir. Farklı bölgeler arasında anlamlı etkinlik farklılıkları bulan çalışma, alanında bir kurumu bütüncül şekilde inceleyen Türkiye'deki önemli çalışmalardan biri olma özelliğini taşımaktadır. İşletme etkinliklerini; verimli orman alanının, orman servetinin, erken üretim oranının, silvikültürel faaliyetlerin, yangın sayısının ve Ar-Ge harcamalarının olumlu etkilediği tespit edilmiştir. Kurumun yapısı, teşkilatın farklılığı (Başkanlık değil Genel

Müdürlük düzeyinde yapılmış olması), kâr amacı güden ilçelerde de yerleşik işletmelerden oluşması gibi özellikleri ile KOSGEB için yapılan çalışmadan ayrılmaktadır.

Türkiye’de bir kamu kurum ve kuruluşunun ulusal düzeyde verimliliğini, etkinliğini ölçen çok fazla çalışma bulunmamaktadır. Literatürdeki çalışmalar daha çok bölgeseldir ya da yerel düzeydeki kurumların etkinliğini ölçmektedir. Candemir ve Koyubenbe (2005) ve Candemir ve diğerleri (2009) tarafından yapılan tarım kooperatifleri ile ilgili bölgesel çalışmalar bulunmaktadır. Kamu hastaneleri ve kamuya bağlı sağlık kuruluşları için de Aslan ve Mete (2007), Aytekin (2011), Bircan (2011), Gülcü ve diğerleri (2004) tarafından yapılmış bölgesel çalışmalar vardır. Türkiye’deki üniversitelerin ya da fakültelerinin verimliliği için de aynı yöntem kullanılarak, Kutlar ve Babacan (2008), Özden (2008), Bakırcı ve Babacan (2010), Kağnıcıoğlu ve İcan (2011) tarafından çeşitli çalışmalar yapılmıştır.

Bu çalışma bilinen yöntemlerle yapılmış olsa da; yöntem merkezden yönetilen, ulusal düzeydeki bir kurum için bütüncül olarak uygulandığından, literatürdeki benzer çalışmalardan ayrılmaktadır. Etkinlik modelinde kullanılan çıktı ve girdiler daha önce benzer çalışmalarda kullanılanlardan farklı olarak özgün bir şekilde tanımlanmıştır. Kurumun kaynaklarını etkin kullanabilmesi için mevcut durumunun ortaya koyulması ve ortaya çıkan sonuçlara yönelik öneriler yapılması bu çalışmanın ana motivasyonudur.

3. YÖNTEM

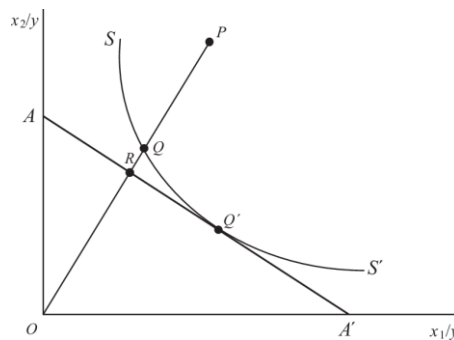
3.1. Veri Zarflama Analizi ve Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksi

Verimlilik, ekonomik refah düzeyinin ana belirleyicisi olarak kabul edilen, mal ya da hizmet üretme gücü olarak tanımlanan bir kavramdır. En genel tanımıyla verimlilik kavramı, reel üretim (üretilen mal ile hizmet miktarı) ile bu üretimde kullanılan girdi arasındaki ilişkiyi ifade etmektedir. Bir başka ifadeyle, verimlilik girdi ya da kaynakların ne düzeyde etkin kullanıldığını tanımlayan bir ölçüdür. Eşitlik 1 yardımıyla hesaplanır (McConnell ve diğerleri, 2003):

$$\text{Verimlilik} = \frac{\text{Çıktı (Üretim Miktarı)}}{\text{Girdi (Kullanılan Kaynak Miktarı)}} \quad (1)$$

Bu denklemden anlaşılacağı üzere verimlilik birim girdi ile elde edilebilecek çıktı miktarını göstermektedir. Toplam faktör verimliliği ise, birden fazla çıktı ve girdinin varlığında, kullanılan toplam girdiye göre üretilen toplam çıktının bir oranı olarak tanımlanabilir (Coelli ve diğerleri, 2005).

Farrell’in (1957)’de yazdığı “Üretken Verimliliğin Ölçümü” veri zarflama analizine giriş metni olarak kullanılmaktadır. Ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında, bir ürünü üretebilmek için iki üretim faktörü kullanan bir firmanın, verimli üretim fonksiyonunun bilindiği varsayıldığında, bu tam verimli bir firmada verilen girdi bileşimlerinin herhangi birinden en fazla çıktıyı alabileceği fonksiyondur. Sabit getiri varsayımıyla, çıktı birimi başına firmanın kullanacağı iki faktör girdisini gösteren Şekil 1’deki SS’ eş ürün eğrisi üzerinde, girdilerin çeşitli kombinasyonları hep aynı birim çıktı düzeyini sağlamaktadır.



Şekil 1. Teknik etkinlik (Farrell, 1957)

Q noktası, verimli bir firmayı temsil etmekte olup, P noktasındaki gibi aynı oranlı iki faktör kullanımını göstermektedir. P noktasındaki aynı çıktı düzeyi, OQ/OP kadar faktörle sağlanabilmektedir. Aynı girdilerle OP/OQ kadar çıktı üretilbildiği de ifade edilebilir. Buradan hareketle, OQ/OP, P firmasının teknik etkinliği olarak tanımlanabilecektir.

Bu oran bir verimlilik ölçümünün tüm gerekliliklerine sahiptir. Tam verimli bir firmanın değer birimini 100 birim olarak almakta, çıktı başına girdiler üzerinden gittiğinden, tanımsız herhangi bir nokta bırakmamaktadır. SS’in negatif eğimi ile tek faktörün çıktı birimi başına girdisindeki artış, diğer şartlar sabitken düşük teknik etkinliğe işaret etmektedir.

Yine aynı şekilde, bir firmanın üretimde kullandığı çeşitli faktörlerin en uygun bileşimleri, fiyatları yönünden de genişletilebilecektir. AA' doğrusu, iki faktörün fiyatları oranına eşit bir eğime sahipse, 100 birim teknik etkinliği temsil eden iki nokta olan Q' ve Q'da üretimin optimum seviyesi sağlandığından, Q' üretim maliyeti, OR/OQ'daki ile aynı seviyede olacaktır. Bu oran, Q'nun fiyat etkinliği olarak adlandırılabilir.

Eğer gözlemlenen firma, teknik etkinliğini sabit tutarken, girdi oranlarını Q' ile gösterilen noktaya aynı oluncaya kadar değiştirirse, faktör fiyatları değişmedikçe, maliyetleri OR/OQ kadar azalacaktır. Buradan hareketle, bu oranın gözlemlenen firmanın fiyat verimliliğini de ölçtüğünü söylemek mantıklıdır.

Gözlemlenen firma hem teknik olarak hem de fiyatlara bakıldığında tamamen verimli ise, maliyetleri OR/OP kesri ile ifade edilebilecektir. Bu orana firmanın toplam verimliliği demek uygun olacaktır ki oran, teknik ve fiyat verimliliklerinden türetilmektedir (Farrell, 1957).

Veri zarflama yöntemini, girdi yönelimli ve ölçüğe göre sabit getiri varsayımı altında ilk kullanan 1978'de Charnes, Cooper ve Rhodes olmuştur. Bu model, veri zarflama analizi literatüründe CCR modeli olarak bilinmektedir. CCR modeli, teknik ve ölçek verimsizliklerini kapsamaktadır (Charnes ve diğerleri, 1978). Banker ve diğerleri (1984)'te BCC modeli denilen ve teknik etkinlik ile ölçek etkinliğini ayırarak geleneksel CCR modelini genişleten yeni bir model geliştirmişlerdir.

İlham noktası, Farrell'in çalışmasının ilk bölümüyle gösterilmeye çalışılan veri zarflama analizinin matematiksel temellerinin arka planı şu şekilde anlatılmaktadır. Aynı miktarda girdi (m adet) kullanarak, aynı çıktı setlerini (s adet) üreten n tane karar alma birimi varsayılmaktadır. Her bir karar alma biriminin performansı, m girdi (x_{ij} k_i 0'dan büyük olup j kadar karar birimi tarafından kullanılan i kadar girdi; $i = 1, \dots, m$) ile s kadar çıktı (y_{rj} k_i 0'dan büyük olup j kadar karar birimi tarafından kullanılan r kadar çıktı; $r = 1, \dots, s$) üreten imalat süreci ile karakterize edilmekte olup, u_r ve v_i sırasıyla çıktı ve girdilerin karar birimlerine ait ağırlıklarıdır. Karar alma birimi (KAB₀) için verimlilik ölçümü (θ_0) Eşitlik 2'de tanımlanmaktadır (Amirteimoori ve Tabar, 2010):

$$\theta_0 = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{ro}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{io}} \quad (2)$$

u_r ve v_i pozitifdir. KAB₀'nun veri zarflama analizi tahmin edilirken, Eşitlik 3-5'teki maksimizasyon modeli çözülmektedir (Charnes ve diğerleri, 1978):

$$\text{Max } \theta_0 = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{ro}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{io}} \quad (3)$$

$$\theta_0 = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1, \quad j = 1, \dots, n \quad (4)$$

$$u_r v_i \geq \varepsilon \quad (5)$$

Burada tüm r ve i 'ler için, ε herhangi bir pozitif reel sayıdan daha küçük olarak tanımlanabilir. Bu parçalı doğrusal programlama problemini ortadan kaldırmak için onu oransız bir formata azaltma yolu bulunmuştur (Charnes ve Cooper, 1962). Bu dönüşümden sonra denklem Eşitlik 6'daki gibi ifade edilebilir:

$$[\sum_{i=1}^m v_i x_{io}]^{-1} = 1 \quad (6)$$

Bu eşitlikte $\bar{v} = tv$, $\bar{u} = tu$, olarak \bar{v} ve \bar{u} vektörlerine dönüştürüldüğünde Eşitlik 1, Eşitlik 7-10'daki gibi ifade edilebilecektir:

$$\text{Max } \theta_0 = \sum_{r=1}^s \bar{u}_r y_{ro} \quad (7)$$

$$\text{b. o. } \sum_{i=1}^m \bar{v}_i x_{io} = 1 \quad (8)$$

$$\sum_{r=1}^s \bar{u}_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m \bar{v}_i x_{ij} \leq 0, \quad j = 1, \dots, n, \quad (9)$$

$$\bar{u}_r, \bar{v}_i \geq \bar{\varepsilon}, \quad \text{tüm } r \text{ ve } i \text{ 'ler için} \quad (10)$$

Karar alma birimlerinin verimlilik oranları "0" ve "1" arasında değişmektedir. KAB₀, "1" skorunu aldığı anda, diğerlerine göre verimli kabul edilmektedir. BCC modeli, ilk kez Banker ve diğerleri (1984) tarafından, girdi yönelimli veri zarflama analizi olarak, ölçüğe göre değişken getiri varsayımıyla 1984'te ortaya çıkarılmıştır. Eşitlik 11-15'teki gibi yazılabilmektedir (Kocisoğlu, 2014):

$$\text{Min } \theta_q \quad (11)$$

$$\text{b. o. } \sum_{j=1}^m x_{ij} \lambda_j \leq \theta_q x_{iq} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (12)$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j \geq y_{rq} \quad r = 1, 2, \dots, s \quad (13)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \quad (14)$$

$$\lambda_j \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (15)$$

Burada θ_q , KAB_q 'nin teknik etkinliğidir, y_{rq} , KAB_q 'nin r 'nci çıktısının üretilmiş miktarlarıdır. x_{iq} ise, KAB_q 'nin i 'nci girdisinin tüketilmiş miktarlarıdır. y_{rj} , KAB_j 'nin r 'nci çıktısının üretilmiş miktarlarıdır. x_{ij} , KAB_j 'nin i 'nci girdisinin tüketilmiş miktarlarıdır. λ_j , girdi yönelimli BCC modelde, KAB_j 'nin bağlı derecesidir.

Girdi yönelimli veri zarflama analizi modeli, BCC modeli olarak adlandırılır ve Eşitlik 16-20'de ifade edilmiştir. Bu model, ölçüğe göre değişken getiri varsayımı altında, teknik etkinlik ve maliyet etkinliğini ölçmede kullanılmaktadır. Her bir karar alma biriminin maliyet etkinliğini ölçmek için (Coelli ve diğerleri, 2005):

$$\text{Min} \quad \sum_{i=1}^m w_{iq} x_{iq}^* \quad (16)$$

$$\text{b. o.} \quad \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j \leq x_{iq}^*, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (17)$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j \geq y_{rq}, \quad r = 1, 2, \dots, s \quad (18)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \quad (19)$$

$$\lambda_j \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (20)$$

Burada w_{iq} , KAB_q 'nin, girdi fiyatlarının bir vektörüdür. x_{iq}^* ; KAB_q 'nin girdi miktarlarının maliyet minimizasyonlu vektörüdür. Kendisine bağlı olarak yapılan açıklamasındaki y_{rq} ise çıktı düzeylerini göstermektedir. Toplam maliyet etkinliği (CE_q), KAB_q için çıktı üretiminde beklenen maliyetin, çıktı üretimindeki en düşük maliyete oranı olarak Eşitlik 21'deki gibi tanımlanmaktadır (Coelli ve diğerleri, 2005):

$$CE_q = \frac{\sum_{i=1}^m w_{iq} x_{iq}^*}{\sum_{i=1}^m w_{iq} x_{iq}} \quad (21)$$

Toplam maliyet etkinliği, teknik etkinlik ve tahsis etkinlikleri ölçümlerinin bir çarpımı olarak da ifade edilebilir. Buradan, KAB_q 'nin tahsis etkinliği, toplam maliyet etkinliğinin (CE_q), girdi yönelimli teknik etkinliğe (TE_q) oranı şeklinde hesaplanabilir.

Bir başka bakış açısıyla, veri zarflama analizi, verimsiz bir karar alma biriminin (KAB) "girdi azaltma" ya da "çıkıtı çoğaltma" hedeflerini ayarlayabilmek için, pozisyonunu verimli sınıra göre ayarlaması şeklinde de kullanılabilir (Beasley, 2003). Örnek verilecek olursa; tümü m kadar girdi ile r kadar çıktı üreten n tane karar alma birimine A kümesi denilirse, bu küme E alt kümesine ayrılabilir. Bu alt kümede, p verimli noktaları olsun ve bunun yanında l alt kümesinde q verimsiz noktaları bulunsun ($q = n - p$). Veri zarflama analizi modeline bir katkı sunan bu model ile, ilk radyal girdi yönelimli tahmin evresi ortaya koyulmuştur (Lozano ve Villa, 2004). CRA-BCC olarak adlandırılan bu model Eşitlik 22-25'te yeniden hesaplanmıştır (Asmild ve diğerleri, 2009):

$$\text{Min} \quad \theta \quad (22)$$

$$\text{b. o.} \quad \sum_{i \in A} \sum_{e \in E} \lambda_{ie} x_{ek} \leq \theta \sum_{i \in A} x_{ik}, \quad k = 1, 2, \dots, m \quad (23)$$

$$\sum_{i \in A} \sum_{e \in E} \lambda_{ie} y_{es} \geq \sum_{i \in A} y_{is} \quad s = 1, 2, \dots, r \quad (24)$$

$$\sum_{e \in E} \lambda_{ie} = 1, \quad \forall i \in A, \quad \lambda_{ie} \geq 0, \quad \forall e \in E \quad (25)$$

Eşitlik 9'da CRA-BCC modeli $m + r + n$ kısıtlamalarına sahiptir (m girdiler, r çıktılar ve n karar alma birimi). Bunun ötesinde, bu model radyal olmayan boşlukları (şanal azalma) da modele dahil eden ikinci aşama modeliyle daha da genişletilmiştir (Lozano ve Villa, 2004).

Üretim sürecinde kullanılan tüm üretim faktörlerinin verimliliklerinin toplamı, toplam faktör verimliliği kavramı ile ifade edilmektedir. Karar alma birimlerinin farklı zaman aralıklarındaki verimlilik değişimlerini ve bu birimlerin birbirlerine göre verimlilik düzeyi farklarını ifade etmektedir. Etkinlik ölçümleri; ekonomik, teknik, ölçek ve tahsis etkinlikleridir.

Toplam faktör verimliliğindeki değişim, üretim sürecine katılan tüm üretim faktörlerinin toplam verimliliklerinin değişimi demektir. Toplam faktör verimliliğinin ana unsurları, teknolojiye bağlı değişim ve teknik etkinlikteki değişimdir. Teknolojideki değişim üretim sınırının yer değiştirmesi olarak tanımlanırken, teknik etkinlikteki değişim ise üretim sınırını yakalama etkisi olarak tanımlanmaktadır. Teknik etkinlikteki değişimin bileşenleri ölçek etkinliğindeki değişim ve saf teknik etkinlikteki değişimdir. Ölçek etkinliğindeki değişim, her karar alma biriminin kendisine uygun ölçekte faaliyet gösterip göstermediğini sorgulamaktadır. Saf teknik etkinlikteki değişim ise karar alma birimindeki yönetim becerisi olarak tanımlanmaktadır. Toplam faktör

verimliliği hesaplanırken farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bunlar, Malmquist endeksi, stokastik sınır analizi, veri zarflama sınır analizidir (Coelli ve diğerleri, 2005). Yapılan bu çalışmada müdürlüklerin toplam faktör verimliliğini ölçmek için Malmquist endeksi tercih edilmiştir. Toplam faktör verimliliğindeki değişimi teknolojik değişim ve teknik etkinlikteki değişim gibi alt unsurlara ayırıyor oluşu, bu endeksin tercih edilmesindeki ana nedendir. Her karar alma biriminin toplam faktör verimliliğindeki değişiminin; teknolojideki, teknik etkinlikteki, ölçek etkinliğindeki, saf teknik etkinlikteki değişim gibi alt unsurlarıyla incelenabiliyor olması bu çalışma için önemlidir.

Malmquist endeksi, farklı zamana ait iki veri noktası arasındaki ortak teknolojiye göre her bir veri noktasının uzaklıklarının oranlarını hesaplayarak toplam faktör verimliliğindeki değişimi ölçmektedir. S ve t zamanları için Eşitlik 26'daki gibi ifade edilmektedir:

$$m_0(q_s, x_s, q_t, x_t) = \frac{d_0^t(q_t, x_t)}{d_0^s(q_s, x_s)} \left[\frac{d_0^s(q_t, x_t)}{d_0^t(q_t, x_t)} \times \frac{d_0^s(q_s, x_s)}{d_0^t(q_s, x_s)} \right]^{1/2} \quad (26)$$

Malmquist endeksinde m_0 değeri 1'den büyükse pozitif değerlendirme, 1'den küçükse negatif değerlendirme yapılır. S zamanından t zamanına, $m_0 > 1$ ise toplam faktör verimliliği artmış, $m_0 < 1$ ise toplam faktör verimliliği azalmıştır denir. Bu ifadedeki ilk kısım etkinlik değişimini (Eşitlik 27), ikinci kısım ise teknolojideki değişimi (Eşitlik 28) ifade etmektedir (Coelli ve, 2005).

$$\text{Etkinlik Değişimi} = \frac{d_0^t(q_t, x_t)}{d_0^s(q_s, x_s)} \quad (27)$$

$$\text{Teknolojik Değişim} = \left[\frac{d_0^s(q_t, x_t)}{d_0^t(q_t, x_t)} \times \frac{d_0^s(q_s, x_s)}{d_0^t(q_s, x_s)} \right]^{1/2} \quad (28)$$

3.2. Vaka Üzerinde Uygulama

Çalışmada bulgular ve tartışma kısmında ilk olarak kurumun internet sitesinde yayınlanan yıllık bilanço ve faaliyet sonuçları yorumlanmıştır. 2018, 2019 ve 2020 yılları için kurumun sermaye yapısı, gelirleri, giderleri, gelir gider dengesi genel olarak incelenmiştir. Bu analiz sonrasında, KOSGEB'in 88 müdürlüğünü kendi içerisinde gruplara ayırmak, bütün olarak ele alınacak kurumun parçalarını oluşturan müdürlüklerin, benzer müdürlük grupları içerisindeki yerlerini görmek açısından anlamlıdır. Bu analiz, çalışmanın sonuçlarını elde ettiğimizde karşılaştırma yapabilmek açısından da faydalı olmuştur. Öncelikle çalışan sayılarına göre müdürlükler gruplandırılmış, ardından cari harcaması, destek verdiği KOBİ sayısı, verdiği destek tutarı ve eğitim sayısına göre incelenmiştir.

Araştırmanın alan kapsamı Türkiye genelindeki tüm KOSGEB müdürlükleridir. KOSGEB müdürlüklerinin teknik etkinliğini ortaya çıkarmak için yapılan çalışma 3 girdili 3 çıktılı olarak 88 müdürlük verisi ile yapılmıştır. 2018, 2019 ve 2020 yılları için kullanılan girdiler; beyaz yaka çalışan sayısı, mavi yaka çalışan sayısı ve cari harcamalarıdır (personel giderleri, sosyal güvenlik kurumlarına devlet primi giderleri, mal ve hizmet alım giderleri). Çıktılar ise, desteklenen KOBİ sayısı, yıllık ödenen destek tutarı, eğitimle verilen girişimcilik sertifikası sayısıdır. 2018, 2019 ve 2020 yılları için personel ile ilgili tüm veriler kurumdan ve kurumun internet sitesinden alınmıştır. Bu girdiler kurumun çıktılarını elde edebilmek için öncelikle gereken girdiler olduğu için seçilmiştir. Girdi olarak bunların yanı sıra müdürlük metrekarelerinin de eklenilmesi tasarlanmıştır. Ancak kurum bu verileri açık olarak paylaşmadığından kullanılamamıştır. Çıktı olarak kullanılan veriler ise kurum performans raporlarında müdürlüklerin başarı sıralaması yapılırken en çok kullandığı, performans göstergesi nicel veriler olduğundan tercih edilmiştir. Başta her il için yapılmış olan sınıflandırmaya uyularak müdürlüklerin etkinlikleri incelenmiştir. Analiz sonrasında her il için organize sanayi bölgeleri ile ilgili veriler ise Organize Sanayi Bölgeleri Üst Kurulu'nun resmi internet sitesinden alınmıştır. İllerle ilgili veriler Türkiye İstatistik Kurumu'nun resmi internet sitesinden alınmıştır. KOBİ'lerle ilgili 2020'deki mikro, küçük ve orta ölçek sınıflandırılmasına değinilmesinin nedeni ilin işletmelerinin yapısı hakkında fikir vermektir.

DEAP 2.1 programı ile ölçeğe göre değişken getiri altında, girdi yönelimli, tek zamanlı, tek aşamalı veri zarflama analizi yapılmıştır. Analizin girdi yönelimli yapılmasının nedeni müdürlüklerin girdiler üzerinde kontrol sahibi olmasıdır. Ölçeğe göre değişken getiri varsayımı yapılmasının nedeni ise bu müdürlüklerin optimum ölçekte çalışmaması, istenilen düzeyde cari harcama imkanına sahip olmamaları ve piyasa hakkında tam bilgi sahibi olmayışlarıdır.

KOSGEB müdürlüklerinde farklı yıllara ait iki veri seti arasındaki toplam faktör verimliliğindeki toplam değişimi ölçerken Malmquist endeksi kullanılmıştır. Çünkü bu endekste teknik etkinlikteki değişim ve teknolojik değişim ayrı ayrı ölçülmektedir. Bu etkinlik değişimlerinin tümünde birden büyükse pozitif değerlendirme, birden küçükse negatif değerlendirme yapılır (Coelli ve diğerleri, 2005). Kurumun toplam faktör verimliliği ve bileşenlerindeki değişim başta yapılan büyüklük sınıflandırması doğrultusunda

incelenmiştir. Ardından 2019, 2020 ve 2018-2020 yılları ortalamasında toplam faktör verimliliği olumlu yönde değişen müdürlükler incelenmiştir.

4. BULGULAR

KOSGEB'in amacı, etkin destek ve hizmetlerle KOBİ ve girişimcilerin yenilikçi, teknolojik ve rekabetçi bir yapıya ulaşmalarını sağlayarak ekonomik ve sosyal kalkınmadaki paylarını artırmaktır. Kurum birçok araştırma geliştirme projesini destekleyerek, yenilikçi teknolojilerin büyümesine ve girişimcilik kültürünün Türkiye'de gelişmesine katkıda bulunmuştur. Kurum, aynı zamanda Avrupa Birliği ile ortak yürütülen ve 2014 yılında başlayan COSME programının (İşletmelerin ve KOBİ'lerin Rekabet Edebilirliği Programı, 2014-2020) ve bu programın yerini alan Tek Pazar Programı'nın (2021-2027) Türkiye'deki temsilcisidir.

KOSGEB 2020 yılında 81 ilde 88 müdürlük ile Başkanlık binası dahil toplam 89 binada faaliyet göstermektedir. Kurumu oluşturan idari organlar; Genel Kurul, İcra Komitesi ve yürütme organı olan Başkanlık'tır. Başkanlık, sahadaki karar alma birimleri aracılığıyla asli görevlerini yerine getirmektedir. Başkanlık merkez teşkilatındaki birimler, süreçlerin organizasyonu ve koordinasyonundan sorumlu olup, Genel Kurul ve İcra Komitesi kararlarının uygulamadaki birimlere aktarımı, denetimi ve oluşabilecek aksaklıkların giderilmesi ile görevlidir. Kurum KOBİ'lerin yapısına uygun şekilde, sürekli bir dinamizm içerisinde görev yapmaktadır. Sahadan gelen makul geri bildirimlerin değerlendirilmesi, sanayinin değişen, gelişen koşullarına uyum ve oluşturulan stratejik vizyon belgeleri doğrultusunda ülkenin stratejik sektörlerine uygun destekler kurgulanarak bu alanların desteklenmesi faaliyetlerini yerine getirmektedir. Bu destek ve hizmetlerden hedef kitlenin daha etkin yararlanabilmesini sağlamak amacıyla, kurum/kuruluşlarla iş birliği protokolleri kapsamında KOSGEB Temsilcilik Ofisleri (2020 yılında 104 adet) kurulmuştur (KOSGEB, Faaliyet Raporu, 2020).

KOSGEB'de 2020 yılı sonunda toplam 1952 personel görev yapmaktadır. Bu personelin 664'ü merkezdeki Başkanlık binasında, 1288'i ise taşra teşkilatı olarak adlandırılan illerdeki müdürlüklerdedir. Kurumda çalışanlar; başkan, başkan yardımcısı, daire başkanı, müdür, uzman, uzman yardımcısı, memur, muhasebeci, teknisyen, büro personeli, sekreter, şoför, temizlik personeli ve güvenlik personeli kadrolarındadır.

Tablo 1'de verilen KOSGEB'in kurumsal mali durumuna bakıldığında 2018 yılında 2,25 milyar TL gider, 2,18 milyar TL geliri vardır. 2018 yılı için 71,3 milyon TL bütçe açığı meydana gelmiştir. 2019 yılında giderler 2,74 milyar TL iken, gelirler 2,71 milyar TL olarak gerçekleşmiştir. 2019 yılında ortaya çıkan bütçe açığı 29,7 milyon TL'dir. 2020 yılı için giderler 1,9 milyar TL olarak, gelirler ise 2 milyar TL olarak gerçekleşmiştir. 2020 yılında kurum bütçesi 195,7 milyon TL fazla vermiştir (KOSGEB, Kurumsal Mali Durum ve Beklentiler Raporu, 2020).

Tablo 1. KOSGEB kurumsal mali durumu

	2018	2019	2020
Gelir (milyar TL)	2,18	2,71	2
Gider (milyar TL)	2,25	2,74	1,9
Denge (milyon TL)	71,3 (Açık)	29,7 (Açık)	195,7 (Fazla)

Tablo 2'de KOSGEB'in 2020 yılı içerisindeki verilerine göre çalışan sayısı dikkate alınarak müdürlükler kendi içerisinde gruplara ayrılmıştır. Çalışan sayısı 0 ila 6 arasında olan müdürlükler küçük düzeyli müdürlükler, 7 ila 13 arasında olan müdürlükler orta düşük düzeyli müdürlükler, 14 ila 21 arasında olan müdürlükler orta yüksek düzeyli müdürlükler, 22 ve daha fazla çalışan sayısına sahip müdürlükler ise büyük müdürlükler olarak sınıflandırılmıştır.

Tablo 2. Çalışan sayısına göre müdürlük gruplandırması

Grup	Müdürlük sayısı	Çalışan sayısı (medyan)
Küçük düzeyli müdürlük (0-6 çalışan)	22	5,5
Orta düşük düzeyli müdürlük (7-13 çalışan)	42	9
Orta yüksek düzeyli müdürlük (14-21 çalışan)	9	18
Yüksek düzeyli müdürlük (22 + çalışan)	15	29
Toplam	88	9

Tablo 3'te KOSGEB müdürlüklerinin incelenen her yıl için kullanılan verilerinin ortalaması ve standart sapma değerleri yer almaktadır. Bu verilerden parantez içerisindeki değerler standart sapma değerleridir. Standart sapma değerleri bir veri grubunda aritmetik ortalamadan ne kadar uzaklaştığını göstermektedir. Tabloda ilk üç sıradaki değişken kullanılan girdiler, son üç sıradaki değişken ise kullanılan çıktılardır.

Ortalamalara bakıldığında girdilerde yıl geçtikçe artış eğilimi varken, çıktılarda ise destek tutarının 2019 yılı hariç azalış eğilimi göze çarpmaktadır. Korelasyon matrisindeki veriler incelendiğinde, 2018, 2019 ve 2020 yılları için değerler alt alta verilmiştir. Tüm girdi ve çıktıların birbirleriyle olan ilişkisi pozitif yönde ve anlamlıdır.

Tablo 3. KOSGEB müdürlüklerinin verilerinin ortalaması, standart sapma değerleri ve korelasyon matrisi

Değişkenler	KOSGEB ortalaması			Korelasyon Matrisi (2018, 2019, 2020)					
	2018	2019	2020	1.	2.	3.	4.	5.	6.
1.Beyaz Yaka Personel Sayısı	6,78 (8,65)	6,53 (8,45)	7,59 (11,32)	-	0,952	0,978	0,811	0,842	0,684
2.Mavi Yaka Personel Sayısı	7,92 (11,17)	7,92 (11,34)	8,34 (14,06)	-	0,958	0,988	0,743	0,752	0,608
3.Cari Harcamalar (milyon TL)	1,64 (2,42)	1,96 (2,83)	2,15 (3,04)	-	0,971	0,988	0,743	0,752	0,608
4.Desteklenen KOBİ Sayısı (Adet)	812,15 (916,62)	710,42 (790,26)	577,44 (647,74)	-	0,975	0,980	0,739	0,776	0,619
5.Destek Tutarı (milyon TL)	15,53 (17,29)	20,19 (23,56)	15,44 (19,03)	-	0,964	0,697	0,706	0,564	0,636
6.Eğitimle Verilen Girişimcilik Sertifikası Sayısı	1718,56 (1484,55)	1437,45 (1241,71)	1326,42 (1145,80)	-	-	0,771	0,815	0,636	0,625
				-	-	0,758	0,791	0,625	0,612
				-	-	0,745	0,762	0,612	0,612
				-	-	-	0,965	0,851	0,851
				-	-	-	0,952	0,820	0,820
				-	-	-	0,947	0,805	0,805
				-	-	-	-	0,848	0,848
				-	-	-	-	0,798	0,798
				-	-	-	-	0,759	0,759
				-	-	-	-	-	-
				-	-	-	-	-	-
				-	-	-	-	-	-

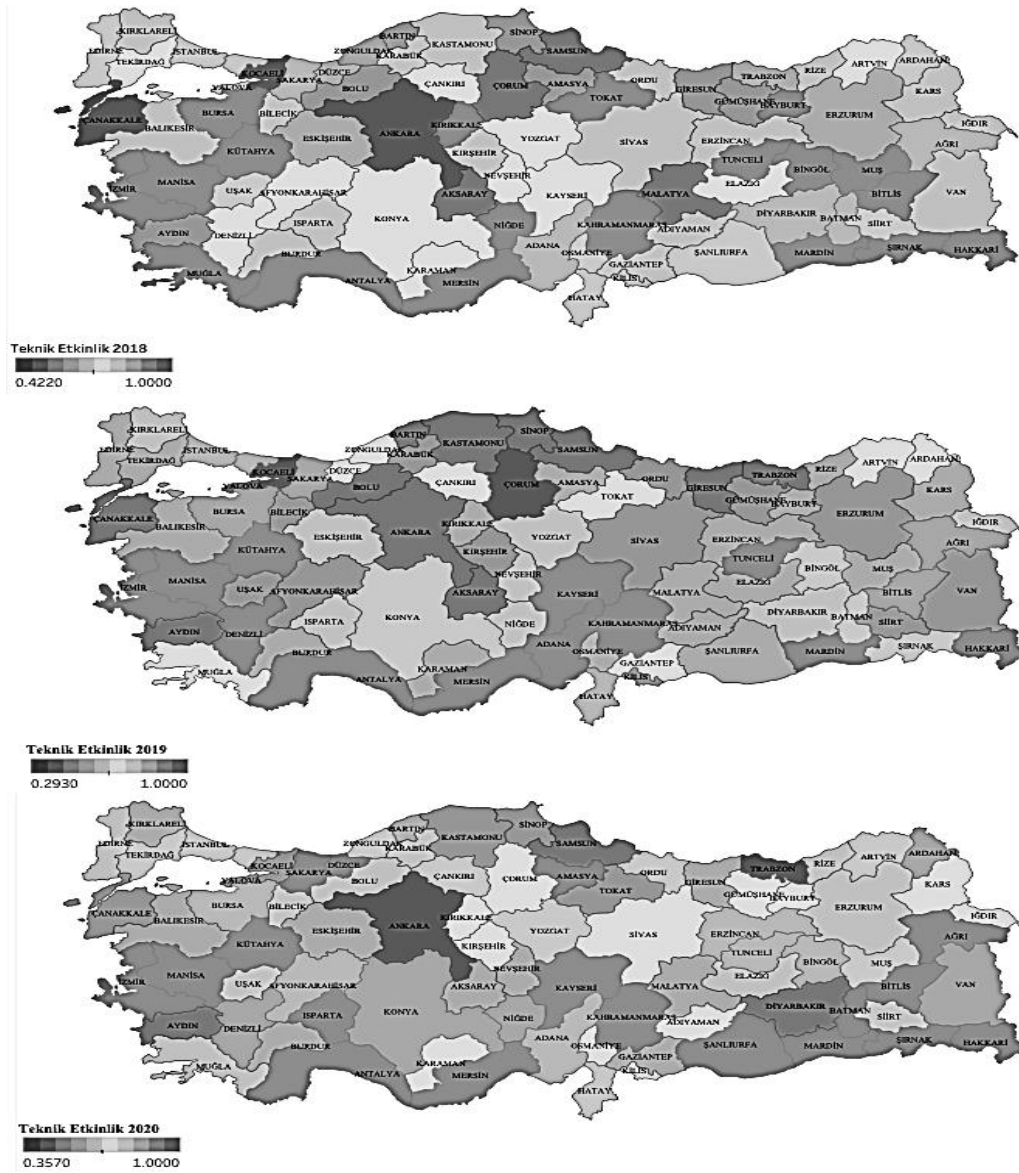
4.1. Müdürlüklerin Teknik Etkinliği

Müdürlüklerin teknik etkinliğini hesaplamak için seçilen verilerin tanımlayıcı istatistikleri Tablo 4'te verilmiştir. Bu girdi ve çıktılar kurumun destek hizmetlerini sağlarken ihtiyaç duyduğu en önemli kaynaklar ve kurumun kendi performans ölçümlerinde de öncelikli olarak kullandığı, elde edilen ana çıktılar oldukları düşünülmektedir.

Tablo 4'te girdilerin harcamalar kısmında yıldan yıla düzenli bir artış gözlemleniyorken, çıktılar için durum farklıdır. Çıktılardan desteklenen KOBİ sayısı 2018 yılından 2019 yılına azalmıştır. 2019 yılından 2020 yılına ise değişim daha olumsuzdur. Destek tutarlarında da 2018 yılından 2019 yılına 88 müdürlüğün ortalamasında 5 milyon Türk Lirası'na yakın artış varken ve önceki yıllarda da genel olarak artış gözlemleniyorken, 2019 yılından 2020 yılına bakıldığında ortalamanın 2018 yılının da altına düştüğü gözlemlenmiştir. 2020 yılı verilerinde gözlemlenen bu düşüş, 2020 yılında yaşanan pandemi nedeniyle birçok sektörde yaşanan kapanmaya, sokağa çıkma yasaklarına ve diğer önlemlere bağlı olarak genel hayat akışının kesintiye uğramasına ve bunlara bağlı olarak ekonominin ve KOBİ'lerin etkilenmesine bağlanabilir.

Tablo 4. Verilerin tanımlayıcı istatistikleri

Değişkenler	2018				2019				2020			
	Ort.	Std.	En küçük	En büyük	Ort.	Std.	En küçük	En büyük	Ort.	Std.	En küçük	En büyük
Beyaz Yaka Personel Sayısı	6,78	8,65	2	64	6,53	8,45	1	62	7,59	11,32	2	89
Mavi Yaka Personel Sayısı	7,92	11,17	0	85	7,92	11,34	0	84	8,34	14,06	14	106
Cari Harcamalar (milyon TL)	1,64	2,43	0,16	19,59	1,96	2,83	0,36	22,3	2,15	3,04	0,4	24,8
Desteklenen KOBİ Sayısı (Adet)	812,5	916,62	58	4197	710,2	790,26	60	4239	577	647,4	51	3444
Destek Tutarı (milyon TL)	15,53	17,3	0,98	80,96	20,19	23,56	1,16	109,9	15,4	19,03	0,62	88,69
Eğitimle Verilen Girişimcilik Sertifikası Sayısı	1718	1484,5	11	8905	1437	1241,7	9	7448	1326	1145,8	8	6873



Şekil 2. 2018-2019-2020 yılları müdürlükler etkinlik haritaları

Şekil 2'de sırasıyla 2018 yılından 2020 yılına müdürlüklerin teknik etkinlikleri verilmiştir. En koyu gri renkte olan müdürlükler teknik etkin müdürlüklerdir. Renk siyaha döndükçe etkinlik sınırından uzaklaşmaktadır.

Tablo 5 incelendiğinde, kurumun ortalama teknik etkinliği 2018'den 2020'ye azalış göstermiştir ve bu 3 yıl için ortalama 0,708 çıkmıştır. Bu sonuç, incelenen 3 yıl için kurumun oluşturduğu aynı çıktıların, girdilerde %29 tasarruf edilerek elde edilebileceğini göstermektedir. Tabloda dikkat çeken bir başka husus ise küçük müdürlüklerin teknik etkinlik skorlarının daha yüksek oluşudur. 2019 yılı hariç büyük müdürlüklerin etkinlik skoru müdürlük büyüklüğüne göre inceleme bazında en düşüktür. 2019 yılında orta düşük düzeyli müdürlüklerin etkinlik skoru en düşük (0,554) çıkmıştır.

Tablo 5. KOSGEB müdürlüklerinin teknik etkinlik skorları

Değişkenler	Teknik etkinlik skoru		
	2018	2019	2020
Küçük	0,833	0,702	0,845
Orta düşük	0,730	0,554	0,710
Orta yüksek	0,770	0,695	0,716
Büyük	0,703	0,683	0,698
KOSGEB ortalaması	0,755	0,628	0,743

Tablo 6'da 2018 yılı için yapılan veri zarflama analizinde 21 müdürlüğün etkinlik skoru 1 (tam etkin) çıkmıştır. 2019 yılı için 13 müdürlük etkinlik sınırındadır. 2020 yılında ise tam etkin müdürlükler 17 tanedir. Bu müdürlükler, söz konusu yıllar için en verimli müdürlüklerdir. Eldeki mevcut girdiler ile KOBİ'lere destek vererek ve diğer hizmetleri sağlayarak, üretim sınırında yer almakta ve teknik olarak tam etkin kabul edilmektedirler. Mevcut girdi bileşimlerini en etkin şekilde kullanarak mümkün olabilecek en fazla çıktıyı üretmektedirler. Bu müdürlüklerden, 2018 yılı için Bursa Doğu (Uludağ), Hakkâri, Kütahya, Mardin, Muğla ve Tokat olmak üzere 6 tanesi ölçek etkindir. 2019 yılında ölçek etkin olan müdürlük sayısı, 4 tanedir. Bunlar Hakkâri, Kütahya, Manisa ve Mardin müdürlükleridir. 2020 yılında Amasya, Antalya, Batman, Hakkâri, Isparta, Kayseri, Kütahya, Manisa, Mardin ve Şanlıurfa müdürlükleri olmak üzere 10 müdürlük ölçek etkindir. Yani kendilerine en uygun ölçekte üretim yapmaktadırlar. Analiz raporlarına bakıldığında; 88 müdürlüğün 2018 yılında 54'ü, 2019 yılında 52'si ve yine 2020 yılında 52'sinin ölçege göre artan getiriye sahip olduğu görülmektedir. Yani bu müdürlüklerde birim girdi artışında çıktı daha fazla artmaktadır.

Tablo 6. 2018-2019 ve 2020 yıllarında veri zarflama analizi ile etkin çıkan müdürlükler

2018	2019	2020
Antalya Müdürlüğü	Adana Müdürlüğü	Ağrı Müdürlüğü
Bayburt Müdürlüğü	Antalya Müdürlüğü	Amasya Müdürlüğü
Bingöl Müdürlüğü	Bursa Doğu (Uludağ) Müdürlüğü	Antalya Müdürlüğü
Bitlis Müdürlüğü	Hakkâri Müdürlüğü	Batman Müdürlüğü
Bursa Batı Müdürlüğü	İstanbul Anadolu Yakası Müdürlüğü	Hakkâri Müdürlüğü
Bursa Doğu (Uludağ) Müdürlüğü	İstanbul İkitelli Müdürlüğü	Isparta Müdürlüğü
Hakkâri Müdürlüğü	İzmir Müdürlüğü	İstanbul Anadolu Yakası Müdürlüğü
İstanbul Anadolu Yakası Müdürlüğü	Kayseri Müdürlüğü	İstanbul İkitelli Müdürlüğü
İstanbul İkitelli Müdürlüğü	Kütahya Müdürlüğü	İzmir Müdürlüğü
İzmir Müdürlüğü	Manisa Müdürlüğü	Kahramanmaraş Müdürlüğü
Kahramanmaraş Müdürlüğü	Mardin Müdürlüğü	Kayseri Müdürlüğü
Kırıkkale Müdürlüğü	Mersin Müdürlüğü	Kütahya Müdürlüğü
Kütahya Müdürlüğü	Tunceli Müdürlüğü	Manisa Müdürlüğü
Mardin Müdürlüğü		Mardin Müdürlüğü
Mersin Müdürlüğü		Sakarya Müdürlüğü
Muğla Müdürlüğü		Şanlıurfa Müdürlüğü
Muş Müdürlüğü		Tekirdağ Kuzey (Çorlu) Müdürlüğü
Niğde Müdürlüğü		
Şırnak Müdürlüğü		
Tokat Müdürlüğü		
Tunceli Müdürlüğü		

2018, 2019 ve 2020 yıllarının üçü için de etkin çıkan Antalya, Hakkâri, İstanbul Anadolu, İstanbul İkitelli, İzmir, Kütahya ve Mardin müdürlükleridir. Bu illerin bazıları için (İstanbul, İzmir) sanayi bölgelerinin gelişmişliği bir avantajdır. Bu illerde destek dağılımı, bugün kurumdaki destek sisteminin lokomotif konumunda olan girişimcilik destekleri ile sınırlı kalmamakta, araştırma geliştirme, yurtdışı pazar, teknolojik ürün tanıtım pazarlama ve kümelenme temalı iş birliği destek programları ile çeşitlenmektedir. Sayılan destekler daha yüksek tutarlı ve nitelikli desteklerdir.

Antalya Müdürlüğü, orta yüksek düzeydeki müdürlükler arasında sınıflandırılmıştır. Bu müdürlüğün verilerinde dikkat çeken husus mavi yakalı personel sayısının az olmasıdır. Beyaz yakalı personel sayısı incelenen yıllar için mavi yakalı personel sayısına göre iki kat ya da daha fazladır. Cari harcamalarda 2018 yılından 2019 yılına gelindiğinde oransal artış gerçekleşmiştir. 2019 yılından 2020 yılına gelindiğinde ise % 2 oransal azalış olduğu dikkat çekmektedir. Çıktılar açısından, müdürlüğün oldukça fazla işletmeye destek verdiği görülmektedir. İncelenen her yıl için 1400 üzeri KOBİ'ye, 21 milyon TL üzerinde destek verilmiştir. 2020 yılında verilen destek tutarı %21 azalmış ancak destek verilen KOBİ sayısında çok az azalma meydana gelmiştir. Eğitimle verilen girişimcilik sertifikası sayısı 3.494'tür. Bu sayı her yıl için azalmış, 2020'de 2.697'ye düşmüştür. Müdürlük incelenen ilk iki yıl ölçege göre azalan getiri göstermiş, son yıl ölçek etkin çıkmıştır. Antalya ili imalat sanayi bakımından bölgesinde 3. il olarak bilinmektedir ve faaliyette yalnızca bir organize sanayi bölgesi bulunmaktadır. Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre 2020 yılında 1,6 milyar TL üzerinde ihracat, 935 milyon TL üzerinde ithalat yapılmıştır. 2020'de toplam kayıtlı KOBİ sayısı 167.810 işletme olup, bunların 6.494'ü küçük ve orta düzeydeki KOBİ'lerdir. İlin potansiyeli turizm ve

tarım yönünden daha dikkat çekicidir. Müdürlüğün incelenen verilerine göre, 2020 yılında girişimcilik ve işletme geliştirme destekleriyle ön plana çıkan bir destek yapısı bulunmaktadır.

Çalışmanın başında yapılan sınıflandırmada küçük düzeyli müdürlükler arasına giren Hakkâri Müdürlüğü, küçük olmasının avantajıyla, üç yıl için de etkin müdürlükler arasına girmiştir. İncelenen bu yıllar için yardımcı personeli bulunmamaktadır. Hakkâri Müdürlüğü, söz konusu yıllarda 2 ila 3 arasında çalışanı olmasına rağmen az sayıda KOBİ'ye verdiği düşük destek miktarı ile etkin müdürlükler arasında yer alabilmiştir. Cari harcamaları yıldan yıla artış göstermiştir. Ancak çıktılar tarafında destek verilen KOBİ sayısının her yıl azaldığı gözlemlenmektedir. 2018 yılında 121 KOBİ'ye destek vermiş olan müdürlük, 2020 yılında pandeminin de etkisiyle yalnızca 51 KOBİ'ye destek vermiştir. Destek tutarı da 1,9 milyon TL'den %54 azalma ile 900 bin TL'ye düşmüştür. Verilen girişimcilik sertifikası sayısı, 2018'de 800'e yakinken, 2020 yılında 615'e düşmüştür. Müdürlük, ölçek etkindir. Çıktılardaki tüm verileri azalmasına rağmen diğer müdürlük verilerindeki görece değişime göre 3 yıl için de etkinlik sınırındadır. Hakkâri ilinin faaliyette olan bir organize sanayi bölgesi henüz yoktur. İlin dış ticaret verilerine bakıldığında 2020 yılında 37 milyon TL ihracat, 24 milyon TL ithalat olduğu dikkat çekmektedir. Aynı yıl için ilde kayıtlı KOBİ sayısı 6.427'dir. Bunların toplamda 174 tanesi küçük ve orta düzeydeki (12 tane) KOBİ'lerdir.

İstanbul Anadolu Müdürlüğü yapılan sınıflandırmada büyük düzeyli müdürlükler arasındadır. Bu müdürlük İstanbul ilindeki en büyük müdürlüktür. 2020 yılında beyaz yaka personel sayısı 10 kişi, mavi yaka personel sayısı 10 kişi artmıştır. Cari harcamaları 2020 yılında 9 milyon TL üzerindedir ve yıldan yıla artış göstermiştir. Çıktılar tarafında ilk iki yıl 4 bin üzerinde işletmeye 67 milyon TL ve 100 milyon TL üzerinde destekler verirken, 2020 yılında destek verdiği KOBİ sayısı 3.400'e destek tutarı ise 88 milyon TL'ye gerilemiştir. Girişimcilik sertifikası sayısı 2018 yılında 4.601 iken 2020 yılında 3.551'e düşmüştür. Ölçek etkinliği bakımından müdürlüğün ölçeğe göre azalan getiriye sahip olduğu anlaşılmıştır. Girdide meydana gelen birim artışlar çıktıyı daha az oranda artırmaktadır. İstanbul'da faaliyette bulunan 8 organize sanayi bölgesinden 6'sı İstanbul Anadolu Müdürlüğü'nün faaliyet alanındadır. Bu açıdan destek çeşitliliğinde oldukça iyi durumda olan bir müdürlüktür. İstanbul Anadolu Yakası'ndaki tek müdürlük olması da müdürlüğün iş yükünü oldukça artırmaktadır. Ancak tüm bu talep fazlalığına rağmen, söz konusu girdilerle 3 yıl için de teknik etkin çıkmıştır. İstanbul ili çok büyük olduğundan ve bölgesel bilgi bulunmadığından tümüyle ilgili bilgiler verilecektir. 2020 yılı ihracatı TÜİK verilerine göre 79 milyar TL üzerindedir, ithalatı ise 120 milyar TL üzerindedir. İlde kayıtlı KOBİ sayısı 983.655 olup bunların 52.975'i küçük, 9.811'i orta ölçekte yer alan KOBİ'lerdir.

İstanbul İkitelli Müdürlüğü yapısal sınıflandırmada büyük düzeyli müdürlükler arasındadır. İstanbul Anadolu Müdürlüğü ile İstanbul ilinin en büyük iki müdürlüğünden bir tanesidir. Avrupa yakasındaki en büyük müdürlük olan müdürlüğün girdi olarak kullanılan verilerine bakıldığında çalışan sayılarında çok fazla değişim olmamıştır. Beyaz yakalı çalışan sayısı 2020 yılında 27 kişidir. Mavi yakalı çalışan sayısı ise 26 kişidir. Mavi yakalı çalışan sayısı her yıl 1 kişi azalmıştır. Beyaz yakalı çalışan sayısı ilk yıl 1 kişi azalmış sonraki yıl 2 kişi artmıştır. Cari harcamaları her yıl artış göstermiş olup 2020 yılında 7 milyon TL'nin üzerindedir. Çıktılar tarafında destek verilen KOBİ sayısında her yıl azalma meydana gelmiştir. İlk yıl 3.700 işletme üzerine destek veren müdürlük 2020 yılında 2.200 üzerinde işletmeye destek vermektedir. Destek tutarı da 65 milyon TL'den 82 milyon TL'ye çıkmış, 2020 yılında 62 milyon TL'ye gerilemiştir. Verilen girişimcilik sertifika sayısı 2018 yılında 8.905'tir. Bu sayı kurumun müdürlükleri içerisinde en fazla sertifika veren müdürlük olduğunu göstermektedir. 2019 yılında verilen sertifika sayısı 7.448'e, 2020'de 6.873'e düşmüştür. Müdürlük incelenen üç yıl için de ölçeğe göre azalan getiriye sahiptir. İstanbul Avrupa yakasında bulunan iki organize sanayi bölgesi de bu müdürlüğün yetki alanında bulunmaktadır. Bu durum müdürlüğün destek çeşitliliğini artırmakta, katma değeri yüksek destekler verebilmesini sağlamaktadır.

İzmir Müdürlüğü de büyük düzeyli müdürlükler arasındadır. İlde 2020 yılına kadar İzmir Kuzey ve İzmir Güney müdürlükleri olarak iki müdürlük varken, bu müdürlükler birleştirilerek tek müdürlük haline gelmiştir. Girdilerinde toplam çalışan sayısının yıldan yıla azaldığı gözlemlenmiştir. Beyaz yakalı çalışan sayısı ilk yıldan ikinci yıla azalmış, ikinci yıldan üçüncü yıla artmıştır. Mavi yakalı çalışan sayısı ise her yıl azalış göstermiştir. Cari harcamalarında 2018'den 2020 yılına her yıl artış meydana gelmiştir. 2019 yılından 2020 yılına meydana gelen artış 1 milyon TL üzerindedir. Destek verilen KOBİ sayısı her yıl azalmıştır. İlk yıl 3.900 üzerinde, ikinci yıl 3.600 üzerinde KOBİ desteklenmişken, son yıl 3.081 KOBİ desteklenebilmiştir. Destek tutarlarında 2018 yılında 80 milyon TL üzerinde destek verilmiş, 2019 yılında bu tutar 100 milyon TL'yi aşmış, 2020 yılında ise 83 milyon TL üzerine gerilemiştir. Girişimcilik eğitimleriyle verilen sertifika sayısı 2018 yılında 6.622 iken 2020 yılına gelindiğinde her yıl azalarak 5.111'e düşmüştür. Müdürlük tüm yıllarda ölçeğe göre azalan getiriye sahiptir. İzmir ilinde faaliyette 13 organize sanayi bölgesi bulunmaktadır. Bu organize sanayi bölgelerinde faaliyet gösteren tüm işletmeler İzmir Müdürlüğü yetki alanında bulunmaktadır. İzmir ilinde 2020 yılında 9 milyar TL üzerinde ihracat, 7 milyar TL üzerinde ithalat yapılmıştır. İlde 2020 yılında 246.551 KOBİ bulunmakta olup bunların 10.564'ü küçük ölçekte, 1.624'ü orta ölçektedir.

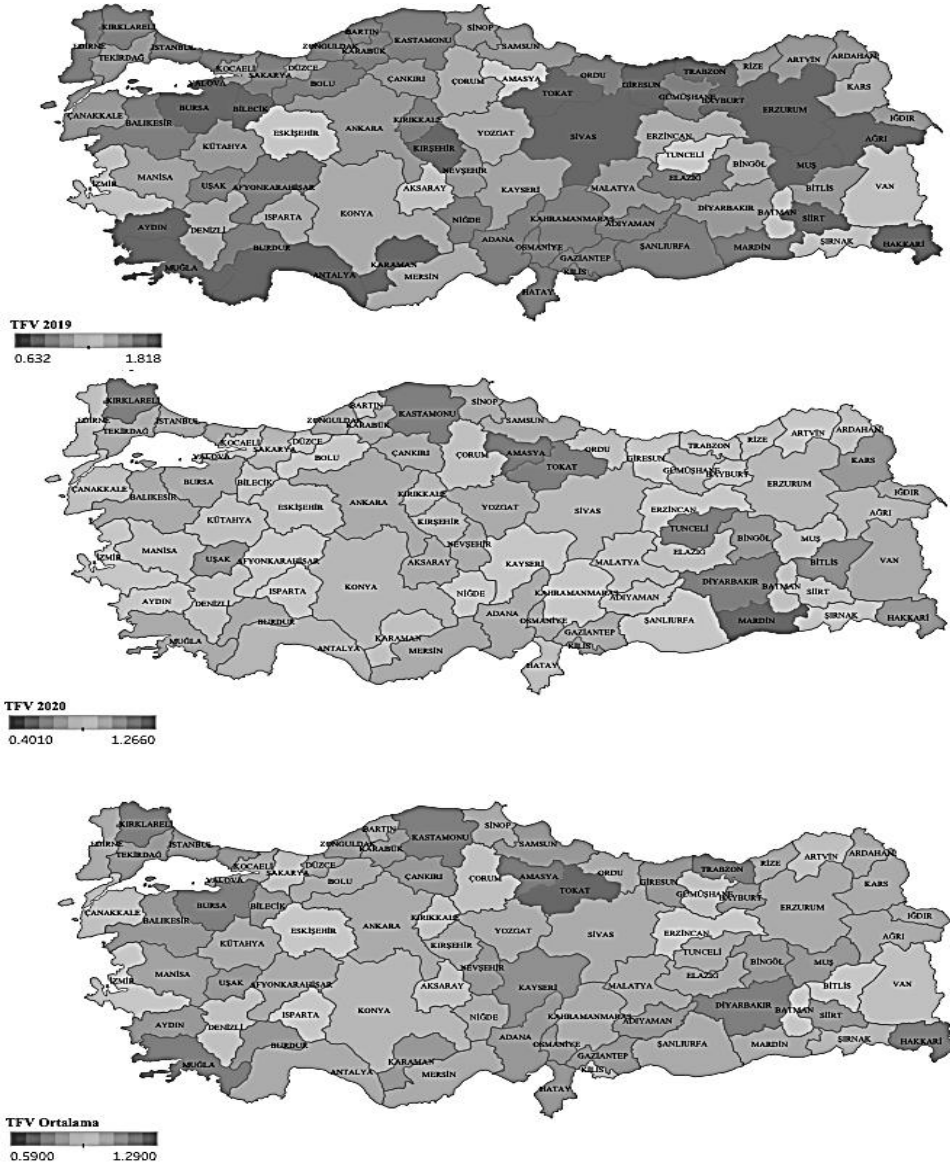
Kütahya Müdürlüğü, küçük düzeyli müdürlükler içerisinde yer almaktadır. İncelenen yıllar için personel sayısı değişmemiştir. Her yılda 3 beyaz yakalı, 2 mavi yakalı personeli bulunmaktadır. Cari harcamaları 2018 yılından 2019 yılına artmıştır. 2019 yılından 2020 yılına gelindiğinde ise azalmış gözükmektedir. Müdürlüğün destek verdiği işletme sayısı yıldan yıla azalmıştır. İlk yıl 300 işletme üzerinde iken üçüncü yıl pandeminin de etkisiyle 200 işletmeye gerilemiştir. Verilen destek tutarı da ilk yıl 8 milyon TL üzerinde, ikinci yıl 10 milyon TL üzerinde, üçüncü yıl 4 milyon TL üzerindedir. 2020 yılında verilen destek tutarı önceki yılın tutarının yarısının da altına inmiştir. 2018 yılında 3.684 girişimcilik sertifikası verilmiş, 2020 yılında bu sayı 2.843'e düşmüştür. Bu müdürlük üç yıl için de ölçek etkin çıkmıştır. Kütahya ilinde 5 ayrı organize sanayi bölgesi bulunmaktadır. Diğer küçük sınıflandırılmış müdürlüklere göre destek çeşitliliği göze çarpmaktadır. Bu durum organize sanayi bölgelerine ve il ölçeğine kıyasla ildeki imalat sanayinin gelişmişliğine bağlanabilir. Kütahya'nın 2020 yılı ihracatı 235 milyon TL üzerinde, ithalatı 135 milyon TL üzerinde gerçekleşmiştir. İldeki 25.871 KOBİ'nin 698'i küçük, 101'i orta ölçektir.

Mardin Müdürlüğü de sınıflandırmada küçük düzeyli müdürlükler arasında yer almasına rağmen, 4 ila 7 arası personel ve benzer diğer illerle karşılaştırıldığında oldukça düşük kalan yıllık cari harcamaları ile oldukça büyük bir KOBİ kitesine hizmet verebilmektedir. Mardin Müdürlüğü'nde destek verilen KOBİ sayısı ve verilen destek tutarı il potansiyelinin üzerindedir. 2018 yılında 25 milyon TL üzerinde, 2019 yılında 26 milyon TL üzerinde destek tutarına ulaşmıştır. 2020 yılında pandeminin de etkisiyle destek tutarı yarisına düşmüştür. Bir başka dikkat çeken husus 2019 yılı için beyaz yaka personel sayısının 1 kişiye düşmesi, mavi yaka personel sayısının ise 4 kişiden 3 kişiye düşmesidir. 2018 yılında müdürlük 1532 sertifika vermiştir. 2020 yılında bu sayı 1182'ye düşmüştür. Mardin bu verileriyle 3 yılda da etkin çıkmıştır. Mardin Müdürlüğü incelenen yılların tümü için ölçek etkindir. İlde tek organize sanayi bölgesi bulunmaktadır. 2020 yılında 908 milyon TL üzerinde ihracatı 364 milyon TL üzerinde ithalatı vardır. Aynı yıl için toplamda 22.048 kayıtlı KOBİ'ye sahiptir. Bunların 1.261'i küçük 177'si orta düzeydeki KOBİ'lerdir. Son yıllarda turizm gelirleriyle ve bölgeye çekilen turist sayısı ile adından söz ettiren Mardin, bölgesindeki iller arasında öne çıkan dinamiklere sahiptir.

2018, 2019 ve 2020 yıllarındaki verilerle elde edilen veri zarflama analizi sonuçlarına göre 88 müdürlük içerisinde etkinlik sınırından en uzak müdürlükler tespit edilmiştir. Bu 3 yıl için de en düşük teknik etkinlik skorlarına sahip iki müdürlük Ankara Ostim ve Kocaeli Doğu müdürlükleridir. Bu müdürlüklerin yanında Çorum Müdürlüğü de 2019 yılı için etkinlik sınırına en uzak müdürlüktür. Ankara Ostim Müdürlüğü teknik etkinlik değerleri 2018, 2019 ve 2020 yılları için sırasıyla 0,375, 0,296, 0,208'dir. Bu müdürlükte ilgili yıllar için aynı çıktılar, girdilerde 2018 yılında %62, 2019 yılında %70, 2020 yılında %79 oranında tasarruf edilerek elde edilebilirdi. Kocaeli Doğu Müdürlüğü içinse aynı yıllarda teknik etkinlik değerleri 0,394, 0,246, 0,375'tir. Bu müdürlük için söz konusu yıllarda girdilerde sırasıyla %60, %75 ve %62 tasarruf edilerek aynı çıktıların elde edilebilmesi mümkün gözükmektedir. Çorum Müdürlüğü için 2019 teknik etkinlik değeri 0,296'dır. Müdürlük 2019 yılındaki aynı çıktılara, girdileri %70 azaltarak ulaşabilecekti. Verilere göre Çorum Müdürlüğü'nün 2019'da ölçeğe göre artan getiriye sahip olduğu gözlemlenmiştir. Ancak Ankara Ostim Müdürlüğü, 3 yıl için de ölçeğe göre azalan getiriye sahiptir. Kocaeli Doğu Müdürlüğü ise 2018 yılında ölçeğe göre sabit getiriye, 2019 ve 2020 yıllarında ölçeğe göre artan getiriye sahiptir. Bu müdürlüklerde kaynaklar etkin kullanılamamaktadır. Girdilerle elde edilen çıktı miktarları beklenen çıktının oldukça altındadır.

4.2. Toplam Faktör Verimliliği ve Zaman İçindeki Değişimi

Toplam faktör verimliliği ve zaman içerisindeki değişimi incelenirken, önce toplam faktör verimliliği değişim haritaları oluşturulmuş ardından müdürlüklerle ilgili yapılan büyüklük gruplandırması üzerinden analize devam edilmiştir.



Şekil 3. 2019-2020 yılları ve ortalama müdürlükler toplam faktör verimliliği haritaları

Şekil 3'te sırasıyla 2019 yılı, 2020 yılı ve 2018-2020 yılları ortalaması olarak müdürlüklerin toplam faktör verimlilikleri verilmiştir. En açık renkte olan müdürlükler toplam faktör verimlilikleri en çok olumlu yönde değişen müdürlüklerdir. Renk koyuya döndükçe toplam faktör verimliliğindeki değişimin olumsuz olduğu anlaşılmaktadır.

Verilerle yapılmış olan analizde, Malmquist endeksinin Tablo 7'de verilen yıllık özet bilgilerine bakıldığında, ikinci yılda (2019) kurumun toplam faktör verimliliğinin olumsuz yönde değiştiği görülmektedir (0,887). Bu değişimin önemli kısmının teknik etkinlikteki değişimden (0,818) kaynaklandığı gözlemlenmektedir. Teknolojideki değişim, olumlu yönde değişmiş olmasına rağmen (1,084), saf teknik etkinlik ve ölçek etkinliğindeki değişimin çarpımından oluşan teknik etkinlikteki değişim negatif yönde değişmiştir. Yönetimsel anlamdaki katkı demek olan saf teknik etkinlikteki değişim (0,808) olumsuz yöndedir. Birimlerin kendisine uygun ölçekte hizmet ve faaliyet gösterip göstermediğini gösteren ölçek etkinliği değişimi (1,012) olumlu yönde değişmiştir. Teknolojideki değişimle kurumun üretim sınırı yer değiştirmiştir ancak teknik etkinliğin bileşenlerindeki olumsuz değişim, 2019 yılındaki toplam faktör verimliliğinin (0,887) olumsuz yönde olmasına neden olmuştur.

Tablo 7. Kurumun toplam faktör verimliliği ve bileşenlerindeki değişim

<i>Değişkenler</i>	<i>KOSGEB ortalaması</i>		
	<i>2019</i>	<i>2020</i>	<i>Ort.</i>
Teknolojideki değişim	1,084	0,615	0,817
Teknik etkinlikteki değişim	0,818	1,257	1,014
Saf teknik etkinlikteki değişim	0,808	1,207	0,988
Ölçek etkinliğindeki değişim	1,012	1,042	1,027
Toplam faktör verimliliğindeki değişim	0,887	0,774	0,829

Üçüncü yıldaki (2020) özet bilgiler içinse toplam faktör verimliliğindeki değişim yine olumsuz gözükmetedir (0,774). 2019 yılından 2020 yılına teknolojiye değişim negatif yönlüdür (0,615). 2020 yılında teknik etkinlikteki değişim olumlu yönde olmasına rağmen, teknolojiye değişimin (0,615) olumsuz etkisiyle toplam faktör verimliliği 0,774 olarak hesaplanmıştır. 2019 yılına göre daha olumsuz bir değişim göstermiş olduğu söylenebilir. Bu olumsuz durum yaşanan pandeminin etkisine bağlanabilir. Teknik etkinlikteki değişimin bileşenleri olan saf teknik etkinlikteki değişim 1,207 olarak olumlu yöndedir. Bu durum, kurumun karar alma birimlerindeki yönetim becerisinin olumlu yönde değiştiğini göstermektedir. Teknik etkinlikteki değişimin diğer bileşeni, kurumdaki karar alma birimlerinin ortalamasının, kendilerine uygun büyüklükte hizmet ve faaliyetlerini sürdürdüğünü gösteren ölçek etkinliğindeki değişimdir. Mevcut veriler ile 1,042 çıkmış olan bu skor, olumlu yönde değişim olduğunu göstermektedir.

İki yılın ortalamasına bakıldığında, toplam faktör verimliliğindeki değişim olumsuz yöndedir (0,829). Bu skora istinaden, kurumun 2018, 2019 ve 2020 yılları için verimlilik değişimi olumsuz yöndedir. 2018'den 2020 yılına gelindiğinde kurumun verimliliği düşmüştür. Bu olumsuzluğun kaynağı teknolojiye değişimdir. Yani kurumun üretim sınırı negatif yönde yer değiştirmiştir. Analizde 2018-2020 yılları arasında karar alma birimlerinin kendilerine uygun ölçekte üretim yaptığı sonucu çıkmıştır. Pandemi döneminde yaşanan karar alma birimlerinin yönetsel becerisinin olumlu değişimine rağmen, yılların ortalamasına bakıldığında yönetsel becerinin olumsuz yönde değişmiş olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Kurumun veri girdi teknolojisi ile mümkün olabilecek en büyük çıktıyı üretme kapasitesi söz konusu dönem için olumlu yönde değişmiş olmasına rağmen, kurumun üretim imkanları eğrisinin olumsuz yönde yer değiştirmesi toplam faktör verimliliğinin olumsuz değişimine neden olmuştur. Tablo 8'de müdürlük düzey gruplandırmasına göre toplam faktör verimliliği ve bileşenlerindeki değişimin detayları incelenebilecektir.

Tablo 8. Kurumun müdürlük gruplandırmasına göre toplam faktör verimliliği ve bileşenlerindeki değişim

<i>Müdürlük Gruplandırması</i>	<i>İlgili Yıllar</i>	<i>Teknolojideki değişim</i>	<i>Teknik etkinlikteki değişim</i>	<i>Saf teknik etkinlikteki değişim</i>	<i>Ölçek etkinliğindeki değişim</i>	<i>Toplam faktör verimliliğindeki değişim</i>
<i>Küçük</i>	2019	0,992	1,021	0,839	1,228	0,999
	2020	0,683	1,166	1,246	0,945	0,790
	Ortalama	0,808	1,077	1,012	1,065	0,869
<i>Orta Düşük</i>	2019	1,095	0,786	0,762	1,036	0,856
	2020	0,630	1,299	1,315	0,987	0,794
	Ortalama	0,821	0,997	0,990	1,006	0,818
<i>Orta Yüksek</i>	2019	1,245	0,724	0,873	0,861	0,899
	2020	0,590	1,380	1,129	1,252	0,766
	Ortalama	0,840	0,981	0,960	1,021	0,821
<i>Büyük</i>	2019	1,203	0,786	0,949	0,832	0,941
	2020	0,555	1,400	1,074	1,339	0,766
	Ortalama	0,811	1,040	0,991	1,049	0,845
<i>KOSGEB Ortalaması</i>	2019	1,084	0,818	0,808	1,012	0,887
	2020	0,615	1,257	1,207	1,042	0,774
	Ortalama	0,817	1,014	0,988	1,027	0,829

Küçük düzeyli müdürlüklerin toplam faktör verimliliğinin değişimi incelendiğinde 2019, 2020 yıllarında ve ortalama azalmış olduğu gözlemlenmektedir. Bu azalma teknolojiye olumsuz değişim sebebiyledir. Küçük düzeyli müdürlüklerde teknik etkinlikteki değişim hem 2019'da hem 2020'de dolayısıyla ortalama artmış olmasına rağmen, her yıl için, ancak özellikle 2020'de teknolojiye değişimde gözlemlenen sert azalış etkisiyle toplam faktör verimliliği azalmıştır. Küçük düzeyli müdürlüklerde toplam faktör verimliliğindeki olumsuz değişimin kaynağı üretim sınırının olumsuz yöndeki değişimidir.

Orta düşük düzeyli müdürlüklerde toplam faktör verimliliğindeki değişim olumsuz yöndedir. Bunun 2019 yılında nedeni teknik etkinlikteki değişim iken 2020 yılındaki nedeni teknolojiye değişimdir. 2019 yılındaki teknik etkinliğin olumsuz değişiminin nedeni saf teknik etkinlikteki değişimdir. Bu düzeydeki

müdürlüklerin yönetsel becerilerindeki değişim pandemi dönemine denk gelen 2020 yılında olumlu yöndedir. Bu nedenle 2020 yılında teknik etkinlikteki değişim olumlu yönde değişmiştir. Ancak teknolojiadaki değişimin oldukça olumsuz değişiminin etkisiyle, kurumun sahadaki toplam müdürlük sayısının %47'sini oluşturan orta düşük düzeyli müdürlüklerin toplam faktör verimliliği 2020 yılında olumsuz yönde değişmiştir.

Orta yüksek düzeyli müdürlüklerde toplam faktör verimliliğinin değişimi hem 2019 yılında, hem 2020 yılında olumsuz yöndedir. 2020 yılındaki olumsuz değişim (0,766), 2019 yılına (0,899) göre daha çoktur. 2019 yılındaki olumsuz değişimin nedeni teknik etkinlikteki olumsuz değişim (0,724) iken 2020 yılındaki olumsuz değişimin nedeni teknolojiadaki olumsuz değişimdir (0,590). Orta yüksek düzeyli müdürlüklerde; 2020 yılında hem saf teknik etkinlikteki değişim hem de ölçek etkinliğindeki değişim olumlu yönde olmasına, dolayısıyla veri girdi teknolojisiyle mümkün olan en büyük çıktı üretme kapasitesi olumlu yönde değişmesine rağmen teknolojiadaki değişimin olumsuz etkisiyle toplam faktör verimliliği olumsuz çıkmıştır.

Orta düzeyde sınıflanan orta düşük ve orta yüksek düzeyli müdürlüklerde hem 2019 hem de 2020 yılları için toplam faktör verimliliği ve bileşenlerindeki değişim yönleri ölçek etkinliği hariç benzeşmektedir. Orta düşük ve orta yüksek düzeyli müdürlüklerin toplam faktör verimliliğinin bileşenlerinin ortalama verilerine bakıldığında ise değişim yönünün tamamen aynı olduğu dikkat çekmektedir.

Büyük düzeyli müdürlüklerin hem 2019 hem de 2020 yılları için toplam faktör verimliliğindeki değişim olumsuz yöndedir. Malmquist endeksi skorlarına göre 2020 yılında gerçekleşen olumsuz yöndeki değişim (0,766), 2019 yılında gerçekleşen olumsuz yöndeki değişime (0,941) göre daha fazladır. 2019 yılında olumsuz değişimin kaynağı teknik etkinlikteki değişim iken 2020 yılında teknolojiadaki değişimdir. Büyük düzeyli müdürlüklerde 2019 yılında teknik etkinliğin bileşenleri olan saf teknik etkinlikteki değişim (0,949) ve ölçek etkinliğindeki değişim (0,832) olumsuz yönde değişmiştir. 2020 yılında ise bu iki endeks skorundaki değişim olumlu yöndedir (sırasıyla 1,074 ve 1,339). 2020 yılında teknolojiadaki değişim skoru 0,555'tir. Bu yıl için üretim sınırının olumsuz yönde yer değiştirme etkisi büyük düzeyli müdürlüklerde en fazladır.

Malmquist endeks skorlarına göre toplam faktör verimliliğindeki olumsuz değişime (0,829) müdürlük ölçeklerine göre bakıldığında, orta düşük ve orta yüksek düzeylerdeki müdürlüklerde yine olumsuz ancak ortalamanın altında (0,818 ve 0,821), küçük ve büyük düzeyli müdürlüklerde ise olumsuz ancak ortalamanın üstünde (0,869 ve 0,845) olduğu tespit edilmiştir.

İncelenen yıllardaki yönetsel becerilerin değişimi demek olan saf teknik etkinlikteki değişim 2020 yılında tüm düzeylerdeki müdürlüklerde olumlu yönde değişmiştir. 2018-2020 yılları ortalamasına bakıldığında büyük, orta yüksek ve orta düşük düzeyli müdürlüklerde olumsuz değişim olmasına rağmen, küçük düzeyli müdürlüklerde saf teknik etkinlik ortalaması olumlu yöndedir. Bu yıllar için küçük düzeyli müdürlüklerde yönetsel becerilerin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

5. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

KOSGEB'in ilgili yıllardaki mali yapısı incelendiğinde genelde açık veren kurum bütçesi için 2020 yılında ortaya çıkan mali durum, sık rastlanan ve beklenen bir durum değildir. Tahsis edilen bütçenin 195 milyon Türk Lirası'nın üzerinde bir tutarının harcanamamış olduğu anlaşılmaktadır. Bu durum, o yıl için talep tarafında meydana gelen daralma ile ilişkilendirilebilir. 2020 yılının Mart ayında başlayan pandemi ile sosyal hayatı kısıtlayan kapanmaların ve sokağa çıkma yasaklarının etkisiyle özellikle hizmet ve ticaret sektörlerinde iş yerlerinin kapalı tutulmasına neden olmuştur. Kamu kurum ve kuruluşlarında esnek çalışma ya da dönüşümlü çalışma kuralları uygulanmış, virüsün kontrol edilebilmesi için tüm kurum ve kuruluşlar en az personel ile, mümkün olanlar ise uzaktan çalışmıştır. Bu durum, e-posta ve benzeri iletişim yolları açık olsa da destek veren ve destek alan tarafların etkileşimini en aza indirmiştir. Ekonomide oluşan daralma ile, KOBİ'ler tüm giderlerini kısarak, yalnızca pandemi sonrası için açık kalmaya çalıştıkları bir hayatta kalma mücadelesine başladıklarından, destek mekanizmasının temeli olan önce harcamaların yapılması, ardından da bir kısmının destek olarak talep edilmesi durumu gerçekleşmemiştir. Destek verebilmenin ilk koşulu olan harcamaların gerçekleşmemiş dolayısıyla desteklerin alınamamış olması, tüm müdürlüklere ait toplam çıktılardaki azalışta da gözlenmektedir. 2018 yılından 2020 yılına girdiler için kurumun tüm müdürlüklerinin toplam cari harcamaları her yıl artış gösterirken, çıktılar tarafında toplam destek verilen KOBİ sayısı ve toplam destek tutarı sürekli azalma eğilimine girmiştir. 2018 yılından 2019 yılına, sonrasında 2020 yılına tüm müdürlüklerin toplam desteklediği KOBİ sayısı azalma eğilimindedir. Yılda yıla incelendiğinde, ilk yıl 71 binden 62 bine %13 azalmış, sonraki yıl 50 bine %19 azalmıştır. Toplam destek tutarı ise tüm müdürlükler için 2018 yılından 2019 yılına 1.366 milyon TL'den 1.777 milyon TL'ye %30 artmıştır, 2020 yılında ise 1.359 milyon TL'ye yani 2018 yılındaki toplam tutarın da altına düşerek %24 azalış göstermiştir.

Kurumun 2020 yılındaki çalışan sayıları baz alınarak yapılan sınıflandırmada, müdürlükler küçük düzeyli, orta düşük düzeyli, orta yüksek düzeyli ve büyük düzeyli olarak ayrılmıştır. Bu sınıflandırmada orta düşük müdürlüklerin en fazla olduğu görülmektedir. Ardından küçük düzeyli müdürlükler gelmektedir. Bu

sınıflandırmaya göre küçük ve orta düşük düzeyli müdürlükler toplam müdürlük sayısının %72'sini oluşturmaktadır. Etkinlik analizindeki durumları incelendiğinde 2018 yılında etkin çıkan 21 müdürlüğün 4'ü büyük, 3'ü orta yüksek, 6'sı orta düşük, 8'i küçük düzeyli müdürlükler arasındadır. 2019 yılında ise etkinlik sınırında çıkan 13 müdürlüğün 5'i büyük, 3'ü orta yüksek, 1'i orta düşük, 4'ü küçük müdürlükler arasındadır. 2020 yılında tam etkin çıkan 17 müdürlüğün 4'ü büyük, 1'i orta yüksek, 6'sı orta düşük, 6'sı küçük müdürlükler arasındadır. İncelenen 3 yıl için bakıldığında tam etkinlik sınırında çıkan 51 müdürlükten, 13 tanesinin büyük, 7 tanesinin orta yüksek, 13 tanesinin orta düşük, 18 tanesinin küçük müdürlükler arasından çıktığı anlaşılmıştır. Bu noktada müdürlükler küçüldükçe etkin çıkma eğilimleri artmaktadır sonucu çıkmaktadır. Büyük müdürlüklerin etkinlik sınırından uzak çıktığı durumlarda, verimliliği artırmak için müdürlüklerin yakın bölgelerde daha etkin ve küçük müdürlüklere bölünmesi tavsiye edilebilir.

Veri zarflama analizi için kullanılan girdiler tarafında incelenen yıllarda düzenli bir artış varken çıktılar tarafında özellikle 2020 yılında destek tutarlarının 2018 yılının da altına düştüğü gözlemlenmektedir. Bu durum 2020 yılında Türkiye'de etkileri hissedilmeye başlayan pandemi ile ilişkilendirilmektedir. İşletmelerin önceden müdürlüklerden onayını almış oldukları destekler için önce harcama yapmaya sonra yapılan harcamaları ibraz etmeye dayalı destekleme modelinde, birçok sektörde faaliyetler durmuş olduğundan, harcamalar ve desteklemeler gerçekleşmemiştir. 2018 yılında 21 müdürlük, 2019 yılında 13 müdürlük, 2020 yılında 17 müdürlük etkinlik sınırındadır. İncelenen üç yıl için de etkin çıkan müdürlükler, 7 tanedir. Bunlar Antalya, Hakkâri, İstanbul Anadolu, İstanbul İkitelli, İzmir, Kütahya ve Mardin müdürlükleridir. Yapılan sınıflandırmaya göre İstanbul Anadolu, İstanbul İkitelli ve İzmir büyük düzeyli, Antalya orta yüksek düzeyli, Hakkâri, Kütahya ve Mardin küçük düzeyli müdürlükler arasındadır. 2018-2020 yıllarına göre kurumun ortalama teknik etkinliği 0,708 çıkmıştır. Bu sonuç mevcutta üretilen çıktıların, girdilerde %29 tasarruf sağlanarak da elde edilebileceğini göstermektedir. Bu bulguya dayanarak, KOSGEB'in sahip olduğu üretim faktörlerini etkin kullanmadığı söylenebilir.

İncelenen üç yıl için etkinlik sınırından en uzak müdürlüklerde incelenen 3 yıl için aynı çıktılar, girdilerde ortalama %66 ila %70 tasarruf edilerek elde edilebilmektedir. Bu sonuca istinaden girdileri azaltabilecek önlemler tavsiye edilebilir. Örneğin, personel yığılması olan müdürlükler için daha efektif bir personel tahsisi yapılabilir. Yüksek kira gibi hizmet alım giderleri için ek tasarruf tedbirleri uygulanması bir diğer öneridir. Kurumun sahada imalat alanlarında daha etkin çalışarak, işletmelerin ihtiyaçları doğrultusunda yüksek tutarlı destekleri (ar-ge, ür-ge, teknoloji, stratejik ürün vb.) vermesi de etkinlik artırabilecek bir diğer tavsiyedir.

Malmquist endeksi ile yapılan analiz sonucuna göre 2018-2020 yılları arasında kurumun sahadaki müdürlüklerinin ortalama toplam faktör verimliliği bu süreçte azalmıştır. İncelenen yıllar için toplam faktör verimliliğindeki olumsuz değişimin kaynağı teknolojiye bağlıdır. Teknik etkinlikteki değişim olumlu yönde olmasına rağmen teknolojiye bağlı değişimin olumsuz etkisiyle toplam faktör verimliliği azalmıştır. Ortalamada sahadaki müdürlük yöneticileri yönetsel becerileri ile olabileceğin en iyisini yapmış, kurum destek mekanizmasının ana kaynağı olan talepteki daralmayı engelleyemediklerinden kurumun üretim sürecinde yer alan tüm üretim faktörlerinin olumsuz yöndeki değişimine engel olamamışlardır. Toplam faktör verimliliğindeki değişimin ana kaynağının teknoloji transferi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Malmquist endeksinde 2019-2020 yılları arası için kendisini gösteren pandemi etkisi, kurumun incelenen dönem için ortalama toplam faktör verimliliğinin azalmasındaki en önemli nedendir.

Çalışmada çeşitli kısıtlar bulunmaktadır. Bunların en önemlisi, kurumun verimliliğini hesaplamak için kullanılan girdi ve çıktıların çeşitlenmesi, artırılması halinde, muhtemel etkinlik ve verimlilik skorlarının farklı çıkabileceğidir. Bu durum tüm analizi değiştirecektir. Kurumun kolaylıkla ulaşabilen strateji belgeleri, girdi ve çıktıların çeşitliliğini göstermesi açısından dikkate alınabilecektir. Bir diğer kısıt verimlilik hesaplamak için literatürde bulunan başka yöntemlerin tercih edilmesi halinde tüm analizin değişebileceğidir. Bu yöntemler belirlenirken erişilen veriye uygun olmasına dikkat edilmesi gerekmektedir.

Bu çalışma gelecekte erişilebilecek yeni girdi ve çıktılarla zenginleştirilebilir. Katmanlı veri zarflama analizi gibi verimlilik skorları benzer, farklı karar alma birimlerini kendi içerisinde gruplayan yöntemlerle (Seiford ve Zhu, 2003) farklılaştırılabilir. Ya da farklı yöntemlerle verimlilik ölçümleri elde edilerek karşılaştırmalı bir analiz sunulabilir.

Yazar Katkıları / Author Contributions

Cem Kalaycı: Literatür Taraması, Kavramsallaştırma, Metodoloji, Veri Derleme, Analiz, Makale Yazımı-rijinal taslak *H. Alper Güzel:* Modelleme, Makale Yazımı-inceleme ve düzenleme

Cem Kalaycı: Literature Review, Conceptualization, Methodology, Data Curation, Analysis, Writing-original draft *H. Alper Güzel:* Modelling, Writing-review and editing

Çatışma Beyanı / Conflict of Interest

Yazarlar tarafından herhangi bir potansiyel çıkar çatışması beyan edilmemiştir.
No potential conflict of interest was declared by the authors.

Fon Desteği / Funding

Bu çalışmada herhangi bir resmi, ticari ya da kâr amacı gütmeyen organizasyondan fon desteği alınmamıştır.
Any specific grant has not been received from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Etik Standartlara Uygunluk / Compliance with Ethical Standards

Yazarlar tarafından, çalışmada kullanılan araç ve yöntemlerin Etik Kurul izni gerektirmediği beyan edilmiştir.
It was declared by the authors that the tools and methods used in the study do not require the permission of the Ethics Committee.

Etik Beyanı / Ethical Statement

Yazarlar tarafından bu çalışmada bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan edilmiştir.
It was declared by the authors that scientific and ethical principles have been followed in this study and all the sources used have been properly cited.



Yazarlar, Verimlilik Dergisi'nde yayımlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmaları CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.
The authors own the copyright of their works published in Journal of Productivity and their works are published under the CC BY-NC 4.0 license.

KAYNAKÇA

- Alp, E. (2017). "Measuring the Efficiency of Resource Allocation in Turkish Economy Using Data Envelopment Analysis", *EcoMod*, (No. 10290),.
- Ambarkhane, D., Singh, A.S. ve Venkataramani, B. (2018). "Measuring Total Factor Productivity Change of Microfinance Institutions in India Using Malmquist Productivity Index", *Indian Growth and Development Review*, 105-130.
- Amirteimoori, A. ve Tabar, M.M. (2010). "Resource Allocation and Target Setting in Data Envelopment Analysis", *Expert Systems with Applications*, 37(4), 3036-3039.
- Andries, A.M. (2011). "The Determinants of Bank Efficiency and Productivity Growth in The Central and Eastern European Banking Systems", *Eastern European Economics*, 49(6), 38-59.
- Aras, G., Karaman, Y. ve Kazak, E.H. (2020). "Efficiency and Productivity Analysis for Intermediary Institutions: Turkish Capital Markets Case", *Journal of Capital Markets Studies*, 4(2), 193-208.
- Aslan, Ş. ve Mete, M. (2007). "Performans Ölçümünde Veri Zarflama Analizi Yöntemi: Sağlık Bakanlığı'na Bağlı Doğum ve Çocuk Hastaneleri Örneği", *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 36(1), 44-63.
- Asmild, M., Paradi, J.C. ve Pastor, J.T. (2009). "Centralized Resource Allocation BCC Models", *Omega*. 37(1), 40-49.
- Aytekin, S. (2011). "Yatak İşgal Oranı Düşük Olan Sağlık Bakanlığı Hastanelerinin Performans Ölçümü: Bir Veri Zarflama Analizi Uygulaması", *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 30(1), 113-138.
- Bairagi, S. (2014). "Productivity and Efficiency Analysis of Microfinance Institutions (MFIS) in Bangladesh", *Munich Personal RePEc Archive*, MPRA Paper No. 67917, (24.02.2022).
- Bakırcı, F. ve Babacan, A. (2010). "İktisadi ve İdari Bilimler Fakültelerinde Ekonomik Etkinlik", *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 24(2), 215-234.
- Bakırcı, F., Bayrak, R. ve Önal, S. (2016). "Savunma Sanayilerinde Toplam Faktör Verimliliği", *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 30(4), 751-769.
- Banker, R.D., Charnes, A., ve Cooper, W.W. (1984). "Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis", *Management Science*, 30(9), 1078-1092.
- Barra, C. ve Zotti, R. (2016). "Measuring Efficiency in Higher Education: An Empirical Study Using a Bootstrapped Data Envelopment Analysis", *International Advances in Economic Research*, 22(1), 11-33.
- Başar, M., Tosunoğlu, Ş. ve Kılıçaslan, Y. (2009). "Türkiye'de Orman Döner Sermaye İşletmelerinin Etkinlik Analizi: Sorunlar, Çözümler ve Politika Önerileri", Tübitak, Proje No: 107K552, Ankara.
- Bayrak, R. (2018). "Total Factor Productivity of Tourism Sector in OECD Countries" *Çankırı Karatekin University Journal of the Faculty of Economics and Administrative Sciences*, 8(2), 157-177.
- Bayrak, R. (2019). "Economic Efficiency and Total Productivity of Defense Industries in NATO and EUROZONE Countries", *Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 18 (Özel Sayı), 85-98.
- Bayrak, R., Bakırcı, F. ve Sarıkaya, M. (2015). "Savunma Sanayinde VZA Yöntemiyle Etkinlik Analizi", *Girişimcilik ve Kalkınma Dergisi*, 10 (2), 26-50.
- Bayrak, R. ve Tatlı, H. (2017). "Total Factor Productivity Analysis in Food Sector", *International Journal of Advances in Management and Economics*, 6(4), 25-34.
- Bayrak, R. ve Bahar, O. (2017). "Economic Efficiency Analysis of Tourism Sector in OECD Countries: An Empirical Study with DEA", *International Journal of Economic and Administrative Studies*, 20, 83-100.
- Bayram, N. (2016). "Veri Zarflama Analizi ve Toplam Faktör Verimliliği: Aracı Kurumlar Üzerine Bir Uygulama", *Verimlilik Dergisi*, 2, 7-44.
- Beasley, J.E. (2003). "Allocating Fixed Costs and Resources Via Data Envelopment Analysis", *European Journal of Operational Research*, 147(1), 198-216.
- Bircan, H. (2011). "Veri Zarflama Analizi ile Sivas İli Merkez Sağlık Ocaklarının Etkinliğinin Ölçülmesi", *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 12(1), 331-347.
- Candemir, M., Duran, F. M. ve Koyubenbe, N. (2009). "İzmir 16. Bölge Birliği Tarım Kredi Kooperatiflerinde Teknik Etkinlik, Ölçek Etkinliği, Teknik İlerleme, Etkinlikteki Değişme ve Verimlilik Analizi: 2001-2008", *Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, 1(2), 13-35.
- Candemir, M. ve Koyubenbe, N. (2005). "İzmir Bölge Birliğine Bağlı Tarım Kredi Kooperatiflerinin Teknik Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi Yöntemi ile Ölçülmesi", *Üçüncü Sektör Kooperatifçilik Dergisi*, (149).
- Chandra, A. (2007). "Approaches to Business Incubation: A Comparative Study of the United States, China and Brazil", *Networks Financial Institute Working Paper*, (2007-WP), 29.

- Charnes, A. ve Cooper, W.W. (1962). "Programming with Linear Fractional Functionals", *Naval Research Logistics Quarterly*, 9(3-4), 181-186.
- Charnes, A., Cooper, W.W. ve Rhodes, E. (1978). "Measuring the Efficiency of Decision Making Units", *European Journal of Operational Research*, 2.6: 429-444.
- Cheng, Z., Cai, M., Tao, H., He, Z., Lin, X., Lin, H. ve Zuo, Y. (2016). "Efficiency and Productivity Measurement of Rural Township Hospitals in China: A Bootstrapping Data Envelopment Analysis", *BMJ Open*, 11;6(11):e011911.
- Coelli, T.J., Rao, D. S. P., O'Donnell, C. J. ve Battese, G. E. (2005). "An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis", Springer Science & Business Media.
- Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi (2018). Bakanlıklara Bağlı, İlgili, İlişkili Kurum ve Kuruluşlar ile Diğer Kurum ve Kuruluşların Teşkilatı Hakkında Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi, https://webdosya.kosgeb.gov.tr/Content/Upload/Dosya/Mevzuat/cbaskanligi_4_kararname.pdf, (Erişim Tarihi: 28.04.2022).
- Çakmak, M. Öktem, K. ve Ömürgönülşen, U. (2009). "Türk Kamu Hastanelerinde Teknik Verimlilik Sorunu: Veri Zarflama Analizi Tekniği ile Sağlık Bakanlığı'na Bağlı Kadın Doğum Hastanelerinin Teknik Verimliliklerinin Ölçülmesi", *Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi*, 12(1), 1-36.
- Çalışkan, H. (2020). "Kamu Hastane Birliklerinin Verimlilik Düzeylerinin Veri Zarflama Analizi ile Değerlendirilmesi", *Verimlilik Dergisi*, (2), 157-178.
- Devrim, F. ve Altay, A. (2000). "Türk Kamu Mali Yönetiminin Yeniden Yapılandırılması ve Bu Yapılanmada Performans Yönetimi ve Denetiminin Yeri", *XV. Türkiye Maliye Sempozyumu*, 27-76.
- Efendić, V. ve Hadžiahmetović, N. (2019). "Productivity Change of Microfinance Institutions in Bosnia and Herzegovina", *South East European Journal of Economics and Business*, 14(2), 23-33.
- Esen, H. ve Yiğit, V. (2019). "Kamu Hastanelerinde Verimlilik Ölçümü: Akdeniz Bölgesi Örneği", *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 6(7), 133-144.
- Farrell, M.J. (1957). "The Measurement of Productive Efficiency", *Journal of the Royal Statistical Society, Series A (General)*, 120(3), 253-290.
- Gilbert, B.A., Audretsch, D.B. ve McDougall, P.P. (2004). "The Emergence of Entrepreneurship Policy", *Small Business Economics*, 22(3), 313-323.
- Gülcü, A., Özkan, Ş. ve Tutar, H. (2004). "Devlet Hastanelerinin 1998-2001 Yılları Arası Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Görece Verimlilik Analizi: Yönetim ve Organizasyon İlkeleri Açısından Bir Değerlendirme", *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 18(3-4), 397-421.
- Hadad, Y., Keren, B. ve Hanani, M. (2015). "Combining Data Envelopment Analysis and Malmquist Index for Evaluating Police Station Efficiency and Effectiveness", *Police Practice and Research*, 16(1), 5-21.
- İlgün, G., Yetim, B., Demirci, Ş. ve Konca, M. (2020). "Türkiye'deki Eğitim ve Araştırma Hastanelerinde Verimlilik Değişimi: 2014-2017 Döneminin İncelenmesi", *Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi*, 23(4), 523-536.
- Kağnıoğlu, C.H. ve İcan, Ö. (2011). "Measuring Relative Efficiencies of Turkish Universities in 2007: A DEA Case Study in R", *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(1), 13-26.
- Kar, A.K. ve Rahman, S. (2018). "Changes in Total Factor Productivity and Efficiency of Microfinance Institutions in The Developing World: A Non-Parametric Approach", *Economic Analysis and Policy*, 60, 103-118.
- Kočišová, K. (2014). "Application of Data Envelopment Analysis to Measure Cost, Revenue and Profit Efficiency", *Statistika*, 94(3), 47-57.
- KOSGEB, (2020). "2020 Yılı Faaliyet Raporu", https://webdosya.kosgeb.gov.tr/Content/Upload/Dosya/Mali%20Tablolar/Faaliyet%20Raporlar%C4%B1/KOSGEB_2020_Y%C4%B1%C4%B1_Faaliyet_Raporu.pdf, (Erişim Tarihi: 28.04.2022).
- KOSGEB, (2020). "Kurumsal Mali Durum ve Beklentiler Raporu", https://webdosya.kosgeb.gov.tr/Content/Upload/Dosya/Mali%20Tablolar/Kurumsal%20Mali%20Durum%20ve%20Beklentiler%20Raporlar%C4%B1/2020_Y%C4%B1%C4%B1_Kurumsal_Mali_Durum_ve_Beklentiler_Raporu.pdf, (Erişim Tarihi: 28.04.2022).
- Kubak, M., Gavurova, B. ve Drotar, G. (2019). "On the Technical Efficiency and Productivity Changes Development in Slovakian Institutions of Higher Education 2005-2015: Malmquist Index Approach", *Transformations in Business & Economics*, 18(2), 215-236.
- Kutlar, A. ve Babacan, A. (2008). "Türkiye'deki Kamu Üniversitelerinde CCR Etkinliği-Ölçek Etkinliği Analizi: DEA Tekniği Uygulaması", *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 15, 148-172.
- Kutlar, A. ve Kartal, M. (2004). "Cumhuriyet Üniversitesinin Verimlilik Analizi: Fakülteler Düzeyinde Veri Zarflama Yöntemiyle Bir Uygulama", *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8, 49-79.

- Lam, P.L. ve Shiu, A. (2004). "Efficiency and Productivity of China's Thermal Power Generation", *Review Of Industrial Organization*, 24(1), 73-93.
- Lee, K.W. (2006). "Effectiveness of Government's Occupational Skills Development Strategies for Small-And Medium-Scale Enterprises: A Case Study of Korea", *International Journal of Educational Development*, 26(3), 278-294.
- Li, N., Wang, C., Ni, H. ve Wang, H. (2017). "Efficiency and Productivity of County-Level Public Hospitals Based on the Data Envelopment Analysis Model and Malmquist Index in Anhui, China", *Chinese Medical Journal*, 130(23), 2836-2843.
- Lita, I. (2018). "Data Envelopment Analysis Techniques – Dea and Malmquist Indicators, In Crs Mode, for Measuring the Efficiency of Romanian Public Higher Education Institutions", *Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research*, 52, 249-264.
- Lothgren, M. ve Tambour, M. (1999). "Bootstrapping the Data Envelopment Analysis Malmquist Productivity Index", *Applied Economics*, 31(4), 417-425.
- Lozano, S. ve Villa, G. (2004). "Centralized Resource Allocation Using Data Envelopment Analysis", *Journal of Productivity Analysis*, 22(1), 143-161.
- McConnell, C.R., Brue, S.L. ve Macpherson, D.A. (2003). "Contemporary Labour Economics", McGraw-Hill Irwin, Boston.
- Nagaraj, R. (1985). "Some Aspects of Small Scale Industries in India: Findings Based on Two All-India Sample Surveys", *Economic and Political Weekly*, 1790-1796.
- Özden, Ü. (2008). "Veri Zarflama Analizi (VZA) ile Türkiye'deki Vakıf Üniversitelerinin Etkinliğinin Ölçülmesi", *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 37(2), 167-185.
- Rustyani, S. ve Rosyidi, S. (2018). "Measurement of Efficiency and Productivity of Zakat Institutions in Indonesia Using Data Envelopment Analysis and the Malmquist Productivity Index", *International Journal of Zakat*, 3(3), 69-82.
- Sav, G.T. (2012). "Data Envelopment Analysis of Productivity Changes in Higher Education for Profit Enterprises Compared to Non-Profits", *International Business Research*, 5(9), 1-9.
- Seiford, L.M. ve Zhu, J. (2003). "Context-Dependent Data Envelopment Analysis-Measuring Attractiveness and Progress", *Omega*, 31(5), 397-408.
- Sung, N. (2007). "Information Technology, Efficiency and Productivity: Evidence From Korean Local Governments", *Applied Economics*, 39(13), 1691-1703.
- Şenol, O. ve Gençtürk, M. (2017). "Veri Zarflama Analiziyle Kamu Hastaneleri Birliklerinde Verimlilik Analizi", *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 29, 265-286.
- Tatlı, H. ve R. Bayrak (2015). "Borsa İstanbul'da Kayıtlı Otomotiv Sektöründe Faaliyet Gösteren Firmaların Etkinliklerinin Statik ve Dinamik Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Değerlendirilmesi", *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 4(1), 119-145.
- Torabipour, A., Najarzadeh, M., Arab, M., Farzianpour, F. ve Ghasemzadeh, R. (2014) "Hospitals Productivity Measurement Using Data Envelopment Analysis Technique", *Iran J Public Health*, 43(11), 1576-81.
- Wang, Y. (2016). "What Are the Biggest Obstacles to Growth of SMEs in Developing Countries? -An Empirical Evidence from an Enterprise Survey", *Borsa Istanbul Review*, 16(3), 167-176.
- Xenos, P., Yfantopoulos, J., Nektarios, M., Polyzos, N., Tinios, P. ve Constantopoulos, A. (2017). "Efficiency and Productivity Assessment of Public Hospitals in Greece During the Crisis Period 2009-2012", *Cost Effectiveness and Resource Allocation*, 15(1), 1-12.
- Xing, S. (2014). "Agricultural Credit Institution Efficiency Evaluation Research Based on Data Envelopment Analysis", *The Open Cybernetics & Systemics Journal*, 8, 535-539.
- Yaohua, R., Muyu, L., Weihu, C. ve Xianyu, C. (2018). "Efficiency, Technology and Productivity Change of Higher Educational Institutions Directly Under the Ministry of Education of China in 2007-2012", *Procedia Computer Science*. 139, 598-604.
- Yazdi, E. ve Ahmadi, Y. (2011). "Measuring the Productivity of Higher Education Institutions by Data Envelopment Analysis (DEA)", *Education Strategies in Medical Sciences*, 4(3), 129-136.
- Yıldırım, İ., Tanrıvermiş, H. ve Tüdeş, T. (2020). "Türkiye'de Kamu Yönetiminde Verimlilik Algısı: Milli Emlak Genel Müdürlüğü Uygulamalarında Verimlilik Analizi Örneği", *Gazi İktisat ve İşletme Dergisi*, 6(2), 159-178.
- Yiğit V. (2016). "Hastanelerde Teknik Verimlilik Analizi: Kamu Hastane Birliklerinde Bir Uygulama", *Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 7(2), 9-16.

Değişim Yönetimi için Reorganizasyon Modeli Önerisi ve Yerel Yönetimlerde Bir Uygulama*

Hayri BARAÇLI¹, Şeyma SARAL²

ÖZET

Amaç: Bu makalenin amacı, organizasyonlara değişim için bir 'Reorganizasyon Modeli' önermek, modelin uygulanmasına yardımcı olacak bir yol haritası sunmak ve modelin yerel yönetimlerde uygulandığında verimliliği artırdığını, kurumsal performans ve çalışan memnuniyeti sonuçları üzerinden göstermektir.

Yöntem: Reorganizasyon modelindeki her bir kavramın literatür taraması yapılmış, taslak bir model ve yol haritası hazırlanmıştır. Modeli kısmen uygulamış ve EFQM ödülünü kazanarak başarılı olmuş bir kuruluştaki üst düzey yöneticilerle yapılandırılmamış görüşme tekniği yapılarak taslaklara son hali verilmiştir. Modelin kurumsal verimliliği artırdığını göstermek için, uygulama sonuçları, aynı kuruluştaki belge analizleri metoduyla incelenmiştir.

Bulgular: Önerilen modeli uygulayan organizasyonun kurumsal performans ve çalışan memnuniyeti göstergelerinde yıllara sâri bir artış gözlemlenmiş ve modelin kurumsal verimliliği artırdığı ispatlanmıştır.

Özgünlük: Bu makaleyi diğerlerinden farklılaştıran nokta, reorganizasyon modelinin literatüre dayalı bütünsel ve kapsayıcı bir şekilde ele alınması, ortak bir dil oluşturacak ve kuruluşlara değişim süreçlerinde yardımcı olacak ilk ve tek model olması, modelin tüm aşamalarının sistemsel bakış açısına sahip olması ve uygulanabilmesi için bir yol haritası önermesidir.

Anahtar Kelimeler: Değişim Yönetimi, Reorganizasyon, Kurumsal Performans, Çalışan Memnuniyeti, Çeviklik.

JEL Kodları: D73, G34, J28.

Reorganization Model Proposal for Change Management and an Application in Local Governments

ABSTRACT

Purpose: The aim of this article is to propose a 'Reorganization Model' for change in organizations, to present a roadmap that will help the implementation of the model, and to show that the model increases efficiency when applied in local governments, through corporate performance and employee satisfaction results.

Methodology: A literature review was made for each concept in the reorganization model, and a draft model and roadmap were prepared. The drafts were finalized by conducting an unstructured interview technique with senior managers in an organization that partially implemented the model and was successful by winning the EFQM award. In order to show that the model increases organizational efficiency, the results of the application were examined in the same organization by the method of document analysis.

Findings: An increase over the years has been observed in the corporate performance and employee satisfaction indicators of the organization that implements the proposed model, and it has been proven that the model increases corporate efficiency.

Originality: The point that distinguishes this article from others is that the reorganization model is handled in a holistic and inclusive way based on the literature, it is the first and only model that will create a common language and help organizations in their change processes, that all stages of the model have a systemic perspective and propose a roadmap for its implementation.

Keywords: Change Management, Reorganization, Corporate Performance, Employee Satisfaction, Agility.

JEL Codes: D73, G34, J28.

* Bu çalışma, Şeyma SARAL tarafından Bahçeşehir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü'nde Prof. Dr. Ahmet BEŞKESE ve Dr. Hayri BARAÇLI danışmanlığında yürütülen "Etkin Reorganizasyon İçin Bir Model Önerisi: Yerel Yönetimlerde Bir Örnek Uygulama ve Etkileri" başlıklı Yüksek Lisans Tezi'nden türetilmiştir.

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Makine Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye, hayri@yildiz.edu.tr, ORCID: 0009-0001-5111-3975 (Sorumlu Yazar-Corresponding Author).

² Mühendis, Türkiye Belediyeler Birliği, İstanbul, Türkiye, seyma.saral@tbb.gov.tr, ORCID: 0000-0002-4854-6294.

DOI: 10.51551/verimlilik.1285917

Araştırma Makalesi / Research Article | Geliş Tarihi / Submitted Date: 24.04.2023 | Kabul Tarihi / Accepted Date: 06.07.2023

Atıf: Baraçlı, H. ve Saral, Ş. (2023). "Değişim Yönetimi İçin Reorganizasyon Modeli Önerisi ve Yerel Yönetimlerde Bir Uygulama", *Verimlilik Dergisi*, 57(3), 463-490.

EXTENDED ABSTRACT

Organizations have to change/reorganize in order to survive in response to environmental changes, competitive environment, development of technology, changing customer needs and expectations. In order to maintain their existence and maintain their competitive advantage in the market, organizations should follow the economic, political and political developments in the external environment, the progress in information and technology, and the change in customer needs and expectations, and must transform themselves by meeting these changes in an agile manner.

Reorganization is a comprehensive change management, from identifying the strengths and weaknesses of organizations, to transforming them into more effective and efficient systems with the participation of all employees, from continuous control to continuous learning and development. The term "reorganization" is used in different meanings in the literature and in our language and means different things to researchers. Although restructuring is a part of reorganization, some studies have used restructuring and reorganization as if they were the same thing. This study gains importance in terms of language, meaning unity and creating a change model for reorganization. The purpose of this article is to propose a 'Reorganization Model and Roadmap' for change to organizations, to present a roadmap where they can reorganize themselves in line with the model, and to show the positive effect of the model on corporate performance and employee satisfaction through an example practice in local governments.

In order to create the "reorganization model", which is recommended as an effective change tool in organizations, a literature review of reorganization and each concept under it was conducted. The unstructured interview technique was used with the top managers in the organization, which was successful in the case study, in order to examine and finalize the model prepared as a draft within the scope of the literature review. In these interviews, a roadmap was created entirely based on the literature, including the systems, tools and techniques required for the implementation of the model by other organizations. It is seen in the literature that many concepts under the model contribute to corporate performance and employee satisfaction. Based on these evidences, it is thought that the proposed reorganization model will increase corporate performance and employee satisfaction performance results. In order to finalize the model, the application results of the model were examined by document analysis method in an organization that had a successful change process and won the EFQM award.

In the model, four approaches explain the reorganization model: replanning, restructuring, reengineering and rethinking. In the replanning approach that initiated the model, organizations can renew their long-term strategies and models, retargeting in their plans and performance indicators, revitalize their leaders and employees to change in line with these plans and targets, and reinvest all their resources to achieve the future vision together with their employees. In line with the restructuring approach, organizations can make changes in their organizational structures by refocusing on their priorities and strategies, redesign their processes by making decisions according to their focus, reconfigure their structures and systems to ensure they are prepared for every situation, and rebuild their communication with their stakeholders with trust and cooperation for the success of the change process. In line with the reengineering approach, organizations can measure and reassessment their performance for change decisions, reimprove critical and low-performing processes, reallocate resources to new processes, renovate their business processes. In line with the rethinking approach, organizations can reanalyze all their data, reinterpret the results, processes and decisions, reorient their employees in line with their abilities and performances with strong leadership, and reinvent their activities, systems, products and services with a participatory approach.

In the analysis part, performance indicators in the scorecard, performance program, IBBG reports; In order to show its effect on employee satisfaction, the results of the employee satisfaction survey were examined. As a result of the examination, an increase over the years has been observed in the results of corporate performance and employee satisfaction indicators.

In performance indicators, which are very critical for IETT, customer satisfaction rate is 17%, service quality rate is 12%, income-expense coverage rate is 25%, voyage loss rate is 8%, timely voyage rate is 36%, corporate reputation rate is 11%, environmental impact rate is 13%, the accident frequency rate was 972%, the number of passenger accidents per million trips was 14% and the employee satisfaction rate improved by 10,89%. As a result of the review, an increase over the years has been observed in the results of corporate performance and employee satisfaction indicators, and it has been proven that the model increases corporate efficiency. Performance indicators decreased in 2017 and some innovative reorganization projects were suspended due to the declaration of state of emergency due to the July 15 coup attempt in 2016 and the economic crisis caused by the increase in foreign exchange prices. Due to these force majeure, improvement rates cover the years 2011-2016, other years are excluded.

1. GİRİŞ

Organizasyonlar, varlıklarını sürdürmek ve pazardaki rekabet avantajlarını korumak için, dış çevrede meydana gelen ekonomik, siyasi ve politik gelişmeleri, bilgi ve teknolojiye ileriye ve müşteri ihtiyaç ve beklentilerindeki değişimi takip etmeli ve bu değişimi çevik bir şekilde karşılayarak kendilerini dönüştürmelidirler. Bu makalede, organizasyonların bu çevik yapıyı kazanmalarına, hızlı bir şekilde çevredeki değişime uyum sağlamalarına yardımcı olmak ve organizasyonların performans sonuçlarında verimliliği sağlamak için literatüre dayalı ve bütünsel bir 'Reorganizasyon Modeli ve Yol Haritası' önerilmiştir (Saraç, 2021:1). Kısa ve orta vadede modelin organizasyonlarda verimliliği artırması, inovatif değişim faaliyetlerinin sürdürülebilirliğini sağlaması ve müşteri memnuniyetini artırması hedeflenmiştir.

Organizasyonlarda etkinliği ve verimliliği sağlayacak bir değişim modeli ve yol haritası oluşturulması amacıyla, ilk önce reorganizasyon kavramı için, literatür taraması yapılmıştır. Birçok kaynakta reorganizasyon farklı açıklanmıştır. Bazı kaynaklarda yeniden organizasyon; yeniden yapılandırma, yeniden planlama ve yeniden mühendislik yerine ve hatta bu modelde kullanılan diğer kavramlarla aynı anlamda kullanılmıştır. Her araştırmacı reorganizasyon terimlerini kendi uzmanlık alanlarına göre yorumlamıştır. Bu çalışmada, 'reorganizasyon', tüm bu tanımlamaları kapsayacak şekilde bütünsel bir şekilde ele alınmış, bir model oluşturulmuş ve modelin organizasyonlar tarafından kolayca uygulanabilmesi için taslak bir yol haritası hazırlanmıştır. Literatürde incelenen diğer çalışmalarda reorganizasyon kavramı bir bütün olarak ele alınmamış ve bu çalışmada önerilen modele benzer herhangi bir model bulunmamaktadır. Sadece bir çalışmada, bu çalışmadaki modelin temelini de oluşturan reorganizasyonu şu dört kavram açıklamaktadır: yeniden yapılandırma (restructuring), yeniden mühendislik (reengineering) ve yeniden düşünme (rethinking) (Weiss, 1996: 296). Weiss aynı kitabının yeni versiyonunda bu üç yaklaşıma gerçek zamanlı çevrimiçi reorganizasyon (real time) kavramını eklemiştir (Weiss, 2001: 334).

Nitel bir araştırma olan bu makalede, reorganizasyon kavramının detaylı bir şekilde incelenmesi, tanımlanması ve araştırmanın amacına yönelik çıkarımların yapılabilmesi için literatür tarama kapsamında taslak olarak hazırlanan model çerçevesinin detaylı bir şekilde incelenmesi, organizasyon performansını ve çalışan memnuniyetini artırması ve örnek vakadaki başarılı uygulamaların diğer organizasyonlara yayılması amaçlarına uygun olarak modelin revize edilmesi için yapılandırılmamış görüşme tekniği kullanılmıştır.

Hazırlanan modelin kurumsal performans ve çalışan memnuniyetine olan etkisini ortaya koymak için, modeli uygulayarak başarılı bir değişim süreci geçirmiş ve EFQM Mükemmellik Ödülünü kazanmış bir organizasyonda belge analizi tekniği kullanılmıştır. Kurumsal performansa olan etkisini göstermek için kuruluşun kurumsal karnesindeki performans göstergeleri ve çalışan memnuniyetine olan etkisini göstermek için de çalışan memnuniyeti anketi sonuçları yıllara sâri incelenmiştir.

Makalede son olarak organizasyonların bu model doğrultusunda kendisini yeniden düzenleyebilecekleri bir yol haritası sunulmuştur. Sunulan yol haritası, literatüre uygun olarak hazırlanmış, taslak model yol haritası da yine ilk modeldeki gibi yapılandırılmamış görüşme tekniği ile değerlendirilmiş ve son hali verilmiştir. Değişim çalışmalarında her kuruluşun reorganizasyon süreci kendine özeldir, diğerine benzemez; ancak kuruluşların haritaları birbirlerine yol gösterici olabilir (Karlöf ve Lövingsson, 2007: 131). Her organizasyonun farklı bir yapısı ve çevre koşulları olduğu göz önüne alındığında, başarılı bir değişim geçirmek isteyen kuruluşların, bu modeli rehber alarak kendi reorganizasyon modellerini oluşturmaları ve modeli bir bütün halinde başlatıp aksiyon almaları gerekmektedir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Organizasyonlar yaşayan birer organizma (Baraçlı, 2014: 13) olduklarından dolayı, bilgi ve iletişim teknolojilerindeki gelişmeler, küreselleşme, kültürel ve işgücü çeşitliliği, uluslararası rekabet, ekonomik ve politik belirsizlikler, pandemik koşullar, değişen müşteri ihtiyaç ve beklentileri, organizasyon yapısındaki hiyerarşik kalıpların kaldırılması (Stewart, 1993) gibi çevresel nedenlerden etkilenirler. Uzun dönemde faaliyetlerini sürdürülebilme, pazarda rekabet üstünlüğü sağlayabilme, ortalamanın üzerinde getiri elde edebilme ve müşteri memnuniyetini sağlayabilme gibi temel amaçları için değişime ayak uydurmalı ve bu değişimi kontrollü bir şekilde yönetmelidirler (Ülgen ve Mirze, 2004: 30). Bazen kurum dışında ve bazen de kurum içinde gerçekleşen ve müdahale edilmesine gerek duyulan bu durumlar, kuruluşların organizasyonlarının esnek bir yapıya sahip olmasını gerektirir (Özalp ve diğerleri, 1992) ve bu da reorganizasyona yol açabilir. Kuruluşların reorganize olmalarına neden olan faktörler aşağıdaki gibi sıralanabilir (Bennis, 1969: 20, Oran, 1998: 4):

- i) Çevredeki sosyoekonomik, politik ve teknolojik durumun hızlı ve ani bir şekilde değişimi,
- ii) Organizasyonel boyutun değişimi (küçülmesi ve büyümesi),
- iii) Yöneticilerin veya bakış açılarının değişimi, yanlış yönetim kararları ve koordinasyon eksikliği, düşük çalışan motivasyonu,

- iv) Farklı nitelikte iş gücü ihtiyacının açığa çıkması,
- v) Kurumsal performansın düşmesi ve artmasıdır.

“Reorganizasyon” terimi literatürde ve dilimizde farklı anlamlarda kullanılmakta ve araştırmacılar için farklı şeyler ifade etmektedir. Yeniden yapılandırma, reorganizasyonun bir parçası olmasına rağmen (Çetin, 1996: 7), bazı araştırmalarda yeniden yapılandırma ve reorganizasyon sanki aynı anlamdaymış gibi kullanılmıştır (Lübkemann ve diğerleri, 2015). Bu çalışma reorganizasyon için dil, anlam birliği ve bir değişim modeli oluşturma açısından önem kazanmaktadır.

Reorganizasyon, kuruluşların mevcut faaliyetlerini teşhis etme, tahlil ederek gözden geçirme, gerek var ise gruplama veya bölme yollarıyla revize etme, sorumluluk sahibi liderler ve çalışanlarla tedavi etme anlamına gelmektedir (Tosun, 2012). Reorganizasyon, yönetim ve operasyondaki zayıf ve eksik yönlerin ve sistemlerin belirlenmesi, daha verimli ve etkin sistemlere dönüştürülerek değiştirilmesidir (Serin ve Çuhadar, 2015). Reorganizasyon, çevresel değişime göre, organizasyonlara yeni bir yapı ile ruh kazandırmak için gösterilen çabalar ve planlı değişimlerdir (Koçoğlu, 2006: 47). Reorganizasyon çalışmalarında, strateji, organizasyon, büyüme veya küçülme, bilginin değişimi, etkinlik, performans, liderlik, katılım, yetkinlik, hedefler, vizyon, misyon, yönetim sistemleri, kültür, iletişim ve benzeri sonsuz sayıda değişken vardır (Karlöf ve Lövingsson, 2007: 140). Koçoğlu (2006: 47) reorganizasyonu, yeniden düşünme (rethinking) ile başlayan, yeniden planlama (replanning) ve yeniden tasarım (redesign) ile mevcut organizasyon yapısını değiştirilmesiyle devam eden ve sistemlerin ve süreçlerin yeniden yapılandırılmasıyla (restructuring) son bulan bir süreç olarak tanımlamıştır. Yeniden yapılandırma (restructuring), yeniden mühendislik (reengineering) ve yeniden düşünme (rethinking), reorganizasyonu açıklayan üç yaklaşımdır (Weiss, 1996: 296). Weiss aynı kitabının yeni versiyonunda bu üç yaklaşıma gerçek zamanlı çevrimiçi reorganizasyon (real time) kavramını eklemiştir (Weiss, 2001: 334). Yeniden planlama (replanning), reorganizasyon ve yeniden yapılandırma çalışmalarından önce organizasyonların, stratejilerini, amaçlarını, hedeflerini ve politikalarını belirledikleri faaliyetleri içermektedir (Yalçın, 2016: 8).

Yeniden planlama (replanning), yürütme ve operasyon hatalarını düzeltecek ve verimlilik hedefleriyle maliyetleri düşürecek şekilde eski planda minimum değişiklikler yaparak yenilemektir (renewal) (Cushing ve Kambhampati, 2005). Bazı yerel yönetimlerde yenileme (renewal), yeniden planlama (replanning) ve yönetişimin araçlarındandır (Ağbaje, 2013). Yeniden planlama, yönetişim hedeflerinin (sosyal, ekonomik ve çevresel) yeniden hedeflenmesidir (retargeting) (Trono, 2020). Yeniden planlama çalışmalarının performansı, hedeflere ulaşma olasılığı şeklinde ölçülmektedir (Doyle, 1994). Yeniden canlandırma (revitalization), kriz dönemlerinde veya başarılı bir değişim süreci geçirmek isteyen organizasyonlarda, bir liderin toplumu veya çalışanlarını bir amaç doğrultusunda harekete geçirmesi, amaca hizmet edecek yeni planlar (replanning) sunması, onlara başarıyı vadetmesi ve takım çalışması/katılım kültürüyle (Marks, 2003: 276) kurumsal etkinliği sağlamasıdır (Phelan, 2005). Yeniden planlama sürecinde, organizasyonların hedeflerine ulaşmak için ayıracağı maddi ve mali kaynakları değerlendirmesi, yeniden yapılandırma (reinvestment) anlamına gelmektedir (Harkins, 2011).

Yeniden yapılandırmanın (restructuring) başlangıç noktası, organizasyonların değişen çevreye uyum sağlamak ve rekabet avantajı elde etmek amacıyla, maliyetlerini düşürerek fiyat avantajı elde etmesi, piyasadaki mevcut ürün ve hizmetlerden farklı ve daha iyi ürün ve hizmetler üretmesi (Porter, 2011: 39-41) için organizasyon yapısına ve ana faaliyetlerine yeniden odaklanmasıdır (refocusing) (Lazonick, 2004: 579). Organizasyonların birimlerinde, süreçlerinde ve faaliyetlerindeki iyileştirme, yeniden tasarım (redesign) ve farklılaşma çalışmaları, yeniden yapılandırmanın (restructuring) bir ürünüdür (Akın, 2010). Yeniden yapılandırma (restructuring) kavramı, dinamik organizasyonların değişim süreçlerini takip eden kontrol sistemlerin yapılarında, işlevlerinde ve algoritmalarında niteliksel değişiklik (Carroll ve Weil, 1994) anlamına gelen yeniden düzenlemeyi (reconfiguration) de içermektedir (Girod ve Whittington, 2017). Değişim dönemlerinde organizasyonlar, eskiden gelen bazı gelen zihniyetleri ortadan kaldıran yeni stratejileri doğrultusunda stratejilerini, yapılarını ve süreçlerini yeniden yapılandırır (restructuring) (Cummins ve Worley, 2014: 6) ve bu doğrultuda temel yeteneklere odaklanan yeni kültür ve yapıyı yeniden inşa ederler (rebuild) (Allen ve Zook, 2016).

Yeniden mühendislik (reengineering), yalnızca iş süreçlerindeki değişiklik değil; organizasyonun misyonu doğrultusunda, vizyonunu (Nowakowski, 1994), hedeflerini, yapılarını, yönetim sistemlerini (Hammer, 1990), performans sonuçlarını ve müşterilerini özenli bir şekilde yeniden değerlendirmesi (reassessment) ve değişimi anlamına gelmektedir (Brock ve diğerleri, 1997: 8). Yeniden mühendislik (reengineering), organizasyonların süreçlerinin maliyet, kalite, hız gibi performanslarını ve yeni uygulamalarını değerlendirip (Fernández ve Wagner, 2015) yeniden iyileştirmesidir (reimprovement) (Hammer ve Champy 2009: 35). Krizler ve gerileme dönemleri gibi olumsuz durumların yanı sıra teknolojik değişimleri takip etmek için iş süreçlerini yeniden mühendislik (reengineering) yaklaşımıyla dönüştüren organizasyonlar, sorumlulukları kuruluşa, çalışanlara ve tedarikçilere, yetki ve takdiri müşteriye (Radhakrishnan ve Balasubramanian, 2008: 18) ve kaynakları da tasarruf sağlamak için yeni süreçlere

yeniden tahsis ederler (reallocation) (Myronenko, 2009). Bir yeniden mühendislik (reengineering) stratejisi olan süreçleri yenileme (renovation), uygulamaların, sistemlerin, politikaların ve prosedürlerin analiz edilmesi, yeniden düşünülmesi ve bu doğrultuda kritik görev açısından süreçlerin, ürün ve hizmetlerin yeniden tasarlanmasıdır (Prasad, 1999).

Yeniden düşünme (rethinking) yaklaşımı; organizasyon ve paydaşlar açısından değişim kararlarının yeniden analiz edilmesi (reanalysis), toplanan ve analizi yapılan verilerin ve geçmiş deneyimlerin sonuçlarının yeniden yorumlanması (reinterpretation) (Hamer, 1994), deneyimlerin ve öğrenilen derslerin, paydaşlara aktararak ve katılımlarını sağlayarak, onların yeniden yönlendirilmesi (reorientation) (Break Away, 2016) ve yeni pazar ve iş modelleriyle ürünlerin, hizmetlerin ve süreçlerin yeniden icat edilmesinden (reinvention) oluşmaktadır.

Reorganizasyon maliyetleri düşürerek karlılığı, kurumsal performans sonuçlarını ve verimliliği artırmak için tercih edilen bir değişim yaklaşımıdır (Kartal ve diğerleri, 2015). Literatürde birçok araştırmada reorganizasyonun kurumsal performansa olan olumlu etkisini ortaya koymuş ve incelenen çalışmalar aşağıda verilmiştir:

Başarılı bir reorganizasyon sürecinden geçmiş 10 firma incelenmiş ve işletme maliyetlerini yüzde 8 ile yüzde 25 oranında iyileştirdikleri tespit edilmiştir (Allen ve Zook, 2016). Düşük performans gösteren 94 firma ile yapılan bir çalışmada, reorganize edilen firmaların, kurumsal performanslarında artış görülmüştür (Perry ve Shivdasani, 2005). 1985 ve 2004 yılları arasında reorganize olan ABD şirketlerin analizinde, yeniden yapılandırmanın (restructuring) ve yeniden tasarımın (redesign), ekonomik performanslarına olumlu etki ettiği gözlemlenmiştir (Girod ve Whittington, 2017). Reorganizasyon modelinin başarılı olup olmaması, işletmede çalışan personelin bu değişikliği ne dereceye kadar destekleyip desteklemediklerine bağlıdır (Telimen, 1989). Kurumsal performansı artırmanın yanı sıra reorganizasyonun, çalışan memnuniyetine de olumlu bir katkı sağladığı, yapılan literatür araştırma sonucunda ortaya çıkmış ve bu çalışma için incelenen birkaç tane örnek aşağıdaki gibi verilmiştir.

Bir çalışma, reorganizasyon çabalarının, çalışanlarının memnuniyetlerini bir önceki yıla oranla %4 oranında artırdığını ve çalışanların memnuniyetlerindeki 5 puanlık bir iyileştirmenin müşteri memnuniyetinde 1,3 puanlık bir iyileşmeye yol açtığını ortaya koymuştur (Rucci ve diğerleri, 1998).

Keidel'in yaptığı çalışmada, yeniden yapılandırma (restructuring) ile örgütsel travmanın, yeniden mühendislik (reengineering) ile örgütsel kaygının ve yeniden düşünme (rethinking) ile örgütsel hayal kırıklığının azaldığını kanıtlamıştır (Keidel, 1994).

Bir bankada yeniden mühendislik projeleriyle işgücünün %20 azaltılmasına rağmen, çalışan memnuniyeti ve çalışan verimliliği %16 ve müşteri memnuniyeti %5 artmıştır (Chan ve Peel, 1998).

Literatür, genellikle, kuruluşlara değişim aracı olarak reorganizasyonu ve altındaki kavramları, bu şekilde ayrı ayrı ele almakta ve geniş bir çerçeveden model olarak bakmamaktadır. Bu çalışmayı, literatürdeki diğer çalışmalardan farklılaştıran nokta bir model olması ve modelin uygulanması için bir yol haritası sunmasıdır.

3. MODEL ÖNERİSİ ve YOL HARİTASI (4*4'LÜK MODEL)

Model oluşturulurken reorganizasyonu tanımlayan literatür araştırmaları, Weiss (1996: 296) ve Yalçın (2016: 8)'in yaklaşımları bütünsel ve farklı bir şekilde ele alınmıştır. Başarılı bir değişime yardımcı olması için hazırlanan bu modelden beklenen yararların alınması ve sürdürülebilirliği, modelin bir bütün halinde başlatılmasına ve tüm çabaların bu doğrultuda olmasına bağlıdır.

Modelde reorganizasyon modelini Tablo 1'deki gibi dört yaklaşım açıklamaktadır: yeniden planlama (replanning), yeniden yapılandırma (restructuring), yeniden mühendislik (reengineering) ve yeniden düşünme (rethinking).

Tablo 1. Kuruluşlar için bir reorganizasyon model nerisi

<i>Reorganizasyon / Yeniden Organizasyon</i>				
<i>1. Yeniden Planlama/ Replanning</i>	1.1. Yenileme/ Renewal	1.2. Yeniden Hedefleme/ Retargeting	1.3. Yeniden Canlandırma/ Revitalization	1.4. Yeniden Yatırım/ Reinvestment
<i>2. Yeniden Yapılandırma/ Restructuring</i>	2.1. Yeniden Odaklanma/ Refocusing	2.2. Yeniden Tasarım/ Redesign	2.3. Yeniden Düzenleme/ Reconfiguration	2.4. Yeniden İnşa Etmek/ Rebuild
<i>3. Yeniden Mühendislik/ Reengineering</i>	3.1. Yeniden Değerlendirme/ Reassessment	3.2. Yeniden İyileştirme/ Reimprovement	3.3. Yeniden Tahsis/ Reallocation	3.4. Süreçleri Yenileme/ Renovation
<i>4. Yeniden Düşünme/ Rethinking</i>	4.1. Yeniden Analiz Etme/ Reanalysis	4.2. Yeniden Yorumlama/ Reinterpretation	4.3. Yeniden Yönlendirme/ Reorientation	4.4. Yeniden İcat Etme/ Reinvention

Kaynak: Saral (2021: 14)

Modeli baŐlatan yeniden planlama yaklaŐımında kuruluşlar, uzun vadeli stratejilerini ve modellerini yenileyebilir (renewal), planlarına ve performans göstergelerine yeniden hedefler (retargeting) koyabilir, bu planlar ve hedefler doğrultusunda liderleriyle çalışanlarını değişime adapte ederek onları yeniden canlandırabilir (revitalization) ve gelecek vizyonuna çalıŐanlarıyla birlikte ulaşmak için tüm kaynaklarına yeniden yatırım (reinvestment) yapabilir.

Yeniden yapılandırma yaklaşımı doğrultusunda kuruluşlar, önceliklerine ve stratejilerine yeniden odaklanarak (refocusing) organizasyon yapılarında deđiŐikler yapabilir, odaklandığı alanlarına göre kararlar vererek süreçlerini yeniden tasarlayabilir (redesign), yeni durumlara ve risklere karşı hazırlıklı olmasını sağlayacak Şekilde yapılarını ve sistemlerini, iyileştirme ve kontrol odaklı yeniden düzenleyebilir (reconfiguration), değişim sürecinin sahiplenilmesi için paydaŐlarıyla olan iletiŐimini güven ve iŐbirliđiyle yeniden inşa edebilir (rebuild).

Yeniden mühendislik yaklaşımı doğrultusunda kuruluşlar, değişim kararları için organizasyonun performansını ölçerek yeniden değerlendirebilir (reassessment), kritik ve düşük performanslı süreçleri yeniden iyileŐtirebilir (reimprovement), yeni süreçlere kaynaklarını yeniden tahsis edebilir (reallocation), iş süreçlerini yapılandırarak süreçlerini yenileyebilir (renovation).

Yeniden düşünme yaklaşımı doğrultusunda kuruluşlar, tüm verileri kıyaslayarak yeniden analiz edebilir (reanalysis), analiz sonuçlarını, süreçlerini ve kararlarını yeniden yorumlayabilir (reinterpretation), güçlü bir liderlik ile çalışanlarını, yetenekleri ve performansları doğrultusunda yeniden yönlendirebilir (reorientation), katılımcı bir yaklaşımla faaliyetlerini, sistemlerini, ürün ve hizmetlerini inovatif olarak yeniden icat edebilir (reinvention).

Başarılı bir değişim için önerilen reorganizasyon modelini uygulamak isteyen kuruluşlara yardımcı olması için hazırlanan modelin yol haritası ve kullanılacak sistemler, araç ve teknikler Tablo 2'deki gibidir. Yeniden planlama (replanning) yaklaşımı doğrultusunda organizasyonlar; uzun vadeli stratejilerini, beklentilerini ve zihinsel modellerini yenilerken (renewal), Stratejik Yönetim, Öğre(n/t)en Organizasyon, Rekabet Yönetimi, Politik Yönetim gibi araç, teknik ve sistemler kullanabilir; beklentileriyle uyumlu vizyonlarına ve amaçlarına ulaşmak için sonuç ve performans göstergelerine yeniden hedefler (retargeting) koyarken, Misyon ve Vizyon Belirleme, Stratejik Planlama, Hedeflerle Yönetim, Marka Yönetimi gibi araç, teknik ve sistemler kullanabilir; bu doğrultuda çalışanlarını yeniden canlandırırken (revitalization), İŞletme Yönetimi, Üretim Yönetimi, Karar Yönetimi, Proje Yönetim ve Takip Sistemi gibi araç, teknik ve sistemler kullanabilir; tüm kaynaklarına yeniden yatırım (reinvestment) yaparken, Sermaye Yönetimi, Satın Alma Yönetimi, Yatırım Yönetimi, Pazar Oluşturma gibi araç, teknik ve sistemler kullanabilir.

Yeniden yapılandırma (restructuring) yaklaşımı doğrultusunda organizasyonlar; önceliklerine ve stratejilerine yeniden odaklanırken (refocusing), Yalın Organizasyon, Norm Kadro, Hiyerarşik Yönetim, Önceliklere Odaklanma gibi araç, teknik ve sistemler kullanabilir; faaliyetlerini yeniden tasarlar (redesign), Küçülme (Downsizing), Doğru Boyutlandırma (Rightsizing), Elden Çıkarma, Dış Kaynak Kullanımı (Outsourcing) gibi araç, teknik ve sistemler kullanabilir; yapılarını ve sistemlerini yeniden düzenlerken (reconfiguration), İyileştirme Odaklı Kontrol, Senaryo ve Acil Durum Planlama, Kurumsal Risk Yönetimi, Kriz Yönetimi gibi araç, teknik ve sistemler kullanabilir; değişim sürecini paydaŐlarıyla iŐbirliđine dayalı olarak yeniden inşa ederken (rebuild), Vizyoner Yönetim, Değişim Yönetimi, Güven Yönetimi, İletişim Yönetimi gibi araç, teknik ve sistemler kullanabilir.

Tablo 2. Önerilen reorganizasyon modeli yol haritasında kullanılacak sistemler, araçlar ve teknikler

<i>Reorganizasyon</i>					
<i>1. Yeniden Planlama/ Replanning</i>	<i>1.1. Yenileme/ Renewal</i>	<i>1.2. Yeniden Hedefleme/ Retargeting</i>	<i>1.3. Yeniden Canlandırma/ Revitalization</i>		<i>1.4. Yeniden Yatırım/ Reinvestment</i>
	Stratejik Yönetim Öğren(T)En Organizasyon Rekabet Yönetimi Politik Yönetim	Misyon ve Vizyon Belirleme Stratejik Planlama Hedeflerle Yönetim Marka Yönetimi	İşletme Üretim Karar Proje Yönetim ve Takip Sistemi	Yönetimi Yönetimi Yönetimi Yönetim ve Takip	Sermaye Yönetimi Satın Alma Yönetimi Yatırım Yönetimi Pazar Oluşturma
<i>2. Yeniden Yapılandırma/ Restructuring</i>	<i>2.1. Yeniden Odaklanma/ Refocusing</i>	<i>2.2. Yeniden Tasarım/ Redesign</i>	<i>2.3. Yeniden Düzenleme/ Reconfiguration</i>		<i>2.4. Yeniden İnşa Etmek/ Rebuild</i>
	Önceliklere Odaklanma Yalın Organizasyon Norm Kadro Hiyerarşik Yönetim	Küçülme (Downsizing) Doğru Boyutlandırma (Rightsizing) Elden Çıkarma Dış Kaynak Kullanımı (Outsourcing)	İyileştirme Odaklı Kontrol Senaryo Ve Acil Durum Planlama Kurumsal Risk Yönetimi Kriz Yönetimi		Vizyoner Yönetim Değişim Yönetimi Güven Yönetimi İletişim Yönetimi
<i>3. Yeniden Mühendislik/ Reengineering</i>	<i>3.1. Yeniden Değerlendirme/ Reassessment</i>	<i>3.2. Yeniden İyileştirme/ Reimprovement</i>	<i>3.3. Yeniden Reallocation</i>	<i>Tahsis/</i>	<i>3.4. Süreçleri Yenileme/ Renovation</i>
	Deming Usulü Yönetim 4t Yönetimi Performans Yönetimi Kurumsal Karne	Problem Çözme Yönetimi Hata Yönetimi Sıfır Hata Yönetimi 5s	Memnuniyet Kaynak Yönetimi Ürün Yönetimi Toplam Kalite Kontrol (İstatiksel Proses Kontrol, Kalite Çemberleri)	Yönetimi Yönetimi Yönetimi Kontrol Proses Kalite	Kaizen, Qfd, Hashin Kanri İş Süreçlerinde Yapılanma 4s Yönetimi Bilgi Yönetimi
<i>4. Yeniden Düşünme/ Rethinking</i>	<i>4.1. Yeniden Analiz Etme/ Reanalysis</i>	<i>4.2. Yeniden Yorumlama/ Reinterpretation</i>	<i>4.3. Yeniden Yönlendirme/ Reorientation</i>		<i>4.4. Yeniden İcat Etme/ Reinvention</i>
	Analiz Yönetimi Veri Madenciliği İş Zekası Kıyaslama Yönetimi (Benchmarking)	Başarısızlık Yönetimi Başarı Yönetimi Analitik Düşünce Yönetimi Öğrenme Yönetimi	Etkin Lider Yönetimi 4e Yönetimi Katılımcı Yönetim Yetenek Yönetimi Ve Performans Gelişim Sistemi	Yönetimi Yönetimi Yönetim Ve Gelişim	İnovasyon Yönetimi Teknoloji Yönetimi Dijital Dönüşüm Girişimcilik Yönetimi

Kaynak: Saral (2021: 44)

Yeniden mühendislik (reengineering) yaklaşımı doğrultusunda organizasyonlar; organizasyonun ve süreçlerin performansını yeniden değerlendirirken (reassessment), Deming Usulü Yönetim, 4T Yönetimi, Performans Yönetimi, Kurumsal Karne gibi araç, teknik ve sistemler kullanabilir; kritik ve düşük performanslı süreçleri yeniden iyileştirirken (reimprovement), Problem Çözme Yönetimi, Hata Yönetimi, Sıfır Hata Yönetimi, Toplam Kalite Kontrol (İstatiksel Proses Kontrol, Kalite Çemberleri gibi araç, teknik ve sistemler kullanabilir; iyileştirilmiş süreçlere kaynaklarını yeniden tahsis ederken (reallocation) Memnuniyet Yönetimi, Kaynak Yönetimi, Ürün Yönetimi, 5S gibi araç, teknik ve sistemler kullanabilir; bu kapsamda işlerini ve faaliyetlerini yenilerken (renovation), Kaizen (QFD, Hashin Kanri), İş Süreçlerinde Yapılanma, 4S Yönetimi, Bilgi Yönetimi gibi araç, teknik ve sistemler kullanabilir.

Yeniden düşünme (rethinking) yaklaşımı doğrultusunda organizasyonlar; performans sonuçlarını ve tüm verileri yeniden analiz ederken (reanalysis), Analiz Yönetimi, Veri Madenciliği, İş Zekası, Kıyaslama Yönetimi (Benchmarking) gibi araç, teknik ve sistemler kullanabilir; analiz edilen verileri yeniden yorumlarken (reinterpretation), Başarısızlık Yönetimi, Başarı Yönetimi, Analitik Düşünce Yönetimi, Öğrenme Yönetimi gibi araç, teknik ve sistemler kullanabilir; verilere dayalı olarak çalışanlarını yeniden yönlendirirken (reorientation), Etkin Lider Yönetimi, 4E Yönetimi, Katılımcı Yönetim, Yetenek Yönetimi ve Performans Gelişim Sistemi gibi araç, teknik ve sistemler kullanabilir; son olarak ürün ve hizmetlerini

yeniden icat ederken (reinvention), İnovasyon Yönetimi, Teknoloji Yönetimi, Dijital Dönüşüm, Girişimcilik Yönetimi gibi araç, teknik ve sistemler kullanılabilir.

4. YÖNTEM

Bu makalede organizasyonların, çevresel değişiklikler ve birtakım stratejiler doğrultusunda değişim ve dönüşümü sistematik olarak gerçekleştirebilecekleri, kişilere bağlı kalmadan kendi kendini yöneten yapılara dönüşebilecekleri ve açığa çıkmamış ihtiyaçları karşılayarak paydaş memnuniyetini maksimum seviyede sağlayabilecekleri bir yapı haline gelmeleri için bir değişim yönetim modeli oluşturulması hedeflenmiştir. Değişen çevre koşullarına hızlı uyum sağlamak, değişim sürecini etkili ve verimli bir şekilde yönetmek için bir modelin ve yol haritasının hazırlanması ihtiyaç olarak görülmüştür. Ayrıca modelin kurumsal performans ve çalışan memnuniyetini artırması amaçlanmıştır. Bu amaç ve hedefler doğrultusunda, sürdürülebilir başarı sağlamış bir kamu kurumu olan ve dünyaca ünlü EFQM Türkiye Mükemmellik Ödülü ve EFQM Avrupa Ödülü'nü kazanarak büyük bir değişim ve dönüşüm sürecini yürüten İstanbul Elektrik Tramvay ve Tünel İşletmeleri (İETT) örnek uygulama olarak incelenmiştir. İETT'de gerçekleşen bu başarının, diğer kamu kurum, kuruluşlarında ve tüm organizasyonlarda uygulanabilmesi ve yayılması amacıyla bu çalışmaya başlanmıştır.

Nitel bir araştırma olan bu makalede birincil veri kaynağı olarak yapılandırılmamış görüşme tekniği kullanılmıştır. Görüşmeye dahil edilen kişilerin belirlenmesinde, olasılıklı olmayan örneklem tekniklerinden biri olan amaçlı örnekleme tekniği kullanılmıştır. Bu teknik kapsamında, İETT'de bu değişimi hayata geçiren, sistemleri sürdürülebilir hale getiren, değişim çalışmalarıyla organizasyonu harekete geçiren ve EFQM büyük ödülün kazanılmasını sağlayan yöneticiler (bir genel müdür, bir daire başkanı, bir müdür) ve çalışanlar (iki mühendis) olmak üzere kese kişi görüşme için seçilmiştir. Yapılandırılmamış görüşme üç adımda gerçekleşmiştir. İlk olarak hazırlık aşamasında, araştırmanın amacı belirlenmiş, literatür taraması yapılmış, bu tarama doğrultusunda taslak bir reorganizasyon modeli hazırlanmış, örnek vaka için uygun organizasyon seçimi yapılmış ve kimlerle görüşüleceği belirlenmiştir. Görüşülecek kişilere, araştırmanın önemi ve amacı anlatılarak randevular planlanmıştır. İkinci aşamada planlanan görüşmeler gerçekleştirilerek, taslak olarak hazırlanan modele son hali verilmiştir. Üçüncü aşamada modelin hayata geçirilmesi için gerekli olan sistemler, araç ve teknikleri içeren ve tamamen literatüre dayalı taslak yol haritasına son halinin verilmesi için tekrar görüşme talebinde bulunulmuş ve planlanan görüşmeler gerçekleştirilmiştir.

Modelin, kurumsal performansa ve çalışan memnuniyetine olan etkilerini ortaya koymak için, ikincil veri kaynağı olarak İETT'de belge analizi yapılmıştır. Belge analizi çalışmasında, İETT'nin kurumsal karnesindeki performans göstergeleri ve sonuçları, performans programı, IBBG raporları, çalışan memnuniyeti anketi sonuçları ve şirket içi bilgileri incelenmiştir.

İETT'nin kurumsal karnesi, "Hizmet Kalitesi, Güçlü Finansal Yapı, Etkili ve Verimli Süreçler, İş ve Yolcu Güvenliği" olmak üzere 4 tema ve "Müşteri, Finans, İç Süreçler, Çevre, Sağlık ve Güvenlik, Öğrenme ve Gelişim" adlarında 6 boyut doğrultusunda Norton ve Kaplan'nın kurumsal karne yaklaşımına benzer bir yaklaşımla hazırlanmıştır. Bu boyutlar altında toplam 16 hedef ve her hedefi için sonuç göstergeleri belirlenmiştir (KRIs). Bu 16 hedef birimlere indirgenmiş, 15 daire başkanlığına ait karneler oluşturulmuş ve performans göstergeleri (KPIs) belirlenmiştir.

Bu çalışmada, İETT'nin 2011-2019 yılları arasındaki ilgili performans göstergelerinin sonuçları karşılaştırılarak, Eşitlik 1'deki gibi her yıl için ayrı ayrı ve Eşitlik 2'deki gibi 2011-2016 yılları arası için ayrı bir iyileşme oranı hesaplanarak, reorganizasyon çabalarının kurumsal performansa olan etkisi, yani organizasyonun etkililiğine ve verimliliğine olan etkisi, incelenmiştir. Performans göstergelerinin kullanılması için gerekli izinler İETT Genel Müdürlüğü'nden gerekli izinler alınmıştır. Kurumsal performansın iyileşmesinde, reorganizasyon çabaları dışında başka etkenlerin etki edip etmediğini görmek için de 2009-2020 yılları arasında yaşanan değişikliklerin kronolojik sıralaması yapılmıştır (İETT, 2021). 2017 yılında bazı kurumsal performans göstergelerinin düşüşüne, 2016 yılında meydana gelen 15 Temmuz darbe girişimi sebebiyle OHAL ilan edilmesi ve ekonomik kriz nedeniyle, yenilikçi reorganizasyon projelerine ara verilmesi sebep olmuştur. Bu nedenle çalışmadaki iyileştirme oranları 2011-2016 yılları için hesaplanmıştır. İETT'ye ait incelenen kurumsal karne boyutları ve performans göstergeleri Eşitlik 1 ve Eşitlik 2'deki gibidir:

$$\text{İyileşme Oranı} = \frac{(\text{ilgili yılın performans puanı}) - (\text{bir önceki yılın performans puanı})}{(\text{ilgili yılın performans puanı})} \quad (1)$$

$$\text{İyileşme Oranı} = \frac{\left(\frac{2016 \text{ yılının}}{\text{performans puanı}} \right) - (\text{Göstergenin hesaplandığı ilk yılın performans puanı})}{(2016 \text{ yılının performans puanı})} \quad (2)$$

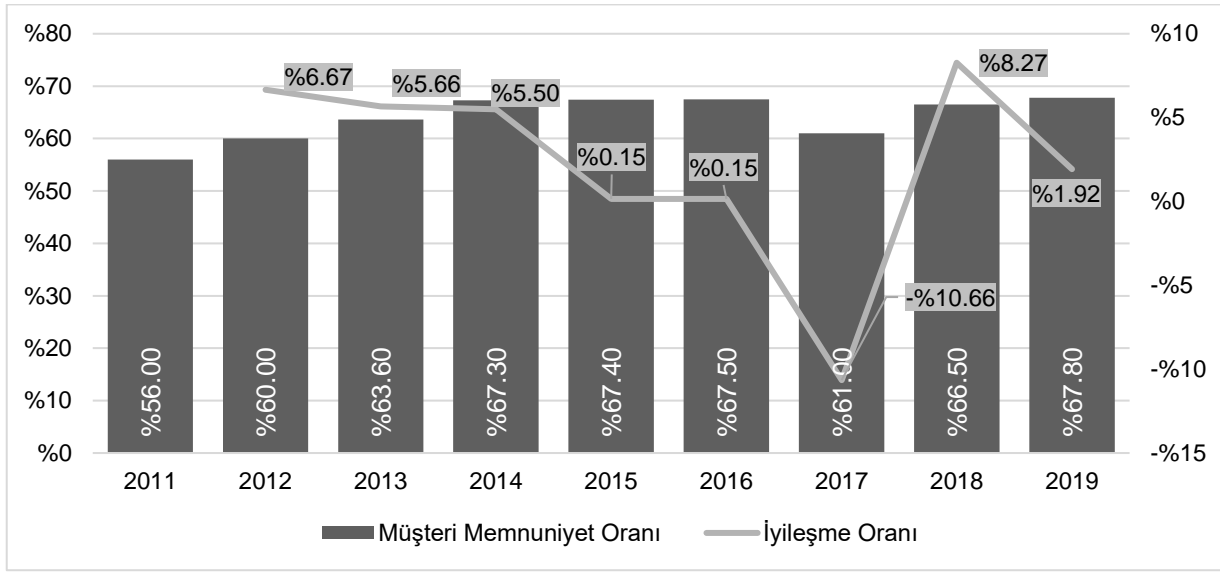
5. BULGULAR

5.1. Reorganizasyon Modelinin Kurumsal Performansa Olan Etkisi

Reorganizasyon çabalarının, İETT'nin kurumsal performansına olan etkisine, 2014 yılında hazırladığı kurumsal karnesindeki performans sonuçları incelenerek ulaşılmıştır. Daha öncede bahsedildiği gibi, "Müşteri, Finans, İç Süreçler, Çevre, Sağlık ve Güvenlik, Öğrenme ve Gelişim" olmak üzere 6 boyutta hazırlanan karne sonuçları ve iyileşme oranları aşağıda tartışılmıştır.

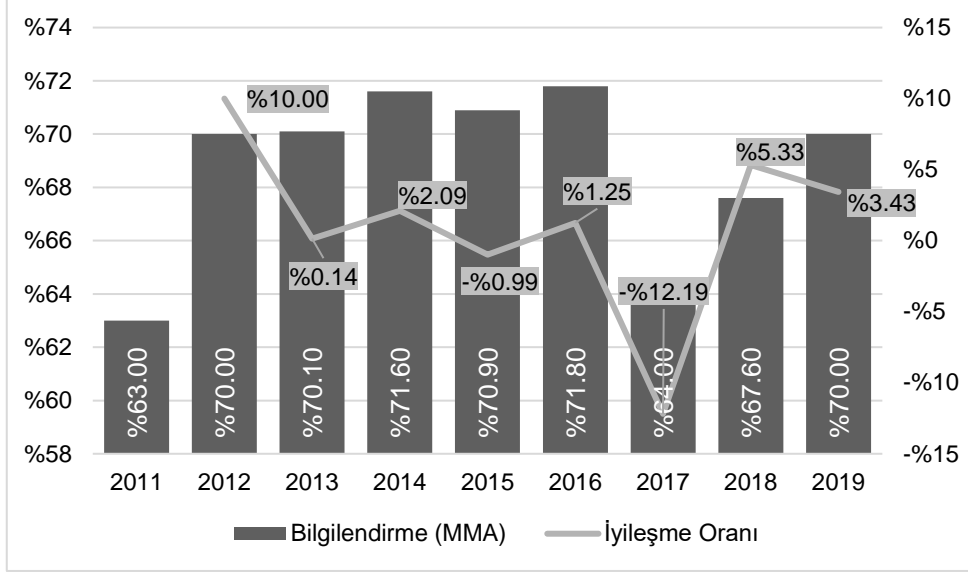
5.1.1. Müşteri Boyutu

İETT Genel Müdürlüğü, 2011 yılından itibaren her yıl, bağımsız bir araştırma kuruluş aracılığıyla, müşteri memnuniyetini artırmak amacıyla, müşteri memnuniyeti anketi yapmaktadır. Müşteri memnuniyet anketiyle, yolcuların yıllık memnuniyetinin ölçülmesi, algı ve beklentilerinin öğrenilmesi, iyileştirilmesi gereken alanların belirlenmesi ve reorganizasyon modeli kapsamında düzeltici ve önleyici çalışmaların/projelerin yürütülmesi amaçlanmaktadır. 2011 ve 2019 yılları arasında ve %95 güven aralığında yapılan müşteri memnuniyet anketinin genel sonuçları Şekil 1'deki gibidir. İETT'deki reorganizasyon çabalarının müşteri memnuniyeti sonuçlarına olan etkisi, 2011-2016 yıllarındaki iyileşme oranı hesaplanarak %17 olarak ortaya koyulmuştur.

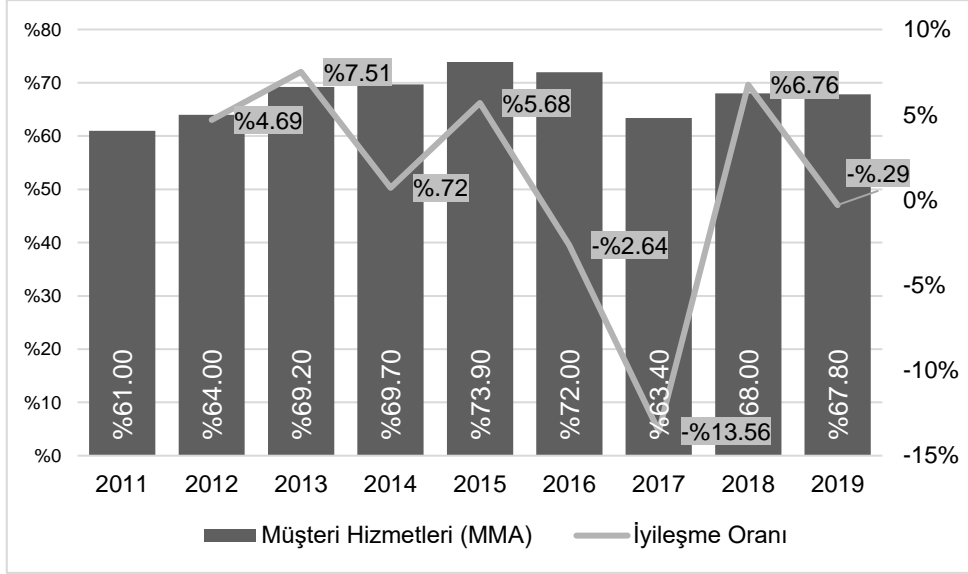


Şekil 1: Yıllara göre müşteri memnuniyet oranları (2011-2019, %)

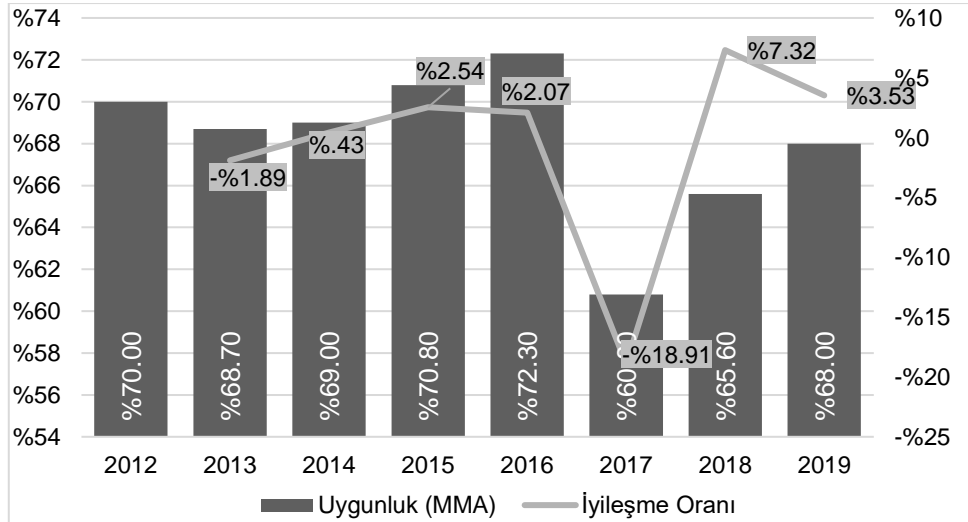
2011 ve 2019 yılları arasında yapılan müşteri memnuniyet anketi içerisinde ölçülen, 2011-2016 yıllarındaki, %12,3 iyileşme oranıyla müşteri bilgilendirme performansı sonuçları Şekil 2'de ve %15,3 iyileşme oranıyla müşteri hizmetleri performansı sonuçları Şekil 3'de; %3,2 iyileşme oranıyla uygunluk oranı performansı sonuçları Şekil 4'de ve %11,6 iyileşme oranıyla zaman performansı sonuçları Şekil 5'te; %29,7 iyileşme oranıyla konfor performansı sonuçları Şekil 6'da ve %27,1 iyileşme oranıyla erişilebilirlik performansı sonuçları Şekil 7'de; % 18 iyileşme oranıyla çevresel etki performansı sonuçları Şekil 8'de ve %21 iyileşme oranıyla güvenlik performansı sonuçları Şekil 9'daki gibi verilmiştir.



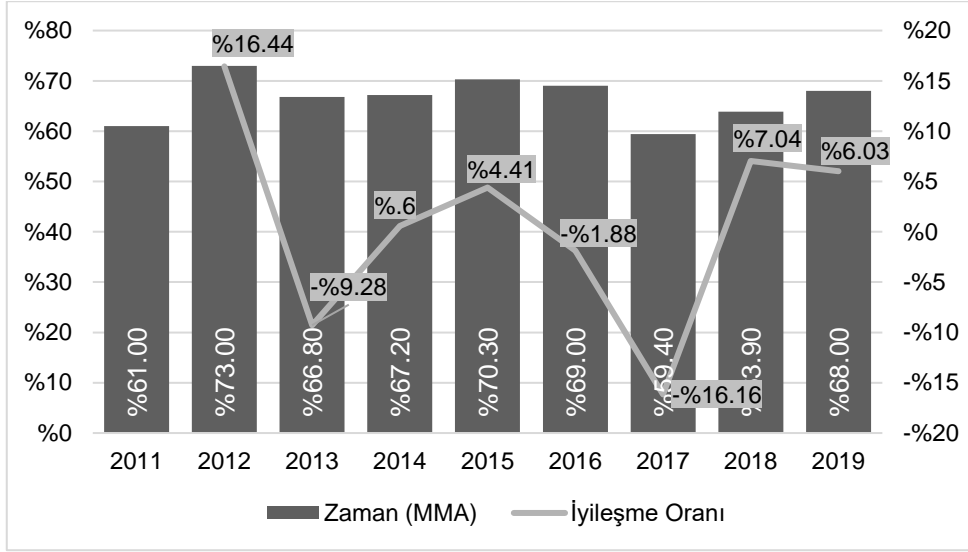
Şekil 2. Yıllara göre müşteri bilgilendirme memnuniyeti oranları (2011-2019, %)



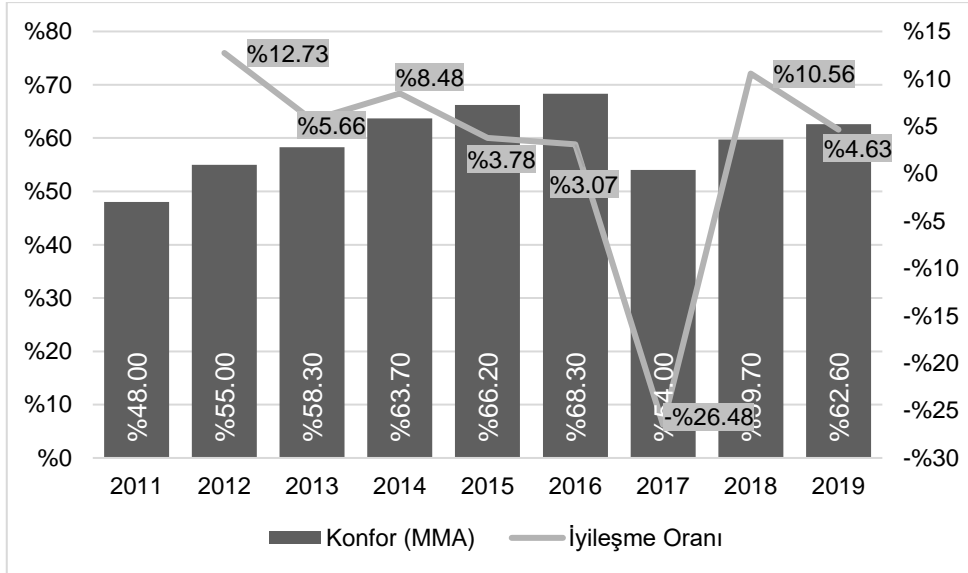
Şekil 3. Yıllara göre müşteri hizmetleri memnuniyeti oranları (2011-2019, %)



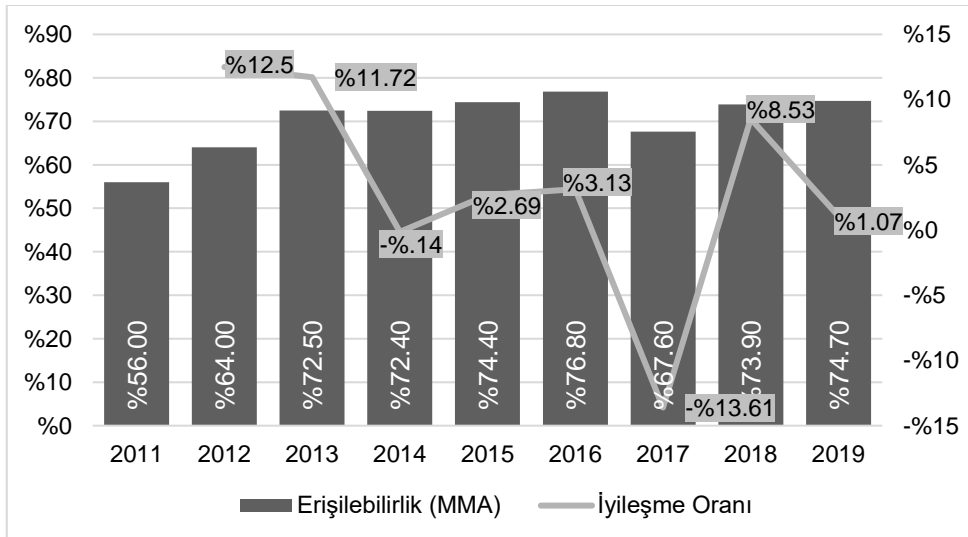
Şekil 4. Yıllara göre uygunluk memnuniyeti oranları (2011-2019, %)



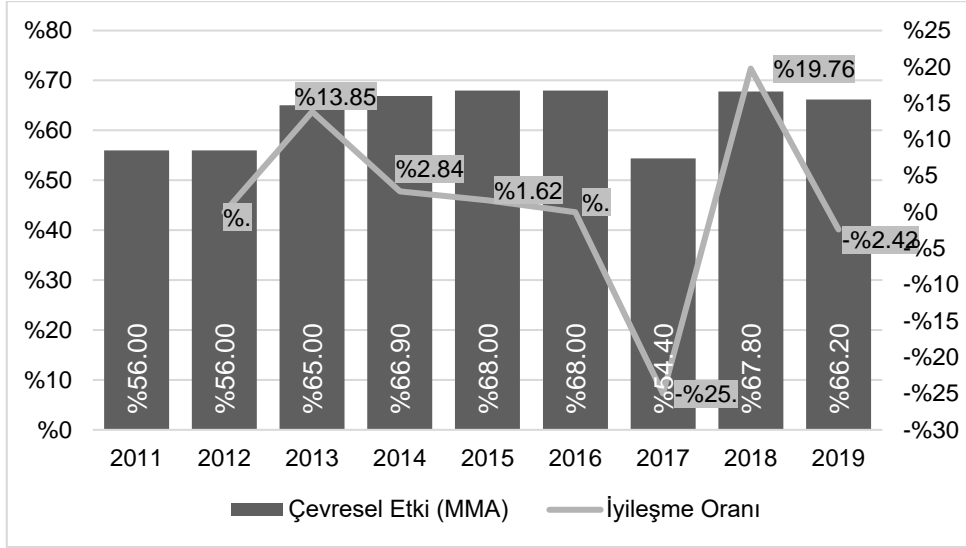
Şekil 5. Yıllara göre zaman memnuniyet oranları (2011-2019, %)



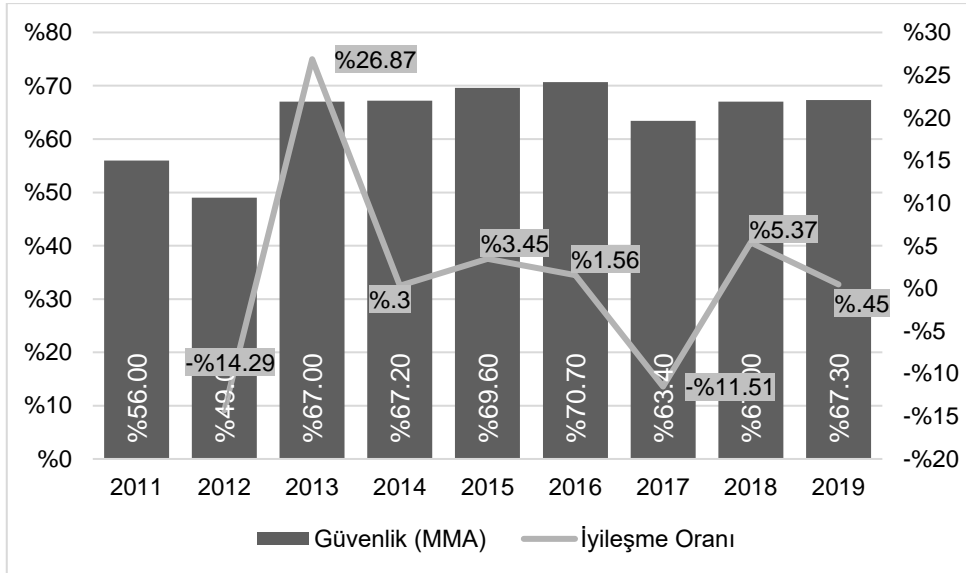
Şekil 6. Yıllara göre konfor memnuniyeti oranları (2011-2019, %)



Şekil 7. Yıllara göre erişilebilirlik memnuniyet oranları (2011-2019, %)

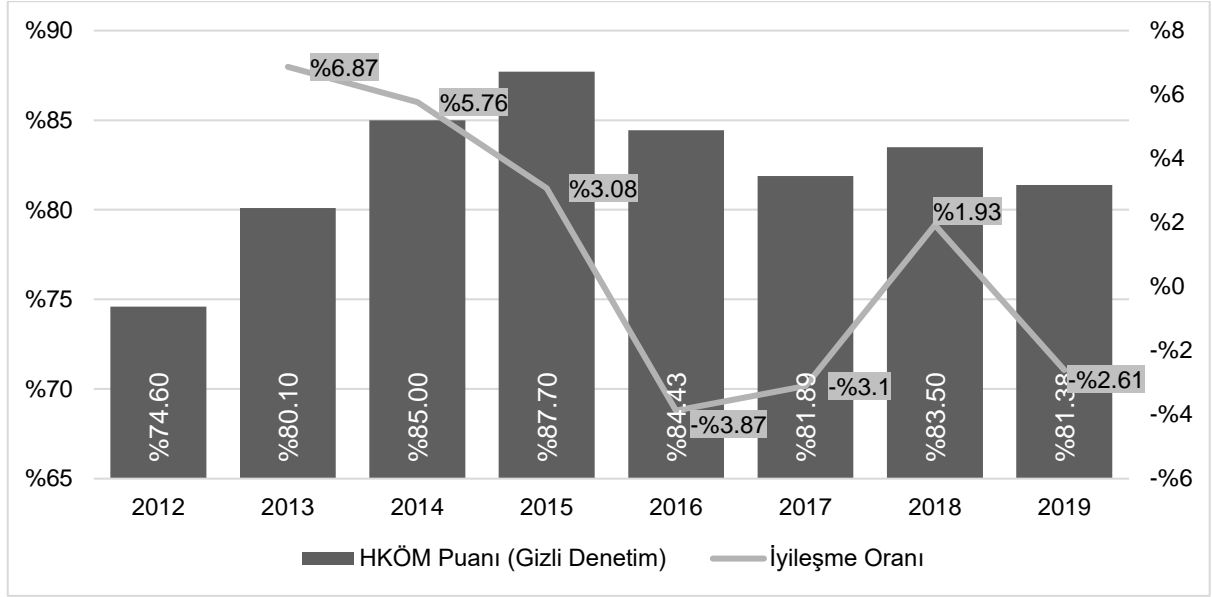


Şekil 8. Yıllara göre çevresel etki memnuniyeti oranları (2011-2019, %)



Şekil 9. Yıllara göre güvenlik memnuniyet oranları (2011-2019, %)

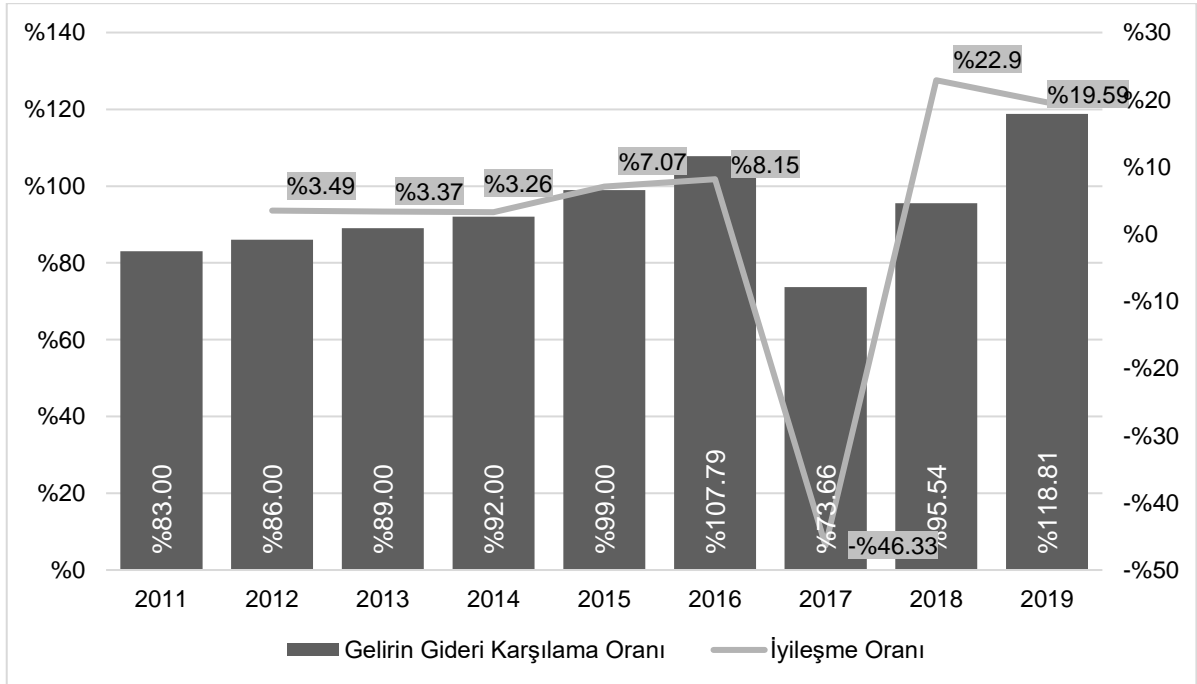
2012 yılından beri, İETT'ye ait tüm hizmet noktalarında, EN 13816 Kent İçi Yolcu Taşımacılığı Standartları doğrultusunda hizmet kalitesinin ölçülmesi ve geliştirilmesi için çalışmalar yapılmaktadır. Hizmet kalitesi, tüm hizmet noktalarında belirli periyotlar ve örneklerle belirlenen kriterler doğrultusunda (uygunluk, erişilebilirlik, bilgilendirme, zaman, müşteri memnuniyeti, konfor, güvenlik, çevresel etki), açık ve gizli denetimler ile ölçülmektedir. 2012 ve 2019 yılları arasında hizmet kalitesi yönetim modelinin sonuçları Şekil 10'daki gibi incelenmiş ve İETT'deki reorganizasyon çabalarının, hizmet kalitesi yönetim modeli sonuçlarına olan etkisi, 2012-2016 yıllarındaki iyileşme oranı %12 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 10. Yıllara göre hizmet kalitesi yönetim modeli oranları (2012-2019, %)

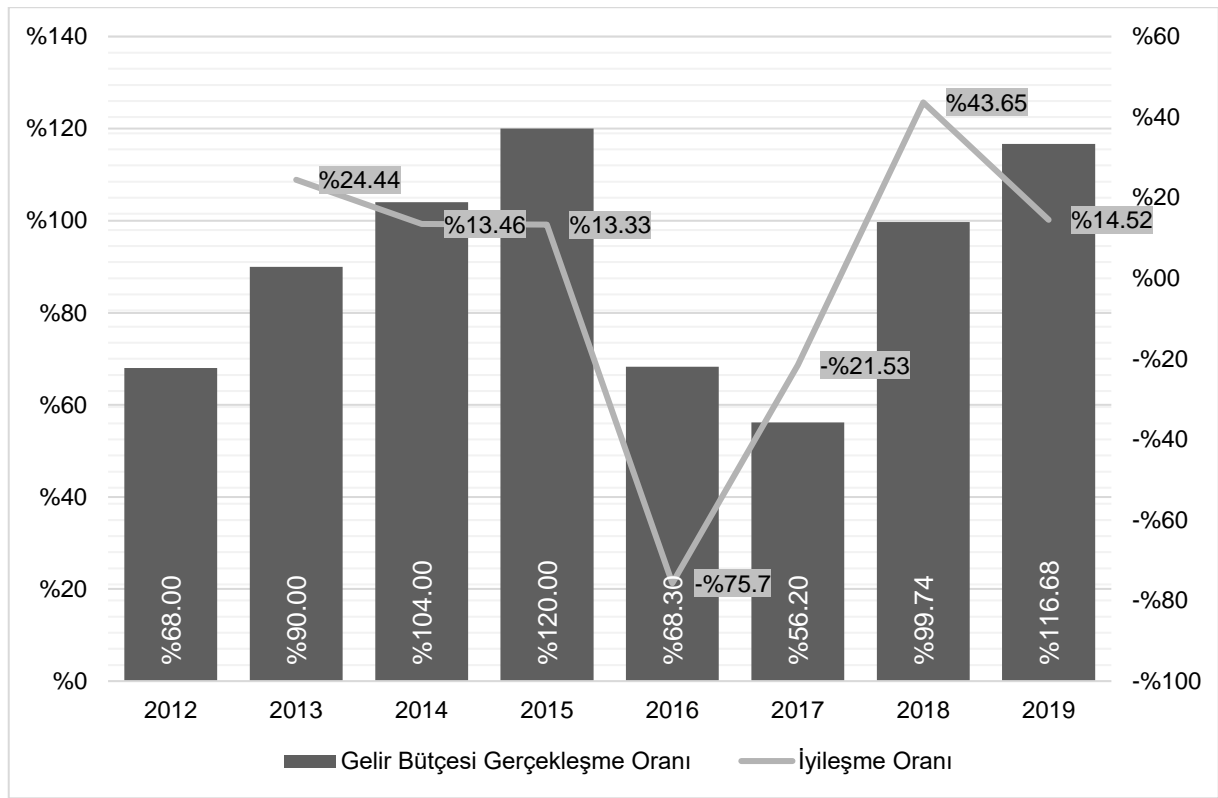
5.1.2. Finans Boyutu

İETT, 2011 yılından itibaren, minimum maliyet amacı doğrultusunda, gelirin gideri karşılama oranını kurum karnesinde takip etmektedir. 2011 ve 2019 yılları arasında gelirin gideri karşılama oranı sonuçları Şekil 11'deki gibi incelenmiş ve İETT'deki reorganizasyon çabalarının (dış kaynak kullanımı, elden çıkarma vs.), gelirin gideri karşılama oranı sonuçlarına olan etkisi, 2011-2016 yıllarındaki iyileşme oranı %25 olarak %0 hesaplanmıştır. Bu oran hesaplanırken, İBB'den alınan hibe ve bağışlar dahil edilmemiştir.



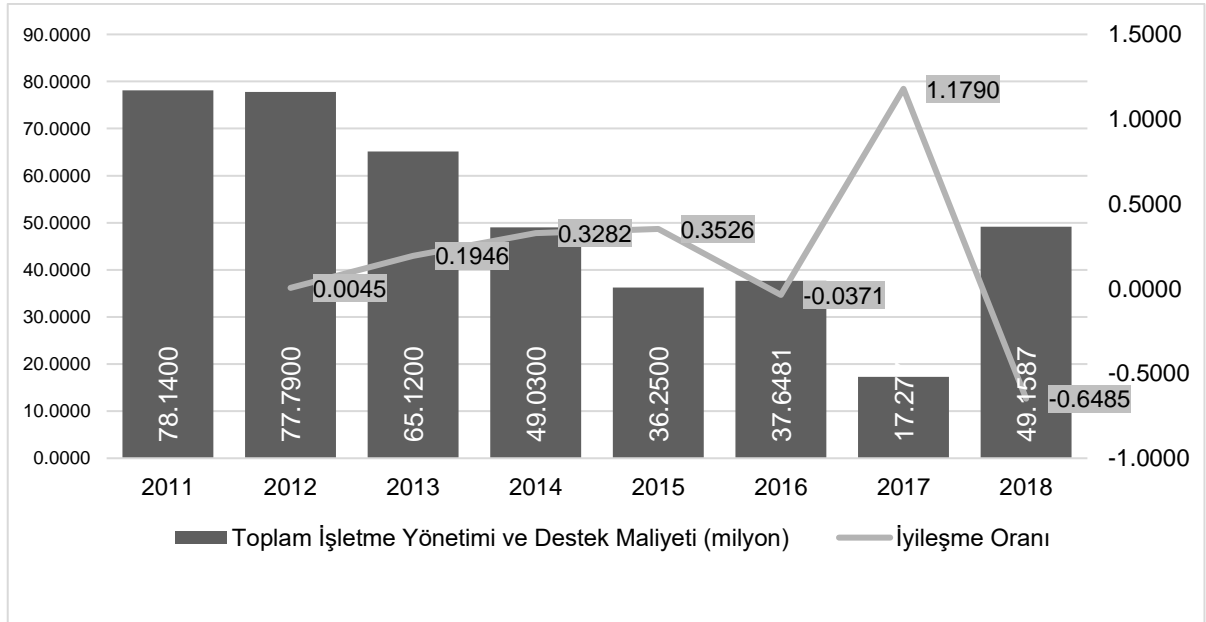
Şekil 11. Yıllara göre gelirin gideri karşılama oranları (2011-2019, %)

Tüm kamu kurumlarında olduğu gibi İETT'de de gelir bütçesini tutturmak önemli bir performans göstergesidir. Bu nedenle her yıl gelir bütçesi hazırlanmakta ve sonraki iki yıla ait tahminleri yapılmaktadır. 2012 ve 2019 yılları arasında gelir bütçesi gerçekleşme oranı sonuçları, Şekil 12'deki gibi incelenmiş ve İETT'deki reorganizasyon çabalarının, gelir bütçesi gerçekleşme oranı sonuçlarına olan etkisi, 2012-2016 yıllarındaki iyileşme oranı %0,4 olarak hesaplanarak ortaya koyulmuştur.



Şekil 12. Yıllara göre gelir bütçesi gerçekleşme oranı (2012-2019, %)

2011 ve 2018 yılları arasında toplam işletme yönetimi ve destek maliyeti sonuçları Şekil 13'teki gibi incelenmiş ve İETT'deki reorganizasyon çabalarının, toplam işletme yönetimi ve destek maliyeti sonuçlarına olan etkisi, 2011-2016 yıllarındaki iyileşme oranı %108 olarak hesaplanarak ortaya koyulmuştur.

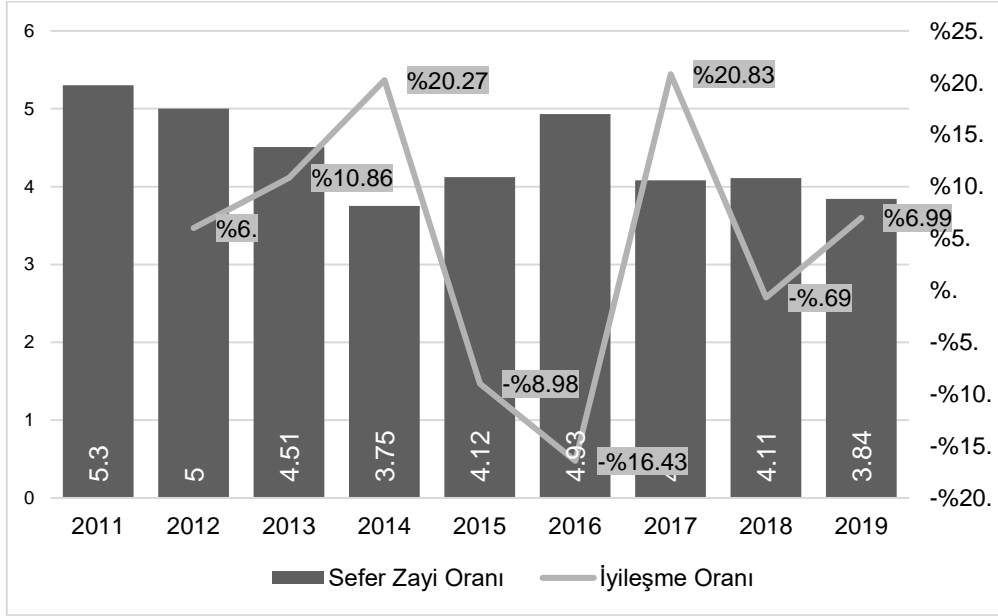


Şekil 13. Yıllara göre toplam işletme yönetimi ve destek maliyeti (2011-2018, milyon)

5.1.3. İç Süreçler Boyutu

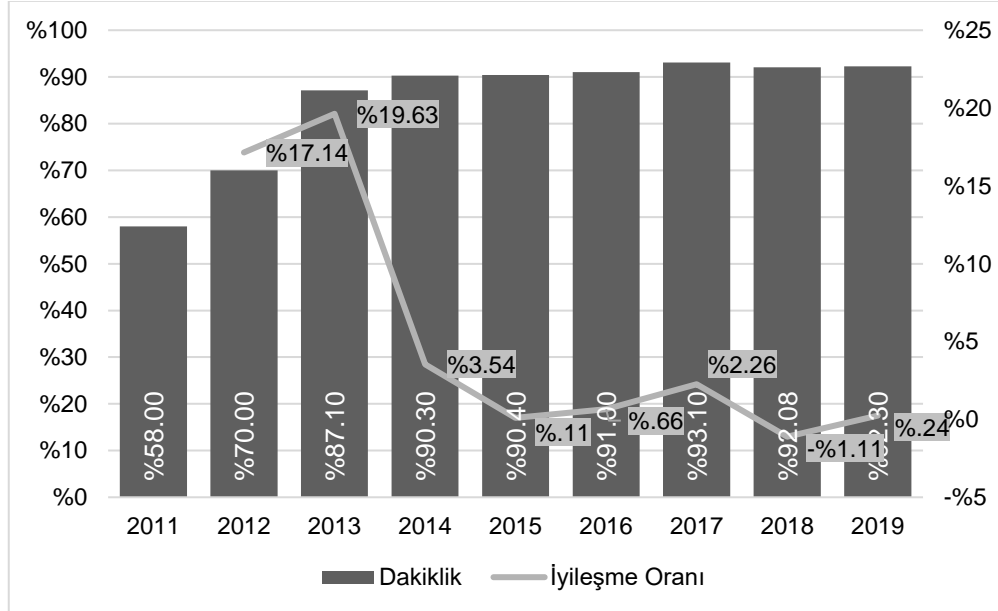
Zayıf sefer oranı, zayıf seferlerin toplam sefer sayısına olan oranı ile hesaplanmakta ve İETT'de süreç verimliliği göstergelerinden biri olarak takip edilmektedir. Trafik, işletme, personel ve mekanik kaynaklı meydana gelen zayıf seferlerin önüne, 2012 ve 2016 yılları arasında yapılan reorganizasyon çalışmaları ile geçilmesi hedeflenmiştir. 2011 ve 2019 yılları arasında sefer zayıf oranı sonuçları Şekil 14'deki gibi

incelenmiş ve İETT'deki reorganizasyon çabalarının, toplam sefer zayı oranı sonuçlarına olan etkisi, 2011-2016 yıllarındaki iyileşme oranı %8 olarak hesaplanarak ortaya koyulmuştur.



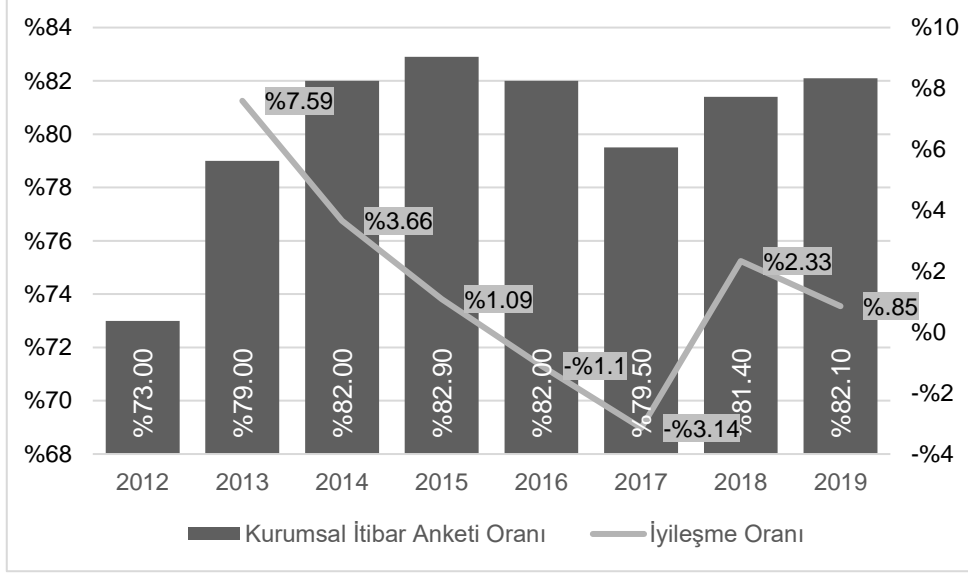
Şekil 14. Yıllara göre sefer zayı oranı (2011-2019, %)

İETT iç süreçler boyutundaki göstergelerden bir diğeri olan zamanında gerçekleşen sefer oranı (dakiklik) hem kurumsal performans, hem de müşteri memnuniyeti açısından son derece önemlidir. Zamanında gerçekleşen sefer oranı (dakiklik) sonuçları, 2011 ve 2019 yılları arasında Şekil 15'teki gibi incelenmiş ve İETT'deki reorganizasyon çabalarının, zamanında gerçekleşen sefer oranı sonuçlarına olan etkisi, 2011-2016 yıllarındaki iyileşme oranı %36 olarak hesaplanarak ortaya koyulmuştur.



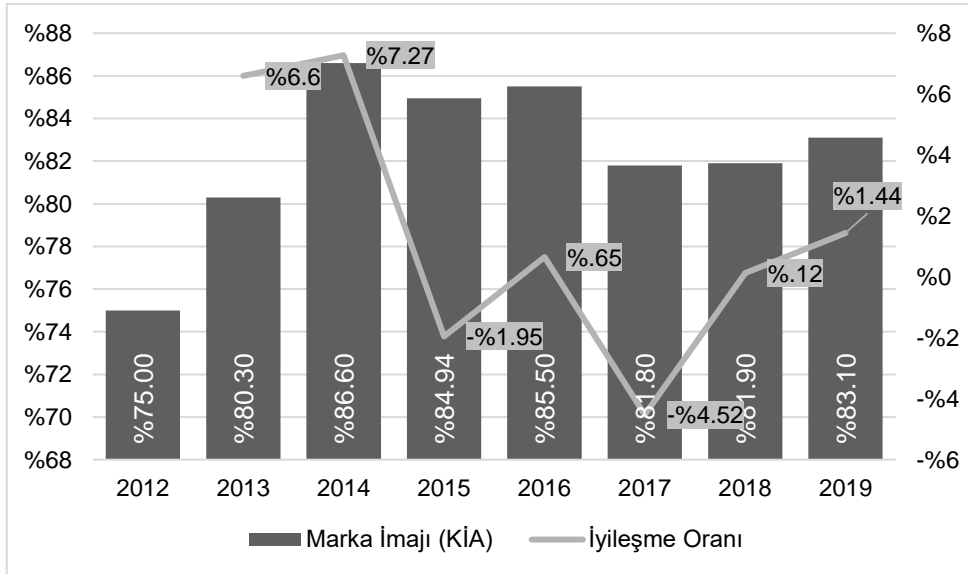
Şekil 15. Yıllara göre zamanında gerçekleşen sefer oranı (dakiklik) (2011-2019, %)

2012 yılından itibaren süreç verimliliği göstergesi olarak kurumsal itibar oranı, toplumun ve paydaşlarının İETT hakkındaki kurumsal algısını ölçmek ve iyileştirilmesi amacıyla yapılan Kurumsal İtibar Araştırması (KİA) ile takip edilmektedir. Araştırmada marka imajı, müşteri yaklaşımı, yönetim anlayışı, sosyal sorumluluk, çevrecilik, çalışma ortamı, sektördeki konum, ürün ve hizmet kalitesi, basın ve tedarikçiler ile ilgili konular ölçülmekte ve iyileştirilmektedir. 2012 ve 2019 yılları arasında kurumsal itibar anketi oranı sonuçları Şekil 16'daki gibi incelenmiş ve İETT'deki reorganizasyon çabalarının, kurumsal itibar anketi oranı sonuçlarına olan etkisi gibi yıllara sari ve 2012-2016 yıllarındaki iyileşme oranı %11 olarak hesaplanarak ortaya koyulmuştur.

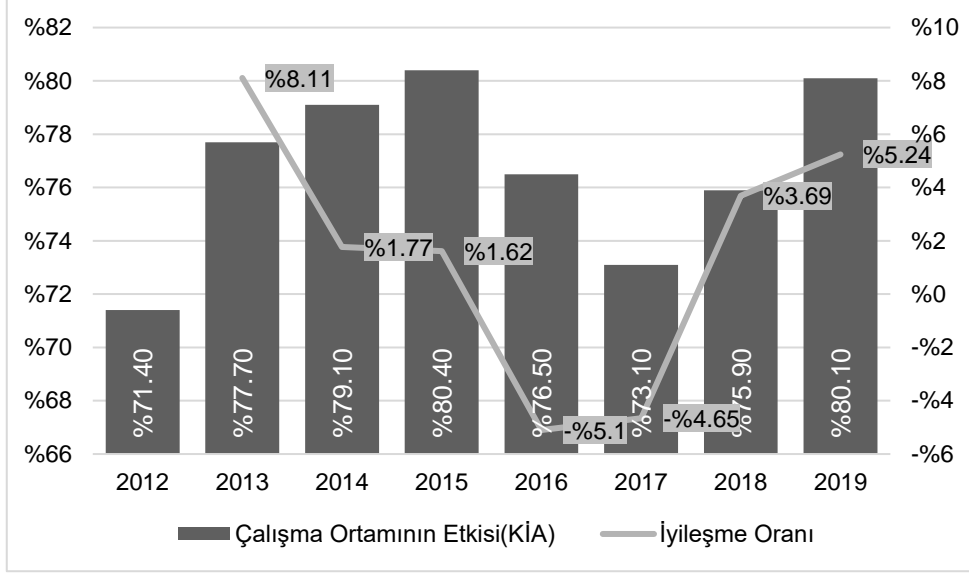


Şekil 16. Yıllara göre kurumsal itibar anketi oranı (2012-2019, %)

2012 ve 2019 yılları arasında yapılan İETT'nin tüm paydaşları ile yapılan kurumsal itibar anketi içerisinde ölçülen marka imajı performansı sonuçları Şekil 17'deki ve çalışma ortamı sonuçları Şekil 18'deki gibi incelenmiş ve İETT'deki reorganizasyon çabalarının, marka imajına ve çalışma ortamı sonuçlarına olan etkisi, 2012-2016 yıllarındaki iyileşme oranı sırasıyla %12 ve %7 olarak hesaplanarak ortaya koyulmuştur.



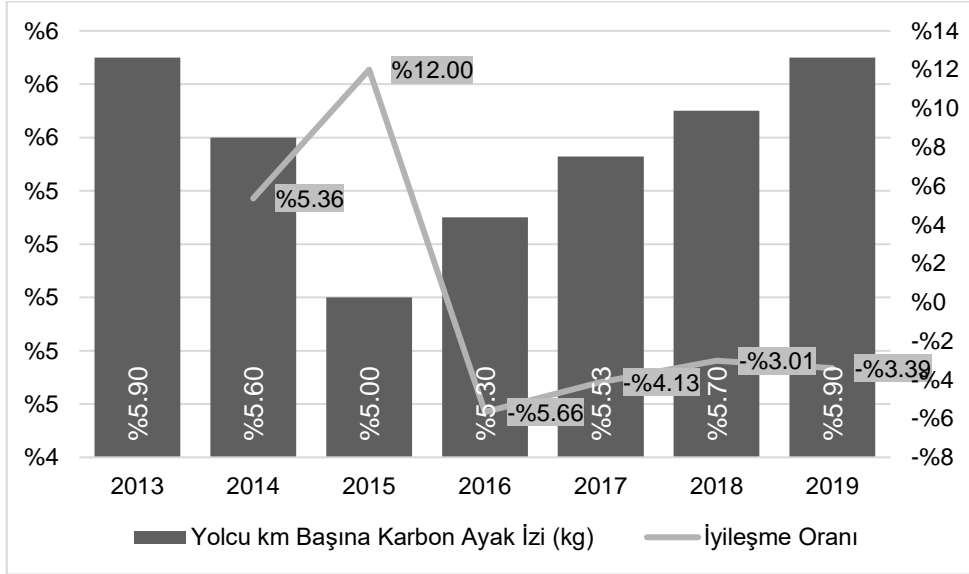
Şekil 17. Yıllara göre marka imajı oranı (2012-2019, %)



Şekil 18. Yıllara göre çalışma ortamı etkisi oranı (2012-2019, %)

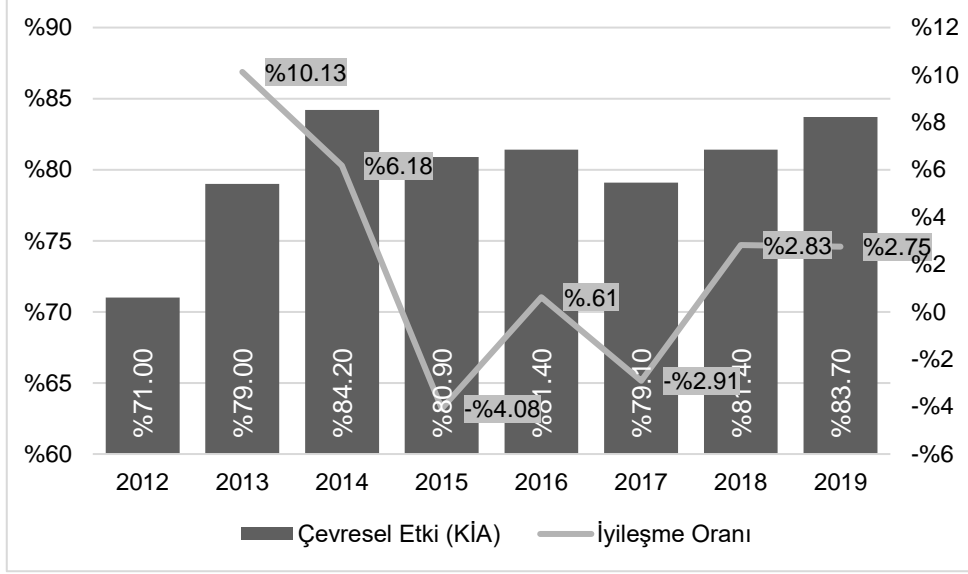
5.1.4. Çevre Boyutu

Çevresel alandaki performanslarını ölçmek için “Yolcu km Başına Karbon Ayak İzi” performans göstergesinin sonuçları, reorganizasyon çabalarının, sürdürülebilir çevre ve enerji yönetimine olan etkisini göstermek amacıyla Şekil 19’daki gibi incelenmiş ve 2013-2016 yıllarındaki iyileşme oranı %11 olarak hesaplanarak ortaya koyulmuştur.



Şekil 19. Yıllara göre yolcu km başına karbon ayak izi (2013-2019, kg)

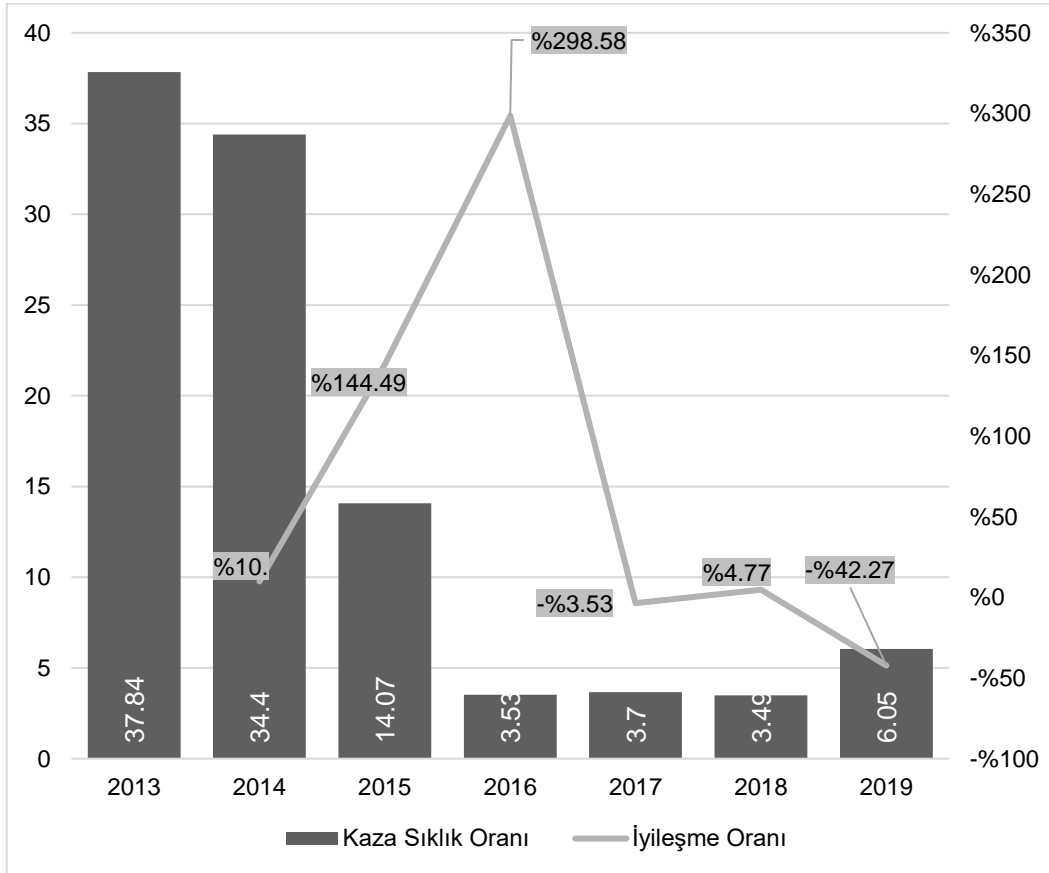
2012 ve 2019 yılları arasında İETT’nin tüm paydaşları ile yapılan kurumsal itibar anketi içerisinde ölçülen çevresel etki performansı sonuçları Şekil 20’deki gibi incelenmiş ve İETT’deki reorganizasyon çabalarının, çevresel etki sonuçlarına olan etkisi, 2012-2016 yıllarındaki iyileşme oranı %13 olarak hesaplanarak ortaya koyulmuştur.



Şekil 20. Yıllara göre çevresel etki oranı (KİA) (2012-2019, %)

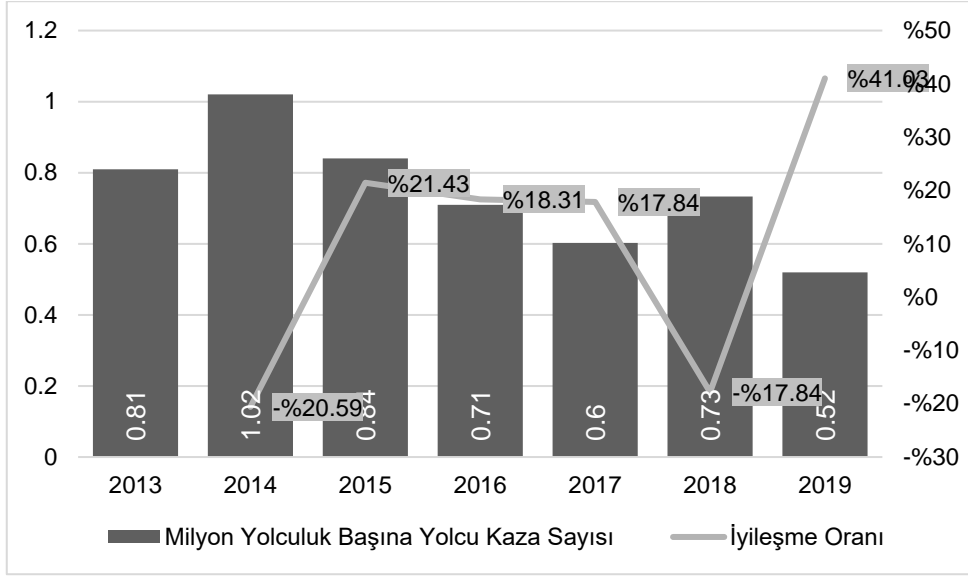
5.1.5. Sağlık ve Güvenlik Boyutu

2013 yılından beri ölçülen “Kaza Sıklık Oranı” performans göstergesinin sonuçları; reorganizasyon çabalarının iş sağlığı ve güvenliğine olan etkisini göstermek amacıyla Şekil 21'deki gibi incelenmiş ve İETT'deki reorganizasyon çabalarının, kaza sıklık oranı sonuçlarına olan etkisi, 2013-2016 yıllarındaki iyileşme oranı % 972 olarak hesaplanarak ortaya koyulmuştur.



Şekil 21. Yıllara göre kaza sıklık oranı (2013-2019, %)

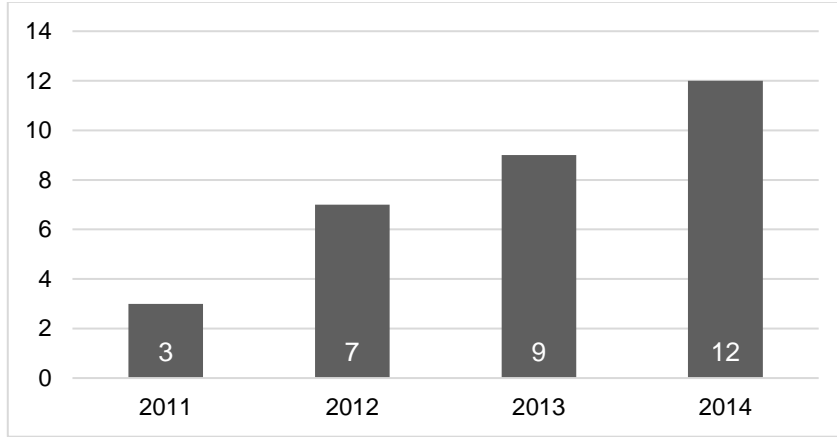
“Milyon yolculuk başına yolcu kaza sayısı” performans göstergesinin sonuçları, reorganizasyon çabalarının, iş sağlığı ve güvenliğine olan etkisini göstermek amacıyla Şekil 22'deki gibi incelenmiş ve 2013-2016 yıllarındaki iyileşme oranı %14 olarak hesaplanarak ortaya koyulmuştur.



Şekil 22. Yıllara göre milyon yolculuk başına yolcu kaza sayısı (2013-2019)

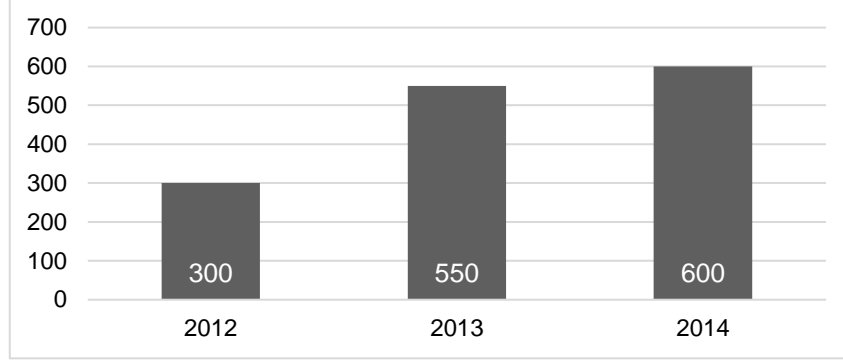
5.1.6. Öğrenme ve Gelişim Boyutu

2010 yılında, faaliyetlerin ve süreçlerin standartlaştırılarak etkinliğinin artırılması amacıyla, süreçlerin ve dokümantasyon yapısının belgelendirme denetimine tabi olan uluslararası yönetim sistem standartlarına (ISO 9001, ISO 14001, ISO 27001 gibi) uyumlu haline getirmek için başlatılan çalışmalarla, yönetim belgelerinin alınması ve gerekliliklerinin yapılması başlatılmıştır. İETT'deki reorganizasyon çabalarının kurumsal kaliteye olan etkisini görmek amacıyla 2011-2016 yıllarında alınan kalite yönetim sistemleri belgeleri ve etkileri Şekil 23'deki gibi incelenmiştir.



Şekil 23. Yıllara göre yönetim sistemleri belgeleri (kümülatif) (2011-2014, adet)

2012 yılından itibaren, toplam kalite yönetiminin sürekli gelişmesi, yaygınlaşması ve kurumsallaşmanın bir kültür haline gelmesi amacıyla, EFQM Mükemmellik Modeli'ni tüm birimlerde uygulama kararı alınmıştır. Tüm yöneticilere eğitimler verilmiş, bir özdeğerlendirme yapılmış, özdeğerlendirme sonucundaki puana ve aksiyonlara göre iyileştirmeye açık alanlar belirlenmiş, iyileştirmeler gerçekleştirilmiş ve hem Türkiye hem de Avrupa EFQM Mükemmellik Ödülü'ne başvurulmuştur. İETT'deki reorganizasyon çabalarının kurumsallaşmaya olan etkisini görmek amacıyla, 2012-2014 yılları arasındaki özdeğerlendirme sonuçları Şekil 24'deki gibi, 2013-2015 yıllarında başvuru Türkiye EFQM Mükemmellik Ödülü sonuçları Tablo 3'deki gibi ve 2015-2016 yıllarında Avrupa EFQM Mükemmellik Ödülü başvuru sonuçları Tablo 4'deki gibi incelenmiştir.



Şekil 24. Yıllara göre zdeğerlendirme sonuçları (2012-2014, puan)

Tablo 3. Yıllara göre Türkiye EFQM Mükemmellik dl başvuru sonuçları (2013-2015, puan)

KRI's	YIL					
	2013	2014	2015	2016	2017	2018
EFQM Türkiye Mükemmellik dl Puanı	501-550	551-600	650-700	*	*	*

Tablo 4. Yıllara göre Avrupa EFQM Mükemmellik dl başvuru sonuçları (2015-2016, puan)

KRI's	YIL				
	2015	2016	2017	2018	2019
EFQM Avrupa Mükemmellik dl Puanı	601-650	651-700	*	*	*

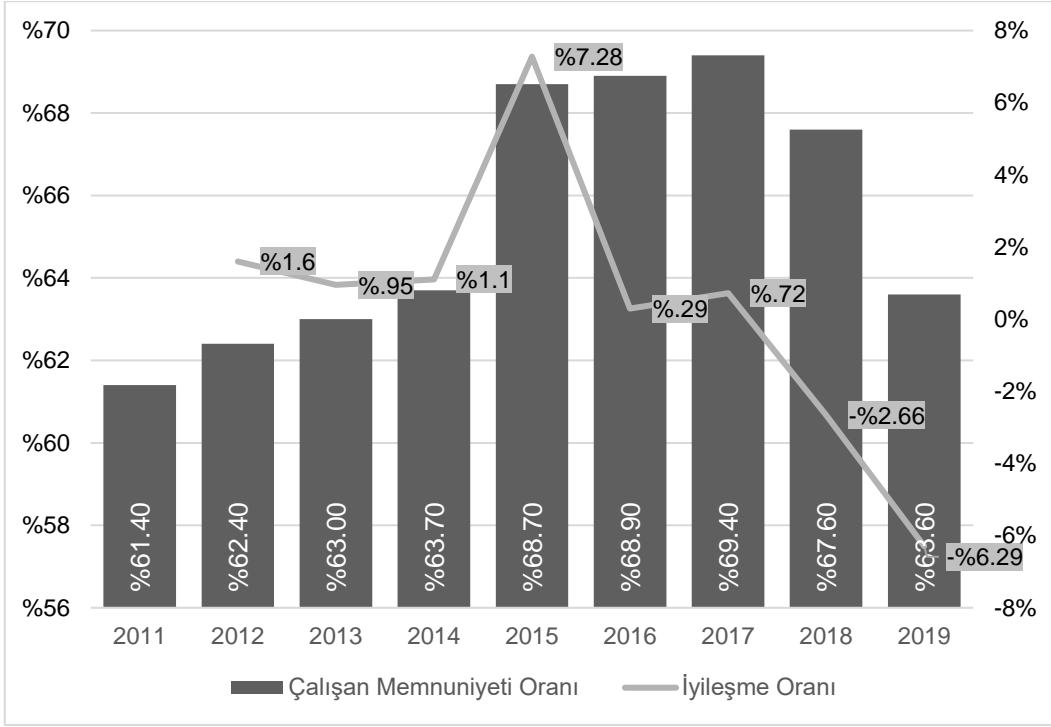
*Türkiye Mükemmellik dl alan kuruluşlar 3 yıl dolmadan yeni dl için baŐvuruda bulunamazlar.

5.2. Reorganizasyon Modelinin alıŐan Memnuniyetine Etkisi

2010 yılından itibaren her yıl İETT'de, ortalama 5.215 çalıŐanın memnuniyetini ve bağlılık düzeylerini ölçmek amacıyla bağımsız bir araştırma kuruluş aracılığıyla, %95 güven aralığında, yedi başlık altında gruplanan ve EFQM Mükemmellik Modeli 2013 kriterlerini kullanılarak hazırlanan "alıŐan Memnuniyeti Araştırması (MA)" yapılmaktadır.

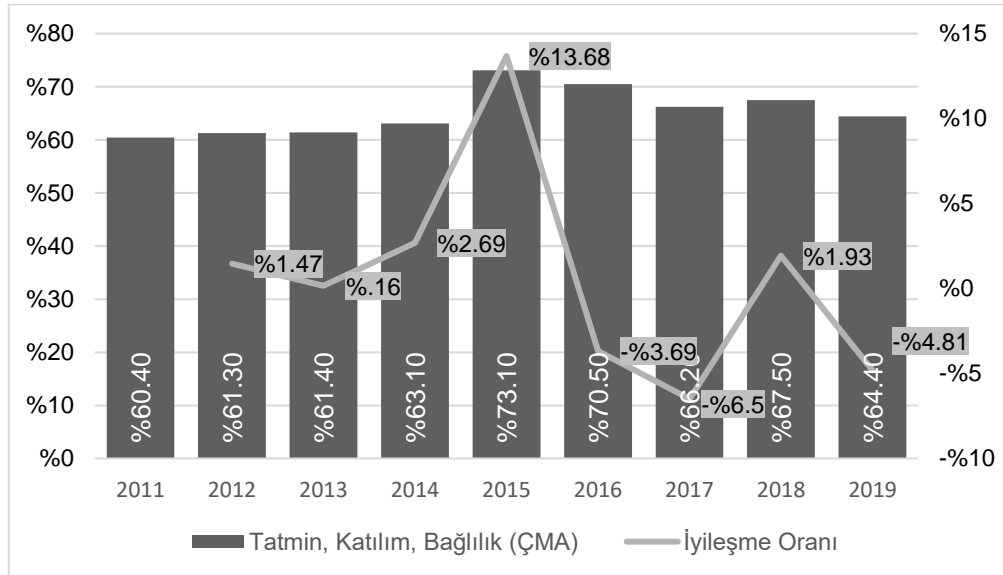
- i) Tatmin, Katılım, Bağlılık
- ii) Motivasyon ve Yetkilendirme
- iii) Liderlik ve Yönetim
- iv) Yetkinlik ve Performans Yönetimi
- v) Eğitim ve Kariyer Geliştirme
- vi) Etkili İletifim
- vii) alıŐma Koşulları

alıŐan memnuniyet anketinin genel sonuçları Şekil 25'deki gibi incelenmiş ve İETT'deki reorganizasyon çabalarının çalışan memnuniyeti sonuçlarına olan etkisi, 2011-2016 yıllarındaki iyileşme oranı hesaplanarak %10,89 olarak ortaya koyulmuştur.

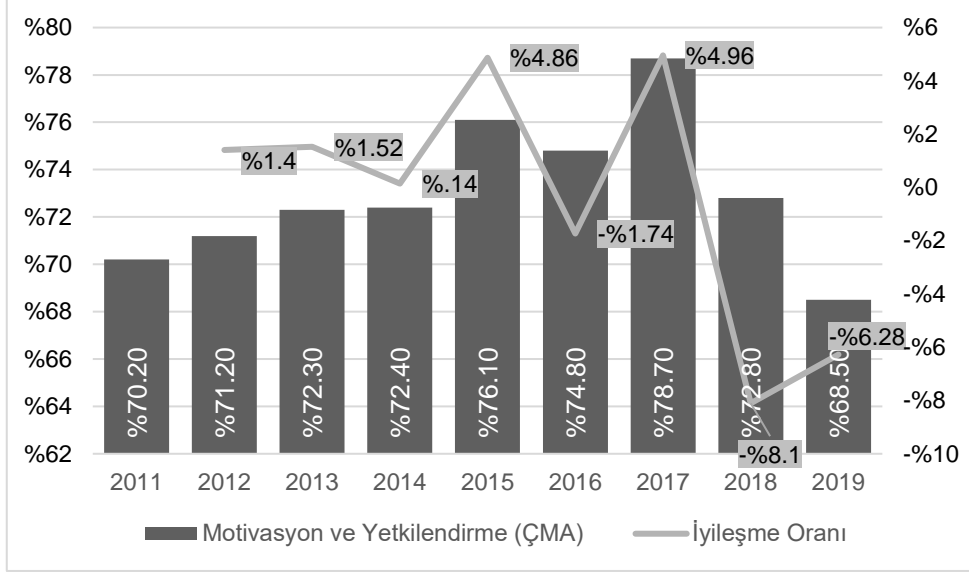


Şekil 25. Yıllara göre çalışan memnuniyet oranları (2011-2019, %)

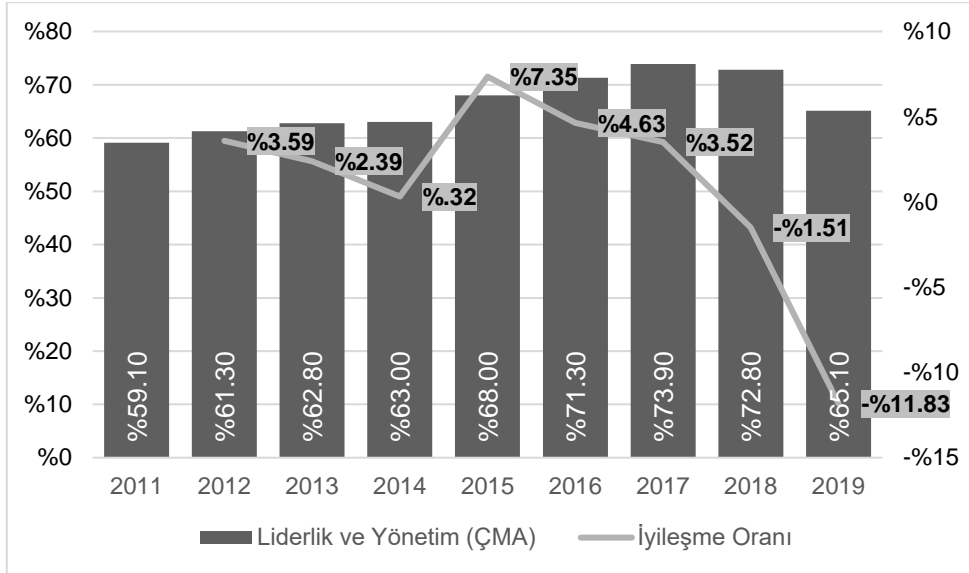
2011 ve 2019 yılları arasında yapılan çalışan memnuniyet anketi içerisinde ölçülen, 2011-2016 yıllarındaki, %14,33 iyileştirme oranıyla çalışanların tatmin, katılım ve bağıllıktan memnuniyeti performansı sonuçları Şekil 26'da ve %6,15 iyileştirme oranıyla çalışanların motivasyon ve yetkilendirmeden memnuniyetinin performans sonuçları Şekil 27'de; %17,11 iyileştirme oranıyla çalışanların liderlik ve yönetim memnuniyeti performansı sonuçları Şekil 28'de ve %12,21 iyileştirme oranıyla çalışanların yetkinlik ve performans yönetimi memnuniyeti performansı sonuçları Şekil 29'da; %22,21 iyileştirme oranıyla çalışanların eğitim ve kariyer geliştirme memnuniyeti performansı sonuçları Şekil 30'da ve %3,12 iyileştirme oranıyla çalışanların etkili iletişim memnuniyeti performansı sonuçları Şekil 31'de; %7,56 iyileştirme oranıyla çalışanların çalışma koşullarından memnuniyeti performansı sonuçları Şekil 32'teki gibi verilmiştir.



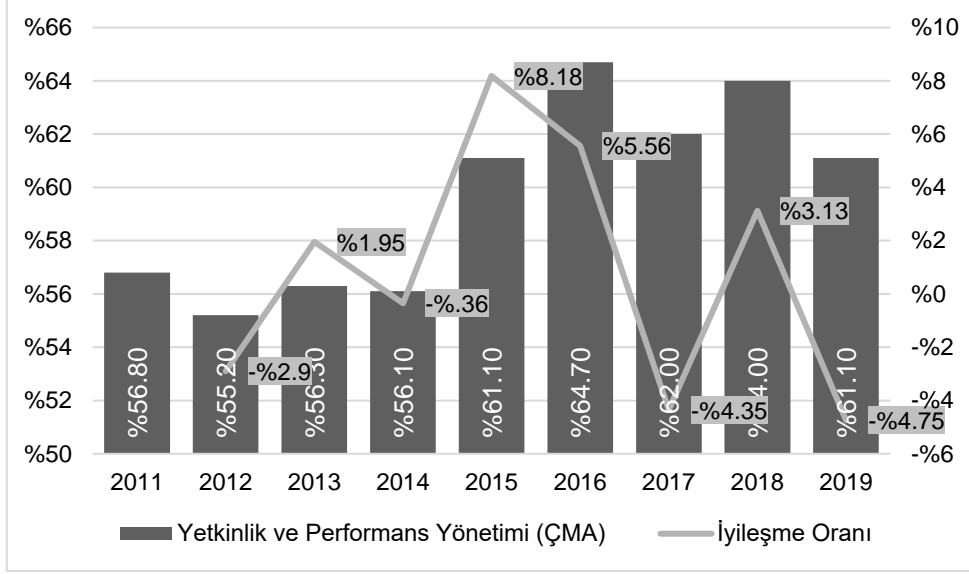
Şekil 26. Yıllara göre tatmin, katılım ve bağıllık memnuniyeti oranları (2011-2019, %)



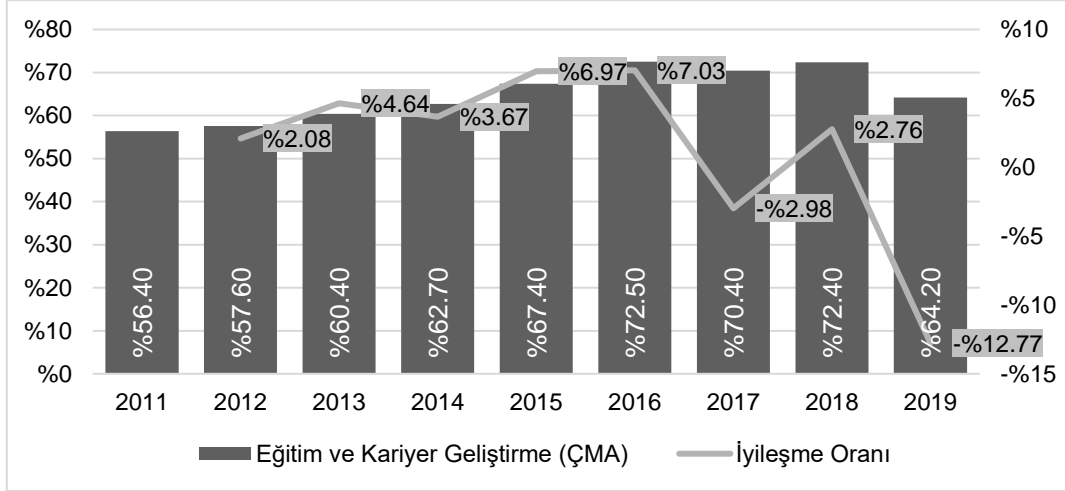
Şekil 27. Yıllara göre motivasyon ve yetkilendirme memnuniyeti oranları (2011-2019, %)



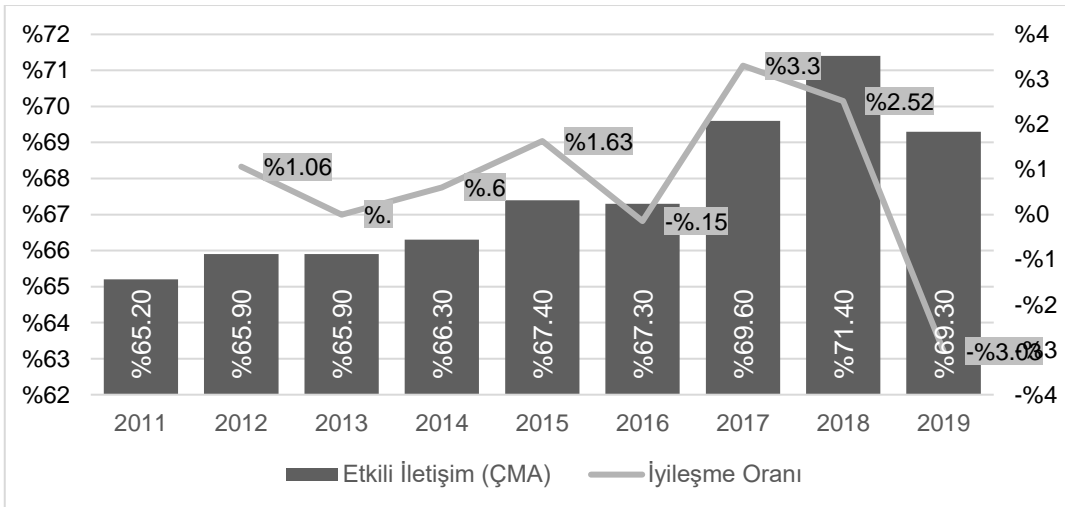
Şekil 28. Yıllara göre liderlik ve yönetim memnuniyeti oranları (2011-2019, %)



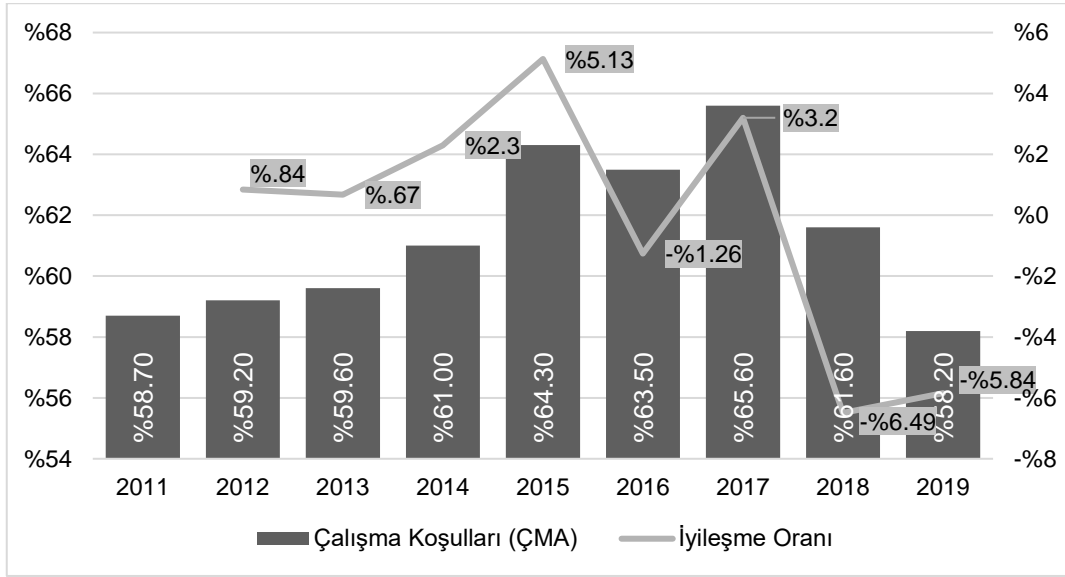
Şekil 29. Yıllara göre yetkinlik ve performans yönetim memnuniyeti oranları (2011-2019, %)



Şekil 30. Yıllara göre eğitim ve kariyer geliştirme memnuniyeti oranları (2011-2019, %)



Şekil 31. Yıllara göre etkili iletişim memnuniyeti oranları (2011-2019, %)



Şekil 32. Yıllara göre çalışma koşulları memnuniyeti oranları (2011-2019, %)

6. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Organizasyonlar, çevresel değişikliklere, rekabetçi ortama, teknolojinin gelişimine, değişen müşteri ihtiyaç ve beklentilerine yanıt olarak varlıklarını sürdürebilmek için değişmek/reorganize olmak durumundadır. Reorganizasyon, güçlü ve zayıf yönlerin tespit edilmesinden, tüm çalışanların katılımıyla birlikte daha etkili ve verimli sistemlere dönüştürülmesine, sürekli kontrolden sürekli öğrenme ve gelişime kadar kapsamlı bir değişim yönetimidir. Bu makalede, reorganizasyon ile ilgili kavramlar incelenmiş, bu kavramlar literatüre dayalı ve sistematik olarak bir araya getirilerek bir reorganizasyon modeli ve yol haritası önerilmiştir. Literatürde bu kadar kapsamlı, tamamlayıcı ve bütünsel bir bakış açısı sağlayan bir reorganizasyon çalışmasının olmaması, tez çalışmasının önemini göstermektedir.

Önerilen reorganizasyon modeline son halinin verilmesi için, başarılı bir değişim ile EFQM ödülünü kazanmış İETT İşletmeleri Genel Müdürlüğü'nde yapılandırılmamış görüşme tekniği kullanılmıştır. Görüşmelerde ayrıca kuruluşların, modeli kolay bir şekilde uygulamalarına yardımcı olacak, birçok yönetim sistemi, araç ve tekniği bünyesinde bulunduracak kapsamlı bir yol haritası sunulmuş ve literatüre katkıda bulunulmuştur. Tez çalışmasının önemini literatürde bu kadar kapsamlı, tamamlayıcı ve bütünsel bir bakış açısı sağlayan bir çalışmanın olmaması göstermektedir. Her organizasyon, değişim için bu model ve yol haritası doğrultusunda kendi yapılarına özel yol haritalarını oluşturmalı, beklenen faydanın elde edilmesi ve sürdürülebilirliğin sağlanması için üst yönetim desteğini almalı, tüm çalışanların sürece katılımını sağlamalı ve model bir bütün olarak başlatılarak bu doğrultuda hareket edilmelidir.

Rekabet ortamında hayatta kalmak, yüksek kalite ve yüksek verimlilikle mümkündür. Çalışmada önerilen model ve yol haritası hayata geçirildiğinde organizasyonların kurumsal performans göstergelerinde etkin ve verimli sonuçlar elde etmesi hedeflenmiştir. Müşterilerin ihtiyaç ve beklentilerini karşılayarak memnuniyetini sağlama ve kaynakları hedefler doğrultusunda etkili ve verimli kullanma açısından kurumsal performans yönetimi gün geçtikçe önem kazanmaktadır. Paydaş beklentilerinin üstünde araçlar, teknikler ve yöntemler kullanarak, kurumsal performans yönetmek ve performansı memnun müşteri, memnun çalışan, memnun tedarikçi ve memnun toplum sonuçlarına dönüştürmek başarılı kuruluşların en önemli özelliğidir (Baraçlı, 2014: 205).

Modeli destekleyecek nitelikte olması için, önerilen reorganizasyon modelini ve yol haritasını kısmen hayata geçiren İETT'nin 2011 ve 2019 yılları arasındaki kurumsal performans göstergelerinin sonuçları, çalışan memnuniyeti anketi sonuçları ve 2012-2016 yılları arasındaki EFQM Mükemmellik Modeli Ödülü'nü kazanmasını sağlayan performans iyileşme oranı sonuçları, kurumsal gelişimi ve artan verimliliği göstermek için belge analizi tekniğiyle incelenmiştir. İETT için oldukça kritik olan kurumsal performans ve çalışan memnuniyeti göstergeleri sonuçlarında yıllara sari bir artış, önemli oranda iyileştirmeler ve artan verimlilik gözlemlenmiştir.

Yeniden organizasyon yaklaşımındaki amaç, kısa vadede artan verimlilikle müşterileri memnun etmektir (Weiss, 2001: 339). Önerilen reorganizasyon modelini uygulayan İETT'de müşteri memnuniyet oranı %17 oranında iyileşme göstermiş ve bu sonuç modelin uygulanmasıyla verimliliğin arttığını ispatlamaktadır.

İETT’de süreç verimliliğinin ölçülmesi için hizmet kalitesi, gelirin gideri karşılama oranı, sefer zayi oranı, zamanında gerçekleşen sefer oranı, kurumsal itibar oranı, çevresel etki oranı, kaza sıklık oranı, milyon yolculuk başına yolcu kaza sayısı gibi kritik performans göstergeleri belirlenmiştir. Modelin ve yol haritasındaki sistem, araç ve tekniklerin hayata geçirilmesiyle sonuçlardaki olumlu artış verimliliğinin arttığını göstermektedir. Modeli uygulayan İETT’de 2012 ve 2016 yılları arasında yapılan reorganizasyon çalışmaları ile hizmet kalitesi oranı %12, gelirin gideri karşılama oranı %25, sefer zayi oranı %8, zamanında gerçekleşen sefer oranı %36, kurumsal itibar oranı %11, çevresel etki oranı %13, kaza sıklık oranı %972 ve milyon yolculuk başına yolcu kaza sayısı %14 oranında iyileşme göstermiştir ve bu sonuç modelin uygulanmasıyla verimliliğin arttığını ispatlamaktadır.

Çalışan memnuniyetinin ve bağlılığının yüksek olduğu organizasyonlarda diğer organizasyonlara göre, verimliliğin, kurumsal ve finansal performansın ve müşteri memnuniyetinin daha yüksek olduğu görülmektedir (Chi ve Gursoy, 2009; Koys, 2003). Modeli hayata geçiren İETT’de çalışan memnuniyet oranı %10,89 oranında iyileşme göstermiş, bu durum çalışan ve çalışma ortamının verimliliğinin arttığını ve dolayısıyla kurumsal verimliliğin de arttığını ispatlamıştır.

Modeli kısıtları, İETT’nin yıllara bağlı maruz kaldığı çevresel olaylardır. 2016 yılında meydana gelen 15 Temmuz darbe girişimi sebebiyle OHAL ilan edilmesi ve döviz fiyatlarının artmasıyla oluşan ekonomik kriz nedeniyle, 2017 yılında performans göstergeleri düşmüş ve bazı yenilikçi reorganizasyon projelerine ara verilmiştir. Bu mücbir sebeplerden dolayı iyileştirme oranları 2011-2016 yıllarını kapsamaktadır, diğer yıllar kapsam dışı bırakılmıştır.

Bu makale çalışması doğrultusunda ileride, modelin geçerliliği ve bilimselliğinin kanıtlanması için, altındaki kavramların, sistemlerin, araç ve tekniklerin, reorganizasyonu gerçekten tanımlayıp tanımlamadığı literatürel olarak araştırılabilir, literatürde kullanılan diğer yönetim kavramlarıyla ilişkilendirilebilir. Modelin kurumsal performans ve çalışan memnuniyetine ve dolayısıyla kuruluş verimliliğine olan etkisinin akademik olarak daha ispatlanabilir olması için model ve yol haritası farklı daha fazla organizasyonda uygulanabilir ve sonuçlar test edilebilir. Model birçok araç, teknik ve sistem barındırdığından, her birisinin uygulanmasıyla organizasyonların verimliliğine olan etkisi analitik hiyerarşi prosesi (AHP) gibi yöntemlerle hesaplanabilir, matematiksel bir model ile topyekün modelin verimliliğe olan etkisi hesaplanabilir.

Yazar Katkıları / Author Contributions

Hayri Baraçlı: Literatür Taraması, Kavramsallaştırma, Metodoloji, Veri Derleme, Analiz, Makale Yazımı-rijinal taslak
Şeyma Saral: Literatür Taraması, Kavramsallaştırma, Metodoloji, Veri Derleme, Analiz, Makale Yazımı-rijinal taslak

Hayri Baraçlı: Literature Review, Conceptualization, Methodology, Data Curation, Analysis, Writing-original draft
Şeyma Saral: Literature review, Conceptualization, Methodology, Data Curation, Analysis, Writing-original draft

Çatışma Beyanı / Conflict of Interest

Yazarlar tarafından herhangi bir potansiyel çıkar çatışması beyan edilmemiştir.
No potential conflict of interest was declared by the authors.

Fon Desteği / Funding

Bu çalışmada herhangi bir resmi, ticari ya da kâr amacı gütmeyen organizasyondan fon desteği alınmamıştır.
Any specific grant has not been received from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Etik Standartlara Uygunluk / Compliance with Ethical Standards

Yazarlar tarafından, çalışmada kullanılan araç ve yöntemlerin Etik Kurul izni gerektirmediği beyan edilmiştir.
It was declared by the authors that the tools and methods used in the study do not require the permission of the Ethics Committee.

Etik Beyanı / Ethical Statement

Yazarlar tarafından bu çalışmada bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan edilmiştir.
It was declared by the authors that scientific and ethical principles have been followed in this study and all the sources used have been properly cited.



Yazarlar, Verimlilik Dergisi'nde yayımlanan alışmalarının telif hakkına sahiptirler ve alışmaları CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.
The authors own the copyright of their works published in Verimlilik Dergisi and their works are published under the CC BY-NC 4.0 license.

KAYNAKÇA

- Agbaje, E.B. (2013). "Modernisation, Urban Renewal and The Social Cost of Development", *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 4(10), 318-318.
- Akın, A. (2010). "Bilgi Çağı İşletmelerinde Yeni Örgütsel Yapılanma", *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 17 (3-4), 221-238.
- Allen J. ve Zook C. (2016). "Büyüme Yeniden Canlandırmak", <https://hbrturkiye.com/dergi/buyumeyi-yeniden-canlandirmak>, (Erişim Tarihi: 01.01.2021).
- Baraçlı, H. (2014). "Yönetimde 40 Dörtler", Alfa Basım Yayım Dağıtım, İstanbul.
- Bennis, W.G. (1969). "Organization Development: Its Nature, Origins, and Prospects", Addison-Wesley Publishing Company, Michigan.
- Break Away, (2016). "Big Picture Reorientation", <https://alternativebreaks.org/big-picture-reorientation>, (Erişim Tarihi: 21.01.2021).
- Brock Jr, J.L., Finedore, J.P. ve Davis, D.A. (1997). "Business Process Reengineering Assessment Guide", DIANE Publishing, United States.
- Carroll, C.D. ve Weil, D.N. (1994). "Saving and Growth: A Reinterpretation", *In Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 40, 133-192.
- Chan, P.S. ve Peel, D. (1998). "Causes and Impact of Reengineering", *Business Process Management Journal*, 4(1), 44-55.
- Chi, C.G. ve Gursoy, D. (2009). "Employee Satisfaction, Customer Satisfaction, and Financial Performance: An Empirical Examination", *International Journal of Hospitality Management*, 28(2), 245-253.
- Cummings, T.G. ve Worley, C.G. (2014). "Organization Development and Change", Cengage Learning, Canada.
- Cushing, W. ve Kambhampati, S. (2005). "Replanning: A New Perspective", *USC Information Sciences Institute*, 13-16, USA.
- Çetin, C. (1996). "Yeniden Yapılanma, Girişimcilik, Küçük ve Orta Boy İşletmeler ve Bunların Özendirilmesi", Der Yayınları, İstanbul.
- Doyle, J. (1994). "A Reasoning Economy for Planning and Replanning", *Massachusetts Institute of Technology Laboratory for Computer Science*, 35-43.
- Fernández, D.M. ve Wagner, S. (2015). "A Case Study on Artefact-Based RE Improvement in Practice", *In International Conference on Product-Focused Software Process Improvement*, 114-130.
- Girod, S.J. ve Whittington, R. (2017). "Reconfiguration, Restructuring and Firm Performance: Dynamic Capabilities and Environmental Dynamism", *Strategic Management Journal*, 38(5), 1121-1133.
- Hamer, J.H. (1994). "Identity, Process, and Reinterpretation, the Past Made Present and the Present Made Past", *Anthropos*, 89 (1/3), 181-190.
- Hammer, M. (1990). "Reengineering Work: Don't Automate, Obliterate", *Harvard Business Review*, 68(4), 104-112.
- Hammer, M. ve Champy, J. (2009). "Reengineering the Corporation: Manifesto for Business Revolution", Harper Collins Publishers, USA.
- Harkins, E.A. (2011). "Don't Just Change: Revitalize Your Organization", *Paper Presented at PMI® Global Congress, Project Management Institute*, North America, Dallas, TX.
- IETT. (2021). "Kronolojik Tarihçe", <https://iETT.istanbul/tr/main/pages/kronolojik-tarihce/32>, (Erişim Tarihi: 20 Nisan 2021).
- Karlöf, B. ve Lövingsson, F.H. (2007). "ReOrganization", M. Parsley (Çev.), Springer Science & Business Media, Sweden.
- Kartal, C., Yücel, R. ve Kara, M. (2015). "Değişim Mühendisliği Temelinde Muhasebe Bürolarının Reorganizasyonu: İstanbul'daki Serbest Muhasebeci Mali Müşavirliklerde Bir Araştırma", *International Conference on Eurasian Economies*, 2015, İstanbul, 561-569.
- Keidel, R.W. (1994). "Rethinking Organizational Design", *Academy of Management Perspectives*, 8(4), 12-28.
- Koçoğlu, Y.K. (2006). "Büyümekte Olan Küçük Ve Orta Boy İşletmelerde Yeniden Yapılanmaya Yönelik Reorganizasyon Çalışmaları Ve Bir Uygulama", Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Koys, D.J., (2003). "How the Achievement of Human-Resources Goals Drives Restaurant Performance", *Cornell Hotel and Restaurant Administration Quarterly*, 44(1), 17-24.
- Lazonick, W. (2004). "Corporate Restructuring", *The Oxford Handbook of Work and Organization*, Editörler: Ackroyd, S., Batt, R., Thompson, P., Tolbert, P.S., Oxford University Press, Oxford, Birleşik Krallık.

- Lübkemann, J., Richter, L. ve Nyhuis, P. (2015). "Model-Based Reorganization of Factory Structures", *Journal of Centrum Cathedra*, 8(1), 71-76.
- Marks, M.L. (2003). "Revitalization After Resizing", Jossey-Bass, San Francisco.
- Myronenko, K.S. (2009). "Crisis Reengineering and Development Reengineering as a Tool for Achieving Strong Competitive Advantage", *Odessa National Polytechnic University*, 17-21.
- Nowakowski, A. (1994). "Reengineering Education at Andersen Consulting", *Educational Technology*, 34(9), 3-8.
- Oran, İ. F. (1998). "İşletme Yönetiminde Reorganizasyon: Bir Uygulama", Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Özalp, İ., Şakar, N. ve Haşit, G. (1992). "Reorganizasyonun İşletmenin Devamlılığını Sağlayıcı Bir Süreç Olarak Kullanılması ve Eskişehir'de Faaliyet Gösteren İşletmelerde Reorganizasyon ile İlgili Yapılan, Çalışma ve Uygulama Sonuçları", *Anadolu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10(1), 131-160.
- Perry, T. ve Shivasani, A. (2005). "Do Boards Affect Performance? Evidence from Corporate Restructuring", *The Journal of Business*, 78(4), 1403-1432.
- Phelan, M.W. (2005). "Cultural Revitalization Movements in Organization Change Management", *Journal of Change Management*, 5(1), 47-56.
- Porter, M.E. (2011). "Competitive Advantage of Nations: Creating and Sustaining Superior Performance", Simon and Schuster Inc, New York.
- Prasad, B. (1999). "Hybrid Re-Engineering Strategies for Process Improvement", *Business Process Management Journal*, 5(2), 178-198.
- Radhakrishnan, R. ve Balasubramanian, S. (2008). "Business Process Reengineering: Text and Cases", PHI Learning Pvt. Ltd., New Delhi.
- Rucci, A.J., Kirn, S.P. ve Quinn, R.T. (1998). "The Employee-Customer-Profit Chain at Sears", *Harvard Business Review*, 76, 82-98.
- Saral, Ş. (2021). "Etkin Reorganizasyon için Bir Model Önerisi: Yerel Yönetimlerde Bir Örnek Uygulama ve Etkileri", Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Serin, G. ve Çuhadar, M.T. (2015). "İş Güvenliği ve Sağlığı Yönetim Sistemi", *Süleyman Demirel Üniversitesi Teknik Bilimler Dergisi*, 5(2), 44-59.
- Stewart, T.A. (1993). "Welcome to the Revolution", *Fortune*, 128(15), 66.
- Telimen, O. (1989). "İşletme Organizasyonlarında Yapılan Değişikliklerin Yönetimi", *İSO Dergisi Yayınları*, 285, İstanbul.
- Tosun, K. (1962). "Devlet Maliyesinde Reorganizasyon ve Rasyonalizasyon Problemi", *Maliye Araştırma Merkezi Konferansları*, 8, 199-219.
- Trono, A. (2020). "Regional Reorganisation In Italy: Challenges and Changes", *Local Governance in the New Urban Agenda*, Editörler: Silva, C.N., Trono, A., 179-200, Springer, Cham.
- Ülgen, H. ve Mirze, K. (2004). "İşletmelerde Stratejik Yönetim", Literatür Yayınları, İstanbul.
- Weiss, J.W. (2001). "Organizational Behavior and Change: Managing Diversity, Cross-Cultural Dynamics, and Ethics", South-Western College Pub, USA.
- Weiss, J.W. (1996). "Organizational Behavior and Change Managing Diversity. Crosscultural Dynamics, and Ethics", West Publishing Company, USA.
- Yalçın, İ. (2016). "Küçük ve Orta Ölçekli İşletmelerde Yeniden Yapılanma Stratejileri", Nobel Bilimsel Eserler, Ankara.

Lojistik Depolarda Sipariş Toplama ve Konumlandırmaya Yönelik Yenilikçi Bir Yaklaşım

Önder ŞAHİNANSLAN¹, Ceyhun KARATAŞ², Ender ŞAHİNANSLAN³

ÖZET

Amaç: Uluslararası bir lojistik deponun verimliliğini artırmaya katkı sağlamak için depo dolaşım mesafesini kısaltacak yenilikçi ve etkin bir konumlandırma yönteminin geliştirilmesi amaçlanmıştır.

Yöntem: 1.239.545 adet ham depo verisi uzman ekiplerin desteği ile analiz edilmiş ve yorumlanmıştır. Makine öğrenimi algoritmalarının depo konumlarının belirlenmesinde kullanılabilirliği araştırılmıştır. Dolaşım hızı ve anahtar değer hesaplamasına dayalı olarak alternatif bir konumlandırma çözümü geliştirilmiştir. Statik olarak beş farklı bölgeye ayrılan sahada uygulamalı testler yapılmıştır. Önerilen yöntemin etkinliği, bilinen konumlandırma yöntemleriyle karşılaştırılmıştır.

Bulgular: Öğrenme algoritmalarının başarı oranları (%54-%64) uzman ekipler tarafından yeterli bulunmamıştır. Geliştirilen çözümde ürünleri doğru yere yerleştirme başarı oranı %90,93 olmuştur. Bir aylık gözlem sonucunda depo giriş çıkış işlemlerinde kat edilen mesafe yaklaşık 880 km kısalmış, depo doluluk oranı %54,07'den %55,68'e yükselmiştir. Elde edilen sonuçlar önerilen yöntemin etkinliğini göstermektedir.

Özgünlük: Depo yerleşim yüzdeleri ve dolaşım mesafelerinde önemli kazanımlar elde edilmiştir. Bilinen diğer yöntemlere göre daha etkili ve yenilikçi bir yaklaşım sunmaktadır. Bölge sınırı olmayan dinamik, verimli ve başarılı yapısıyla farklı depolarda uygulanabilir özgünlüktedir. Gerçek depo verilerine ve uzman görüşlerine dayalı olarak oluşturulması literatüre eşsiz bir katkı sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Lojistik Depo Yönetimi, Etkili Konumlandırma, Teknoloji ve Yenilik, Verimlilik.

JEL Kodları: L86, M15, O32, O40.

An Innovative Approach to Order Picking and Positioning in Logistics Warehouses

ABSTRACT

Purpose: In order to contribute to increasing the efficiency of an international logistics warehouse, it is aimed to develop an innovative and effective positioning method that will shorten the warehouse circulation distance.

Methodology: 1,239,545 raw warehouse data have been analyzed and interpreted with the support of expert teams. The usability of machine learning algorithms in determining warehouse locations has been investigated. An alternative positioning solution has been developed, based on circulation rate and key value calculation. Practical tests were carried out in the field, which is statically divided into five different regions. The effectiveness of the proposed method is compared with known positioning methods.

Findings: The success rates (54%-64%) of the learning algorithms were not found sufficient by the expert teams. In the solution developed, the success rate of placing the products in the right place was 90.93%. As a result of a one-month observation, the distance covered in warehouse entry and exit operations has been shortened by approximately 880 km, and the warehouse occupancy rate has increased from 54.07% to 55.68%. Obtained results show the efficiency of the proposed method.

Originality: Significant gains have been achieved in warehouse settlement percentages and circulation distances. It offers a more effective and innovative approach than other known methods. It is uniquely applicable in different warehouses with its dynamic and efficient structure that has no regional borders. Its creation based on real warehouse data and expert opinions makes a unique contribution to the literature.

Keywords: Logistics Warehouse Management, Effective Positioning, Technology and Innovation, Productivity.

JEL Codes: L86, M15, O32, O40.

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Maltepe Üniversitesi, Rektörlük, Bilişim Bölümü, İstanbul, Türkiye, ondersahinaslan@maltepe.edu.tr, ORCID: 0000-0003-2695-5078 (Sorumlu Yazar-Corresponding Author).

² Barsan Global Logistik GmbH, Gewerbestraße 23 31275 Lehrte Hannover, Almanya, ceyhunkaratas@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5560-2867.

³ Dr. Öğr. Üyesi, Mudanya Üniversitesi, Mühendislik, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, dr.endsa@gmail.com, ORCID: 0000-0001-8519-7612.

DOI: 10.51551/verimlilik.1188635

Araştırma Makalesi / Research Article | Geliş Tarihi / Submitted Date: 13.10.2023 | Kabul Tarihi / Accepted Date: 14.04.2023

Atf: Şahinaslan, Ö., Karataş, C. ve Şahinaslan, E. (2023). "Lojistik Depolarda Sipariş Toplama ve Konumlandırmaya Yönelik Yenilikçi Bir Yaklaşım", *Verimlilik Dergisi*, 57(3), 491-512.

EXTENDED ABSTRACT

Logistics is an important tool that contributes to the development of national and international trade. In today's competitive environment, it is important to use logistics processes effectively and efficiently. Warehouse management processes have an important role in the speed and effectiveness of both production and marketing processes. The effective and efficient management of the warehouse, in other words, depends on the storage and distribution of the goods in the shortest time and with the least error (Tanyaş and Duzgun, 2014). An effective warehouse management provides serious profit and competitive advantage to the business. Considering the warehouse management processes, it has been stated that order picking costs constitute approximately 55% of the costs in the total warehouse processes (De Koster et al., 2007). In another study, Berg and Zijm (1999) considered the warehousing processes as receiving, storing, order picking and shipping, and it was stated that the demand collection cost was more than 60% of the total cost of the process. In the study conducted by Bartholdi and Hackman (2014) on the order picking process, it was determined that 55% of the process consists of navigation, 15% of searching, 10% of sorting and 20% of other works. All these studies show that the demand collection process is the costliest process among the warehouse management processes. In order to reduce these costs, there is a need for the discovery of innovative technological solutions specific to the logistics warehouse and working method. Reducing the warehouse circulation route is a problem that needs to be solved in increasing the efficiency and productivity of the warehouse.

In this study, it is aimed to develop an innovative and effective positioning method that will shorten the warehouse circulation distance in order to contribute to increasing the efficiency of an international logistics warehouse. Working conditions of the company, warehouse data, opinions of expert teams, known methods and technological possibilities were used in the search for a solution that will contribute to shortening the warehouse circulation distance in increasing the efficiency of the warehouse with a high turnover rate. In the study, detailed analyzes and examinations were carried out on 1,239,545 raw warehouse data. Unrelated or repetitive data fields that do not serve the purpose of the study were determined and removed. The usability of machine learning algorithms in determining warehouse locations has been investigated. However, the obtained success rates (54%-64%) were not found sufficient by the field expert teams. On top of that, techniques based on warehouse turnover rate were examined in accordance with warehouse conditions. Using the data available, it was observed how long a box that entered the warehouse waited in and which locations. An alternative positioning solution was developed based on circulation rate and key value calculation. Delphi technique was used to determine the main parameters affecting the solution and the data were subjected to PCA analysis and extreme value analysis. It was applied on the warehouse of an international logistics company, which uses a back-to-back rack system and does not have a conveyor system, and is limited to 5 regions as A, B, C, D and E in a static structure as a layout model. As a result of the observation made in the field with one-month warehouse data, the products were placed correctly at a rate of 90.93%. A gain of approximately 880 km has been achieved in the circulation distance within the warehouse. By reducing the distance, time and cost, it contributed to the increase of operational process efficiency and more effective use of the warehouse. Although the proposed method is applied on five limited regions depending on the warehouse conditions, it can be applied in different warehouses with its dynamic and region-free structure. Although the successful results obtained qualify this study as "applicable", longer-term new tests and observations may be needed to prove that this success rate and road gain is "sustainable" under the same field conditions. On the other hand, the gains obtained in the limited field and time test of the study are remarkable.

The study is capable of meeting the needs of many of the logistics warehouses with a high turnover rate with its unique and endless grouping capabilities. These approaches and methods can be used in logistics warehouses with similar characteristics. In the proposed method, significant gains were obtained in warehouse settlement percentages and circulation distances. It has made significant contributions to increasing warehouse efficiency. In the future, researchers can use the methods proposed in this study to solve efficiency and productivity problems specific to different logistics sites. In addition, they can conduct research on innovative and smart solutions that facilitate warehouse management and operation, reduce time and costs, increase efficiency, and reduce carbon emissions by using industry 4.0 technologies. The study makes a unique contribution to the literature with an innovative solution that is successful and applicable in terms of results, matured with expert opinions, on real data in a logistics field.

1. GİRİŞ

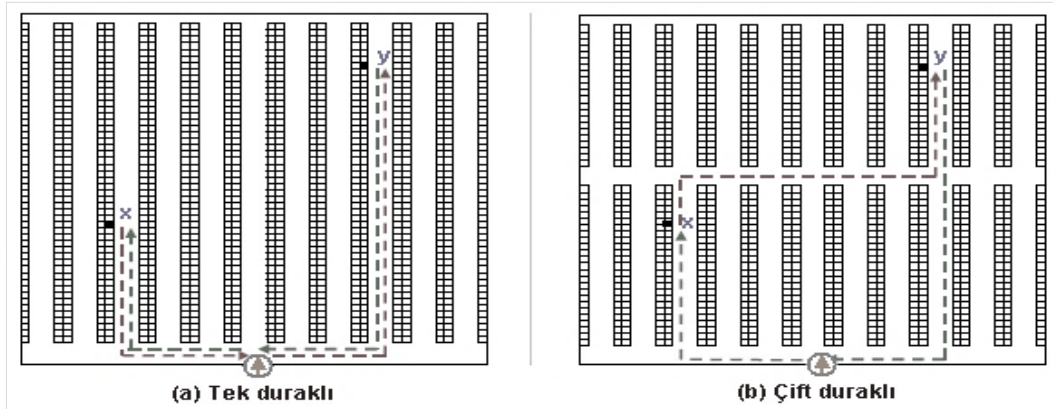
Lojistik, ulusal ve uluslararası ticaretin gelişiminde önemli bir araçtır (Karlı ve Tanyaş, 2020). Depolama lojistik süreçlerin idamesinde önemli bir yere sahiptir. Günümüzde depolar her zamankinden daha fazla erişilebilir, esnek ve verimli olmak zorundadır (Özceylan ve Tanyaş, 2021). Bu süreçlerin etkin ve verimli kullanılması depo yönetim süreçlerinin başarısına olumlu katkı sağlar. Her bir ürün ya da materyalin en kısa mesafe kullanılarak hızlı bir şekilde muhafaza altına alınması ve talep edildiği anda hızlı bir şekilde çıkış işleminin gerçekleştirilmesi istenir. Her bir materyalin depoda tutulma süresi farklı olabilmektedir. Depolama süreçlerinin yönetiminde depo için ayrılmış alanın boyutları, depo yerinin seçimi, deponun mülkiyeti gibi fiziksel nitelikler yanında, çalışan yeterliliği ve yetkinliği etkilidir. Bu süreçlerin yönetiminde kullanılan bilgi teknoloji ve uygulamaları önemli bir yere sahiptir. Ürün ya da hammaddelerin kabulünden sevkiyatına, depo alanı, insan kaynağı, depo ve donanımların etkin kullanılmasında, bunların sayım ve kontrolünde bilgi ve iletişim teknolojilerinin katkısı büyüktür. Yeni teknolojiler üzerinde geliştirilen uygulama ve altyapıları depo verimliliği ve süreç başarısında önemli bir role sahiptir. Depolama sürecinde güncel teknoloji çözümlerini kullanabilen yenilikçi sistem ve uygulamalara ihtiyaç vardır.

Depo yönetimi işletmeler için en önemli faaliyetlerden birisidir (Erarslan ve Deste, 2022). Depolama süreci genel olarak tedarik edilen bir ürün veya hammaddenin üretim veya sipariş aşamasına kadar muhafaza edilmesi ve ihtiyaç halinde hızlı bir şekilde sevke hazır hale getirilme aşamalarını içerir. Depo yönetim süreci; mal kabulü, yerleştirme, depolama/güvenli saklama, sipariş toplama, paketleme ve sevk temel süreçlerinden oluşmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Depo yönetim süreçleri

Depo kabulü aşaması depoya konulmak istenen bir ürün, mal veya materyalin bir taşıma aracı yardımıyla depodaki yük indirme alanına boşaltılmasıyla başlar. Toplama alanında yer alan bu ürünlerin fiziki ve teknik özellikleri ile deponun kullanım biçimi dikkate alınarak depoya kabul edilir. Ürün yerleştirme safhasında, depoya kabul edilen ürünlerin nitelik ve amaçları dikkate alınarak gruplandırılır. Depo içerisinde o ürün için önceden belirlenen alana/rafa robot, konveyör benzeri araçlarla taşınır. Bu taşıma işleminde ürün, şartların izin verdiği, en kısa rota kullanılarak belirlenen konuma hareket ettirilir. Bu işlem, depo giriş toplama alanında ürün var olduğu sürece tekrarlanır. Geleneksel tek duraklı ve çift duraklı depolarda ürün(sipariş) yerleştirme veya toplama yaklaşım örneği ise Şekil 2'de gösterilmektedir.



Şekil 2. Sipariş toplama yöntemi örnekleri (Tanyaş, 2017:35)

Taşıyıcı geleneksel tek duraklı yapıda (Şekil 2a) ürün toplama alanı ile ürün yerleştirme arasında gidüş-dönüş olmak üzere aradaki mesafenin iki katı yol alır. Çift duraklı mimari yapıda (Şekil 2b) ise tek duraklı yöntemde kat edilen mesafeden daha kısa bir yol almaktadır. Bu işlem insana ya da robotla dayalı ürün yerleştirme yapan yaklaşımlar için geçerlidir. İnsan ve robotlar dışında, konveyör kullanan depolarda rota

konveyörün şartlarına bağlıdır. Konveyörlerin tek yönlü işlemlerinde bir geri dönüşten söz edilemeyeceği için toplam kat edilmesi gereken mesafe daha kısa olacaktır. Taşıma mesafesindeki kısalma toplam işlem süresine de olumlu katkı sağlar. Ürün yerleştirmede depo yerleşim planı ve uygunluk durumu; depoya giren malın türü, cinsi, hacmi gibi teknik nitelikler yanında stok devir hızına göre ürünün yerleştirileceği yere karar verilir. Ayrıca ürün dağıtımının yapılacağı bölgeler, belli ürünlere özel önceden tahsis edilen bölümler de dikkate alınır. Depolama süreci, depoya yerleşen malların niteliklerine göre depoda tutulacağı süre zarfında güvenli bir şekilde saklanma aşamasıdır. Sipariş toplama süreci, sipariş ya da talep toplama olarak adlandırılan bu süreçte depoda yer alan ürünlere yönelik gelen bir talep sonrası ilgili ürünün depoda yerleştirilmiş olduğu yerden alarak çıkış toplama alanına taşınması işlemidir. Bu süreç müşteri tarafından oluşturulan siparişlerin belirli şekilde gruplanıp toplama listelerinin hazırlanması ve bu toplama listelerine göre toplayıcı birimlerin belirtilen ürünleri belirtilen adresten alarak, fiziki olarak çıkış toplama alanına getirme aşamalarından oluşur. Ürünlerin gruplanması ve toplama listelerin hazırlanmasında toplayıcıların daha az mesafe kat etmeleri için sıralama aşaması önemlidir. Bu listenin hazırlanmasında kullanılacak taşıma yöntemi de etkilidir. Taşıma yönteminde toplayıcıdan parçaya, parçadan toplayıcıya ve tamamen otomasyona dayalı olmak üzere bilinen üç temel yöntem vardır (Dallari ve diğerleri, 2008). Sevk aşaması, sipariş sonucunda toplanan ürünlerin gönderildiği yere doğru belgelerle zamanında teslim edebilmek için yapılan faaliyetleri içerir. Sevkiyat aşaması, ürünlere zamanda ve hızlı erişebilme de önemli bir faktördür (Erarslan ve Deste, 2022). Sevk edilecek mallara ait belgeler sevkiyat öncesinde hazırlanarak paketlenir ve gideceği hedefe doğru hareket eder. Özetle depolama süreçleri bir ürün ya da hammadde gibi malların depoya kabulü ile başlar ve depodan sevk edilmesiyle sonlanır.

İşletmeler küresel rekabette üstünlük elde edebilmek için kaynakları verimli kullanarak maliyetlerini düşürmek ve farklı müşteri talepleri karşısında daha hızlı ve çevik hareket etmek zorundadır. Depo yönetim süreçleri hem üretim hem de pazarlama süreçlerinin hız ve etkinliğinde önemli bir role sahiptir. Deponun etkin ve verimli yönetimi, diğer bir deyişle malın depolanma ve dağıtımının en kısa sürede, en az hatayla gerçekleştirilmesine bağlıdır (Tanyaş ve Düzgün, 2014). Üretimde hammadde temininde ya da üretilen ürünlerin pazarlanmasında etkin bir depo yönetimi işletmeye ciddi kazanç ve rekabet üstünlüğü sağlamaktadır. Dünya'da artan rekabete dayalı bir ekonomi beraberinde hızlı üretim ve bu ürünlerin tüketiciye tedarik zincirleri ve depolar üzerinden zamanında ulaştırma ihtiyacını doğurmuştur. Kıran kırana geçen bir küresel rekabet ortamında bu süreçlerin her birinin etkin ve verimli işletilebilmesi şarttır. Depo yönetim süreçleri ele alındığında sipariş toplama maliyetlerinin, toplam depo süreçlerindeki maliyetlerin yaklaşık %55'ini oluşturduğunu belirlenmiştir (De Koster ve diğerleri, 2007). Başka bir çalışmada Berg ve Zijm (1999), depolama süreçleri mal kabul, depolama, sipariş toplama ve sevkiyat olarak ele alınmış ve talep toplama maliyetinin sürecin toplam maliyeti içerisinde %60'dan daha fazla olduğu belirtilmiştir. Sipariş toplama süreci üzerine Bartholdi ve Hackman (2014) tarafından yapılan çalışmada; bu sürecin %55'ini gezinti, %15'ini arama, %10'nunu ayıklama ve %20'sini ise diğer işlerin oluşturduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmalar talep toplama sürecinin depo yönetim süreçleri içerisinde en fazla maliyete sahip süreç olduğunu göstermektedir. Bu ve benzeri araştırmalar sonucunda ulaşılan rakamlar sipariş toplama süreçlerindeki yapılacak iyileştirmenin depolama faaliyetlerine kazandıracığı katma değeri ortaya koymaktadır. Bu alanda yapılacak her geliştirme hem lojistik firmalarına hem de tedarik zinciri vasıtasıyla bütün ekonomiye zaman ve maliyet tasarrufu olarak yansıtacaktır. Bu maliyetlerin düşürülmesinde mevcut yöntem ve uygulamaların yeni teknolojik imkânlar ve eldeki kaynaklarla değerlendirilerek iyileştirilmesi ya da yeni farklı çözüm yöntemlerinin keşfine ihtiyaç vardır.

Çalışmanın bu bölümünde de vurgulanmaya çalışıldığı gibi, ürün toplama süreçlerinin etkinliği depo verimliliği üzerinde önemli bir role sahiptir. Bu çalışmada, devir hızı yüksek uluslararası bir lojistik deponun verimliliğinin artırılmasında depo dolaşım mesafesinin kısaltılmasına katkı sağlayacak etkin bir konumlandırma yöntemi araştırılarak, firma çalışma koşullarına da uygun yenilikçi bir çözümün uzman ekiplerinin ve teknolojinin sunduğu imkânları kullanarak geliştirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmaya katkı sunabilecek literatür çalışmaları ikinci bölümünde ele alınmıştır. Üçüncü bölümünde yürütülen çalışmaya ait ana süreç aşamaları, çalışma ortamı, veri kaynağı, verinin elde edilmesi, saha uygulamaları, uzman ekiplerle gözlem, verinin analiz ve yorumlanması, geliştirilen yöntem, uygulama ve testlere ilişkin çalışmalar ele alınmıştır. Dördüncü bölümde, bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar ve bunların bilinen literatür çalışmalarıyla karşılaştırılması yapılarak bu çalışmanın benzer ve özgün tarafları sunulmaya çalışılmıştır. Son bölümde ise çalışmanın sonuçları ve öneriler tartışılarak çalışma sonlandırılmıştır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Sipariş toplama, yüksek maliyetli oluşu ve hizmet kalitesini etkilemesi nedeniyle depolama faaliyetleri içerisinde önemli bir yere sahiptir (Dündar ve Ölger, 2022). Depolama alanlarının etkin bir şekilde kullanılmaması verimliliği, ürün arama süresinin uzunluğu, sipariş edilen ürün sevkiyatının aksaması, eksik veya farklı ürün gönderimi hizmet kalitesini olumsuz etkilemektedir (Erarslan ve Deste, 2022). Sipariş toplama süreç verimliliği, depo mimarisi, konumlandırma şekli ve yerleştirme yöntemlerine bağlıdır. Sipariş

toplama süresi veya depo gezinme süresini asgari seviyeye çekebilmek için talep toplama rotasının planlanması, deponun bölgelere ayrılması, depo yeri atama ve talep kümeleme yaklaşımları vardır (Roodbergen ve De Koster, 2001). Rastgele depolama sistemi, ürünlerin deponun uygun boş yerlerine eşit olasılıklarla rassal olarak atanması olarak ifade edilir (De Koster ve diğerleri, 2007). Bu yöntem, lojistik depolarda yaygın olarak kullanılan, uygulanması kolay ve diğer yöntemlere göre daha az alan gerektiren bir yöntemdir ve depolarda yüksek kullanım oranına sahiptir (Petersen ve Aase, 2004). Talep toplayıcı tarafından depo başlangıç noktasına en yakın boş bulunan rastgele bir rafa yerleştirme ise kullanılan bir diğer yöntemdir. Bu yöntem seri ve tek tip üretim yapan firmalarda tercih edilmektedir. Tam devir depolama yönteminde mallar devir hızları dikkate alınarak depo alanına dağıtılır. Devir hızı yüksek olan mallar başlangıç noktasına yakın olacak şekilde kolay erişilebilir depo alanlarına konumlandırılırken devir hızı düşük olan mallar deponun uzak arka bölümlerine yerleştirilir. Bu yöntemde talep oranlarının yani devir hızlarının değişkenlik gösterdiği malların depolanmasında o malların depodaki konumları da değişecektir. Bu, depodaki ürünlerin devir hızına bağlı olarak yeniden düzenlenme ve sıralanma ihtiyacını doğuracaktır. Bu durum deponun esnek ve verimsiz kullanılmasına sebep olabilmektedir (Muppani ve Adil, 2008).

Aile tabanlı gruplama, benzer ürünlerin aynı stok alanında depolandığı bir depoya atama yöntemi olup ürünler arasındaki ilişkiler dikkate alınır. Uygulanmasında mallar arasındaki bilinen veya tahmin edilen istatistiksel korelasyondan yararlanır (Roodbergen ve De Koster, 2001). Ürün yerleştirmede yararlanan yöntemlerden bir diğeri ise bölgeleme yöntemidir. Depo talep toplama alanlarının belli bölgelere ayrılarak her bir bölgeye bir talep toplama sorumlusu atanmasına dayanır. Bu yöntemde toplayıcıların kendi bölümlerini ve ürün konumlarını iyi tanıması hızlı talep toplama için bir avantajdır. Ancak gelen taleplerde bir bölünme yaşanması durumunda farklı bölümlerden toplanacak ürünlerin gönderiminden önce yeniden birleştirilmesi ihtiyacını doğurması durumunda dezavantaja dönüşür (Gu ve diğerleri, 2007).

Sipariş toplamada yararlanan bir diğer yöntem kümeleme yöntemidir. Benzer özelliklere sahip taleplerin bir arada kümelenmesine ve ürün toplama sırasında bu ürünlerin birlikte toplanmasına dayanır. Küme, aynı turda eş zamanlı olarak toplanan talepler grubudur (Hsu ve diğerleri, 2005). Bu yöntemde toplayıcının gezi süresi kısaldır (Ho ve diğerleri, 2008). Kümeleme yöntemi daha çok küçük hacme sahip ürünlerin toplanmasında pratik ve avantajlıdır. Büyük hacme sahip malların yerleştirme ve toplanması pratik bir yöntem değildir.

Sipariş toplama sürecine dair yapılan diğer çalışmaları incelendiğinde; Caron ve Marchet (1998), çalışmalarında, devir bazlı yerleştirme yaklaşımını temel alan yerleşimin sonuçlarını S şekilli ve geri dönüş sezgisel rota belirleme algoritmaları ile oluşturulan rotaların mesafeleri karşılaştırılmıştır. De Koster ve diğerleri (1999)'nin yaptıkları çalışmada, toplayıcıların farklı kapasitelerde çalıştığı varsayılarak çeşitli sipariş hacimlerini kullanmışlar ve yüksek kapasitelerdeki toplayıcılarda S şekilli yöntem ve çekirdek algoritmalarının en verimli sonucu verdiğini; düşük kapasiteli toplayıcılarla ise en büyük boşluk yöntemi ve tasarruf algoritmalarının verimli sonuçlara ulaştığını ifade etmişlerdir. Bu çalışmada ürün hacimleri üzerine yoğunlaşmışlardır. Roodbergen ve De Koster (2001), rastgele yerleştirme yönteminin kullanıldığı depolarda, çeşitli sipariş büyüklüklerinde çapraz geçitlerin sipariş toplama problemi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Petersen ve diğerleri (2004), siparişlerin kabul edildikten sonra hazırlanan toplama listelerinin toplama mesafeleri üzerindeki etkilerini değerlendirmişlerdir. Chen ve diğerleri (2005), büyük veri tabanlı bazı incelemeler yapmış ve sınıflandırma tabanlı bir algoritma önermişlerdir. Bu çalışmada kendi algoritmalarını başka çekirdek algoritmalarla mukayese eden Chen ve arkadaşları, kendi algoritmalarının karşılaştırıldığı çekirdek algoritmalarından daha kısa mesafeler ortaya koyduğunu tespit etmişlerdir. Ancak söz konusu algoritmanın çalıştırılması oldukça uzun sürmektedir. Hwang ve diğerleri (2006) tarafından yapılan çalışmada, depolardaki sipariş toplama problemine iki aşamalı ve yeni bir çözüm önerisi ortaya atılmışlardır. Çalışmanın ilk aşamasında belirli bir periyotta talep edilen ürünlerin ve diğer bazı kısıtların değişken olarak alındığı yeni bir matematiksel model geliştirilmiştir. İkinci aşamada ise depo tasarımı ile ilgili değişkenlerin de hesaba katıldığı ek bir çalışma ortaya atılmıştır. Roodbergen ve De Koster (2009), sipariş toplama problemiyle ilgili bir literatür araştırması yapmışlardır. Araştırmacılar, parçalardan toplayıcıya yöntemiyle çalışan depolara yönelik yaptıkları bu çalışmada ürün yerleşimi, sipariş toplama, otomatik ürün gezinti sistemleri ve bu sistemlerin gezinme mesafelerinin tahmin edilmesine yönelik çözüm önerilerini incelemişlerdir. Bu çalışmada probleme yönelik yapılan çalışmalar bir bütün olarak incelenerek listelenmiştir. Henn ve Wäscher (2012) ise çalışmalarında tabu arama metodu kullanarak meta sezgisel gruplama yöntemleri önerisinde bulunmuşlardır. Çeşitli büyüklükte siparişlerle çalışan araştırmacılar, tasarladıkları yöntemi mevcut bazı algoritmalar ile geliştirmiş ve başka yöntemlerle karşılaştırmışlardır. Araştırmacıların ortaya attığı yöntemin karşılaştırılan yöntemlere göre toplam seyahat mesafesini azalttığı ve algoritmanın daha kısa sürede çalıştığı ortaya konmuştur. Tuna ve Tunçel (2012), mal kabul ve ürün yerleştirme süreçlerine yönelik araştırmasında ortaya atılan sistemlerde daha çok, otomasyona dayalı sistemleri göz önünde bulundurmuş, genel olarak parçadan toplayıcıya giden depolara dikkat çekmişlerdir. Toplayıcıdan parçaya yöntemine göre çalışan ve otomasyon sistemlerinin daha az etkin olduğu depolarda

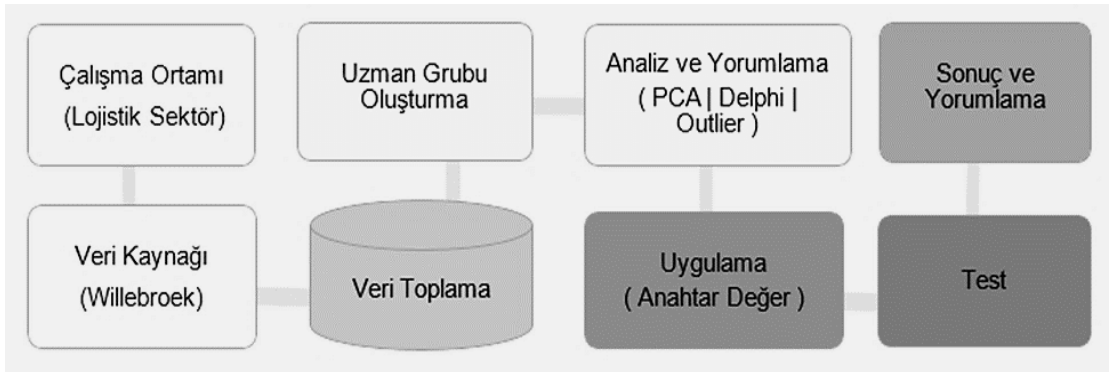
ise çoğunlukla rastgele yerleştirme metodu tercih edilmiştir. Özçakar ve diğerleri (2012) çalışmalarında toplayıcının seyahat süresini azaltmak amacıyla gruba dayalı genetik algoritma modelini açıklamışlar, bu modeli klasik bir gruplama ve rotalama metodu olan Clarke-Wright sezgiseli ile karşılaştırmışlardır. Araştırmacılar önerdikleri algoritmanın, test edilen bütün veri setleri için Clarke-Wright sezgisel algoritmadan daha iyi sonuçlar ortaya koyduğunu belirtmişlerdir. Şahin ve Kulak (2013) çalışmalarında sipariş toplama hazırlıkları ve toplama aracının rotalandırılması ile ilgili algoritmalarla ilgili araştırmalar yapmışlardır. Araştırmacılar çalışmalarında genetik algoritma tabanlı iki yeni varyasyon önermişlerdir. En yakın komşu ve kazanç isimli iki yeni genetik algoritma tabanlı yeni yöntem öneren araştırmacılar; farklı sipariş sayıları, ağırlık ve yerleşim koşullarında deneysel problemler oluşturmuşlar ve önerdikleri algoritmayı test etmişlerdir. Baray ve Çakmak (2014) ise çalışmalarında birden çok katlı, z ekseni depolar için parçacık sürü optimizasyon algoritması tabanlı bir tasarım metodolojisi önermişlerdir. Araştırmacılar, söz konusu çalışmalarında parçacıkları, kullandıkları algoritma vasıtasıyla kabul edilebilir çözüm uzayı içinde tutmaya çalışmışlardır.

Endüstri 4.0 ve güncel teknolojilerin kullanımına dair çalışmalar, Leung ve diğerleri (2020) ile Tappia ve diğerleri (2019), makine ve bilgisayar sistemleri kullanımıyla sipariş toplama sürecinin otomatikleştirmesi ve etkinliğinin artırılmasına yönelik çalışmalar yürütmüşlerdir. Çalışmalarda kullanılan otomasyon çözümlerinin; sürecin verimlilik ve performansına önemli katkılar sunmakla birlikte esneklik sorunları nedeniyle sürecin tamamen makinelere bırakılmaması gerektiğine dair görüşler sunmuşlardır. Winkelhaus ve diğerleri (2021), insan faktörünün yanı sıra destekleyici yeni teknolojilerin yüksek düzeyde kullanıldığı bir sipariş toplama yöntemi olan ve 4.0 adı verilen kavramsal bir çerçeveyi literatüre sunmuşlardır. Dinç ve Korkmaz (2021) lojistik sektöründe büyük verinin kullanımı üzerine yaptıkları araştırmada, büyük verinin sunduğu birçok katkı yanında operasyon süreç verimliliğini artırdığını belirtmişlerdir. Füchtenhans ve diğerleri (2021) üretim ve lojistik gibi endüstriyel ortamlarda akıllı aydınlatma sistemlerinin kullanımını ele alan bir literatür taraması yapmışlardır. Çalışmada akıllı aydınlatma sistemlerinin sipariş toplama operasyonunda sağladığı verimlilik potansiyeli tartışılmıştır.

Literatürdeki çalışmalara bakıldığında ABC analizi ve sezgisel algoritmaların yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir. Önerilen çözüm yöntemi bilinen diğer yöntem ve uygulamalarla karşılaştırıldığında statik sınıf sayısı yerine dinamik sınıf sayısına dayalı özgün bir yaklaşım sunmaktadır. Bu çalışmanın mevcut çalışmalarla karşılaştırılması, bulgular ve tartışmalar bölümünde ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Gerçek depo verileri ve uzman görüşlerine dayalı olarak geliştirilen bu yöntem, özgün ve yenilikçi yönüyle literatüre eşsiz bir katkı sunmaktadır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Depo yönetiminde en fazla maliyeti oluşturan sipariş toplama sürecinin etkinlik ve verimliliğini artırmaya dönük çeşitli yöntemler vardır. Ancak her deponun fiziki şartları ve kullanım özelinde bunları kullanmanın bazı zorluk ve yetersizlikleri söz konusudur. Depo dolaşım yolunun azaltılması, deponun etkinliğini ve verimliliğini artırmada çözülmesi gereken bir problemdir. Bu sorunun çözümüne yönelik çalışmada, deponun fiziksel özelliklerini, veri ve alan uzman görüşlerini, güncel teknoloji, çözüm ve yaklaşımları dikkate alan yeni bir çalışmaya ihtiyaç duyulmuştur. Bu çalışma, depo sirkülasyon rotasını ve süresini azaltmak; böylece deponun daha etkin ve verimli kullanılmasını sağlamak amacıyla uluslararası faaliyet gösteren büyük ölçekli bir lojistik firmanın dolaşım hızı yüksek bir tesisinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya ait ana süreç adımları Şekil 3'te gösterilmiştir.



Şekil 3. Çalışma süreci adımları

Devir hızı yüksek uluslararası lojistik firmanın seçilen deposundan elde edilen ham veriler; oluşturulan uzman ekiplerle birlikte ön inceleme, analiz ve yorumlama aşamaları sonucunda belirlenen anahtar

alanların belirlenmesi, bölgesel gruplara ayrılan sahaya yerleştirmeye yönelik uygulama ve test aşamaları yürütülmüştür. Testler sonucunda elde edilen bulgular yorumlanarak sonuca ulaşılmıştır.

3.1. Materyal

Bu çalışma uluslararası bir lojistik firmanın 43 depolama tesisinden biri olan Belçika Willebroek'da bulunan 20.000 m² alana sahip depolama tesisinde gerçekleştirilmiştir. Bu depolama tesisine ait bir görüntü Şekil 4'de gösterilmektedir.



Şekil 4. Willebroek depo genel görünümü

Çalışma sahası ve örneklem açısından bu deponun seçilmesinin temel nedeni; deponun uluslararası lojistik firma içerisinde tüketiciye yönelik yüksek devir hızına sahip ürünlerin depolandığı bir yer olmasıdır. Bu devir hızında etkili olan depoya giren kutu sayıları bakımından bu depoda 2021 yılında 505.445 adet kutu girişi gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada kullanılan sistem ve uygulamalar; Windows 10 Pro 64 bit işletim sistemi, x64 tabanlı Intel(R) Core(TM) i7-6700 CPU @ 3.40 GHz işlemcili, 16.0 GB yüklü belleğe(RAM) sahip olan bir bilgisayar üzerinde gerçekleştirilmiştir. Uygulama veri ve tabloları MSSQL Server 2019 Standart veri tabanı yönetim sistemi kullanılmıştır. Veri tabanı kayıt işlemleri ve veri analiz sorgularında T-SQL, uygulama geliştirme ve kodlamada Python 3.9.7 64 bit programlama dili, Spyder IDE 5.1.5 editörü, Sklearn, Pandas ve PypOdbc kütüphaneleri kullanılmıştır. Saha test çalışmalarında firmanın kullandığı LDS uygulamasıyla entegrasyon sağlamada Delphi 2007 geliştirme ortamından yararlanılmıştır.

3.2. Yöntem

Bu çalışmada depo yönetim süreçleri içerisinde en fazla maliyet kalemini oluşturan sipariş toplama süreçlerinin maliyetlerini azaltmaya yönelik mevcut uygulanan yöntemlere alternatif olabilecek bir çözüm araştırılmıştır. Bu amaca ulaşmada elde edilen ham verilerden yararlanılmıştır.

Ürün depo konumlarının belirlenmesinde öncelikle sınıflandırma tabanlı makine öğrenmesi algoritmalarının kullanılabilirliği araştırılmıştır. Ada-boost yükseltme yöntemi, çok katmanlı algılayıcılar yapay sinir ağı, en yakın komşuluk algoritması, karar ağacı algoritması, Naive Bayes sınıflandırması, rastgele orman algoritması, Ridge sınıflandırma algoritması ve torbalama yöntemi sınıflandırma algoritmaları üzerinde çalışılmıştır. Ancak bu araştırmadan elde edilen başarı oranları saha uzman ekiplerince yeterli bulunmamıştır. Bunun üzerine depo şartlarına da uygun olacak şekilde depo devir hızına dayalı teknikler incelenmiş olup ham verilerin analizinde uzman görüş ve deneyimleri dikkate alınmıştır. Çalışma depoya gelen bir ürünün, geliş anında bu ürün için bir devir hızı anahtar değeri hesaplanması, bu anahtar değerine göre giriş ve çıkış toplama alanı ile yerleştirilecek bölüme olan uzaklığının tespit edilmesine dayanmaktadır. Bu aşamada özel olarak bir mesafe hesaplanmadan mevcut mesafelere göre lokasyon grupları oluşturularak, ürünlerin kendi anahtar değerine göre önceden belirlenen konumuna yerleştirilmesi hedeflenmiştir. Depoda kısa süre duran ürünler toplama alanlarına en yakın bölümlere, uzun süre duran ürünler ise en uzak bölümlere yerleşimi sağlanarak depo yerleştirme ile toplama süre ve mesafelerinin azaltılması hedeflenmiştir. Bu amaçla çalışmada kullanılan veriler üzerinden depoya giren bir kutunun hangi lokasyonlarda ne kadar süre beklediği gözlemlenmeye çalışılmıştır. Yine bu kutuların hangi özelliklerinin kutuların bekleme süreleri üzerinde etkili olduğu incelenmiştir. Kutuların depolardaki bekleme süresinin çalışma açısından önemi, kullanılacak algoritmanın kutuları giriş ve çıkış toplama alanlarına hangi mesafedeki lokasyonlara yerleştireceğine karar vermesi açısından önemlidir. Buradaki temel prensip, depoda daha kısa süre duracak kutuların düzenli olarak daha kısa mesafe kat edilerek ulaşılabilir lokasyonlara yerleştirilmesi, uzun süre saklanacak kutuların ise daha uzun mesafedeki lokasyonlara

yerleştirilmesini sağlamaktır. Modelin belirlenmesinde Delphi metodu kullanılmıştır (Ameyaw ve diğerleri, 2016; Zарtha Sossa ve diğerleri, 2019; Lund, 2020). Bu yöntemde yapılmak istenen; geleceğe yönelik tahmin yapmak, bunun için uzmanlardan yararlanmak ve bir uzlaşma veya karara varmaktır (Günerkan ve diğerleri, 2022). Bu çalışmada depo yönetiminde çözüm için ana girdiler uzman çalışanlarla değerlendirilerek belirlenmiştir. Ana girdiler üzerinden birçok ön işlem gerçekleştirilerek, çözüm modeli oluşturulmuştur. Önerilen çözüm modelinin ilk test sonuçları üzerinden yapılan ek değerlendirmeler sonucunda model olgunlaştırılarak nihai haline ulaşılmıştır.

3.2.1. Veri Kaynağı

Ürünler depolarda kendi başlarına değil, bir kutu içinde, kendi türünden belirli bir sayıda ürünle birlikte hareket etmektedir. Bu nedenle ürün adetleri, iş yükü ve depo fiziki şartlarından ziyade kutu miktarı depo devir hızında daha etkilidir. Veri kaynağı olarak, çalışma amaç ve hedeflerine uygun olarak seçilen Willebroek deposunda yer alan ham veriler kullanılmıştır.

3.2.2. Veri Toplama

Aralık 2018-Mart 2022 tarihleri arasında gerçekleşen devir hızında etkili olan toplam 1.239.545 adet kutu giriş kaydı kullanılmıştır. Bu kayıtlar öncelikle hassas veri içermeyecek ve çalışmaya olumsuz etkilemeyecek şekilde gerçek ortama benzer bir test veri tabanı (MSSQL) üzerine aktarılmıştır. Çalışma, toplanan bu test verileri üzerinden yürütülmüştür.

3.2.3. Uzman Grubu Oluşturma

Çalışma lojistik sektöre ait uzmanlık gerektiren bir alan olup kullanılan çok sayıda veri alanlarının varlığı, her deponun kendisine has sistem ve çalışma yöntemlerinin olması gibi birçok nedenden dolayı saha uzman ekiplerinin desteğine ihtiyaç duyulmuştur. Veri analiz ve yorumlama çalışmalarında Delphi tekniğinin kullanımına karar verilmiştir. Bu tekniğin temel prensiplerine uygun olarak, Willebroek depo tesislerindeki 2 adet süreç geliştirme uzmanı, 1 adet tesis yöneticisi, 1 adet operasyon yöneticisi ve 3 adet vardiya amirinden oluşan "uzman grubu" adında bir çalışma ekibi oluşturulmuştur. Çalışmanın devamında ham verilerin yorumlanması, yorumlanmış verinin gruplanması ve filtrelenmesi gibi çalışmalar esnasında ihtiyaç duyulan veri alanları başta olmak üzere çalışma kapsamına giren her konuda bir takım sorular yönlendirmiş ve yanıtlar isimsiz olarak toplanmıştır. Bu amaçla birinci, ikinci ve üçüncü Delphi anketleri uygulanmıştır. Her bir anket sonucunda kontrollü geri beslemeler yapılmıştır. Kontrollü geri besleme ise grup tepkisinin istatistiksel analizine dayanılarak ortaya konulmuştur.

3.2.4. Analiz ve Yorumlama

Toplanan verilerin analiz ve yorumlanma aşamasında saha uzman ekipleriyle birlikte ham veri alanlarının incelenmiş ve çalışma amacına hizmet etmeyen, çalışma üzerinde herhangi bir etkisi tespit edilemeyen ilgisiz tablo alanları belirlenerek ayıklanmıştır. Ardından veri inceleme, yorumlama, filtreleme ve gruplandırma aşamaları yürütülmüştür. Çalışmada kullanılan ham verilerin bulunduğu tablonun incelenmesi sonucunda elde edilen kayıtlara ait 144 adet özellik (tablo alanı) tespit edilmiştir.

LDS(Lojistik Depo Sistemi) yazılımının kendi altyapısı gereği ihtiyaç duyulan ancak çalışmada ihtiyaç duyulmayacağı anlaşılan *StokHareketDetayId*, *StokHareketId*, *SirketId*, *InsUserId*, *InsTime*, *Bildirildi*, *BildirilmeZamani*, *TesisId* alanları yorumlanmış veri setinden çıkarılmıştır. Yine mükerrer kullanılan alanlardan öncelikli kullanılması gereken alanlar hariç diğer alanlar yorumlanmış veri setinden çıkartılmıştır. Veriler değerlendirilirken Willebroek tesislerinin özel durumu dikkate alınarak buradaki lojistik operasyonlarda kullanılmamış, sürekli boş veya tekrar eden değere sahip alanlar çalışma veri setinden çıkarılmıştır. Yine incelemeler sırasında bazı alanların, ürün veya kutunun ilk depoya girişiyle ilgili olmadığı, depo içindeki operasyonlar sırasında belirlendiği görülmüştür. Bu alanlarda yer alan verilerin depoda devam eden operasyon için gerekli olan ancak kutunun ilk girişinde belirlenmesine herhangi bir etkisi olmayan alanlar olduğu değerlendirilmiştir. Bu nedenle ürün yerleşiminden sonra oluşan bu veri alanları yorumlanmış veri setinden çıkartılmıştır.

Veri seti PCA analizine sokulmuştur. Python programlama dili içinde bulunan Sklearn isimli kütüphanenin hazır kodları kullanılmıştır. Toplam 1.239.545 kayıttan oluşan çalışma ham veri setinde bazı alanlar çalışma dışında bırakılmıştır. *AileGrupKodu* alanı ham veri seti içerisinde sadece 8.456 kayıta dolu olduğu yani tüm veri içerisinde %0,6 gibi dikkate alınmayacak ölçekte düşük bir oranda elde edilmiştir. Bu yüzden bu veri çalışma veri setinden çıkartılmıştır. Benzer şekilde *BlokeAciklama* alanının ise tüm kayıtlar içerisinde sadece 17.067 kayıta dolu olduğu görülmüştür. %1,2 oranı gibi düşük oranda elde edilen bu veri de çalışma kapsamından çıkartılmıştır. Uzman grubuyla yapılan tüm inceleme ve değerlendirmeler neticesinde ham veri tablosunda yer alan 144 alandan 124 alanın elenmesine karar verilmiştir. Değerlendirme sonucunda geriye kalan 20 alan üzerinde ise detay saha analizleri yürütülmüştür. Çalışmanın bundan sonraki aşamalarında kullanılan alanlar; *KutulId*, *StatulD*, *UrunKodu*, *AmbarId*, *Tipi*,

IslemTarihi, Marka, UrunGrubu, ModelKodu, TipDeger, TakipNotu, Lot, SonKullanmaTarihi, Firmald, StokGirisTarihi, KutuFirmald, KutuTipId, KutuTipGrup, CikisTarihi ve IrsaliyeTarihi alanlarıdır. Bu alanlar üzerinde yapılan detay analizler sonucunda *Kutuld, UrunKodu, AmbarId, Tipi, Marka, UrunGrubu, ModelKodu, TipDeger, SonKullanmaTarihi, Firmald, StokGirisTarihi, KutuTipId, CikisTarihi* alanlarının yorumlanmış veri seti üzerinde kullanılmasına karar verilmiştir. Alanlardan *StokGirisTarihi* ve *CikisTarihi* ayrı ayrı kullanılmamış, iki tarih arasındaki gün farkı hesaplanarak *Gun* isminde oluşturulan yeni tablo alanı üzerinde tutulmuştur. Bu tabloda yer alan örnek veri kayıtlarına ait rastgele seçilen 10 adet örnek veri Şekil 5'de gösterilmektedir.

Kutuld	UrunKodu	AmbarId	Tipi	Marka	UrunGrubu	ModelKodu	TipDeger	SonKullanmaTarihi	Firmald	KutuTipId	Gun
14114670	81690819	518	PUTAWAY	Head & Shoulders	Hair Care	81690819	Good	2022-05-02 00:00:00.000	111347	110	16
14114716	81690819	518	PUTAWAY	Head & Shoulders	Hair Care	81690819	Good	2022-05-02 00:00:00.000	111347	110	9
14118094	81690819	518	PUTAWAY	Head & Shoulders	Hair Care	81690819	Good	2022-05-02 00:00:00.000	111347	110	8
14119213	81690682	518	PUTAWAY	Head & Shoulders	Hair Care	81690682	Good	2022-05-01 00:00:00.000	111347	110	11
14118093	81690819	518	PUTAWAY	Head & Shoulders	Hair Care	81690819	Good	2022-05-02 00:00:00.000	111347	110	8
14114719	81702279	518	PUTAWAY	Herbal Essences	Hair Care	81702279	Good	2022-05-01 00:00:00.000	111347	60	25
14114669	81690819	518	PUTAWAY	Head & Shoulders	Hair Care	81690819	Good	2022-05-02 00:00:00.000	111347	110	16
14151752	81688828	518	PUTAWAY	Head & Shoulders	Hair Care	81688828	Good	2022-04-23 00:00:00.000	111347	44	31
14077864	81690703	518	PUTAWAY	Head & Shoulders	Hair Care	81690703	Good	2022-04-29 00:00:00.000	111347	110	22
14151777	81710197	518	PUTAWAY	Head & Shoulders	Hair Care	81710197	Good	2022-05-05 00:00:00.000	111347	60	2

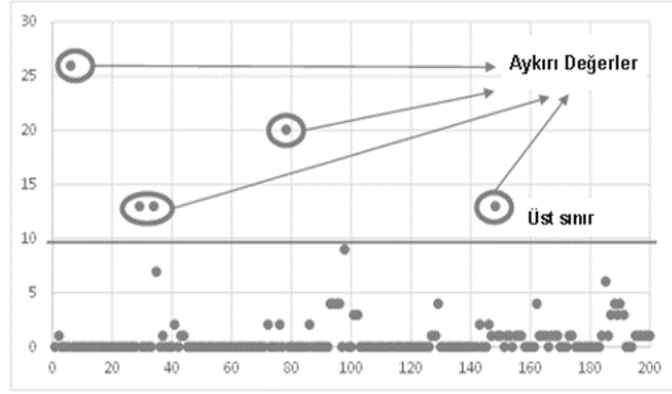
Şekil 5. Yorumlanmış veri seti örneği

Ürüne göre gruplu veriler üzerinden yapılan çalışmada *Kutuld*'sine ait alana ihtiyaç duyulmamıştır. 1.202.898 adet kutuya ait veriden oluşan *YorumlanmisVeriSeti* tablosu yerine ürün gruplandırmasına göre oluşturulan *UrunGoreGrupluVeriSeti* tablosu kullanılmıştır. KutuID'si kullanılmadan ürün bazlı gruplandırma sonucunda çalışılacak kayıt sayısı 32.348'e indirgenmiştir. Bu yeni tablo aynı zamanda yorumlanmış veri seti üzerindeki standart sapma dışındaki kalan kayıtların temizlenmesi için kullanılmıştır. Bu tabloda her gelen ürüne ait *SonKullanmaTarihi* alanı yerine ürünlerin depoda kaldığı gün sayısı *Gun* alanına işlenmiştir. Bu veri grubuna giren kayıt sayısı *KayıtSayisi* alanında saklanmıştır. Hesaplamalarda kullanılmak için *Gun* alanının varyans değeri (*Varyans*) ve standart sapma değeri (*StSapma*) alan isimlerinde yeni tabloya eklenmiştir. *EnFazlaGun Sayisi* alanında *Gun* değerleri içindeki en büyük değer, *EnAzGunSayisi* alanında ise *Gun* değerleri içindeki en küçük değerdir. Bu tabloya ait veri alanları ve rastgele seçilen örnek kayıtlar Şekil 6'da gösterilmektedir.

UrunKodu	AmbarId	Tipi	Marka	UrunGrubu	ModelKodu	TipDeger	Firmald	KutuTipId	Gun	KayıtSayisi	Varyans	StSapma	EnFazlaGunSayisi	EnAzGunSayisi
64703700	518	SHUTTLE	Oral-B Power	Oral Care	64703700	Good	99679	44	3	3	6.333333333	2.516611478	6	1
64703700	518	XDOCK	Oral-B Power	Oral Care	64703700	Good	99679	45	0	27	0	0	0	0
64711702	518	SHUTTLE	Oral-B Power	Oral Care	64711702	Good	99680	44	1	4	4	2	4	0
64711704	518	PUTAWAY	Oral-B Power	Oral Care	64711704	Good	99790	44	0	1	NULL	NULL	0	0
75040812	518	SHUTTLE	Oral-B Manual	Oral Care	75040812	Good	99680	44	173	4	1931.3333333	43.9469377	222	121
75040813	518	SHUTTLE	Oral-B Manual	Oral Care	75040813	Good	99680	44	11	6	340	18.43908891	45	0
75072614	518	SHUTTLE	Perma Sharp	Shave Care	75072614	Good	99679	44	34	36	1407.914286	37.52218391	119	4
75072614	518	SHUTTLE	Perma Sharp	Shave Care	75072614	Good	99681	45	104	8	10374.21429	101.8538869	329	19
75072614	518	XDOCK	Perma Sharp	Shave Care	75072614	Good	99679	44	0	54	0	0	0	0
80217508	518	PUTAWAY	Venus	Shave Care	80217508	Good	111349	44	10	5	7.2	2.683281573	15	9

Şekil 6. Ürüne göre gruplu veri seti örneği

UrunGoreGrupluVeriSeti üzerinden verilerin yeniden inceleme ve filtreleme çalışması yürütülmüştür. Gruplanmış her kayıt depoda kaldığı ortalama gün ve gün değerleri için standart sapmalar belirlenmiştir. Standart sapmanın yüksek olduğu ürünlerde aykırı (*outlier*) olabilecek kayıtlar olabileceği sonucuna varılmış ve ham veri bir aykırı değer taramasına tabi tutulmuştur. Bu taramada '*uç değer belirleme yöntemi*' kullanılmıştır. Uç değer bulmak için de *çeyrekler açıklığı metodu* kullanılmıştır. MSSQL sunucusu üzerinde kullanım ve yedekleme gibi işlemlerinde bu çalışmalardan yararlanılmıştır (Barnes, 2021; Şahinaslan ve Şahinaslan, 2022). *UrunGoreGrupluVeriSeti* içindeki her kayıt için alt sınır ve üst sınır bu yöntemle belirlenmiştir. O grupla ilgili *YorumlanmisVeriSeti* içinde, grubun alt ve üst sınırı dışında olan kayıtlar bulunup tablodan silinmiştir. Bu işlemin ardından *YorumlanmisVeriSeti* kayıt sayısı 1.029.856 kayda indirgenmiştir. Örnek olarak 183 sıra numaralı kayıt seçilmiş ve bu kaydın dağılım grafiği üzerinde, bulunan üst sınır ve sınır dışında kalan kayıtları Şekil 7'de gösterilmektedir.



Şekil 7. Standart dışı kayıt örneğinin grafik gösterimi

Filtrelenmiş verilerin yeniden gruplandırılmasında veriler ürünlere göre filtrelenip, kutu ve üründen bağımsız yeniden gruplanarak '*GenelGrupluVeriSeti*' isimli yeni bir tablo üzerine aktarılmıştır. Kutu ve ürüne özel bir bilgiye ihtiyaç duyulmadığı durumda daha az kayıt arasından hızlı seçim yapabilmek için tercih edilmiştir. Bu amaçla *Kutuldu*, *UrunKodu*, *ModelKodu*, *SonKullanmaTarihi* alanları çıkarılmıştır. *AmbarId*, *Tipi*, *Marka*, *UrunGrubu*, *TipDeğer*, *FirmalId* ve *KutuTipId* alanlarına göre gruplanmıştır. Hesaplamalarda kullanılmak için *Gun* alanının varyans değeri (*Varyans*) ve standart sapma değeri (*StSapma*) tabloya eklenmiştir. *Gun* değerleri içindeki en büyük değer *EnFazlaGunSayisi* alan, en küçük değer *EnAzGunSayisi* alanına işlenmiştir. '*GenelGrupluVeriSeti*' tablo alanları ve örnek veri seti Şekil 8'de gösterilmektedir.

AmbarId	Tipi	Marka	UrunGrubu	TipDeğer	FirmalId	KutuTipId	Gun	KayıtSayisi	Varyans	StSapma	EnFazlaGunSayisi	EnAzGunSayisi
518	NULL	NULL	NULL	Good	NULL	109	336	15	21770.38095	147.5478938	422	48
518	NULL	Always	Feminine Care	Damaged	NULL	44	36	4	130.9166667	11.44188213	51	23
518	NULL	Ambi Pur	Home Care	Good	NULL	44	5	4	57.58333333	7.588368292	16	0
518	NULL	Ambi Pur	Home Care	Good	NULL	60	23	36	1913.806349	43.74707246	161	0
518	NULL	Antikal	Home Care	Good	NULL	44	31	14	2107.67033	45.90937083	162	1
518	NULL	Antikal	Home Care	Good	NULL	60	7	6	58.8	7.668115805	14	0
518	NULL	Ariel	Fabric Care	Good	NULL	NULL	0	7	0	0	0	0
518	NULL	Ariel	Fabric Care	Good	NULL	44	18	264	981.3798681	31.32698307	269	0
518	NULL	Ariel	Fabric Care	Good	NULL	60	23	99	907.0983302	30.11807315	108	0
518	NULL	Ariel Professional	Fabric Care	Damaged	NULL	3	0	2	0	0	0	0
518	NULL	Ariel Professional	Fabric Care	Good	NULL	NULL	0	2	0	0	0	0

Şekil 8. Genel gruplu veri seti tablo kayıt örneği

Veri analizi sonucunda genel gruplu veri seti tablosunda 2.574 kayıt oluşmuştur. Bu kayıtlar çalışmamız yanında lojistik depo yönetimi ve iş zekâsı vb. uygulamalarda hızlı sorgu ve işlemler yapabilmek amacıyla hazırlanmıştır. Verilerin filtrelenmiş olması nedeniyle, ortalamalar ve standart sapmalar ilk gruplandırmaya göre daha standart hale getirilmiştir.

3.2.5. Uygulama

Uygulama safhasında anahtar değerlerinin belirlenmesi ve sıralanması, saha lokasyonlarının bölgesel gruplara ayrılması, grup belirleme fonksiyonunun geliştirilmesi ve üretilen uygulama çözümünün kullanıma alınması aşamalarından oluşmaktadır. Bu çözüm önerisinde, depoya gelen her bir ürün için ürünün geliş anında o ürüne ait bir devir hızı anahtar değeri hesaplanmıştır. Elde edilen anahtar değerine göre o ürünün giriş ve çıkış toplanma alanına göre yerleştirileceği konuma uzaklığı, hesaplanmış anahtar değeri üzerinden tespit edilmiştir. Bu esnada özel olarak bir mesafe hesaplaması yapılmamaktadır. Mesafelere göre önceden belirlenen lokasyon gruplarından birine gelen ürünün kendi anahtar değerine göre en uygun konuma yerleştirilmesi sağlanmıştır. Böylece depoda kısa süre duran ürünlerin toplama alanlarına en yakın, uzun süre duran ürünlerin ise en uzak konuma yerleşimi gerçekleştirilmektedir.

Ürün veri seti grubundaki her bir veri için devir hızı anahtar değerine karşılık gelen sayısal bir değer hesaplanmıştır. Bu değer hesaplanmasında; ürün grubunun depoda kaldığı ortalama gün sayısı ile aynı ürün grubunun standart sapma değerinin karşılaştırılması sonucuna göre gün sayısı standart sapmanın altında ise anahtar değeri olarak gün sayısı kullanılmıştır. Diğer durumda en az gün değeri ve en yüksek gün değerinin ortalama farkına bakılmıştır. En büyük değer, ortalamaya daha uzaksa anahtar değeri için gün sayısına 1 eklenmiş, en düşük değer ortalamaya daha uzaksa gün sayısından 1 çıkarılarak anahtar değeri elde edilmiştir. Bu sayede, standart sapması yüksek kayıtlarda, bir aşağı veya bir yukarı kayılarak beklentinin aşağı veya yukarı yönü belirlenmiştir. Anahtar değeri hesaplama yöntemi Şekil 9'da gösterilmiştir.

Başla
 OG := Ortalama gün değerini,
 SS := Standart sapma değeri,
 Max:=Depoda en fazla kalma süresi, Min:= Depoda en az kalma süresi
 If (OG > SS) Then Anahtar := OG;
 Else if ((Max-OG) > (OG-Min)) Then Anahtar := OG+1;
 Else Anahtar := OG -1;
 Bitir

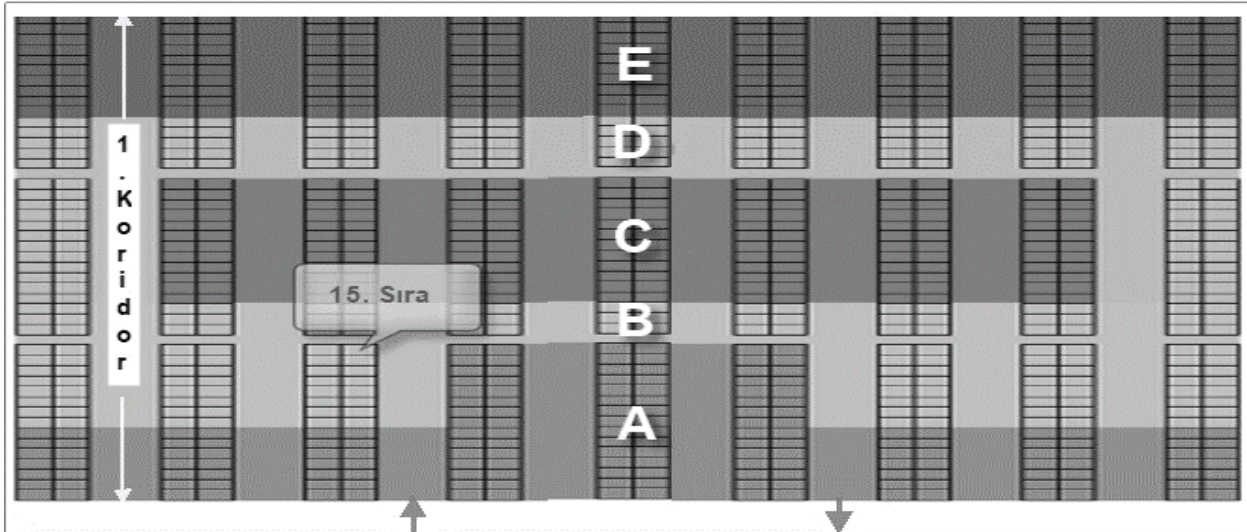
Şekil 9. Anahtar değeri hesaplama algoritması

Veri analiz aşamasında ham veri çözümlenmiş, yorumlanmış, gruplanmış, standart sapmalara göre filtrelenmiş ve filtrelenmiş haliyle tekrar gruplanmıştı. Bu aşamada genel gruplu veri seti tablosunda kayıtlı 2.574 adet kayıtlın her biri için ortalama gün sayıları üzerinden açıklanan yöntemle anahtar değerleri hesaplanarak Uygulama Tablosu veri seti oluşturulmuştur. Anahtar hesaplamasında rol alan veri alanları ve rastgele seçilen veri örnekleri Şekil 10'da gösterilmektedir.

Tipi	Marka	UrunGrubu	TipDeğer	FirmaId	KutuTipId	Gun	KayıtSayisi	Varyans	StSapma	EnFazlaGunSayisi	EnAzGunSayisi	Anahtar
PUTAWAY	Dash	Fabric Care	Good	99790	44	0	107	0.085522835	0.292442876	1	0	0
PUTAWAY	Always	Feminine Care	Good	99790	45	1	46	21.50917874	4.637798912	23	0	2
PUTAWAY	Blue II	Shave Care	Good	99790	44	5	5	145.8	12.07476708	27	0	6
SHUTTLE	Oral-B Power	Oral Care	Good	99680	44	6	1275	861.5379075	29.35196599	551	0	7
SHUTTLE	Simply Venus 2	Shave Care	Good	99680	45	51	72	476.7386541	21.83434575	95	0	51
PUTAWAY	Tampax	Feminine Care	Good	114797	45	11	38	48.71123755	6.979343633	29	0	11
SHUTTLE	Pantene	Hair Care	Good	99679	44	14	609	1844.775803	42.95085334	473	0	15
SHUTTLE	Fusion	Shave Care	Good	99680	108	17	18	405.9477124	20.14814414	64	0	18
SHUTTLE	Head & Shoulders	Hair Care	Good	99680	108	18	89	404.9096016	20.12236571	82	0	19
PUTAWAY	Always	Feminine Care	Good	99679	44	292	2	61250	247.4873734	467	117	292
PUTAWAY	Crest	Oral Care	Good	111669	44	390	37	40217.00751	200.5417849	582	88	390

Şekil 10. Uygulama tablosu kayıt örneği

Lokasyon gruplarının belirlenmesi aşamasında yapılan çalışmalar şu şekildedir. Çalışmaların yürütüldüğü Willebroek tesisleri konumlandırma mimarisi bakımından, 9 koridor ve her bir koridorda 5 katlı çift sıralı 45 ayrı raf yer almaktadır. Bu, toplamda 4.050 ayrı lokasyon adresine denk gelmektedir. Yapılan çalışmada her biri yaklaşık 810 adet lokasyondan oluşan toplam 5 adet bölge belirlenmiştir. Bu bölgelerin toplama alanlarına uzaklığı A, B, C, D ve E bölgeleri olarak isimlendirilmiştir. Depo yerleşim planı ve oluşturulan statik bölgeler Şekil 11'de gösterilmektedir



Şekil 11. Willebroek depolama alanı için oluşturulan bölgeler

Willebroek depo tesisleri uzman ekiplerle birlikte çözüm yaklaşımına uygun olacak şekilde lokasyon planlaması yapılmıştır. Oluşturulan yeni yapıda; A, B, D ve E bölgeleri devir hızlarına göre atama yapmak ve toplayıcı dolaşım mesafesini azaltmak amacıyla adreslenmiştir. C bölgesi ise ortama uzaklıktaki bir bölge olup geliştirilen program tarafından bölge tahmini yapılamayan ürünler için ayrılmıştır. Depo bölge ve adresleri lojistik destek sistem(LDS) programı üzerinde tanımlanmıştır. Bu kayıtlara ait örnek ekran görüntüsü Şekil 12'de yer almaktadır.

Lokas...	LokasyonKodu	Cycle Count ...	Ambar	DepoKodu	K...	S...	K...	Bloklanms	Lokasyon Tipi	Tanımlı Ürün...	Açıklama
1293433	001015003		MAIN SLOC	U1	001	015	003		Good	A	
1293434	001015004		MAIN SLOC	U1	001	015	004		Good	A	
1293435	001015005		MAIN SLOC	U1	001	015	005		Good	A	
1293446	001018001		MAIN SLOC	U1	001	018	001		Good	B	
1293447	001018002		MAIN SLOC	U1	001	018	002		Good	B	
1293448	001018003		MAIN SLOC	U1	001	018	003		Good	B	
1293449	001018004		MAIN SLOC	U1	001	018	004		Good	B	
1293450	001018005		MAIN SLOC	U1	001	018	005		Good	B	
1293451	001019001		MAIN SLOC	U1	001	019	001		Good	C	
1293456	001020001		MAIN SLOC	U1	001	020	001		Good	C	
1293457	001020002		MAIN SLOC	U1	001	020	002		Good	C	
1293458	001020003		MAIN SLOC	U1	001	020	003		Good	C	

Şekil 12. Willebroek depo bölge grup tanım örneği

Depo bölgeleri uygulamada A,B,C,D ve E olarak statik tanımlanmıştır. A,B,D,E bölümleri hesaplamalar sonucunda, C bölümü ise uygulamada herhangi bir konuma yerleşemeyen kayıtlara tahsis edilmiştir. Bu işlemlere ait uygulama sözdizimi örneği Şekil 13'te gösterilmektedir.

```

alter table UygulamaTablosu drop column BolgeGrup;

alter table UygulamaTablosu add KumulatifKayitSayisi int;

update U1
set KumulatifKayitSayisi = (select sum(KayitSayisi) from UygulamaTablosu U2 where U2.SiraNo <= U1.SiraNo)
from UygulamaTablosu U1;

alter table UygulamaTablosu add BolgeGrup varchar(1);

update U1
set BolgeGrup =
case
when KumulatifKayitSayisi < ((select sum(KayitSayisi) from UygulamaTablosu U2) / 4) * 1 then 'A'
when KumulatifKayitSayisi < ((select sum(KayitSayisi) from UygulamaTablosu U2) / 4) * 2 then 'B'
when KumulatifKayitSayisi < ((select sum(KayitSayisi) from UygulamaTablosu U2) / 4) * 3 then 'D'
else 'E' end
from UygulamaTablosu U1;

Select U.BolgeGrup, Min=min(Anahtar), Max=max(Anahtar), Sayi=count(*) into #AnahtarTablosu
from UygulamaTablosu U group by U.BolgeGrup order by U.BolgeGrup;

update U1 set BolgeGrup = A.BolgeGrup from UygulamaTablosu U1
outer apply (select * from #AnahtarTablosu A where U1.Anahtar > A.Min and U1.Anahtar <= A.Max) A
where A.BolgeGrup is not null;

drop table #AnahtarTablosu;

```

Şekil 13. Bölgesel gruplandırma sözdizimi örneği

'Bölge Grup Bulma Fonksiyonu' hesaplama sonucunda ürüne ait grup bilgisi döndürülmektedir. Hesaplama yapılamayan durumlarda grup bilgisi olarak 'C' ataması gerçekleştirilmektedir. Bölge gruplandırma esnasında C grubu ataması yapılmamasının sebebi bu grubun yapılan hesaplamalar sonucunda tam olarak grubu belirlenemeyen ürünler için tahsis edilmesi nedeniyle. Ayrıca aynı değere sahip kayıtların farklı bölgelerde sınıflandırılma yapılmaması için son olarak geçici bir 'Anahtar Tablo' oluşturulmuştur. Bu tablodan elde edilen en yüksek ve en düşük değerlere göre kayıtlar yeniden güncellenmiştir.

3.2.6. Test

Ürün bölge grup belirleme fonksiyonu depo girişi yapılan tüm ürünler üzerinde test edilmiştir. Bu testlere ilişkin örnek bir test kaydı şu şekildedir. Fonksiyon giriş parametrelerine verilen değerler; *AmbarId*: 518, *Tipi*: SHUTTLE, *Marka*: Pantene, *UrunGrubu*: Hair Care, *TipDeger*: Good, *FirmalId*: 99.679, *KutuTipId*: 44 olarak atandığında fonksiyon veri seti sorgulama sonucunda 1.286 numaralı kayda ait verileri dönmüştür. Örnek sorguya ait SQL cümlesi, sorguda kullanılan fonksiyonun ürettiği bölge konum bilgisi Şekil 14'te gösterilmektedir.

```
select * from dbo.UrunBolgeselGrupBelirle(518, 'SHUTTLE', 'Pantene', 'Hair Care', 'Good', 99679, 44)
```

SıraNo	Gun	KayitSayisi	Varyans	St Sapma	EnFazlaGunSayisi	EnAzGunSayisi	Anahtar	KumulatifKayitSayisi	BolgeGrup
1	1286	14	609	1844.77580265318	42.9508533402211	473	0	15	661447

Şekil 14. Ürün bölge grup belirleme fonksiyonu çalıştırma test örneği

Verilen kıstaslara göre ürünün depoya 609 sıradan giriş yaptığı ve depoda 14 gün beklediği görülmektedir. En hızlı çıkış yapan ürünün aynı gün içerisinde çıktığı, en fazla depoda kalan ürünün ise depoda 473 gün beklediği, hesaplanan anahtar değerinin 15 olduğu ve bu ürünün diğer ürünler arasında en çok devir hızına sahip ve baştan 661.447'inci sıradaki ürün olduğu tespit edilerek 'D' depo bölgesine atanmıştır. Ham veri üzerinden günlük sapmalarının analizinde Şekil 15'te yer alan SQL sorgusu kullanılmıştır.

```
SELECT Grup=abs(DateDiff(DAY, HareketInsTime, CikisTarihi) - F.Gun), Sayi=count(*)
FROM HamVeri H
outer apply (select * from dbo.UrunBolgeselGrupBelirle
(H.AmbarId, H.Tipi, H.Marka, H.UrunGrubu, H.TipDeger, H.FirmaId, H.KutuTipId)
) F
group by abs(DateDiff(DAY, HareketInsTime, CikisTarihi) - F.Gun)
order by abs(DateDiff(DAY, HareketInsTime, CikisTarihi) - F.Gun)
```

Şekil 15. Ham veri günlük analiz sorgusu

Ürünlerin yerleştirmesi gereken gruplar ile çalışmada hazırlanan fonksiyonun ürettiği sonuçların karşılaştırmasında kullanılan SQL sözdizimi örneği Şekil 16'da gösterilmektedir.

```
select U.BolgeGrup, Min=min(Anahtar), Max=max(Anahtar), Sayi=count(*)
into #AnahtarTablosu
from UygulamaTablosu U
group by U.BolgeGrup
order by U.BolgeGrup

SELECT IstenenBolge=A.BolgeGrup, TahminEdilenBolge=F.BolgeGrup, KayitSayisi=count(*)
FROM HamVeri H
outer apply (select * from dbo.UrunBolgeselGrupBelirle
(H.AmbarId, H.Tipi, H.Marka, H.UrunGrubu, H.TipDeger, H.FirmaId, H.KutuTipId)
) F
outer apply (select * from #AnahtarTablosu A
where DateDiff(DAY, HareketInsTime, CikisTarihi) >= A.Min
and DateDiff(DAY, HareketInsTime, CikisTarihi) < A.Max) A
where A.BolgeGrup is not null and F.BolgeGrup is not null
group by A.BolgeGrup, F.BolgeGrup
order by count(*) desc
```

Şekil 16. Depo ürün bölge karşılaştırma test sorgusu

4. BULGU ve TARTIŞMA

Talep toplama işlemi, emek yoğun olduğu ve tekrar gerektirdiği için maliyetli bir süreçtir (Hwang ve diğerleri, 1988; Rana, 1991). Yapılan araştırmalara göre depo maliyetinin %60'ını sipariş toplama işlemleri oluşturmaktadır (Berg ve Zijm, 1999). Sipariş toplayıcıların zamanının %50'den fazlası toplama yerleri ve başlangıç noktası arasında dolaşım ile geçmektedir (Riedel, 2011). Sürecin verimliliğini artırmanın bir yolu bu dolaşım sürelerini azaltacak depo tasarımına gitmektir. Tedarik sürecinin ileri düzeyde bilgi teknolojileriyle desteklenmesi gerekmektedir (Dursun ve Gürsev, 2016). Yapay zekânın lojistik sektöründe kullanımı süreç işleyiş ve dinamiğinde değişim yaşamaktadır (Aylak ve diğerleri, 2021). Akıllı lojistik; şirketlere iş modelleri, operasyon modelleri, iletişim modelleri gibi birçok konuda önemli katkılar sunmaktadır (Karlı ve Tanyaş, 2020). Endüstri 4.0 dönüşümünde öne çıkan teknoloji ve uygulamalarının (Şahinaslan, 2020) gelecekte lojistik süreçlerde de köklü değişikliklere yol açacağı öngörülmektedir.

Sipariş toplama sistemlerinin yaygın hedefi; eldeki iş gücü, makine, sermaye şartlarına göre servis seviyesini en yüksek seviyeye çıkarmaktır (De Koster ve diğerleri, 2007). Diğer taraftan depoda yer alan ürünlerin miktarı iş yükü ve fiziki şartlar yanında depo devir hızını belirleyen ana unsur kutu miktarıdır. Ürünler depoda bir kutu içinde aynı türden belli bir sayıda ürünle birlikte hareket ederler. Sipariş toplamada oldukça maliyetli olan gezinme süresinin kısaltılmasında operasyonel sürecin elden geçirilmesi yanında gezinmede kat edilen mesafenin(adım sayısı) olabildiğince en asgari seviyeye indirilmesi şarttır.

Sipariş toplamanın doğru ve verimli yapılabilmesi ürünlerin depoya doğru yer ve konumda yerleştirilebilmesine bağlıdır. Devir hızının yüksekliği, sipariş toplama süreçlerinde ortaya çıkan mesafe ve zaman problemlerini doğrudan etkiler. Lojistik sektörde büyük veri kullanımı operasyon süreç verimliliğini artırır (Dinç ve Korkmaz, 2021).

Bu çalışmada veri setlerinin toplanması, çeşitlendirilmesi, yorumlanması uygulaması ve test çalışmaları, uluslararası lojistik bir firmanın Belçika Willebroek'da yer alan lojistik deposunda gerçekleştirilmiştir. Aralık 2018-Mart 2022 tarihleri arasında toplam 1.239.545 adet depo giriş kutu kaydı üzerinde çalışılmıştır. Sirkülasyon hızının yüksek oluşu çalışma amaç ve hedefine uygun olarak değerlendirilmiştir.

4.1. Makine Öğrenme Algoritma Sonuçları

Yapay zekâ ve makine öğrenmesi, akıllı sistemlerin inşası ve geliştirilmesinde önemli rollere sahiptir (Şahinaslan ve diğerleri, 2023). Makine öğrenmesi derin öğrenme algoritmaları kullanılarak insan zekâsını taklit eden bir bilgisayar teknolojisidir (Şahinaslan ve diğerleri, 2022).

Bu çalışmada, ürünlerin depo alanlarındaki konumlarının belirlenmesinde makine öğrenme algoritmalarının kullanılabilirliği araştırılmıştır. Çalışmada kullanılan sınıflandırma yöntemleri sonucunda elde edilen başarımlar Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Makine öğrenme algoritma sonuçları

<i>Sınıflandırma Yöntemi</i>	<i>Başarımlar Oranı</i>
AdaBoost Yükseltme Yöntemi	0,61
Çok Katmanlı Algılayıcılar Yapay Sinir Ağı	0,55
En Yakın Komşuluk Algoritması	0,58
Karar Ağacı Algoritması	0,64
Naive Bayes Sınıflandırması	0,55
Rastgele Orman Algoritması	0,64
Ridge Sınıflandırma Algoritması	0,54
Torbalama Yöntemi	0,64

Çalışılan ham veriler üzerinden elde edilen başarımlar oranları %54 ile %64 arasında bulunmuştur. Ancak elde edilen bu sonuçlar çalışma hedefine göre "Uzman Grubu" tarafından yeterli bulunmamıştır.

4.2. Uygulama Sonuçları

Ham veriler üzerinden yapılan incelemede ürünlerin depoda kalma gün sayılarına göre gruplandırma yapılmıştır. Bu gruplandırmada 638 adet kayıt elde edilmiştir. Elde edilen ham veri grup ve sayılarına ait bulgu örnekleri şu şekildedir: Gruplandırma veri alanı 'null' olan kayıtlar (36.682), aynı gün (116.605), bir gün (110.015), iki gün (102.162), üç gün (79.097), dört gün (75.993), beş gün (67.354) ve altı gün (57.840). Ham veriden günlük olarak 638 adet grup elde edilmesinin analizi zorlaştırması sebebiyle daha sağlıklı bir analiz yapabilmek için belli kısıtlara göre yeniden bir gruplandırma çalışması yürütülmüştür. Bu yeni gruplandırmada; veri alınamayan kayıtlar için 'tahmin yok', aynı gün devirli kayıtlar için 'tam tahmin', 1-10 günlük, 11-20 günlük, 21-30 günlük ve 30 gün üzeri olmak yeni bir gruplandırma yapılmıştır. Depo devir hızlarına göre elde edilen grup ve sayı dağılımı Tablo 2'de gösterilmektedir.

Tablo 2. Ham veri depo devir gün grup ve sayıları

<i>Grup</i>	<i>Sayı</i>	<i>Oran (%)</i>
Tahmin yok	36.682	2,96
Aynı gün	116.605	9,41
01-10 Gün	645.519	52,07
10-20 Gün	205.730	16,60
20-30 Gün	75.780	6,11
30 Günden fazla	159.229	12,85
Toplam	1.239.545	100

Veri seti içerisindeki bölgesel ürün gruplarının anahtar aralıkları elde edildi. Anahtar alanlar kullanılarak ürün depo bölge sınıfları tahmin edilmeye çalışıldı. Şekil 16'da yer alan test sorgusunun çalıştırılması sonucunda elde edilen verilerin dağılımı Tablo 3'de sunulmaktadır. 'Olması Gereken Bölge' sütununda gösterilen bölge kodu anahtar alanlar üzerinden hesaplanan konuma ait bölge bilgisini göstermektedir. 'Tahmin Edilen Bölge' sütunundaki bölge kodu ise aynı ürün için uygulama tarafından ürünün yerleştirilmesi istenen bölgeyi ifade etmektedir.

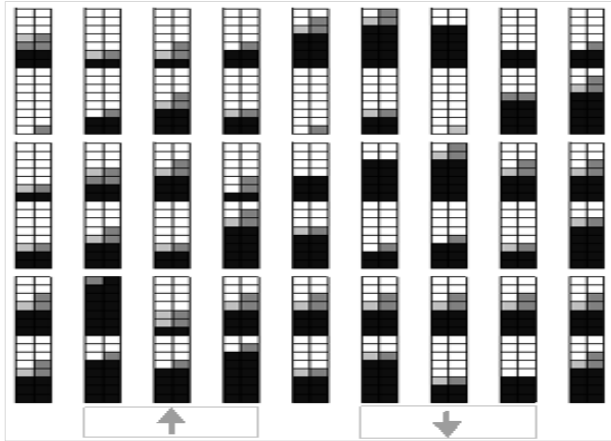
Tablo 3. Ham veri ve uygulama bölge kayıt sayısı ve oranları

<i>Olması Gereken Bölge</i>	<i>Tahmin Edilen Bölge</i>	<i>Kayıt Sayısı</i>	<i>Oran(%)</i>
A	A	357.083	32,12
E	E	298.250	26,83
B	B	181.949	16,37
D	D	173.593	15,61
D	B	37.292	3,35
D	E	10.582	0,95
B	A	10.560	0,95
D	A	8.244	0,74
B	D	7.138	0,64
E	A	6.667	0,60
E	D	5.839	0,53
A	B	4.454	0,40
B	E	3.422	0,31
A	D	3.182	0,29
E	B	1.842	0,17
A	E	1.618	0,15
Toplam		1.111.715	100

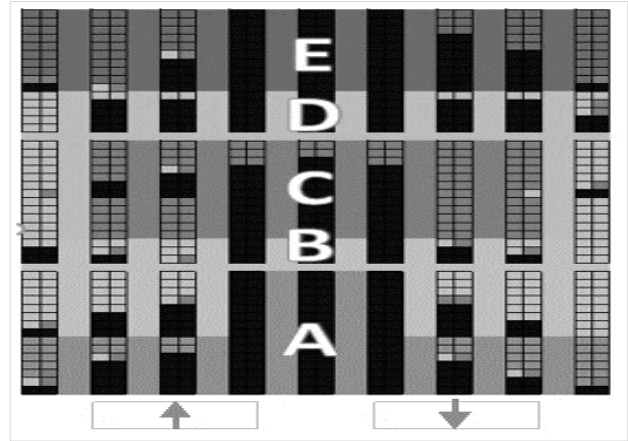
Çalışmada önerilen yöntemin uygulamasında geliştirilen program 1.239.559 adet depo giriş kaydından 1.111.715 adedinde (%89,69) bölge tahmininde bulunabilmiş ve A, B, D, E bölgelerinden birine atama yapmıştır. Kalan 127.844 adet kayıt için ise herhangi bir bölge tahmini yürütülememiştir. Bu yorumlanamayan kayıtlar depo fiziki planlamasına uygun şekilde 'C' bölgesi olarak atanmıştır. Yorumlanabilen 1.111.715 depo giriş veri kaydınının 1.010.875 tanesinde (%90,93) yerleşmesi gereken bölge bire bir doğru tahmin edilmiştir. Uygulama depo giriş veri kayıtlarından kalan 100.840 tanesinde (%9,07) ise farklı depo bölge tahmininde bulunmuştur.

4.3. Fiziksel Depolama Alanları Üzerindeki Etkisi

Uygulamanın depo yerleşim alanlarının üzerindeki etkisine ait gözlem sonuçları ve depo doluluk düzeyleri Şekil 17a'da gösterilmektedir. Bir aylık çalışma sonunda uygulamanın bütünüyle devreye alındığındaki depo alanları ve doluluk düzeyleri ise Şekil 17b'de gösterilmektedir.



(a) Ürün tabanlı eski yöntemde göre



(b) Yeni yöntemde göre

Şekil 17. Willebroek lojistik depo yerleşim düzeni ve doluluk düzeyleri

Varsayım olarak, ürün tabanlı yerleştirme yönteminde ürün gruplarının benzer şekilde hareket edeceği ve ürün bulmanın nispeten kolay olacağı kabul edilmiştir. Ürün gruplarının her birine özgü sabit yer tahsis ediliyor olması zaman zaman deponun o alanının boş kalmasına neden olabilmektedir. Yeni çalışmada depo A, B, C, D ve E olmak üzere statik beş ayrı bölgeye ayrılarak, ürünler uygulamada belirlenen depo konumlarına yerleştirilmiştir. 30 günlük bir gözlemede tesis içerisindeki lokasyonların ara bölgelerinde oluşan boşluklar azalmıştır. Bu boşluklar zamanla ürünlerin yerleri değişmeye başladıkça, bölgesel olarak birleşmeye ve belirlenen 5 ana bölgenin merkez ön sıralarında toplanmaya başlamıştır. Çalışma öncesinde depo içerisinde gözlemlenen çok sayıdaki küçük küçük boş depo alanlarının sayısının azaldığı gözlemlenmiştir. Depo durumlarına ilişkin elde edilen bulgular Tablo 4'de verilmektedir.

Tablo 4. Çalışma öncesi ve sonrası depo bilgileri

<i>Kriter</i>	<i>15.03.2022</i>	<i>15.04.2022</i>
Depo lokasyon sayısı	4.050	4.050
Ürün bulunan lokasyon sayısı	2.190	2.255
Lokasyon doluluk oranı (%)	54,07	55,68
Ürün bulunan lokasyon grup sayısı	54	51
Boşluk grup sayısı	54	33
%5'i boş olan lokasyon grup sayısı	3	5
%95'i dolu olan lokasyon grup sayısı	3	13

Bir aylık çalışma sonunda lokasyon doluluk düzeyi %54,07'den %55,68'e yükselmiştir. Uygulama öncesinde depodaki boşluk grubu sayısı ile ürünlerin bir araya geldiği grup sayısı eşit iken (54), bir ay sonra boşluk grubu sayısı (33), ürünlü grup sayısına göre %35,29 azalmıştır. Bu ürünlerin daha çok bir araya gelmeye başladığının bir göstergesi olarak yorumlanabilir. %95'i dolu olan lokasyon gruplarının, toplam dolu lokasyon gruplarına oranı ise %5,56'dan, %25,49'a yükselmiştir. Bir aylık geçiş döneminde boşluk grup sayısında kendiliğinden oluşan azalma, gelecekte bu atıl alanların daha da azalacağı beklentisini oluşturmaktadır. Tüm bu sonuçlar, depo içinde dağıtık yapıda atıl yerlerin oluşmasının önüne geçildiğine ve depo yönetiminin daha etkin kullanılmaya başlandığına dair işaretler olarak yorumlanabilir. Ayrıca önerilen yöntemde ürünlerin, deponun merkez sayılan konularında kümelenme eğilimi depoda ürün yerleştirme ve toplama işlemlerinde geçen dolaşma mesafe ve süresinin düşürülmesine de olumlu katkı sunmaktadır. Uygulanan yeni yöntem test edilen sürede ciddi avantajlar kazandırmıştır.

4.4. Depo Dolaşım Mesafesindeki Değişimler

Önerilen çözümle ürün depo yerleşim yerlerinde yaşanan değişimlerin depo içerisindeki dolaşımda alınan yol uzunluklarına ne tür bir etki oluşturduğuna dair inceleme gerçekleştirildi. Çalışmanın yürütüldüğü bir aylık süre diliminde depoya giriş ve çıkış yapan kayıtlar dikkate alındı. Her bir giriş/çıkış kaydı için her iki yöneme göre konumlandığı bölge ve alınacak yol miktarının hesaplanmasına yönelik benzetim çalışması yürütüldü. Her bir bölgenin depo giriş/çıkış alanına uzaklıklarının belirlenmesinde her bir bölgenin ortalama uzaklıkları dikkate alındı. Depo dolaşım mesafelerine yönelik çalışmada elde edilen bulgular Tablo 5'te gösterilmektedir.

Tablo 5. Depo içi dolaşım mesafeleri

<i>Depo Bölgesi</i>	<i>Giriş/çıkış uzaklık (m)</i>	<i>Önceki Yöntemde Kutu Sayısı</i>			<i>Yeni Yöntemde Kutu Sayısı</i>		
		<i>Giriş</i>	<i>Çıkış</i>	<i>Toplam</i>	<i>Giriş</i>	<i>Çıkış</i>	<i>Toplam</i>
A: 1-15.sıra	50	7.815	2.203	10.018	9.901	5.812	15.713
B:16-18.sıra	100	8.554	2.612	11.166	8.941	2.702	11.643
C: 19-30.sıra	150	9.966	3.001	12.967	4.211	1.168	5.379
D: 31-35.sıra	200	6.902	1.990	8.892	9.516	1.982	11.498
E: 36-45.sıra	250	8.656	2.311	10.967	9.324	453	9.777
Toplam		8.449.450	2.375.000	10.824.450	8.586.000	1.358.900	9.944.900

Elde edilen bulgulara göre bir aylık sürede gerçekleşen giriş/çıkış işlemlerinde kat edilen toplam yol mesafelerine bakıldığında önceki yöntem uygulandığında kat edilen toplam yol miktarı yaklaşık 10.824 km iken yeni yöntem uygulandığında kat edilen toplam mesafe 9.944 km'ye düşmektedir. Kısa sürede kat edilen yol miktarı yaklaşık 880 km (879.550 m) kısalarak %8,16'lık bir kazanç elde edilmiştir.

4.5. Diğer Yöntem ve Uygulamalarla Karşılaştırılması

Depo içi adım sayısı ya da dolaşım mesafesinin azalmasının toplam maliyeti düşürmede olumlu katkı sunacağı varsayıldı. Bu amaçla çalışılan deponun yerleşim düzeni ürünlerin depo devir hızları dikkate alarak yeni bir tasarım gerçekleştirildi. Bu çalışma sonucunda depo A, B, C, D ve E olmak üzere beş ayrı bölüme ayrıldı. Depoya gelen her bir ürünün konumlandırılmasında bu çalışmada geliştirilen uygulama tarafından atanan A, B, D, E depo konumlarından birine ürünün yerleştirilmesi sağlandı. Bu zeki sayılan sistem tarafından öğrenilmemiş ya da devir hızına göre o an karar verilemeyen ürünler deponun C bölümüne konumlandırıldı. Bu çalışmada önerilen “yeni yöntem” ciddi avantajlar sunmaktadır. Diğer yöntemlerle olan kıyaslaması Tablo 6’da paylaşılmaktadır.

Tablo 6. Diğer uygulanan yöntemlerle kıyaslanması

Yöntem	Veri Gruplama	Grup Sayısı	Bölge Gruplama	Gruplama Anahtarı	Rota Hesaplama
ABC Analiz Yöntemi	ABC	3	Yok	Sirkülasyon	Yok
Devir Bazlı Yerleştirme	Ürün	Sınırsız	Yok	Sirkülasyon	Yok
Gruba Dayalı Yerleştirme	Yığın	Sınırsız	Yok	Yığın değeri	Yok
Sınıfa Dayalı Yerleştirme	ABC	3	Var	Sirkülasyon	Yok
Sezgisel Belirleme	Rota	Yok	Yok	Yok	Var
Çekirdek Algoritma	Yok	Yok	Yok	Yok	Var
Meta Sezgisel Gruplama	Özel	Sınırsız	Yok	Tabu arama	Var
Önerilen Yeni Yöntem	Özel	Sınırsız	Var	Sirkülasyon	Yok

Bu çalışmada önerilen yeni yöntemin uygulamasında depo fiziki planı ve devir hızları dikkate alınarak A, B, C, D ve E olmak üzere beş bölge üzerinde çalışılmıştır. Ancak geliştirilen bu özel yöntem, istendiğinde sınırsız sayıda gruplama yapmaya imkân vermektedir. Karşılaştırılan yöntemler arasında makine öğrenmesi algoritmaları, ABC analizi yöntemi gibi genel yöntemlerle birlikte, bu çalışmanın literatür taramasında geçen; sipariş toplama veya mal yerleştirmeye özelleştirilmiş yöntemler de bulunmaktadır. Bu çalışmada sunulan konumlandırma çözümü ile bilinen belli başlı diğer yöntem ve çalışmaların kıyaslama özeti Tablo 7’de sunulmaktadır.

Önerilen çözüm yöntemi bilinen diğer yöntem ve uygulamalarla karşılaştırıldığında, mevcut çalışmalarda genellikle ABC analizi ve sezgisel algoritmalar kullanılmaktadır. Ürün konumlandırmada ABC analizi, en verimli rotayı bulmada ise sezgisel yaklaşımlar kullanılmıştır. Önerdiğimiz çözüm iki katmanlı bir mimariye sahip olup, sirkülasyon hızına ve anahtar değer hesaplanmasına dayanmaktadır. Bu yeni yöntemde statik sınıf sayısı yerine dinamik sınıf sayısına dayalı özgün bir yaklaşım ortaya konulmuştur. Dinamik sınıf yaklaşımı sayesinde alan ve süre kazanımı sağlanmıştır.

Tablo 7. Bilinen çalışmalarla kıyaslaması

<i>Bilinen yöntem ve çalışmalar</i>	<i>Önerilen yeni konumlandırma çözümü</i>
Caron ve Marchet (1998), devir bazlı yerleştirme yaklaşımını temel alan, yerleşimi S şekilli ve geri dönüş sezgisel rota belirleme ile elde edilen rota mesafelerini karşılaştırmışlardır.	Devir bazı dikkate alınmakla birlikte rota belirlemede farklı bir bölge gruplama mantığı önerilmiştir.
De Koster ve diğerleri (1999), toplayıcıların sipariş hacimlerini dikkate alarak yüksek kapasitelerdeki toplayıcılarda S şekilli yöntem, düşük kapasiteli toplayıcılarda ise en büyük boşluk yönteminde algoritmalarının verimli sonuçlara ulaştığını ifade etmişlerdir.	Çalışmanın yürütüldüğü lojistik sahadaki veriler ve uzman değerlendirmelerine göre sipariş hacmi üzerinde durulmamıştır.
Roodbergen ve De Koster (2001), rastgele yerleştirme yöntemini kullandığı depolarda, çok çeşitli sipariş büyüklüklerinde çapraz geçitlerin sipariş toplama problemi üzerindeki etkilerini incelemişlerdir.	Rastgele ürün yerleştirme yerine yeni bir ürün yerleştirme yaklaşımı önerilmiştir.
Petersen ve diğerleri (2004), sipariş kabulünden sonra hazırlanan toplama listelerinin toplama mesafeleri üzerindeki etkilerini değerlendirmişlerdir.	Geliştirilen yeni çözümde bu çalışmada kullanılan ABC yöntem ve sonuçlarından faydalanılmıştır.
Chen ve Wu (2005), büyük veri tabanlı bazı incelemeler sonucunda sınıflandırma tabanlı bir algoritma önermişlerdir.	Benzer sınıflandırma teknikleri kullanılmasına rağmen anahtar temelli yeni bir algoritma geliştirilmiştir.
Hwang ve Cho (2006), depolardaki sipariş toplama problemi için belirli bir dönemde talep edilen ürün ve kısıtların değişken olarak alındığı yeni bir matematiksel model geliştirmişlerdir. Ayrıca depo tasarımı ile ilgili değişkenlerin de hesaba katıldığı ek bir çalışma önermişlerdir.	Anahtar değer hesabında bu çalışmada önerilen matematiksel modelden yararlanılmıştır.
Henn ve Wäscher (2012), tabu arama metodu kullanarak meta sezgisel gruplama yöntem önerisinde bulunmuşlardır.	Sezgisel gruplandırma yöntemi kullanılmamıştır.
Özçakar ve diğerleri (2012), toplayıcının seyahat süresini azaltmak için gruba dayalı genetik algoritma modeli ile klasik bir gruplama ve rotalama metodu olan Clarke-Wright sezgiselini karşılaştırmışlardır.	Sezgisel gruplandırma yöntemi tercih edilmemiştir.
Şahin ve Kulak (2013), sipariş toplama rotasında en yakın komşu ve kazanç adında genetik algoritma tabanlı iki yeni varyasyon önermişlerdir. Farklı sipariş sayıları, ağırlık ve yerleşim koşullarında test etmişlerdir.	Sirkülasyon hızına ve anahtar değer hesaplanmasına dayanan iki katmanlı farklı bir çözüm sunulmaktadır.
Baray ve Çakmak (2014), birden çok katlı, z eksenli depolar için parçacık sürü optimizasyonuna dayalı bir tasarım metodolojisi önermişlerdir.	Ürün toplama yerine ürün yerleştirmeyi merkeze alan bir yaklaşım benimsenmiştir.
Dinç ve Kormaz (2021) lojistik sektörde büyük veri kullanımının operasyon süreç verimliliğini artırdığını belirtmişlerdir.	Çalışmada elde edilen sonuçlar bunu desteklemektedir.
Erarslan ve Deste (2022) civata üretimi yapan bir fabrikada depolama alanına yapılan ürün atamada ağır ürünleri giriş/çıkış kapısına yakın ve dikey olarak konumlandırmanın ürün taşıma mesafe ve süresini kısalttığını belirtmişlerdir.	Çalışmada, üretim yapılan bir yerden ziyade yüksek devir oranına sahip bir lojistik sahada yürütüldüğünden ürün ağırlıkları dikkate alınmamıştır.
Dündar ve Ölger (2022) manuel sipariş toplama sürecinde operasyonlara bağlı hataların sevkiyat öncesi tespit edilerek iyileştirilmesi üzerine yaptıkları çalışmayla hata oranının düşürüldüğünü ve müşteri memnuniyetinin arttığını gözlemlemişlerdir. Elde edilen bulgular verimliliğe de katkı sunmaktadır.	Çalışmada önerilen yöntem lojistik deponun etkin kullanımı, kolay ve hızlı erişimi, maliyetleri düşürmesi ve kârlılık gibi alanlarda sunduğu katkılar bakımından hizmet kalitesine de olumlu katkılar sunar niteliktedir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Depo yönetimi lojistik faaliyetlerinin ana süreçlerinden birisidir. Bu süreç etkin yönetilmediğinde işletmeler için ciddi maliyet unsurudur. Ürün toplama işlemlerinin etkinliği depo verimliliği üzerinde önemli bir role sahiptir. Depo içi dolaşım mesafesi, işlem süresi ve maliyetlerin en aza indirgenmesi ilgili her işletme

için ulaşılmak istenen bir hedeftir. Bu hedefe ulaşmada siparişlerin doğru toplanabilmesi ve bunların en uygun konuma yerleştirilmesi önemlidir. Aksi durumda sipariş toplamada alınan yol ve sürenin uzaması, depolarda atıl alanlar oluşması gibi verimsizlik problemlerine sebep olmaktadır. Sorunların çözümünde güncel bilgi ve iletişim teknolojilerine dayalı yenilikçi yöntemlere ihtiyaç vardır.

Bu çalışmada, depolarda sipariş toplama ve konumlandırmaya yönelik yenilikçi bir yaklaşımla yeni bir çözüm önerisi sunulmaktadır. Çalışmada kullanılan deponun devir hızının yüksek olması nedeniyle bu alanda başarılı olan ABC analizinden yararlanılarak depo verimliliğini artırmaya yönelik ABCDE şeklinde yeni bir bölümlendirme tasarımına gidilmiştir. Veri setleri üzerinde detaylı analiz ve incelemeler gerçekleştirilmiştir. Mükerrer ya da çalışmaya katkısı olmayacak veri alanları belirlenerek çalışma kapsamından çıkartılmıştır. Makine öğrenme algoritmalarının kullanılabilirliği araştırılmıştır. Ancak elde edilen sonuçlar uzman ekiplerle birlikte yapılan değerlendirmede yeterli bulunmamıştır. Depo bekleme sürelerini etkileyen nitelikler incelenmiştir. Çözüme etki eden ana parametrelerin belirlenmesinde Delphi tekniği kullanılmıştır ve veriler PCA analizi ve uç değer analizine tabii tutulmuştur. Depoya giren ürün kutusunun hangi lokasyonlarda ne kadar süre beklediği hesaplanarak bu kutuların depoda bekleme sürelerine etkili olan nitelikleri incelenmiştir. Ürünlerin yerleştirileceği en uygun konumu belirlemede sirkülasyon hızı ve anahtar değeri hesabına dayalı özgün bir çözüm geliştirilmiştir. Bu çözüm ürün yer değiştirme hızına bağlı olarak ürünlerin konumlandırmasına yeni bir yaklaşım sunmaktadır. Bu yöntemin en önemli yenilikçi yanı geçmiş verilerden yola çıkarak akıllı sayılabilen bir yapıda ideal bir konumu önermesidir. Depo konumlandırma üzerine yapılan çalışmalar genellikle depo tasarımları ve ürün grupları üzerinden gerçek veri ve uygulamalara dayanmayan görüş, yöntem ve tavsiye türünden çalışmalardır. Bu çalışma lojistik bir sahada, gerçek veriler üzerinden, uzman görüşleriyle olgunlaşan, sonuçları bakımından başarılı ve uygulanabilir bir çözümle literatüre yeni ve özgün bir katkı sunmaktadır.

Bu çalışmada önerilen yenilikçi yaklaşım, sırt sırta dayalı raf sistemi kullanan ve konveyör sisteminin bulunmadığı, yerleşim modeli olarak statik yapıda A, B, C, D ve E olan 5 bölge ile sınırlı uluslararası bir lojistik firmaya ait depo üzerinde uygulanmıştır. Önerilen yöntem her ne kadar çalışılan depo koşullarına bağlı olarak sınırlı beş bölge üzerinde uygulanırsa da dinamik ve bölge sınırı olmayan yapısıyla farklı depolarda uygulanabilir özgünlüktedir. Sahada bir aylık depo verisiyle yapılan gözlem sonucunda ürünler %90,93 oranında doğru olarak yerleşmiştir. Depo içi dolaşım mesafesinde yaklaşık 880 km'lik bir kazanç sağlanmıştır. Bu sonuçlar deponun daha etkin kullanılmasına ve yöneticilerin doğru karar almasına yardımcı olacak mahiyettedir. Bu yenilikçi çözümde alınan yol, süre ve maliyet azaltılarak operasyonel süreç verimliliğinin artırılmasına, deponun daha etkin kullanımına katkı sunulmuştur. Elde edilen bu başarılı sonuçlar bu çalışmayı "uygulanabilir" olarak nitelendirilmekle birlikte bu başarı oranı ve yol kazancının aynı saha koşullarında "sürdürülebilir" olduğunun kanıtlanabilmesi için daha uzun süreli yeni test ve gözlemlere ihtiyaç duyulabilir. Diğer taraftan çalışmanın sınırlı saha ve süre testinde gösterdiği yüksek başarı oranları dikkate değerdir. Bu çalışma, özgün ve sonsuz gruplandırma gibi yetenekleriyle devir hızı yüksek olan lojistik depoların birçoğunun ihtiyacını karşılayacak niteliktedir. Benzer özelliklerdeki lojistik depolarda bu yaklaşım ve yöntemler kullanılabilir. Önerilen yöntemde depo yerleşim yüzdeleri ve dolaşım mesafelerinde önemli kazanımlar elde edilmiştir. Depo verimliliğinin artırılmasına önemli katkılar sağlamıştır. Araştırmacılar gelecekte bu çalışmada önerilen yöntemleri de kullanarak farklı lojistik sahalarla özgü etkinlik ve verimlilik problemlerini çözebilirler. Ayrıca endüstri 4.0 teknolojilerini kullanarak depo yönetimini ve işleyişini kolaylaştıran, zaman ve maliyetleri azaltan, verimliliği artıran, karbon salınımını azaltan yenilikçi ve akıllı çözümler üzerine araştırmalar yapabilirler.

Bilgilendirme /Acknowledgements

Saha çalışmalarında sağladığı imkân ve destekler için Barsan Global Lojistik şirket yönetimine ve uzman ekiplerine teşekkür ederiz. Çalışmanın gelişmesinde emeği geçen değerli hakemlere ve Dergi Editörüne de ayrıca teşekkür ederiz.

We would like to thank Barsan Global Logistics company management and expert teams for the opportunities and support provided in the field studies. We would also like to thank the valuable referees and journal editor who contributed to the development of the study.

Yazar Katkıları /Author Contributions

Önder Şahinaslan: Kavramsallaştırma, Metodoloji, Modelleme, Yorumlama, Makale Yazma-inceleme ve düzenleme. **Ceyhun Karataş:** Literatür Taraması, Veri Derleme, Analiz ve Saha Çalışması, Makale Yazımı-taslak. **Ender Şahinaslan:** Literatür Taraması, Analizi, Yorumu ve Makale Yazımı-orijinal taslak.

Önder Şahinaslan: *Conceptualization, Methodology, Modeling, Interpretation, Article Writing-examination and editing.* **Ceyhun Karataş:** *Literature Review, Data Collection, Analysis and Field*

Study, Article Writing-draft. Ender Şahinaslan: Literature Review, Analysis, Commentary and Article Writing-original draft.

Çatışma Beyanı / Conflict of Interest

Yazarlar tarafından herhangi bir potansiyel çıkar çatışması beyan edilmemiştir.
No potential conflict of interest was declared by the authors.

Fon Desteği / Funding

Bu çalışmada herhangi bir resmi, ticari ya da kâr amacı gütmeyen organizasyondan fon desteği alınmamıştır.
Any specific grant has not been received from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Etik Standartlara Uygunluk / Compliance with Ethical Standards

Yazarlar tarafından, çalışmada kullanılan araç ve yöntemlerin Etik Kurul izni gerektirmediği beyan edilmiştir.
It was declared by the authors that the tools and methods used in the study do not require the permission of the Ethics Committee.

Etik Beyanı / Ethical Statement

Yazarlar tarafından bu çalışmada bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan edilmiştir.
It was declared by the authors that scientific and ethical principles have been followed in this study and all the sources used have been properly cited.



Yazarlar, Verimlilik Dergisi'nde yayımlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmalarını CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.
The authors own the copyright of their works published in Journal of Productivity and their works are published under the CC BY-NC 4.0 license.

KAYNAKÇA

- Ameyaw E.E., Hu Y., Shan M., Shan S.P. ve Le Y. (2016). "Application of Delphi Method in Construction Engineering and Management Research: A Quantitative Perspective". *Journal of Civil Engineering and Management*, 22(8), 991-1000, DOI:10.3846/13923730.
- Aylak, B.L., Oral, O. ve Yazıcı, K. (2021). "Yapay Zekâ ve Makine Öğrenmesi Tekniklerinin Lojistik Sektöründe Kullanımı" *El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi*, 8(1), 74-93.
- Baray A. ve Çakmak E. (2015). "Design Methodology for a Multiple-Level Warehouse Layout Based on Partical Swarm Optimizasyon Algorithm", *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme İktisadi Enstitüsü Yönetim Dergisi*, 25 (77), 13-38.
- Barnes R.(2021). "How to Find Outliers with SQL", <https://dataschool.com/how-to-teach-people-sql/how-to-find-outliers-with-sql/>, (Erişim Tarihi: 10.03.2022).
- Bartholdi J.J. ve S.T.Hackman (2014). "Warehouse and Distribution Science", <https://www.warehouse-science.com/>, (Erişim Tarihi: 14.07.2022).
- Berg J.P. ve Zijm W.H.M. (1999). "Models for Warehouse Management: Classification and Examples", *International Journal of Production Economics*, 59(1-3), 519-528.
- Caron F. ve Marchet G. (1998). "Routing Policies and COI-based Storage Policies in Picker-to-part Systems", *International Journal of Production Research*, 36(3), 713-732.
- Chen M-C. ve Wu H-P. (2005). "An Association-based Clustering Approach to Order Batching Considering Customer Demand Patterns", *Omega*, 33(4), 333-343.
- Dallari F., Marchet G. ve Melacini M. (2008). "Design of Order Picking System", *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 42(1), 1-12.
- De Koster M.B.M., Van der Poort E. ve Wolters M. (1999). "Efficient Orderbatching Method in Warehouses", *International Journal of Production Research*, 37, 1479-1504.
- De Koster R., Le-Duc T. ve Roodbergen K.J. (2007). "Design and Control of Warehouse Order Picking: A Literature Review", *European Journal of Operational Research*, 182(2), 481-501.
- Diñç, Y. ve Korkmaz, O. (2021). "Büyük Verinin Lojistik Sektöründe Kullanımı: Mersin İli Örneği", *Verimlilik Dergisi*, 4, 67-88, DOI: 10.51551/verimlilik.825813.
- Dursun T. ve Gürsev S. (2016). "Pazarlamada Dağıtım Kanalları Yönetimi ve Lojistik Merkezlerin Gelişiminde Kümeleme Yaklaşımı", *Marmara Üniversitesi Öneri Dergisi*, 12(45), 555-568, DOI:10.14783/od.v12i45.1000020026.
- Dündar, A.O. ve Ölger, A.M. (2022). "Manuel Sipariş Toplama Operasyonlarında Hata Tespit Uygulaması: Ağırlık Kontrol Noktası", *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, 21 (2), 751-767, DOI:10.21547/jss.934606.
- Füchtenhans, M., Grosse, E. ve Glock, C. (2021). "Smart Lighting Systems: State-of-the-Art and Potential Applications in Warehouse Order Picking", *International Journal of Production Research*, 59(12), 3817-3839.
- Erarslan, F.S. ve Deste, M. (2022). "Depolarda Ürün Atama Problemlerinde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Kullanımı: Bir İşletme Uygulaması", *International Journal of Engineering Research and Development*, 14(2), 514-530.
- Gu J., Goetschalckx M. ve Mcginnis L.F. (2007). "Research on Warehouse: A Comprehensive Review". *European Journal of Operational Research*, 177, 1-21.
- Günerkan M., Şahinaslan E. ve Şahinaslan Ö. (2022). "Gümrük Beyannamesi Sürecinde Öğrenmeye Dayalı Algoritmaların Etkinliğinin İncelenmesi", *Acta Infologica*, 6(2), 175-188, DOI:10.26650/acin.1057060.
- Henn S. ve Wäscher G. (2012). "Tabu Search Heuristics for the Order Batching Problem in Manual Orderpicking Systems", *European Journal of Operational Research*, 222(3), 484-494.
- Ho Y.C., Su T.S. ve Shi Z.B. (2008). "Order Batching Methods for An Order- picking Warehouse with Two Cross Aisles", *Computers and Industrial Engineering*, 55, 321-347.
- Hsu C.M., Chen K.Y. ve Chen M.Y. (2005). "Batching Orders in Warehouses by Minimizing Travel Distance with Genetic Algorithms", *Computers in Industry*, 56, 169-178.
- Hwang H.S. ve Cho G.S. (2006). "A Performance Evaluation Model for Order Picking Warehouse Design", *Computers and Industrial Engineering*, 51(2), 335-342.
- Hwang H., Baek W. ve Lee M. (1988). "Cluster Algorithms for Order Picking in an Automated Storage and Retrieval System", *International Journal of Production Research*, 26, 189-204.
- Karlı, H. ve Tanyaş, M. (2020). "Lojistik Yönetiminin Dijital Dönüşümü: Akıllı Lojistik Üzerine Sistematik Literatür Haritalaması", *Optimum Ekonomi ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 7(2), 613-632, DOI: 10.17541/optimum.718622.
- Karlı, H. ve Tanyaş, M. (2020). "Bilgi ve İletişim Teknolojileri Destekli Yenilikçi Uygulamaların Lojistik Merkezlere Entegrasyonu", *Mersin Üniversitesi Denizcilik ve Lojistik Araştırmaları Dergisi*, 2(1), 1-25.

- Leung, K.H., Lee, C.K. ve Choy, K.L. (2020). "An Integrated Online Pick-To-Sort Order Batching Approach for Managing Frequent Arrivals Of B2B E-Commerce Orders Under Both Fixed and Variable Time-Window Batching", *Advanced Engineering Informatics*, 45, 101125.
- Lund B.D. (2020). "Review of the Delphi Method in Library and Information Science Research", *Journal of Documentation*, 76(4), 929-960, DOI:10.1108/jd-09-2019-0178.
- Muppani V.R. ve Adil G.K. (2008). "Efficient Formation of Storage Classes for Warehouse Storage Location Assignment: A Simulated Annealing Approach". *The International Journal of Management Science*, 36, 609-618.
- Özceylan, A. ve Tanyaş, M. (2021). "Geleneksel Olmayan Yenilikçi Depo Yerleşim Tipleri ve Tasarımları Üzerine Bir Araştırma", *Journal of Transportation and Logistics* 6(2), 197-216.
- Özçakar, N., Görener, A. ve Arıkan M.V. (2012). "Depolama Sistemlerinde Sipariş Toplama İşlemlerinin Genetik Algoritmalarla Optimizasyonu", *İşletme İktisadi Enstitüsü Yönetim Dergisi*, 23(71), 118-144.
- Petersen C.G. ve Aase G. (2004). "A Comparison of Picking, Storage and Routing Policies in Manual Order Picking", *International Journal of Production Economics*, 92, 11-19.
- Petersen C.G., Aase G.R. ve Heiser D.R. (2004). "Improving Order-Picking Performance Through the Implementation of Class-based Storage", *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 34, 534-544.
- Rana K., (1991). "Order-picking in Narrow-aisle Warehouse", *International J. Phys. Distrib. Logist. Manage*, 20(2), 9-15, DOI: 10.1108/09600039010005133.
- Riedel R. (2011). "Facilities Planning—4th edition by J.A. Tompkins, J.A. White, Y.A. Bozer and J.M.A. Tanchoco", *International Journal of Production Research*, Taylor and Francis, 49(24), 7519-7520, DOI: 10.1080/00207543.2011.563164.
- Roodbergen K.J. ve De Koster R. (2001). "Routing Methods for Warehouses with Multiple Cross Aisles". *International Journal of Production Research*, 39(9), 1865-1883.
- Roodbergen K.J. ve Vis I.F.A. (2009). "A Survey of Literature on Automated Storage and Retrieval Systems", *European Journal of Operational Research*, 194(2), 343-362.
- Şahin Y. ve Kulak O. (2013). "Depo Operasyonlarının Planlanması İçin Genetik Algoritma Esaslı Modeller", *Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, 5(3), 141-153.
- Şahinaslan, E. (2020). Endüstri 4.0 Dönüşümünde Öne Çıkan Teknolojiler, *Fen Bilimleri ve Matematik Alanında Akademik Çalışmalar*, Gece Kitaplığı, 61-78.
- Şahinaslan E. ve Şahinaslan Ö. (2022). "Microsoft SQL Sunucusunda Veritabanı Kurtarma Teknikleri", *International Journal of Innovative Engineering Applications*, 6(1), 158-169, DOI:10.46460/ijiea.1070325.
- Şahinaslan, Ö., Dalyan, H. ve Şahinaslan, E. (2022). "Naive Bayes Sınıflandırıcısı Kullanılarak YouTube Verileri Üzerinden Çok Dilli Duygu Analizi". *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 15(2), 221-229, DOI: 10.17671/gazibtd.999960.
- Şahinaslan, E., Günerkan, M. ve Şahinaslan, Ö. (2023). "Makine Öğrenmesinde Kategorik Veri Kodlama Tekniğinin Kullanımına Alternatif Bir Çözüm Yöntemi", *Journal of Intelligent Systems: Theory and Applications* 6(1), 1-11, DOI: 10.38016/jista.1140499.
- Tanyaş M. (2017). "Depo yönetimi", Maltepe Üniversitesi Uluslararası Ticaret ve Lojistik Yönetimi Bölümü Ders Sunum Dokümanı, Maltepe Üniversitesi, İstanbul.
- Tanyaş, M. ve Düzgün, M. (2014). "Depo yönetimi: Depo Sistemlerinin Otomasyonu ve Organizasyonu". Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- Tappia, E., Roy, D., Melacini, M. ve De Koster, R. (2019). "Integrated Storage-Order Picking Systems: Technology, Performance Models, And Design Insights", *European Journal of Operational Research*, 274(3), 947-965.
- Tuna G. ve Tunçel G. (2012). "Depo Yönetiminde Sipariş Toplama Sistemleri: Bir Literatür Araştırması", *DEÜ Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 14(42), 15-31.
- Winkelhaus, S., Grosse, E. H. ve Morana, S. (2021). "Towards a Conceptualisation of Order Picking 4.0". *Computers and Industrial Engineering*, 159, 107511.
- Zartha Sossa J.W., Halal W. ve Zarta R.H. (2019). "Delphi Method: Analysis of Rounds, Stakeholder and Statistical Indicators", *Foresight*, 21(5), 525-544, DOI:10.1108/fs-11-2018-0095.

İşletmelerin Açık Kaynak Kodlu Yazılım Benimseme Kabiliyetleri ile Dijital Dönüşüm Stratejileri İlişkisi

Arafat Salih AYDINER¹, Erdem ERZURUM², Ahmet Esat KARA³

ÖZET

Amaç: Çalışmanın amacı açık kaynak kodlu yazılım kabiliyetlerinin benimsenmesinin işletmelerdeki değer oluşturma ve yapısal değişiklik dijital dönüşüm stratejilerine etkisinin incelenmesi ve işletmelere sürdürülebilir, verimli ve rekabet edilebilir bir dijital dönüşüm perspektifi sunulmasıdır.

Yöntem: Ampirik yöntemin belirlendiği bu çalışmada bilişim teknolojileri departmanı olan 200 firmanın üst düzey yöneticilerinden anketle nicel veri toplanmış ve verilerin demografik betimsel, güvenilirlik ve geçerlilik, normallik ve regresyon analizleri gerçekleştirilmiştir.

Bulgular: Entegrasyon ile ilgili kabiliyetler ile dijital dönüşümde değer oluşturma ve yapısal değişiklik stratejileri arasında ve yönetim kabiliyeti ile dijital dönüşümde değer oluşturma stratejileri arasında anlamlı ilişkiler bulunmuştur. Yönetim kabiliyeti değer oluşturmaya, insan kaynakları kabiliyeti ise hem değer oluşturmaya hem yapısal değişikliği etkilememektedir.

Özgünlük: Araştırma değişkenleri arasındaki ilişkiler temel yaklaşımlar çerçevesinde bütüncül olarak incelenmiş, geçmiş araştırmalardaki ürün ve sektörel yaklaşımların dikkate alınmadığı işletmeler bazındaki stratejik perspektif yakalanmıştır. Dinamik kabiliyetler teoremi çerçevesinde açık kaynak kodlu yazılım kabiliyetleri ile dijital dönüşüm stratejilerinin değerlendirilmesi çalışmanın teorik katkısını oluşturmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Açık Kaynak Kodlu Yazılım Kabiliyetleri, Dijital Dönüşüm Stratejisi, Değer Oluşturma, Yapısal Değişiklik.

JEL Kodları: L17, L86, M15.

The Relationship Between Open-Source Software Adoption Capabilities of Enterprises and Digital Transformation Strategies

ABSTRACT

Purpose: The aim of the study is to examine the impact of the adoption of open source software capabilities on value creation and structural change digital transformation strategies in businesses and to offer businesses a sustainable, efficient, and competitive digital transformation perspective.

Methodology: In this study, the empirical method was determined and quantitative data were collected through a questionnaire from top managers of 200 companies with information technology departments; descriptive, reliability, validity, normality and regression analyses were performed.

Findings: Significant relationships were found between integration-related capabilities and strategies for value creation and structural change in digital transformation, and between management capability and value creation strategies in digital transformation. While management capability was ineffective in explaining value creation, human resources capability was found ineffective in value creation and structural change.

Originality: Relationships between the research variables were examined holistically within the framework of basic approaches, and the strategic perspective on the basis of enterprises, which was not taken into account by the product and sectoral approaches in previous studies, was captured. In addition, the evaluation of open source software capabilities and digital transformation strategies within the framework of the dynamic capabilities theorem constitutes the theoretical contribution of this study.

Keywords: Open Source Software Capabilities, Digital Transformation Strategy, Value Creation, Structural Change.

JEL Codes: L17, L86, M15.

¹ Dr. Öğr. Üyesi, İstanbul Medeniyet Üniversitesi, Siyasal Bilgiler Fakültesi, İşletme Bölümü, İstanbul, Türkiye, arafat.aydiner@medeniyet.edu.tr, ORCID:0000-0002-1133-5995 (Sorumlu Yazar-Corresponding Author).

² Dr. Öğr. Üyesi, Bahçeşehir Üniversitesi, Meslek Yüksek Okulu, Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Programı, İstanbul, Türkiye, erdem.erzurum@vs.bau.edu.tr, ORCID: 0000-0003-2930-2443.

³ Yüksek Lisans, Bağımsız Araştırmacı, İstanbul, Türkiye, esatakra@yahoo.com, ORCID: 0000-0002-7777-1861.

EXTENDED ABSTRACT

Digital Transformation (DT) is not only a technical transformation, but also the realization of economic, social, cultural, structural, and process transformations as well. In the literature, it has been observed that few studies examined the link between open-source software development adoption and digital transformation strategies. Open-source software (OSS) creates a flexible environment with its social, collaborative, and independent code development structure compared to a close-coded environment. This approach, besides being more cost-effective, creates unique software development culture by enabling platform independence and triggering continuous development in software technologies (Elliott and Scacchi, 2005). Evaluation of relevant studies shows that the studies focus on more product basis such as Hadoop and Apache, and the relations between OSS and DT (Hossain, 2018; Yordanova and Stefanova, 2019). Nevertheless, the software product-oriented literature perspective neglects OSS development and does not provide how OSS development adoption effect DT strategy components in business.

In this study, the adaptation capabilities of open-source development adoption (OSSDA) and the strategies of DT were discussed, and the relationships between them were examined holistically within the framework of basic approaches. Thus, a broad perspective based on enterprises was captured. Likewise, integration, human resources (HR), and management capabilities were evaluated within the OSSDA framework (Hauge ve diğerleri, 2010; López ve diğerleri, 2015). The dependent variable, DT strategies, were examined within the framework of structural changes that reveal the benefits obtained as a result of adapting to technology in the development of software and the creation of value by the enterprise with digital products (Matt et al., 2015). The research question formulated in the study was to determine the effects of OSSD adoption capability on DT strategies of the enterprises.

The research universe is defined as companies operating in Türkiye and having an information technology department. Based on the results of factor analysis in the pilot study, 26 of the initial 53 questions were removed and the questionnaire took its final form with 27 questions. 203 participants filled out the research questionnaire. While preparing the data, 3 participants were found unsuitable and excluded. The research was carried out with the data from a total of 200 participants. The results' reliability and validity were checked and regression analysis was applied to test the hypotheses.

The results of the study indicated that integration (H_{1a}) capability from open-source software adoption increases the impact of digital transformation value creation strategy, integration (H_{2a}) capability from open-source software adoption increases the impact of digital transformation structural change strategy, and management (H_{2c}) capability from open-source software adoption capabilities increases the impact of the digital transformation structural change strategy. However, human resources (H_{1b}) and management (H_{1c}) capabilities from open-source software adoption capabilities did not increase the impact of digital transformation value creation strategy. Likewise, human resources (H_{2b}) capability from open-source software adoption capabilities did not increase the impact of the digital transformation structural change strategy.

This study revealed that businesses use or intend to use OSSD adoption should establish integration and management capability to achieve rising effects of value creation and structural change DT strategies. In line with these strategies, a practical contribution taken out from this research is the choice of HR capabilities to support OSSD adoption is ultimately an operational phenomenon rather than a strategic approach. This emerging situation requires businesses to implement these capabilities within the framework of OSSD capability -integration rather than just having a human resources standpoint. It is seen as the theoretical contribution of this study that it is inevitable for businesses to embrace OSS and DT by seizing, sensing, and capturing the requirements of integration and management dynamic capabilities. Value creation and structural change become the basis of creating a dynamic DT strategy with OSSD adaptation.

The limitation of the study is choosing only the companies that operate in Türkiye. In the future, technical people working at lower levels should be considered while testing OSSD adoption and DT strategies.

1. GİRİŞ

Günümüzde firmaların sürdürülebilir, rekabet edebilir ve verimli olmaları için hızla değişen piyasa dinamiklerine ayak uydurmaları gerekmektedir. Gerçekleşen değişim teknolojik unsurlarla oluştuğunda buna adapte olmak ilave kabiliyetlerin inşası ile mümkün olacaktır. Teknolojideki sürekli hareketlilik işletmelerde dijitalleşmeyi zorunlu kılmaktadır. Bir işletmenin verimli ve sürdürülebilir bir işletme olması ancak hızlı değişen bu ortama top yekün bir dijital dönüşüm (DD) sağlanmasıyla mümkün olabilmektedir. Dolayısı ile DD güncel teknolojilerin tüm işletmede benimsenmesi sonucu verimlilik, üretkenlik ve değer oluşturan vazgeçilemez bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır (Ebert ve Duarte, 2018). İşletmelerin rakipleri karşısında rekabette öne çıkmaları DD'nin geliştirilmesi ve entegrasyonu ile ilintili hale gelmiştir (Damanpour ve Wischnevsky, 2006). Yapay zeka, sensörler, büyük veri, nesnelerin interneti, blokzinciri, endüstri 4.0, sosyal medya, Web 3.0, makine öğrenmesi, metaverse, sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik gibi yeni ve ileri teknolojiler, DD'nin gerçekleşmesinde öne çıkan dijital teknolojiler olarak kabul edilir (Henriette ve diğerleri, 2016). Esas amaç kullanılan ve benimsenen dijital teknolojiler sayesinde işlerin daha kolay, etkin ve verimli şekilde gerçekleştirilerek şirketlerin başarılarını en üst seviyeye taşımalarıdır (Stief ve diğerleri, 2016).

Sektör ayırmaksızın her alanda DD'nin işletmelerin verimliliği ve devamlılığı için gereklilik haline geldiği görülmüştür. Yapılan çalışmalarda DD'nin otomasyon sistemlerinde, işletme ve ekonomi ile bilgi teknolojileri alanında öncelikli olarak gerçekleştiği tesbit edilmiştir (Kutnjak ve diğerleri, 2019; Şimşek, Demirbağ ve Yıldırım, 2022). Hızlı gelişen DD'de beklenti sadece teknik bir dönüşüm değil, ekonomik, sosyal, kültürel, yapısal ve süreçsel dönüşümlerin de gerçekleşmesi olmaktadır. İnel'in (2019) ve Avrupa Birliği'nin yaptığı çalışmada kullanılan ve DD kabiliyetlerini ortaya koyarak verimliliğini ölçen indekste dijital altyapı, dijital yatırım ve finansı, dijital yetenekler, elektronik eğitim yetenekleri ve girişimcilik kültürünün bulunması DD'nin etkisinin geniş bir çerçevede gerçekleştiğinin göstergesidir (İnel, 2019). Üretimde işletmelerin Endüstri 4.0 çalışmaları da DD'nin daha hızlı benimsenmesine olanak sağlamakta, karmaşık robotik sistemlerden veri analizi içeren çalışmalara kadar bilişim entegrasyonuna olanak tanıyarak stratejik bakış açısı oluşturmaktadır (Şimşek, Demirbağ ve Yıldırım, 2022). Bu çalışmalarda DD kabiliyetleri çerçevesinde bir uyum süreci olduğu, bu kabiliyetler sayesinde DD verimliliklerinin geliştiği ortaya çıkmaktadır.

Yazılım, bilişim sistemlerinin temel teknolojilerinden biri olup, DD içerisinde olan işletmelerin yazılım teknolojilerinin etkisinden uzak kalmaları düşünülemez. Açık, yani kodlarına erişilebilen, özgür; kapalı, yani kodlarına erişilemeyen ya da erişimi sınırlı olan olarak iki temel kriterde değerlendirilen yazılım dünyasının kendi içindeki hızlı rekabet bu etkiyi daha fazla artırmaktadır (Zittrain, 2004). Açık kaynak kodlu yazılım (AKKY) bu rekabet içerisinde oluşturduğu toplumsal işbirlikçi ve bağımsız kod geliştirme yapısı ile bilişim alanındaki çalışmalarda esnek bir ortam oluşturmuştur. Bu yaklaşım daha uygun maliyetli olmasının yanında platform bağımsızlığına imkan vererek yazılım teknolojilerinde sürekli gelişimi tetikleyen bir ortam oluşturmasıyla kendine has bir yazılım geliştirme kültürü meydana getirmiştir (Elliott ve Scacchi, 2005). AKKY'nin oluşturduğu bu bağımsız kültürün DD'de farklı bir bakış açısı katması muhtemeldir. Yapılan literatür çalışmalarında DD'yi etkileyen faktörler değerlendirildiğinde firma kültürü, takım çalışması, bilişim teknolojileri alt yapısı, firma tecrübeleri ölçme kriterleri olarak görülmektedir. Çalışma kültürünün, iş yapış tarzının DD'deki etkisi literatür çalışmaları sayesinde anlaşılmaktadır (Berghaus ve Back, 2016). DD ve AKKY ile ilgili literatürdeki çalışmalara bakıldığında çalışmaların daha ürünsel bazda Hadoop, Apache gibi AKKY yazılımları üzerinden değerlendirildiği, bu yazılımların DD ile arasındaki ilişkilerinin çalışıldığı görülmektedir (Hossain, 2018; Yordanova ve Stefanova, 2019).

Literatür dikkate alındığında, yapılan bu araştırmada AKKY'nin adaptasyon kabiliyetleri ve DD'nin stratejileri ele alınarak aralarındaki ilişkiler temel yaklaşımlar çerçevesinde bütüncül olarak incelenmiş, böylece geçmiş araştırmalardaki ürünsel yaklaşımların dikkate alınmadığı işletmeler bazındaki geniş perspektif yakalanmıştır. Araştırmada AKKY'ın oluşumunda geliştirme ile alakalı entegrasyon kabiliyetleri, geliştirilen ortamdaki insan kaynağının sahip olduğu yetenekler çerçevesinde insan kaynakları (İK) kabiliyeti, yönetimin AKKY'ye yaklaşımının değerlendirildiği yönetim kabiliyetleri şeklinde AKKY benimseme kabiliyetleri oluşturulmuştur (Hauge ve diğerleri, 2010; López ve diğerleri, 2015). Diğer değişken DD stratejileri, işletmenin dijital ürünlerle değer oluşturması ile yazılımların geliştirilmesinde teknolojiye uyum sağlama sonucunda elde edilen faydaların neler olduğunu ortaya koyan yapısal değişimler çerçevesinde incelenmiştir (Matt ve diğerleri, 2015). Temelde çalışmada oluşturulan araştırma sorusu, bilişim teknolojilerinde yazılım geliştirmede tercih edilen AKKY benimseme kabiliyetinin işletmelerin DD stratejilerine etkilerinin varlığının araştırılması olarak belirlenmiştir. Bu çerçevede araştırmamızın temel amacı literatürde araştırma açığı bulunan AKKY benimseme kabiliyetleri ile DD stratejileri arasındaki ilişkileri regresyon analizi ile spesifik bir yazılım/ürün bağlamı dışında bütüncül olarak irdelemek; ilişkileri tespit ederek işletmelerin verimliliğini ve sürdürülebilirliğini incelemektir.

İşletmelerdeki AKKY benimseme kabiliyetleri ile işletmelerin yapacakları ya da ortaya koydukları DD stratejilerinin nasıl etkilendiğini meydana çıkartmak; böylelikle bu stratejilerde verimlilik, rekabet avantajı ve sürdürülebilirliği sağlayan etkinliklerin ortaya çıkması bu çalışmanın katkılarında biridir. Bu etki bilişim teknolojileri ve üst yöneticilerin AKKY bakış açılarını ve karar mekanizmalarını etkileyecektir. Ayrıca işletmelerin özgün yapılarının AKKY'nin benimsenmesinde aldığı rolün tespiti, pratiğe özgün katkı olarak dönüşmektedir. Dinamik kabiliyetler çerçevesinde AKKY'nin işletmeye özgü yapılarda aldığı durum, bu dinamik kabiliyetlerin DD stratejilerindeki durumunu açığa çıkaracaktır. Bu da çalışmanın teorik katkısını oluşturmaktadır.

İkinci bölümde giriş bölümünü takiben araştırmanın literatür taraması yapılmış ve araştırma hipotezleri ortaya konmuştur. Üçüncü bölümde araştırmanın yöntemi anlatılmış, dördüncü bölümde elde edilen bulgular ortaya konmuştur. Araştırmanın son bölümünde ise sonuçlar tartışılarak değerlendirmeler yapılmış ve gelecek çalışmalar için öneriler yapılmıştır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

2.1. Dijital Dönüşüm

Firmalar arası artan rekabetle baş etmek, firma içi ve dışı verimliliği artırmak, iş süreçlerini kolaylaştırmak ve değer oluşturmak gibi konuların sıklıkla gündeme geldiği günümüzde, DD kavramı ve bununla birlikte belirlenmesi gereken stratejiler ön plana çıkmaktadır (Zaoui ve Souissi, 2020). DD süreçlerinin -dijital teknolojilerin hızla gelişmesi dolayısı ile- dinamik bir yapıda gerçekleşmesi gerekmektedir. DD kavramı dinamik kabiliyetler çerçevesinde değerlendirildiğinde, anında değişen iş ve teknoloji çevresindeki değişim durumlarının takip edilmesi, anlaşılması ve sonuç olarak DD'nin hızlıca adapte edilmesi açısından bakılması gerekmektedir (Aydiner, 2020: 155). Literatürde DD'nin insanlara ürün ve hizmet sağlamak için mobil iletişim teknolojileri, büyük veri, iş analitiği, bulut ve sosyal medya platformlarına organizasyonel bir geçiş sağlamak (AINuaimi ve diğerleri, 2022) şeklinde tanımlanması, etkisini daraltmaktadır. Verimliliğe odaklanan süreçlerde DD'nin yapılması, bununla beraber fiziksel kabiliyetlerin geliştirilmesi (Berghaus ve Back, 2016) şeklindeki anlatımlar da sadece dinamik kabiliyetlerin bir kısmını ilave etmektedir. Nitekim Endüstri 4.0 bağlamında yapılan çalışmalarda DD'yi oluşturan etkiler için teknolojinin yanısıra organizasyonel ve çevresel faktörlerinin de dikkate alınması gerekliliği ifade edilmiştir (Aşar ve diğerleri, 2022). Genel olarak bilişim sistemleri ve kabiliyetlerinin işletmenin özelliklerini önemli ölçüde artırdığını söyleyen tanımlamalar (Verhoef ve diğerleri, 2021) DD'nin adaptasyon kabiliyetlerindeki dinamik bakış açısını eksik bırakmaktadır. Oysa ki DD adaptasyonu kaynakları dönüştürerek dinamik bir çevre oluşturmakta, işletmelerin performanslarını etkileyen bir unsur haline alarak, işletmelere çevik bir yapı kazandırmaktadır (Formatting Citation). Dolayısı ile DD adaptasyonuna bütüncül olarak bakılarak işletmelerde başından sonuna bir dönüşüm anlayışı benimsenmelidir. Bu anlayış işletmeyi mevcut konumundan almakta ve sahip olduğu kabiliyetleriyle beraber operasyonda, organizasyonun temel işletim unsurlarında, müşteri ve çalışanların etkileşiminde, finans, kültür, pazarlamadan, teknolojik alt yapıya kadar DD'sini gerçekleştirmeyi sağlamaktadır. Bununla beraber DD adaptasyon kabiliyetinin oluşturduğu dinamiklerle her daim fırsatları görüp, yakalayıp, işletmeyi dönüştürme etkisi ile birlikte DD'yi tanımlamak doğru bir yaklaşım olacaktır (Nigel, 2021: 35; Aydiner, 2020: 156). İşletmelerdeki topyekün dönüşüm organizasyonel, yönetsel ve teknolojik olarak sistemin manüelden otomasyona, fiziksel işlemlerden sanal işlemlere geçmesini, tecrübenin yanında veri destekli karar verme ile geleceğe yönelik tahmin yapmasını ortaya çıkarır. Bu sonuç verimliliğin artması, maliyetlerin düşmesi, işletme performansının yükselmesi, yenilikçiliğin artması gibi işletmelerin yaşam döngüsünü etkileyecek durumları ortaya çıkartacaktır (Aydiner ve Kubilay, 2022; Borangiu ve diğerleri, 2019).

2.1.1. Dijital Dönüşüm Stratejileri

DD'nin adaptasyonunu gerçekleştirirken işletmelerin bazı temel adımları takip etmeleri gerekmektedir. Bu temel adımlar işletmelerin DD kabiliyetlerini artırarak dönüşüm için gereken stratejileri hayata geçirmelerine yardımcı olacaktır. Bu adımlardan ilki sayısallaştırma. Sayısallaştırma fiziksel verinin, insanların kavramlaştırdığı anlam ve nesnelerin, bilgisayarların anlayacağı kavram olan binary sistemine yani 1 ve 0 şeklindeki sistem dönüştürme işlemidir (Ritter ve diğerleri, 2020; Verhoef ve diğerleri, 2021; Yankın, 2019). Tekrar edilebilir ve DD için gerekli bir nitelik olarak karşımıza çıkar. Sayısallaştırmadan sonraki adım ise dijitalleştirmedir. Dijitalleştirme sayısallaşan nesnelerin, kavramların DD'de en verimli şekilde kullanımını ihtiva etmektedir (Gebauer ve diğerleri, 2020). En belirgin özelliği ise işlemlerin herhangi bir fiziksel süreç olmadan gerçekleştirilebilme kabiliyeti olarak karşımıza çıkmaktadır (Akram ve diğerleri, 2021; Bakırtaş ve Ustaömer, 2019). Son adımda DD kabiliyetinin geliştirdiği teknik yetenek bir iş modeline dönüşecek ve stratejik bakış çerçevesinde bütünsel olarak DD evresinin tamamlanması tüm işletmede gerçekleşmiş olacaktır (Nadkarni ve Prügl, 2021; Vial, 2019).

Dijital dönüşüm stratejisinde (DDS) ortaya konması gereken en önemli durum işletme stratejisi ile olan uyumdur. Bu uyum çerçevesinde DD'nin kapsamı belirlenmelidir. Dijital stratejinin oluşabilmesi için dönüşüm talebinin ortaya çıkması gerekir ve bilişim teknolojilerinin bunu sağlamasıyla dönüşüm başlatılabilir. Bu birleşimin başlaması ve DDS'nin uygulanması için işletme stratejisindeki iş kapsamı, işletmeyi ayıran özellikler ve yönetimin dijital strateji ile uyumunun gerçekleşmesi gerekmektedir. Bu uyumun oluşması sonucunda DDS işletmelerde değer oluşturma ve yapısal değişiklik olarak ortaya çıkmaktadır (Peppard ve Ward, 2016: 45; Matt ve diğerleri, 2015; Nadeem ve diğerleri, 2018). Ayrıca teknoloji kullanımına olan eğilim AKKY benimseme perspektifinden incelenip, bu çalışmanın AKKY'ye odaklanmasından dolayı finansal yaklaşımlar dışarıda bırakılmıştır. Literatürde DDS için öngörülen boyutların tamamen konsept olarak ifade edilmesi çalışmayı doğrudan etkileri olduğu düşünülen değer oluşturma ve yapısal değişiklik boyutlarının araştırılmasına yönlendirmiştir. (Matt ve diğerleri, 2015; Nadeem ve diğerleri, 2018). DDS değişkeni olarak kabul edilen değer oluşturma boyutu, DD ile işletmenin dijital teknolojilerden nasıl gelir elde etmeyi düşündüğü, planladığı ve DD'den sonra ana iş odağının ne olacağını belirleyen iş modelini ortaya koymaktadır (Matt ve diğerleri, 2015). İşletmelerin ihtiyacına göre şekillenen değer oluşturma boyutu, işletmelerdeki değer zincirinde yapacakları değişiklikler ile DDS'nin parçası haline gelecektir. Çünkü hali hazırda ürün veya servislerin DDS çerçevesinde değer oluşturarak düzenlenmesi ve değiştirilmesi yeni teknolojik kabiliyetlerle sağlanmış olacaktır. Bu kabiliyetler ürünlerin veya servislerin dijitalleşmesinden başlayarak işletmelerin çalışma alanlarının değişmesini, para kazanma kaynaklarının dijital metotlara veya mecralara kaymasını sağlayacaktır (Klein, 2020; Matt ve diğerleri, 2015).

DDS'nin yapısal değişiklik boyutu; organizasyon yapısı, işleyişi ve yeteneklerdeki değişimi ifade etmektedir (Nadeem ve diğerleri, 2018). Yapısal değişiklik ile ilgili kararlar dinamik kabiliyetler çerçevesinde değerlendirilip DD'de kimlerin nasıl rol alacağı, firmanın eski faaliyetlerinin yeni yapılara entegre edilip edilmeyeceği ve operasyon anlamında ne tür değişikliklerin beklendiği gibi DD'nin genel yapısına yönelik stratejileri içermektedir. Firma içerisindeki yapısal durum firmadan firmaya değişiklik göstermekle birlikte organizasyonun sorunlara/yeniliklere hızlı yanıt verecek çevik bir yapıya kavuşması, çalışanların yapılan iş konusunda gereken yeteneklere sahip olmasının sağlanması, çalışanların yeniliğe açık hale getirilmesi gibi dinamik kabiliyetler yapısal değişiklik altında bulunmaktadır (Gimpel ve diğerleri, 2018).

Yapılan bu çalışmada DDS'nin iki önemli boyutunun AKKY adaptasyon kabiliyetleri çerçevesinde değer oluşturma ve yapısal değişiklik değişkenleri ile değerlendirilmesi; araştırmadaki dinamik kabiliyetler açısından değişimin ve AKKY teknolojilerinin etkilerini ortaya koyacaktır.

2.2. Açık Kaynak Kodlu Yazılım Benimseme Kabiliyeti (AKKYBK)

Yazılım dijitalleşmenin temel parçalarından biridir. Tüm elektronik cihazların işlevlerini yerine getirmede cihaza girişlerin, işlemlerin, sonrasında da çıktılarının alınmasında ana rolü üstlenmesi, yazılımı sistemin vazgeçilmez bir yapı taşı durumuna konumlanmaktadır. Bu temel parçanın içinden oluşan bir akımın, yazılımın kaynak kodunun okunmasına, değiştirilmesine ve tekrardan yayınlamasına olanak tanınması açık kaynak kodlu yazılımların üretilmesi sonucunu doğurmuştur (Georgopoulou, 2009). Yazılımcıların hizmetine sunulan bu açıklık ve üzerine geliştirme yapma olanağı işletmelerin de dikkatini çekmiş, üretip sunacakları ürünlerin ve servislerin geliştirme sürelerinde ve maliyetlerinde göreceli bir avantaj olabileceği görüntüsü oluşmuştur. AKKY'nin serbestlik anlayışı sınırsız değildir; yazılımın kodlarının istenildiği gibi kullanıma özgürlüğünü yazılımın ilk geliştiricisinin belirlediği sınırlar çerçevesinde oluşturulan lisans ile sağlayabilmesi AKKY'nin tamamen sınırsız olmadığını göstergesidir (Lin ve diğerleri, 2006).

AKKY'lere katkı yapan yazılımcıların sayısının çokluğu, bilgi birikimi çeşitliliği ve farklı yeteneklere sahip olmaları ortaya çıkan ürünün kalitesine olumlu etki etmektedir. AKKY'nin yeniden kullanılabilirliği sayesinde yazılım geliştirme maliyeti ve yazılımın tamamlanma süresinin düşmesi muhtemeldir (Appleyard ve Chesbrough, 2017). Bu durum DD'den başarılı sonuç elde etmeyi hedefleyen firmaların AKKY benimseme tercihini olumlu yönde etkilemektedir. AKKY'nin benimsenmesini etkileyen faktörler açısından bakıldığında bir kısım literatür teknolojik, organizasyonel ve çevresel bakış açısıyla meseleyi değerlendirmiştir (Katsamakos ve Xin, 2019). Franch ve diğerleri (2015: 407), AKKY'nin değinilen stratejik önemine rağmen AKKY'yi benimsemeye doğru strateji belirlenememesinin işletmelerin başarısız AKKY projeleriyle karşı karşıya kalması sonucunu oluşturabileceğini belirtmiştir. Başarısızlığı azaltmak müşteri memnuniyetini artıracak olup firmanın geliri ve imajını doğrudan etkileyecektir. Bu sebeple AKKYBK'yi anlamak ve bu kabiliyetleri DD'ye en uygun şekilde kullanmak, DD sürecinin başarılı bir şekilde tamamlanmasını sağlayacaktır. AKKYBK'nin hangi boyutları kapsadığını belirlemenin AKKY'nin benimsemesini artırması mümkündür. Ancak literatürün AKKY geliştirilmesinin adaptasyonundan çok AKKY'nin ürün bazında adaptasyonunu değerlendirmesi, AKKY yazılım geliştirme adaptasyonu konusunda literatürde bir boşluk ortaya çıkarmıştır. Bu bağlamda bu çalışma, ilgili literatür ışığında AKKYBK'yi entegrasyon, insan kaynakları ve yönetim değişkenleri olarak ortaya koymuştur (Hauge ve diğerleri, 2010;

López ve diğerleri, 2015; Butler ve diğerleri, 2022). Belirlenen bu boyutlar literatür içerisinde dağınık olarak bulunmakla beraber, çalışmamızın katkılarında birisi de ayrı şekilde işlenmiş olan bu boyutların birlikte değerlendirilmesidir.

Entegrasyon ile ilgili kabiliyetler literatürde AKKY'nin kullanım şeklini belirlemekte ve girişim, çatallanma-devralma, yeni bir ürün çıkarma şeklinde tanımlanmaktadır. Girişim kabiliyeti, yeni bir yazılım projesini en temelden başlatarak hem yazılımı geliştirmeyi hem de projenin topluluğunu yöneterek projenin firmanın çıkarları ekseninde genişlemesini sağlamayı içermektedir (Appleyard ve Chesbrough, 2017; López ve diğerleri, 2015; Butler ve diğerleri, 2022). Bu sayede yazılım geliştirme topluluğundan faydalanıp projenin daha hızlı ilerlemesi sağlanabilir. AKKY toplulukları ve aktiviteleri bu yazılımların kaliteleri hakkında bilgi vererek bu tür çalışmaların adaptasyon güvenilirliğini arttırmaktadır (Setia ve diğerleri, 2020). Topluluk içerisinde bilgi akışını kolaylaştırmak, çalışmanın devamlılığını sağlamak, yazılım sürecinin nasıl ilerlediği konusunda tüm yazılım geliştiricilerin uyum içinde çalışabilmesini sağlayacak yönlendirmelerde bulunarak bulunmaktadır (Florina ve diğerleri, 2020). Çatallanma, hali hazırdaki bir AKKY projesinin kodları kullanılarak projenin topluluğunun hedeflerinden bağımsız yeni bir hedef doğrultusunda proje geliştirilmesidir (Ernst ve diğerleri, 2010). Projenin genel ilerleyişi yazılımı kullananların hedefleriyle uyuşmadığı zaman bu yola başvurulabilir. Çatallanmayla bir taraftan eski projenin özellikleri korunurken diğer taraftan da proje arzulan doğrultuda ilerlemiş olur. Devralma ise, çatallanmadan farklı olarak mevcut AKKY projesinin ve topluluğunun devam ettirilmesidir (López ve diğerleri, 2015). Ürün çıkarmak ise AKKY'nin diğer entegrasyon kabiliyetidir. Bu kabiliyet ile işletmeler kendi geliştirdiği yazılımı açık kaynak şeklinde yayımlar. Burada kimin kullandığı kullanmadığı ya da yazılımın topluluğunun olmasının bir önemi yoktur. Bireylerin kendi ihtiyaçları için geliştirdikleri bu yazılımlar sadece kamuya açık bir şekilde yayımlanmaktadır (Wasserman, 2013).

Yazılım geliştirme süreçlerinin en önemli unsuru, kullanılan yazılımı bilen, uygulayan ve üretime sokan yazılımcı kaynağının varlığıdır. Bu yeteneklerin olması işletmelerin beklenen yazılımı geliştirmesine olanak sağlayacaktır. Bu nedenle AKKYBK parametrelerinden biri olan yazılım geliştiricilerin sahip olduğu AKKY kullanımı, bu metotla yazılım üretimi, AKKY topluluklarına katılım sağlanması veya böyle bir topluluğun yönetimi işletmenin AKKY kapasitesini arttıracaktır (Ajila ve Wu, 2007; Hauge ve diğerleri, 2010). Ayrıca benimseme kabiliyetlerinden bir unsur olan maliyet de yönetimin bir parçası olarak değerlendirilmektedir (Butler ve diğerleri, 2022).

Yönetim ile ilgili kabiliyetler AKKYBK'nın bir diğer parçası olarak literatürde karşımıza çıkmaktadır. AKKYBK'nın gerçekleşmesi için gereken stratejilerin oluşturulması ve bunun yönetimi işletmelerin yenilikçi yaklaşımlarını da tetikler. Yönetim bakış açısı ve desteği her zaman bir teknolojinin benimsenmenin en temel sebebidir. Bu bakış açısını AKKY'nin dokümantasyonu, mimarisi, kodun kalitesi, AKKY'nin ait olduğu topluluk, kod güvenliği ve oluşturacağı siber güvenlik çerçevesi, esneklik gibi unsurlar şekillendirmektedir. Bu da AKKYBK'yi yönetsel kabiliyetler çerçevesinde değerlendirilmesi gereken bir değişken olarak karşımıza çıkartmaktadır (Helander ve diğerleri, 2007).

2.3. Açık Kaynak Kodlu Yazılım Benimseme Kabiliyeti ile Dijital Dönüşüm Stratejisi ve Hipotezler

Yapılan literatür çalışmalarında AKKYBK ile DDS arasında az sayıda araştırma yapıldığı gözlemlenmiştir. Bu çalışmalardan bir kısmı AKKYBK'yi uygulama programlama arayüzü çalışmaları üzerinden incelemiştir. AKKY'nin genel mahiyetteki uygulanması genellikle uygulama programlama arayüzleri üzerinden sağlanarak benimseme kabiliyetleri anlatılmaktadır (Basole, 2016). AKKYBK olarak uygulama programlama arayüzünün kullanılması işletmelerin tecrübeleriyle beraber dijital verilerini ekosistemle paylaşarak yeni pazarlara erişme olanağı ile zenginleştirici kaynaklara ulaşmalarını destekler. Bu yaklaşım hem yenilikçiliği tetikleyen bir unsur olarak ortaya çıkar hem de yönetim ile ilgili kabiliyetlerini destekler. Böylece uygulama programlama arayüzünü kullanmak yazılım geliştirme yöntemleri ve bununla ilgili olan insan kaynakları kabiliyetlerinin yeterliliğini ön plana çıkarmaktadır. Uygulama programlama arayüzü üzerinden değerlendirilen benimseme kabiliyetleri DDS'nin değer oluşturması konusuna değinse de, bu çalışmalarda yapısal değişiklikle alakalı bir yaklaşım görülmemiştir (Basole, 2016). Çavuş ve Soysal Kurt (2017) tarafından yapılan çalışmada Pardus işletim sistemi özelinde AKKYBK incelenmiş, birden fazla farklı yazılım ekibinin yazılıma katkı vermesi entegrasyon, AKKY konusunda katkı veren yazılımcıların oluşması ve topluluğu yöneten yazılımcıların tecrübeli olması insan kaynakları, çeşitli yönergelerin oluşturulması da yönetsel kabiliyet olarak değerlendirilmiştir. Pardus'un benimsenmesi sonucunda iş süreçlerinin değişmesi ve dijital yetkinliğin oluşması ile DDS'nin yapısal bir dönüşüm stratejisini orta koyduğu görülmüştür. Ayrıca uygulanan işletmelerde kapalı kaynak kodlu yazılımların Pardus ile değiştirilmesi tasarruf oluşturduğundan DDS'de bir değer oluşturma sonucu çıkmıştır (Çavuş ve Soysal Kurt, 2017). Ancak belirtildiği üzere bu etkiler tamamen tek bir yazılım/uygulama çerçevesinde ortaya konmuş, genel bir AKKYBK olarak incelenmemiştir. Karmaşık süreçleri ve makineleri olan sektörlerde yapılan literatür çalışmalarında uygulanan yöntem AKKY ile geliştirilmiş tek bir yazılım/

uygulama adaptasyonu üzerinden yapılmış ve DD'nin bu türdeki sektörlerde yavaş gerçekleştiği üzerinde durulmuştur (Bin Azmy ve diğerleri, 2021). Yavaş DD sektörün karmaşıklığına bağlanmış olsa da meseleye bütüncül yaklaşımdan tek bir AKKY ile değerlendirmek DDS'nin analizini eksik bırakmaktadır. Sonuçlar değerlendirildiğinde karar verme verimliliğinin arttığı, AKKY platformunun oluşturulduğu ortaya konmuş, AKKY'nin insan kaynakları ve yönetsel kabiliyetleri ihmal edilerek sadece entegrasyon kabiliyetleri değerlendirilmiştir. Bu yaklaşım DDS'nin yapısal değişiklik kapsamında olan iş süreçlerinin verimliliği ve dijital teknoloji kullanımı alanında incelenerek (Bin Azmy ve diğerleri, 2021) sınırlı bir değerlendirmeye tabi tutulduğunu göstermektedir. Android işletim sisteminin Google tarafından AKKY olarak kullanıma açılmasıyla DD etkisi konusunda yapılan çalışmada, Android kullanılarak geliştiricilerin kendi uygulamalarını geliştirip satması yeni bir iş modelini ortaya çıkarmaktadır (Fukawa ve diğerleri, 2021). Böylece Google firmasının Android üzerinden AKKY'nin yönetsel benimseme kabiliyetiyle DDS kapsamında değer oluşturduğunu ortaya koymaktadır. Buna ilaveten oluşturulan AKKY topluluklarıyla bir entegrasyon meydana getirildiği, bununla da yapısal DDS oluştuğu ifade edilmiştir (Fukawa ve diğerleri, 2021). AKKYBK ile DDS arasındaki ilişki başka bir kaynaktan lisansın bir kısıtlamasının olmadığı açık inovasyon üzerinden değerlendirilmiştir. Açık inovasyon fikrinin benimsenmesi kısıtları ortadan kaldırdığından ürünlerin pazarının genişlemesine ve bu şekilde firmanın etkisinin piyasada artmasına yardımcı olur. Açık inovasyon fikriyle ortaya çıkan bu yaklaşım AKKYBK'nin entegrasyon kabiliyetini ortaya koymaktadır. Ayrıca çalışma AKKYBK'deki yönetsel etkilere değinmiş, bu etkiler sayesinde ortaya konan kolay prosedürlerin sorunları hızlı ve kolay çözebileceği, böylece DDS'nin yapısal ve değer oluşturma etkilerinin ortaya çıkacağı söylenmiştir (Burchardt ve Maisch, 2019). Bu çalışmada da görülen bütüncül yaklaşım eksikliği AKKY insan kaynakları (İK) kabiliyetlerini dışarıda bırakmıştır.

AKKYBK ile DDS arasındaki ilişki konusunda yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde, meselenin sadece bir uygulama üzerinden yürütüldüğü, ya da benimseme kabiliyetlerinin hepsinin birlikte değerlendirilmediği görülmüştür. Bu araştırmanın en büyük katkısı AKKYBK entegrasyon, insan kaynakları ve yönetim kabiliyetlerinin bütünsel değerlendirilmiş olması, ayrıca her bir kabiliyetin DDS'nin temellerinden olan değer oluşturma ve yapısal değişiklikler üzerindeki etkilerinin incelenmesidir. Bu katkıyı ortaya çıkarmak için aşağıdaki araştırma hipotezleri ortaya konmuştur.

H_{1a}: Açık kaynak kodlu yazılım benimseme kabiliyetlerinden entegrasyon kabiliyetinin artması dijital dönüşüm değer oluşturma stratejisinin etkisini artırır.

H_{1b}: Açık kaynak kodlu yazılım benimseme kabiliyetlerinden insan kaynakları kabiliyetinin artması dijital dönüşüm değer oluşturma stratejisinin etkisini artırır.

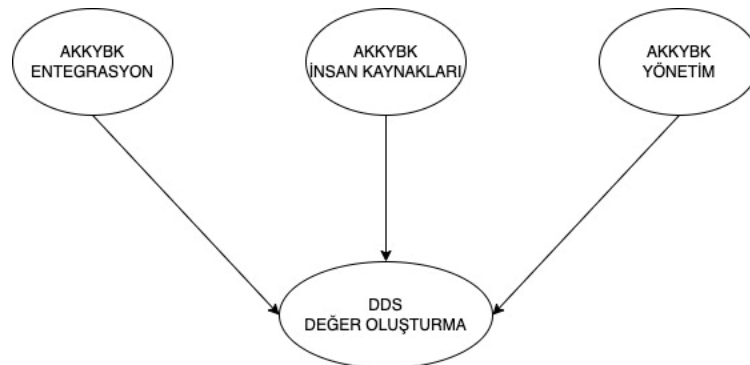
H_{1c}: Açık kaynak kodlu yazılım benimseme kabiliyetlerinden yönetim kabiliyetinin artması dijital dönüşüm değer oluşturma stratejisinin etkisini artırır.

H_{2a}: Açık kaynak kodlu yazılım benimseme kabiliyetlerinden entegrasyon kabiliyetinin artması dijital dönüşüm yapısal değişiklik stratejisinin etkisini artırır.

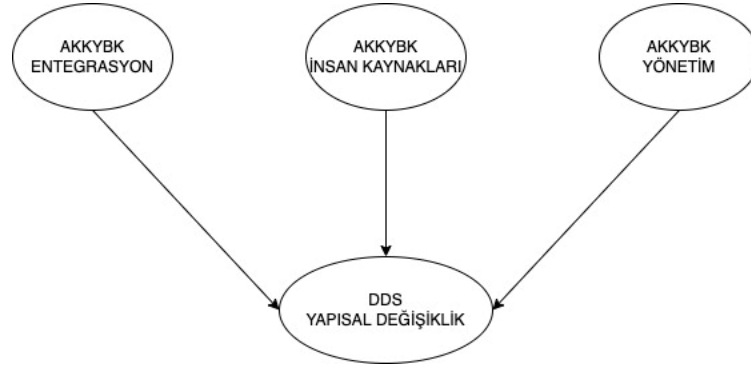
H_{2b}: Açık kaynak kodlu yazılım benimseme kabiliyetlerinden insan kaynakları kabiliyetinin artması dijital dönüşüm yapısal değişiklik stratejisinin etkisini artırır.

H_{2c}: Açık kaynak kodlu yazılım benimseme kabiliyetlerinden yönetim kabiliyetinin artması dijital dönüşüm yapısal değişiklik stratejisinin etkisini artırır.

Bu hipotezler doğrultusunda çalışmanın kavramsal modeli Şekil 1 ve Şekil 2'de ortaya konmaktadır.



Şekil 1. DDS Değer oluşturma değişiklik kavramsal modeli



Şekil 2. DDS Yapısal Değişiklik Kavramsal Modeli

3. ÇALIŞMANIN YÖNTEMİ

Araştırmanın yöntemi bölümünde sırası ile araştırma evreni ve örneklem, veri toplama araçları, veri toplama süreci ve veri analizi araçları ele alınmıştır.

3.1. Araştırma Evreni ve Örneklem

Bu çalışmada; bilgi teknolojileri alanında diğer ülkelerle rekabet edebilecek potansiyeli olması, sektörde nitelikli ve deneyimli firma çalışanlarına sahip olması ve araştırma çerçevesinin sınırlandırılması amacıyla araştırma alanı Türkiye olarak belirlenmiştir. Bu alan kapsamında araştırma evreni Türkiye içerisinde faaliyet gösteren ve bünyesinde bilgi teknolojileri departmanı bulunduran firmalarla tanımlanmıştır. Örneklem yöntemi olarak; araştırma evreninin bütününe ulaşmanın zorluğu ve araştırmaya davet edilen bazı yöneticilerin firmanın finansal ve teknik bilgilerini paylaşmak istememeleri gibi sebepler göz önünde bulundurularak basit rastgele örneklem yöntemi kullanılmıştır.

3.2. Veri Toplama Araçları

Kesitsel yöntemin kullanıldığı çalışmada veri toplama işlemi dört bölümden oluşan bir anket vasıtasıyla gerçekleştirilmiştir. Anket Google Forms platformunda oluşturulmuş ve kullanılmıştır. Anketin ilk bölümü araştırma konusu, içerik, katılımcılarda aranan özellikler, 6698 sayılı KVKK metni ve İstanbul Medeniyet Üniversitesi Etik Kurul'ndan alınmış onay belgesini içermektedir. Anketin ikinci ve üçüncü bölümlerinde sırasıyla açık kaynak kodlu yazılımları benimseme kabiliyetleri ve dijital dönüşüm stratejileri ile ilgili sorular yer almıştır. Bu sorular için 5'li Likert tipi ölçek (1= Kesinlikle katılmıyorum, 5= Kesinlikle katılıyorum) kullanılmıştır. Dördüncü bölümünde ankete katılan yönetici ve firmaya yönelik demografik sorulara yer verilmiştir.

Belirli bir araştırma modeli çerçevesinde hazırlanmış olan anketlerin sağlıklı olup olmadıklarının belirlenmesi önemlidir. Bu amaçla, anket oluşturulduktan sonra bilgi teknolojileri alanında çalışan üç akademisyen ve bilgi teknolojileri sektöründe faaliyet gösteren firmalarda çalışan üç uzman ile paylaşılmış; bu uzman görüşleri doğrultusunda anket formunda düzenlemeler yapılmıştır. Bu süreci takiben düzenlenmiş anketin son hali kullanılarak 50 firma yöneticisi ile pilot bir çalışma gerçekleştirilmiştir.

Pilot çalışmada elde edilen verilerle yapılan faktör analizi, geçerlilik ve güvenilirlik testleri sonuçlarına dayanarak soruların 53 sorudan 26 tanesi çıkarılmış ve anket 27 soru ile nihai şeklini almıştır. Faktör analizi sonucu elde edilen nihai yapılar, bu yapıları ölçen sorular ve istatistiksel değerlere ait veriler Tablo 1'de sunulmuştur.

Pilot çalışmada kullanılan veri setinin analize uygunluğunun ölçülmesinde Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) ve Bartlett test sonuçları kullanılmıştır. KMO değerinin 0,5'in üzerinde olması ve Bartlett testinin istatistiksel olarak anlamlı sonuç vermesi bir veri setinin faktör analizine uygunluğuna delil olarak kabul edilmektedir (Sipahi ve diğerleri, 2006: 79-80). KMO test değerinin 0,5 değerinin üzerinde ve Bartlett test sonucunun da 0,05 seviyesinde anlamlı olduğu görülerek veri setinin faktör analizi yapabilmek için uygun olduğu değerlendirilmiştir.

Tablo 1. Pilot çalışma faktör analizi sonuçları

<i>Faktörler</i>	<i>Faktör Ağırlığı</i>	<i>Faktörün Açıklayıcılığı (%)</i>	<i>Güvenilirlik (Cronbach α)</i>
<i>Açık Kaynak Kodlu Yazılım Benimseme Kabiliyeti-Yönetim</i>			
Yönetimsel açıdan AKKY tercih edilmesinde yazılımın dokümantasyonu önemli unsurdur.	0,822	19,306	0,907
Yönetim olarak AKKY ile ilgili politikamız bulunmaktadır.	0,818		
Yönetim olarak işletmemizde AKKY'li proje geliştirilmesi desteklenmektedir.	0,812		
İşletmemizde AKKY'lerin seçim kriterleri ile ilgili yönerge(ler) bulunmaktadır.	0,783		
Yönetimsel açıdan AKKY tercih edilmesinde yazılımın güvenliği önemli unsurdur.	0,743		
Yönetimsel açıdan AKKY tercih edilmesinde yazılımın performansı önemli unsurdur.	0,738		
Yönetim AKKY topluluklarına destek (maddi, teknik, lokasyon vb.) vermektedir.	0,694		
İşletmemizde AKKY projesine veya AKKY geliştiren topluluğa da aktif bir şekilde katkı yapılmıştır.	0,654		
<i>Dijital Dönüşüm Stratejisi-Yapısal Değişiklik</i>			
DD stratejimizde firmamız başka firmalarla ortaklık kurmaktadır.	0,849	13,562	0,844
DD stratejimizde firmamız başka firmalarla birleşme ve/veya firmaları satın alma yoluna gitmektedir.	0,76		
Yapılan DD stratejisi ile ürün ve hizmetlerimizde değişiklik hedeflenir.	0,733		
DD stratejimiz ile dijital teknolojilere dayalı yetkinlik elde etmek hedeflenir.	0,72		
DD stratejimiz ile iş süreçlerimizde değişiklik hedeflenir.	0,718		
DD stratejimizde firmamız iç kaynaklarını kullanır.	0,568		
<i>Açık Kaynak Kodlu Yazılım Benimseme Kabiliyeti-İnsan Kaynakları</i>			
Bilişim sistemleri personelimiz AKKY geliştirme pratiklerini (kod paylaşımı, takım arkadaşı değerlendirmesi, kullanıcı katkısı) uygulamaktadır.	0,858	11,38	0,807
Bilişim sistemleri personelimiz mevcut iş koşullarında AKKY projesi yönetecek bilgi ve kapasiteye sahiptir.	0,736		
Bilişim sistemleri personelimiz var olan AKKY kullanarak yeni bir projenin (açık veya kapalı kaynak olarak) geliştirilmesini gerçekleştirmiştir.	0,718		
Bilişim sistemleri personelimiz AKKY geliştirilmesine destek vermiştir.	0,689		
Bilişim sistemleri personelimiz AKKY geliştirme topluluklarına katılmaktadır.	0,681		
<i>Dijital Dönüşüm Stratejisi-Değer Oluşturma</i>			
DD stratejimizin geleceğe yönelik iş kapsamında içerik dağıtımı (Blog, Twitter, Youtube, Facebook vs.) ile ilgili projeler hedeflenir.	0,824	11,144	0,804
DD stratejimizin geleceğe yönelik iş kapsamında, yeni ve özgün bir içerik oluşturmak (e-kitaplar, blog yazıları, videolar) hedeflenir.	0,766		
DD stratejimizin geleceğe yönelik iş kapsamında içerikleri bir araya getirme (Google Haberler, SkyScanner, TripAdvisor vs.) üzerine projeler hedeflenir.	0,709		
DD stratejimiz ile üretilecek hizmet/ürünün kullanımı kısıtlı ve ücretsiz olup tam sürümünden gelir elde ederiz.	0,699		
DD ile üretilecek hizmet/ürün ücretsiz olup kazanç reklam geliri üzerinden elde edilmektedir.	0,691		

Tablo 1. (Devamı)

Faktörler	Faktör Ağırlığı	Faktörün Açıklayıcılığı (%)	Güvenilirlik (Cronbach α)
Açık Kaynak Kodlu Yazılım Benimseme Kabiliyeti-Entegrasyon			
Firmamız kendi imkanlarıyla geliştirdiği yazılımın kaynak kodlarını topluluk oluşturma hedefi taşımaksızın halka açık bir şekilde paylaşır.	0,852	7,729	0,701
İşletmemizde yeni bir AKKY projesi başlatılıp AKKY projesi ve topluluğunun yönetimi işletmemiz tarafından yapılır.	0,677		
İşletmemizde piyasada bulunan herhangi bir AKKY devralınıp AKKY projesi ve topluluğunun yönetimi işletmemiz tarafından yapılır.	0,589		
Toplam		63,12	
Kaiser-Meyer-Olkin Geçerlilik Ölçeği		0,591	
Bartlett Küresellik Testi	χ^2		805,626
	Standard Sapma		351
	p değeri		0,000

Faktörlerin ayıklanmasında temel bileşenler yöntemi ve Varimax dik döndürme yaklaşımı kullanılmıştır. Faktör ağırlıkları 0,5 değerinden düşük olan, birden fazla faktörle ilişkili olup ağırlıklarının birbirine yakınlığı 0,1 veya daha az olan ve tek kalan soruların çıkartılması ile özdeğeri 1'den büyük 5 faktör elde edilmiştir. Bu faktörler "Açık Kaynak Kodlu Yazılım Benimseme Kabiliyeti-Yönetim", "Açık Kaynak Kodlu Yazılım Benimseme Kabiliyeti- İnsan Kaynakları", "Açık Kaynak Kodlu Yazılım Benimseme Kabiliyeti-Entegrasyon", "Dijital Dönüşüm Stratejisi-Yapısal Değişiklik" ve "Dijital Dönüşüm Stratejisi-Değer Oluşturma" olarak adlandırılmıştır. Literatürde bir araştırmada yer alan ölçek sorularının iç güvenilirliklerini belirlemede en sık kullanılan yöntem Cronbach Alfa katsayısının değerlendirilmesidir (Kula Kartal ve Mor Dirlik, 2016). Cronbach Alfa değeri 0,60 ile 0,70 arasındaysa kabul edilebilir, 0,80 ve üzerindeyse çok iyi olarak yorumlanmaktadır (Ursachi ve diğerleri, 2015). Faktörlerin iç tutarlılıkları Cronbach Alfa testi ile sınanmış ve 0,7'den düşük bir değer tespit edilmemiştir (en düşük 0,701, en yüksek 0,907). Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde anketin son hali ile kullanılmasında bir sorun olmadığı kabul edilmiştir.

3.3. Veri Toplama Süreci

Araştırma anketinin oluşturulması ve sınanmasından sonra veri toplama aşamasına geçilmiştir. Ankete ait kısayol, araştırmacılar tarafından e-posta ve LinkedIn sosyal medya platformu aracılığı ile katılımcılara ulaştırılmıştır. Veri toplama süreci 5 ay sürmüştür. Bu süre içerisinde 203 katılımcı araştırma anketini doldurmuştur. Yapılan kontrollerde 3 katılımcının araştırma için uygun olmadığı görülerek araştırmadan çıkartılmış ve toplamda 200 katılımcıdan gelen veri ile araştırmanın analizi gerçekleştirilmiştir.

3.4. Veri Analizi Araçları

Araştırma verilerinin analizinde IBM SPSS istatistiksel veri analizi yazılımından faydalanılmıştır. Analizde güvenilirlik, geçerlilik, normallik testleri ve regresyon analizleri kullanılmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Demografik Bulgular

Araştırma kapsamında gerçekleştirilen analizlerin başlangıç aşamasında, örnekleme ait bazı önemli karakteristik özellikler incelenmiştir. Bu araştırmada yer alan 200 katılımcı firmaya ait özellikler ve sıklık sayıları ve yüzdelik oran bulguları Tablo 2'de listelenmiştir.

Bulgular incelendiğinde araştırmaya katılanların yarısından fazlasını Yönetici/Müdür ünvanına sahip katılımcıların (%69) oluşturduğu görülmüştür. Bunu sırasıyla Üst Düzey Yönetici (%9,5), CTO (%7,5), Şef (6,5), Kurucu Ortak (%4,5), CEO (%2,5) ve Kurucu (%0,5) takip etmektedir. Sektör bazında bakıldığında araştırmaya katılan firmaların büyük çoğunluğu faaliyet gösterdiği sektörü Bilişim ve Teknoloji (%80,5) olarak belirtmiştir. Diğer katılımcı firmalar ise Üretim (%10,5) ve Hizmet (%9) sektöründe faaliyet gösterdiklerini ifade etmişlerdir. Katılımcı firmaların yaklaşık yarısı (%45) 0-9 yıl arasında bir süredir faaliyet göstermekte olduğunu beyan etmiştir. Bunun dışında kalan firmaların %28,5'i 10-19 yıl arasında, %26,5'i 20 yıl ve daha uzun süredir faaliyette olan firmalardan oluşmaktadır. Çalışan sayılarına göre firmalar 0-9 arası (%28), 10-49 arası (%28,5), 50-249 arası (%17,5) ve 250 ve üzeri (%26) çalışana sahip olarak belirtilmiştir. Yıllık cirolarına göre incelendiklerinde katılımcı firmaların %32,5'i 0-3.000.000 TL arasında,

%30'u 3.000.000-25.000.000 TL arasında, %19,5'i 25.000.000-125.000.000 TL arasında ve %18'i 125.000.000 TL üzerinde yıllık ciroya sahip olarak sınıflanmaktadır. AKKY Yıllık İdaredeki bütçelerine göre ele alındığında ise firmaların %49'unun 0-100.000 TL, %24'ünün 100.000-500.000 TL arasında ve %27'sinin ise 500.000 TL üzerinde bütçe ayırdıkları ortaya çıkmıştır.

Tablo 2. Araştırma örnekleme ait demografik bulgular

<i>Karakteristik</i>	<i>Kategori</i>	<i>Frekans</i>	<i>Yüzde</i>
Unvan	Şef	13	6,5
	Yönetici/Müdür	138	69
	Üst Düzey Yönetici	19	9,5
	CTO	15	7,5
	CEO	5	2,5
	Kurucu Ortak	9	4,5
	Kurucu	1	0,5
Sektör	Üretim	21	10,5
	Hizmet	18	9
	Bilişim ve Teknoloji	161	80,5
Faaliyet Yılı	0-9 Yıl	90	45
	10-19 Yıl	57	28,5
	20 Yıl ve üzeri	53	26,5
Çalışan Sayısı	0-9	56	28
	10-49	57	28,5
	50-249	35	17,5
	250 ve üzeri	52	26
İşletmenin Yıllık Cirosu	0-3.000.000 TL arasında	65	32,5
	3.000.000 TL (dahil değil) - 25.000.000 TL	60	30
	25.000.000 TL (dahil değil) - 125.000.000 TL	39	19,5
	125.000.000 TL üzeri	36	18
AKKY Yıllık İdaredeki Bütçe	0-100.000 TL arasında	98	49
	100.000 TL (dahil değil) - 500.000 TL	48	24
	500.000 TL üzeri	54	27

4.2. Güvenilirlik Analizleri

Araştırmada kullanılan ölçeklerin iç güvenilirlikleri belirlemek üzere Cronbach Alfa testi uygulanmıştır. Tablo 3 araştırmada kullanılan tüm sorular için test sonuçlarını içermektedir.

Tablo 3. Ölçeklerin iç güvenilirlik test sonuçları

<i>Ölçek Adı</i>	<i>Cronbach Alfa Değeri</i>
AKKYBK Entegrasyon ile İlgili Kabiliyetler	0,758
AKKYBK İK ile İlgili Kabiliyetler	0,872
AKKYBK Yönetim ile İlgili Kabiliyetler	0,811
DDS Değer Oluşturma ile İlgili Stratejiler	0,705
DDS Yapısal Değişiklik ile İlgili Stratejiler	0,710

Elde edilen değerler iç güvenilirliğin en düşük 0,705 ve en yüksek 0,872 olmak üzere “kabul edilebilir” ve “çok iyi” seviyeleri arasında olduğunu göstermiştir. Soru çıkartılması durumunda ölçek güvenilirlik değerlerinde iyileşme olup olmadığı da kontrol edilmiş ve çıkartıldığı zaman büyük bir fark yaratan herhangi bir sorunun varlığına ilişkin kanıt bulunamamıştır. Bu bulgulara dayanarak iç güvenilirlik koşullarının sağlandığı kabul edilmiş ve geçerlilik analizlerine geçilmiştir.

4.3. Geçerlilik Analizleri

Değişkenler arası doğrusal bağlantıların varlığı ve var olması durumunda yönünün ve şiddetinin ne olduğu korelasyon katsayılarının incelenmesi ile araştırılır (Schober ve Schwarte, 2018). Pearson korelasyon katsayıları hakkında Sipahi ve diğerleri (2006: 145) bu konuda kabul edilmiş kesin değerler olmamakla birlikte 0,50'den küçük ise zayıf, 0,50-0,70 arasında ise orta, 0,70 üzeri ise güçlü ve olarak yorumlanmasını önermiştir. Farklı soru gruplarında yer alan soruların birbirleriyle yüksek derecede bağlantılı çıkmamaları, maddelerin tutarlı olduğu şeklinde yorumlanabilir (Hair ve diğerleri, 2013: 124). Araştırma soruları ile yapılan korelasyon test sonuçlarında güçlü bağlantılara rastlanmamış olup geçerliliğin sağlandığı kabul edilmiştir.

4.4. Normallik Testleri

Araştırmada kullanılması planlanan verilerin normalliğinin test edilmesinde farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden bir tanesi de çarpıklık ve basıklık değerlerinin incelenmesi ile gerçekleştirilmektedir. Tablo 4'te kullanılan ölçeklerin çarpıklık ve basıklık değerleri verilmiştir.

Tablo 4. Çarpıklık ve basıklık değerleri

Ölçek	İstatistik	Değer
AKKYBK Entegrasyon ile İlgili Kabiliyetler	Çarpıklık	-0,388
	Basıklık	-0,889
AKKYBK İK ile İlgili Kabiliyetler	Çarpıklık	-1,428
	Basıklık	1,541
AKKYBK Yönetim ile İlgili Kabiliyetler	Çarpıklık	-0,756
	Basıklık	0,401
DDS Değer Oluşturma ile İlgili Stratejiler	Çarpıklık	0,332
	Basıklık	-0,889
DDS Yapısal Değişiklik ile İlgili Stratejiler	Çarpıklık	-0,394
	Basıklık	-0,435

Tabachnick, B.G. ve Fidell (2007) çarpıklık ve basıklık değerleri için +1,5 -1,5 aralığının, George ve Mallery (2022: 114) ise +2,0 -2,0 aralığının normal dağılımın bir işareti olarak kabul edilebileceğini belirtmişlerdir. Bu yorumlar ışığında tablo değerleri incelendiğinde sadece İK ile ilgili kabiliyetler için basıklık değerinin sınırdan olduğu görülmüş ancak farkın çok küçük olduğu takdir edilerek verilerin normal dağılım şartlarına uygun olduğunun kabul edilebileceği sonucuna varılmıştır.

4.5. Regresyon Analizleri

4.5.1. AKKYBK Kabiliyetleri - DDS Değer Oluşturma İlişkisi

Araştırmanın bu bölümünde AKKYBK Entegrasyon, AKKYBK İK ve AKKYBK Yönetim kabiliyetlerinin DDS Değer Oluşturma ile ilişkisi çoklu doğrusal regresyon analizi ile incelenmiştir. Analiz öncesinde regresyon analizinin temel varsayımlarından olan bağımsız değişkenler arasında çoklu doğrusal bağlantı olmaması koşulunun sağlanıp sağlanmadığı ortaya konulmaya çalışılmıştır. Bu amaçla yapılmış olan korelasyon analizi sonuçları Tablo 5'te verilmiştir.

Değişkenler arası korelasyon katsayılarının 0,700 değerinden küçük olması çoklu doğrusal bağlantı probleminin yokluğunun bir işareti olarak kabul edilebilmektedir (Sipahi ve diğerleri, 2006: 156). Analiz sonuçlarında elde edilen bulgular bu kanıyı desteklemektedir. Çoklu doğrusal bağlantının varlığını denetlemek için ek olarak regresyon analizinde elde edilen ve Tablo 6'da sunulan VIF değerleri kontrol edilmiştir. Hair ve diğerleri (2013) VIF için kabul edilebilir değeri 10 ve altı, Craney ve Surler (2002) 5 ve altı, Pan ve Jackson (2008) ve Allison (1999) gibi araştırmacılar ise 2,5 ve altı olarak belirtmiştir. Analizde tüm VIF değerlerinin 2,5'tan küçük olduğu görülmüştür. Korelasyon ve VIF değerlendirmeleri göz önüne alındığında çoklu doğrusal bağlantının bir problem oluşturmadığı sonucuna varılmıştır. Regresyon analizine ait model özeti, ANOVA test sonuçları ve katsayılarla ait sonuçlar Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 5. AKKYBK kabiliyetleri-DDS değer oluşturma değişkenleri Pearson korelasyon analizi sonuçları

	AKKYBK Entegrasyon ile İlgili Kabiliyetler	AKKYBK İK ile İlgili Kabiliyetler	AKKYBK Yönetim ile İlgili Kabiliyetler	DD Değer Oluşturma ile İlgili Stratejiler
AKKYBK Entegrasyon ile İlgili Kabiliyetler	1			
AKKYBK İK ile İlgili Kabiliyetler	0,403*	1		
AKKYBK Yönetim ile İlgili Kabiliyetler	0,128*	0,381*	1	
DD Değer Oluşturma ile İlgili Stratejiler	0,235*	0,502*	0,596*	1

* Değerler 0,05 seviyesinde anlamlıdır

Tablo 6. AKKYBK kabiliyetleri-DDS değer oluşturma regresyon sonuçları tablosu

<i>Model Özeti</i>					
Model	R	R ²	Düzeltilmiş R ²		
1	0,408 ^a	0,167	0,154		
<i>ANOVA</i>					
Model	Karelerin Toplamı	df	Ortalama Kare	F	p
Regresyon	39,576	3	13,192	13,06	0,000 ^a
Artık	197,979	196	1,01		
Toplam	237,555	199			
<i>Katsayılar^b</i>					
Model	Standartlaşmamış Katsayılar		Standartlaşmış Katsayılar		Doğrusallık İstatistikleri
	B	Std. Hata	Beta	p	VIF
(Sabitler)	1,398	0,414		0,001	
AKKYBK Entegrasyon	0,328	0,064	0,388	0,000	1,356
AKKYBK İK	-0,093	0,113	-0,067	0,414	1,573
AKKYBK Yönetim	0,101	0,111	0,08	0,363	1,799

^a Tahminciler (predictors): AKKYBK Yönetim, AKKYBK Entegrasyon, AKKYBK İK^b Bağımlı Değişken: DDS Değer Oluşturma

Tabloda yer alan bulgular, AKKYBK Entegrasyon, AKKYBK İK ve AKKYBK Yönetim değişkenlerinin birlikte DDS Değer Oluşturma ile anlamlı bir ilişki ($R=0,408$, $R^2=0,167$) sergilediğini ortaya koymaktadır ($F_{(3-196)}=13,06$, $p<0,01$). Bu üç değişken birlikte DDS Değer Oluşturmadaki değişimin %16,7'sini açıklayabilmektedir. ANOVA testinin p değerinin anlamlı olması, bağımsız değişkenlerden en az birinin bağımlı değişkeni istatistiksel olarak tahmin edebildiğini işaret etmektedir. Katsayılar bölümü incelendiğinde sadece AKKYBK Entegrasyon kabiliyeti ($\beta =0,388$, $p<0,01$) değişkeninin DDS Değer Oluşturma değişkenini anlamlı olarak yordadığı görülmüş, AKKYBK İK ($\beta =-0,067$, $p>0,05$) ve AKKYBK Yönetim ($\beta =0,080$, $p>0,05$) değişkenleri ile DDS Değer Oluşturma arasında anlamlı bir etkiye ilişkin kanıt bulunamamıştır.

4.5.2. AKKYBK Kabiliyetleri-DDS Yapısal Değişiklik İlişkisi

Araştırmanın ikinci modeli için Tablo 7'de yer alan değişkenler arasındaki korelasyon değerleri ve Tablo 8'de yer alan VIF değerleri incelenmiştir. Korelasyon değerlerinin 0,800'den küçük olduğu ve VIF değerlerinin 2,5'tan küçük olduğu izlenmiş ve birinci modelde olduğu gibi çoklu doğrusal bağlantının bu model için de sorun oluşturmadığı sonucuna varılmıştır.

Tablo 7. AKKYBK kabiliyetleri-DDS yapısal değişiklik değişkenleri pearson korelasyon analizi sonuçları

	DD Yapısal Değişiklik ile İlgili Stratejiler	AKKYBK Entegrasyon ile İlgili Kabiliyetler	AKKYBK İK ile İlgili Kabiliyetler	AKKYBK Yönetim ile İlgili Kabiliyetler
DD Yapısal Değişiklik ile İlgili Stratejiler	1			
AKKYBK Entegrasyon ile İlgili Kabiliyetler	0,434*	1		
AKKYBK İK ile İlgili Kabiliyetler	0,298*	0,381*	1	
AKKYBK Yönetim ile İlgili Kabiliyetler	0,415*	0,502*	0,596*	1

*Değerler 0,05 seviyesinde anlamlıdır

Tablo 8'de yer alan regresyon analizi sonuçları, AKKYBK Entegrasyon, AKKYBK İK ve AKKYBK Yönetim değişkenlerinin birlikte DDS Yapısal Değişiklik stratejisi üzerinde anlamlı bir etki ($R=0,491$, $R^2=0,241$) oluşturduğunu ortaya koymaktadır ($F_{(3-196)}=20,801$, $p<0,01$). Bu üç değişken birlikte DDS Yapısal Değişiklikteki değişimin %24,1'ini açıklayabilmektedir. ANOVA testinin p değerinin anlamlı olması, bağımsız değişkenlerden en az birinin bağımlı değişkeni istatistiksel olarak tahmin edebildiğini işaret etmektedir. Katsayılar bölümüne bakıldığında AKKYBK Entegrasyon kabiliyeti ($\beta=0,298$, $p<0,01$) ve AKKYBK Yönetim ($\beta=0,080$, $p>0,05$) değişkenlerinin DDS Yapısal Değişiklik değişkenini anlamlı olarak yordadığı, AKKYBK İK ($\beta=0,041$, $p>0,05$) değişkeni ile DDS Yapısal Değişiklik arasında anlamlı bir etkiye ilişkin kanıt bulunamadığı görülmüştür.

Tablo 8. AKKYBK kabiliyetleri-DDS yapısal değişiklik regresyon sonuçları tablosu

<i>Model Özeti</i>					
<i>Model</i>	<i>R</i>	<i>R²</i>	<i>Düzeltilmiş R²</i>		
1	0,491 ^a	0,241	0,23		
<i>ANOVA</i>					
<i>Model</i>	<i>Karelerin Toplamı</i>	<i>df</i>	<i>Ortalama Kare</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
Regresyon	38,454	3	12,818	20,801	0,000 ^a
Artık	120,778	196	0,616		
Toplam	159,232	199			
<i>Katsayılar^b</i>					
<i>Model</i>	<i>Standartlaşmamış Katsayılar</i>		<i>Standartlaşmış Katsayılar</i>		<i>Doğrusallık İstatistikleri</i>
	<i>B</i>	<i>Std. Hata</i>	<i>Beta</i>	<i>p</i>	<i>VIF</i>
(Sabitler)	1,83	0,324		0,000	
AKKYBK Entegrasyon	0,206	0,05	0,298	0,000	1,356
AKKYBK İK	0,047	0,088	0,041	0,599	1,573
AKKYBK Yönetim	0,249	0,086	0,241	0,004	1,799

^a Tahminciler (predictors): AKKYBK Yönetim, AKKYBK Entegrasyon, AKKYBK İK^b Bağımlı Değişken: DDS Yapısal Değişiklik

5. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Önceki bölümde detaylı olarak sunulmuş olan bulgulara dayanarak, araştırma çerçevesinde ortaya konmuş olan altı hipotezden H_{1a} , H_{2a} , ve H_{2c} hipotezlerinin destek bulduğu, H_{1b} , H_{1c} , ve H_{2b} hipotezlerini destekleyecek bulgulara ise ulaşılmadığı görülmektedir. Tablo 9'da bütün hipotezler ile kabul/ret durumlarına ilişkin bilgiler verilmektedir.

Tablo 9. Araştırma hipotezleri ve kabul/ret sonuçları

<i>Araştırma Hipotezinin Tam İfadesi</i>	<i>Hipotez</i>	<i>Kabul/Ret</i>
Açık kaynak kodlu yazılım benimseme kabiliyetlerinden entegrasyon kabiliyetinin artması dijital dönüşüm değer oluşturma stratejisinin etkisini artırır.	H _{1a}	Desteklendi
Açık kaynak kodlu yazılım benimseme kabiliyetlerinden insan kaynakları kabiliyetinin artması dijital dönüşüm değer oluşturma stratejisinin etkisini artırır.	H _{1b}	Desteklenmedi
Açık kaynak kodlu yazılım benimseme kabiliyetlerinden yönetim kabiliyetinin artması dijital dönüşüm değer oluşturma stratejisinin etkisini artırır.	H _{1c}	Desteklenmedi
Açık kaynak kodlu yazılım benimseme kabiliyetlerinden entegrasyon kabiliyetinin artması dijital dönüşüm yapısal değişiklik stratejisinin etkisini artırır.	H _{2a}	Desteklendi
Açık kaynak kodlu yazılım benimseme kabiliyetlerinden insan kaynakları kabiliyetinin artması dijital dönüşüm yapısal değişiklik stratejisinin etkisini artırır.	H _{2b}	Desteklenmedi
Açık kaynak kodlu yazılım benimseme kabiliyetlerinden yönetim kabiliyetinin artması dijital dönüşüm yapısal değişiklik stratejisinin etkisini artırır.	H _{2c}	Desteklendi

Dijital dönüşümde değer oluşturma stratejisi firmanın ortaya koyduğu veya üretmeyi planladığı ürün ve servislerin çıktısı olarak ortaya konmuştur (Matt ve diğerleri, 2015). Bu strateji üzerindeki AKKYBK entegrasyon kabiliyeti etkisi yapılan test sonuçlarında istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Yapılan bu araştırma sonucunda AKKYBK entegrasyonu ile ilgili kabiliyetin yazılımın nasıl ve hangi strateji doğrultusunda geliştirileceğini ortaya koyarak işletmede DD değer oluşturma stratejisini etkilediği anlaşılmaktadır. Bu sonuç, AKKY geliştirmede yeni bir ürün çıkarmak için entegrasyon kabiliyetinin işletmeyle koordinasyon ve uyum içerisinde geliştirilmesinin önemini gösterir (Faridian, 2022). Örneğin, açık kaynak kodlu yazılımdaki topluluk oluşturma entegrasyon kabiliyetinin bile işletmenin değer oluşturmada katkı sağlayabileceği H_{1a} hipotezinin desteklenmesiyle görülmüştür.

İK ile ilgili benimseme kabiliyetleri açısından bakıldığında; bireylerin sahip oldukları yetenekler, takım çalışması yapmak gibi belirli AKKY pratiklerini uygulamak, daha önce AKKY geliştirmesine destek vermek, AKKY projesini yönetecek bilgi ve tecrübeye sahip olmak gibi niteliklerin DD değer oluşturma stratejisi üzerinde etkili olduğu görüşü H_{1b} hipotezinin istatistiksel olarak desteklenmemesi sonucu reddedilmiştir. Aynı ölçüm yönetim kabiliyetleri için de uygulanmış, işletmelerin belirli AKKY politikaları ve prosedürlerinin olması, AKKY'nin yönetim olarak desteklenmesi, AKKY için yazılım dokümantasyonunun olması, performansı ve güvenliği gibi konuların DD değer oluşturma stratejisine etkisinin istatistiksel olarak anlamsız olduğu ortaya çıkmış, dolayısı ile H_{1c} hipotezi de desteklenmemiştir.

H_{2a} hipotezinde öngörüldüğü şekilde açık kaynak kodlu yazılım benimseme kabiliyetlerinden entegrasyon kabiliyetinin artmasının dijital dönüşüm yapısal değişiklik stratejisinin etkisini artırdığı bulunmuştur. Bu da ürün ve hizmetlerde değişiklik, iş süreçlerinde, teknolojilere dayalı yetkinliklerde, projelerin ilerlemesi için iç kaynak ve/veya dış kaynak kullanımında artış beklentisi doğurmaktadır. H_{2c} hipotezinin istatistiksel olarak anlamlı bir kanıt ile desteklenmesi DD yapısal değişiklik ile ilgili stratejilerde DD'de teknolojik yetkinlik kazanma, dış veya iç kaynak kullanımı gibi yönetsel olgularda AKKYBK yönetim ile ilgili kabiliyetlerin etkisinin olduğu sonucunu ortaya koymaktadır. AKKY insan kaynakları kabiliyetlerinin işletmelerde DD kullanılarak oluşturulabilecek yapısal değişiklik stratejileri üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı H_{2b} hipotezinin anlamsız çıkmasıyla görülmüştür. Bu da AKKYBK'nin insan kaynakları kabiliyetlerinin daha çok kişisel entelektüel sermayeyi güçlendirdiği düşüncesini oluşturmaktadır.

5.1. Değerlendirme

Dijital dönüşüm ile işletmelerin günümüz teknolojisine uyumlanması, dijital dünyanın sağlamış olduğu kolaylıklardan yararlanarak müşterilerine en iyi hizmeti vermelerine ve rakipleriyle rekabet edebilmelerine kolaylık sağlama ve üretimde verimlilik amaçlanmaktadır. Bu nedenle DD, işletmeler açısından göz ardı edilmemesi gereken önemli bir unsurdur. DD'yi gerçekleştirmek için birtakım stratejilere sahip olunması da gerekmektedir. Doğru ve DD'ye uygun stratejilere sahip olmak işletmelerin DD'de başarılı olmasında yardımcı olacaktır. Diğer taraftan DD'yi uygularken, sistemlerde, ürünlerde veya servislerde uygulanacak yazılımın türünü belirlemek, DD'yi de etkileyeceği için verimlilik açısından oldukça önemli bir karardır.

Bu çalışmada, içerdiği esnekliklerden dolayı sıkça tercih edilen AKKY kabiliyetlerinin her işletmenin kendine özgü DD stratejilerinden dolayı benimsenmesi konusunda farklılık gösterdiği izlenmiştir. Bundan dolayı entegrasyon, İK ve yönetim ile ilgili olmak üzere üç kategoride incelediğimiz AKKYBK'nin DD değer oluşturma ve yapısal değişiklikler ile ilgili stratejileri nasıl etkilediği Türkiye'de faaliyet gösteren işletmelerin bilişim teknolojileri departmanında yönetici olarak çalışan kişilere yönelik yapılan araştırmayla değerlendirilmiştir.

Verilerin analiz edilmesi neticesinde DD değer oluşturma stratejilerini sadece AKKYBK entegrasyon ile ilgili kabiliyetlerin etkilediği, İK ve yönetim ile ilgili kabiliyetlerin değer oluşturma stratejilerine etkilerinin bulunmadığı sonucu çıkmıştır. Bu sonuca dayanarak değer oluşturma stratejilerinin bizzat ürünün kendisi olup Faridian'ın (2022)'da belirttiği gibi entegrasyon ile ilgili kabiliyetlerin ürünün üretim şeklini ilgilendirmesinden dolayı ürün bazında bir etkileşime girdikleri anlaşılmaktadır. Dolayısı ile, DD uygulanırken ürün ve servislerde değer oluşturulmak istendiğinde tercih edilen AKKYBK kabiliyetlerindeki entegrasyon parametreleri -yani AKKY'yi bizzat işletmenin kendi üretim dinamikleriyle organize etmesi- işletmelerin değer çıktısında etkili olacaktır. Aynı zamanda bu sonuç literatürde bir ürün üzerinden yapılan entegrasyon tespitlerinin, genel anlamdaki AKKYBK entegrasyon kabiliyetiyle beraber DD değer oluşturma stratejisine destek vereceğini göstermiştir (Çavuş ve Soysal Kurt, 2017; Bin Azmy ve diğerleri, 2021). Ürün veya serviste DD'nin değer oluşturma stratejisi benimsendiğinde İK ve yönetimin etkisinin çalışmamızda görülmemesi üretim ve servis çıktılarının İK ve yönetim kabiliyetlerinin doğrudan bağlantılı olmayışına ve teknolojik tercihlerde öncül olmamasına bağlanabilir. Bu da verimliliğin işletmede AKKYBK'nin üretimde değer oluşturmaya katkı sağladığının göstergesidir.

DD yapısal değişiklik stratejisi ve AKKYBK arasındaki ilişkilerin incelenmesi sonucunda entegrasyon ve yönetim kabiliyetlerinin DD yapısal değişiklik stratejisini etkilediği görülmüştür. Bu netice DD yapısal değişiklik ile ilgili stratejinin iç/dış kaynak kullanımı, teknolojik yetkinlik elde etme gibi daha yönetsel kararların gerekliliğini ve yazılımın üretim şeklini ilgilendiren süreçlerin aynı zamanda işletmenin diğer süreçlerini de olumlu etkilediğini ortaya koymaktadır. Ancak, İK kabiliyetlerinin kişisel yetenekler açısından hem yapısal hem de değer oluşturmada dinamik bir rol almadığı bu çalışma sonucunda saptanmıştır. Aslında DD stratejisinin dinamik olması, işletmelerin hedefleriyle uyumlu olması gerekliliği, AKKYBK'nin dinamik etkisini bize açıklamaktadır. AKKYBK İK kabiliyetinin etkisinin çalışmada çıkmaması İK kabiliyetlerinin stratejik kararların alınması sonucu ortaya çıkan kabiliyetler olması olarak yorumlanabilir. Yapılan literatür çalışmalarında İK kabiliyetlerine değinilmemesi bu sonucun bir tezahürü olabilir. Yeni iş kollarının ortaya çıkması, ya da yeni işletme süreçlerinin benimsenmesi, inovasyonun teşviki gibi sonuçların DD yapısal değişiklik stratejisiyle ilişkili olduğu literatür ile bu çalışmanın kesişme noktaları olup, diğer kabiliyetler açısından da farklı olduğu görülmüştür (Burchardt ve Maisch, 2019). Bu sonuçtan AKKYBK'nin dinamik etkisinin verimli süreçler doğurarak işletmelerde yapısal değişikliklere vesile olduğu anlaşılmaktadır.

DD maliyetli ve zamana yayılan bir işlemdir. Bu çalışma, DD stratejilerinden en önemlilerinin seçildiği; değer oluşturma ve yapısal değişiklik stratejilerinin kullanımı ve etkilerinin artırılması esnasında AKKY kullanan ve kullanmayı düşünen işletmelerin AKKY'yi benimseme kabiliyetlerinden entegrasyon ve yönetimi en iyi şekilde oluşturmaları gerektiğini ortaya koymuştur. Bu stratejiler doğrultusunda AKKY'yi destekleyecek İK kabiliyetlerinin tercihinin ise sonuçta stratejik bir yaklaşımdan çok operasyonel bir olgu olduğu bu araştırmadan pratik bir katkı olarak çıkmaktadır. Ortaya çıkan bu durum insan kaynaklarının sadece bulundurulmasından ziyade işletmelerin bu kabiliyetleri AKKYBK entegrasyonu çerçevesinde uygulamalarını gerektirmektedir. İşletmelerin AKKY'yi benimsedikleri ve DD'nin kaçınılmaz olduğu günümüzde, dinamik kabiliyetler olan entegrasyon ve yönetimin gerekliliklerini anlayıp, yakalayıp, değer oluşturma ve yapısal değişiklik bazında DD stratejilerinde dinamik bir dönüşüm oluşturduğu bu çalışmanın teorik katkısı olarak görülmektedir. Dinamik kabiliyetler çerçevesindeki teorik yaklaşım, pratikte firmaların AKKYBK ile işletmenin gerekliliklerini anlamasını sağlayarak, çevrede oluşan değişiklikleri hızlıca yakalayıp gerekli dönüşümün oluşmasını tetikleyecektir.

5.2. Araştırmanın Kısıtları ve Öneriler

Anket çalışmasında, yöneticilere bireysel olarak işletmenin DD stratejisi ve AKKY benimseme stratejisiyle ilgili sorular sorulmuştur. İşletmelere yönetici düzeyinde ulaşılması yerine işletmelerin kendi DD ve AKKY tecrübelerini paylaştığı alanların olduğu ve ilgili konularda çalışanların tecrübelerini paylaştığı platformlara ulaşılarak araştırma zenginleştirilebilir. Böyle bir yaklaşım farkındalığın artmasını sağlayarak, bu sahada akademik araştırma yapacak olan kişilere önemli bir veri sunacaktır. Gelecekte yapılacak çalışmalarda yöneticiler yerine alt kademe çalışan teknik kişilere yönelik araştırmalar AKKY ve DD meselesine bu perspektiften bakmayı sağlayacaktır. Yürütülen çalışma sadece Türkiye'deki bilişim teknolojileri departmanı bulunan işletmelere yönelik gerçekleştirilerek belirli bir sayıda veri elde edilmiştir. Yapılan analizlerin daha tutarlı ve kapsayıcı olması açısından gelecek çalışmalarda Türkiye genelinde daha fazla yöneticiye ulaşılması faydalı olacaktır. Diğer taraftan sadece Türkiye ile sınırlı kalmayıp farklı ülkelerdeki yöneticilerle de benzer çalışma yürütmek veri setinin büyümesine dolayısı ile daha anlamlı sonuçlar elde etmeye neden olacaktır. Ayrıca bu şekilde ülkeler arası AKKY ve DD ile ilgili farklılıklar olup olmadığını takip etme fırsatı elde edilebilecektir. Buradan elde edilecek tecrübeler ve yeni bakış açıları Türkiye'deki işletmelerin AKKY ve DD'ye yaklaşımları konusundaki verimliliklerini ortaya koyabilir.

Yazar Katkıları / Author Contributions

Arafat Salih Aydıner: Literatür Taraması, Kavramsallaştırma, Metodoloji, Veri Derleme, Analiz, Makale Yazımı-rijinal taslak Erdem Erzurum: Literatür Taraması, Kavramsallaştırma, Metodoloji, Veri Derleme, Analiz, Makale Yazımı-rijinal taslak Ahmet Esat Kara: Modelleme, Makale Yazımı-inceleme ve düzenleme

Arafat Salih Aydıner: Literature Review, Conceptualization, Methodology, Data Curation, Analysis, Writing-original draft Erdem Erzurum: Literature Review, Conceptualization, Methodology, Data Curation, Analysis, Writing-original draft Ahmet Esat Kara: Modelling, Writing-review and editing

Çatışma Beyanı / Conflict of Interest

Yazarlar tarafından herhangi bir potansiyel çıkar çatışması beyan edilmemiştir.
No potential conflict of interest was declared by the authors.

Fon Desteği / Funding

Bu çalışmada herhangi bir resmi, ticari ya da kâr amacı gütmeyen organizasyondan fon desteği alınmamıştır.
Any specific grant has not been received from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Etik Standartlara Uygunluk / Compliance with Ethical Standards

Bu çalışma için İstanbul Medeniyet Üniversitesi Sosyal ve Beşerî Bilimler Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu'nun 02.09.2021 tarihli ve 2021/52 numaralı kararı ile onay alınmıştır.
For this study, the approval of the Ethics Committee of İstanbul Medeniyet University was obtained with the decision dated 02.09.2021 and numbered 2021/52.

Etik Beyanı / Ethical Statement

Yazarlar tarafından bu çalışmada bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan edilmiştir.
It was declared by the authors that scientific and ethical principles have been followed in this study and all the sources used have been properly cited.



Yazarlar, Verimlilik Dergisi'nde yayımlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmaları CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.
The authors own the copyright of their works published in Journal of Productivity and their works are published under the CC BY-NC 4.0 license.

KAYNAKÇA

- Ajila, S. ve Wu, D. (2007). "Empirical Study of the Effects of Open Source Adoption on Software Development Economics", *Journal of Systems and Software*, 80(9), DOI: 10.1016/j.jss.2007.01.011.
- Akram, U., Fülöp, M., Tiron-Tudor, A., Topor, D. ve Căpuşneanu, S. (2021). "Impact of Digitalization on Customers' Well-Being in the Pandemic Period: Challenges and Opportunities for the Retail Industry", *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(14), DOI: 10.3390/ijerph18147533.
- Allison, P. (1999). "Multiple Regression: A Primer", Pine Forge Press, California, London, New Delhi.
- AlNuaimi, B., Kumar Singh, S., Ren, S., Budhwar, P. ve Vorobyev, D. (2022). "Mastering Digital Transformation: The Nexus between Leadership, Agility, and Digital Strategy", *Journal of Business Research*, 145, 636-648, DOI: 10.1016/j.jbusres.2022.03.038.
- Appleyard, M. ve Chesbrough, H. (2017). "The Dynamics of Open Strategy: From Adoption to Reversion". *Long Range Planning*, 50(3), 310-321, DOI: 10.1016/j.lrp.2016.07.004.
- Aşar, E., Bülbül, F., Akbulut, M., Bayarslan, P., Kermen, T. ve Fındık, D. (2022). "Measuring Firm Perception to Adaptation of Industry 4.0: The Case of Turkey", *Verimlilik Dergisi*, Dijital Dönüşüm ve Verimlilik Özel Sayısı, 141-155, DOI: 10.51551/Verimlilik.971100.
- Aydiner, A.S. (2020). "A Model for Digital Business Governance for Strategic Growth and Innovation with Dynamic Capabilities", *Strategic Outlook for Innovative Work Behaviours*, (Editörler: Dincer, H., Yüksel, S.), Springer, Cham, DOI: 10.1007/978-3-030-50131-0_8.
- Aydiner, A.S. ve Kubilay, B. (2022). "Türkiye'deki Bakım Yönetim ve Kestirimci Bakım Bilişim Sistemlerinin Firmaya Özgü Durumları Üzerine Bir Saha Araştırması", *Verimlilik Dergisi*, Dijital Dönüşüm ve Verimlilik Özel Sayısı, 123-140, DOI: 10.51551/verimlilik.986969.
- Bakırtaş, T. ve Ustaömer, K. (2019). "Türkiye'nin Bankacılık Sektöründe Dijitalleşme Olgusu", *Ekonomik İşletme ve Yönetim Dergisi*, 3(1), 1-24.
- Basole, R. (2016). "Accelerating Digital Transformation: Visual Insights from the API Ecosystem", *IT Professional*, 18(6), 20-25, DOI: 10.1109/MITP.2016.105.
- Berghaus, S. ve Back, A. (2016). "Stages in Digital Business Transformation: Results of an Empirical Maturity Study", *MCIS 2016 Proceedings*, 22.
- Bin Azmy, I., Azmi, A., Sulaiman, M. ve Yusop, O. (2021). "Digital Transformation in Oil and Gas Industry: Developing an OSDU Third-Party Application", *7th International Conference on Engineering and Emerging Technologies, ICEET 2021*, DOI: 10.1109/ICEET53442.2021.9659636.
- Borangiu, T., Trentesaux, D., Thomas, A., Leitão, P. ve Barata, J. (2019). "Digital Transformation of Manufacturing through Cloud Services and Resource Virtualization", *Computers in Industry*, 108, 150-162, DOI: 10.1016/j.compind.2019.01.006.
- Burchardt, C. ve Maisch, B. (2019). "Digitalization Needs a Cultural Change-Examples of Applying Agility and Open Innovation to Drive the Digital Transformation", *Procedia CIRP*, 84, 112-117, DOI: 10.1016/j.procir.2019.05.009.
- Butler, S., Gamalielsson, J., Lundell, B., Brax, C., Mattsson, A., Gustavsson, T., Feist, J., Kvarnström, B. ve Lönnroth, E. (2022). "Considerations and Challenges for the Adoption of Open Source Components in Software-Intensive Businesses", *Journal of Systems and Software*, 186, 111152, DOI: 10.1016/j.jss.2021.111152.
- Craney, T. ve Surlles, J. (2002). "Model-Dependent Variance Inflation Factor Cutoff Values", *Quality Engineering*, 14(3), 391-403.
- Çavuş, M.F. ve Soysal Kurt, H. (2017). "Kamu Kurumlarında Açık Kaynak Kodlu Yazılımların Kullanımı", *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 5(3), 39-49.
- Damanpour, F. ve Wischnevsky, J.D. (2006). "Research on Innovation in Organizations: Distinguishing Innovation-Generating from Innovation-Adopting Organizations", *Journal of Engineering and Technology Management*, 23(4), 269-291.
- Ebert, C. ve Duarte, C. (2018). "Digital Transformation", *IEEE Software*, 35(4), 16-21.
- Elliott, M. ve Scacchi, W. (2005). "Mobilization of Software Developers: Free Software Development", *Information Technology and People*, 21(1), 4-33.
- Ernst, N. A., Easterbrook, S. ve Mylopoulos, J. (2010). "Code Forking in Open-Source Software: A Requirements Perspective", DOI:10.48550/arXiv.1004.2889.
- Faridian, P.H. (2022). "Leading Open Innovation: The Role of Strategic Entrepreneurial Leadership in Orchestration of Value Creation and Capture in Github Open Source Communities", *Technovation*, 119, 102546.
- Fiorina, C., Shriwise, P., Dufresne, A., Ragusa, J., Ivanov, K., Valentine, T., . . . Dechenaux, B. (2020). "An Initiative for the Development and Application of Open-Source Multi-Physics Simulation in Support of R&D and E&T in

- Nuclear Science and Technology", *International Conference on Physics of Reactors: Transition to a Scalable Nuclear Future, PHYSOR 2020*, DOI:10.1016/j.lrp.2016.07.004.
- Franch, X., Kenett, R., Susi, A., Galanis, N., Glott, R. ve Mancinelli, F. (2015). "Community Data for OSS Adoption Risk Management", *The Art and Science of Analyzing Software Data* (Editörler: Bird, C., Menzies, T. ve Zimmermann, T.), 377-409, Elsevier Science, San Diego, CA, USA.
- Fukawa, N., Zhang, Y. ve Erevelles, S. (2021). "Dynamic Capability and Open-Source Strategy in the Age of Digital Transformation", *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 7(3), 1-16.
- Gebauer, H., Fleisch, E., Lamprecht, C. ve Wortmann, F. (2020). "Growth Paths for Overcoming the Digitalization Paradox", *Business Horizons*, 63(3), 313-323, DOI: 10.1016/j.bushor.2020.01.005.
- George, D. ve Mallery, P. (2022). "IBM SPSS Statistics 27 Step by Step: A Simple Study Guide and Reference", 17. Baskı, Routledge, New York.
- Georgopoulou, P. (2009). "The Free/Open Source Software Movement: Resistance or Change?", *Civitas - Revista de Ciências Sociais*, 9(1), 65-76, DOI:10.15448/1984-7289.2009.1.5569.
- Gimpel, H., Hosseini, S., Huber, R., Probst, L., Röglinger, M. ve Faisst, U. (2018). "Structuring Digital Transformation: A Framework of Action Fields and Its Application at ZEISS", *Journal of Information Technology Theory and Application*, 19(1), 31-54.
- Hair, J., Black, W., Babin, B. ve Anderson, R. (2013). "Multivariate Data Analysis", Pearson Education Limited, Londra.
- Hauge, Ø., Ayala, C. ve Conradi, R. (2010). "Adoption of Open Source Software in Software-Intensive Organizations- A Systematic Literature Review", *Information and Software Technology*, 52(11), 1133-1154, DOI: 10.1016/j.datak.2015.06.007.
- Helander, N., Aaltonen, T., Mikkonen, T., Oksanen, V., Puhakka, M., Seppänen, M., Vaden, T. ve Vainio, N. (2007). "Open Source Software Management Framework", *Tampere University of Technology and University of Tampere*, Tampere.
- Henriette, E., Feki, M. ve Boughzala, I. (2016). "Digital Transformation Challenges", *Tenth Mediterranean Conference on Information Systems (MCIS)*, Cyprus, 4-6 September.
- Hossain, S. (2018). "Blockchain Computing: Prospects and Challenges for Digital Transformation", *6th International Conference on Reliability, Infocom Technologies and Optimization (Trends and Future Directions) (ICRITO)*, 1-6.
- İnel, M. (2019). "An Empirical Study on Measurement of Efficiency of Digital Transformation by Using Data Envelopment Analysis", *Management Science Letters*, 9(2019), 549-556, DOI: 10.5267/j.msl.2019.1.008.
- Katsamakas, E. ve Xin, M. (2019). Open source adoption strategy. *Electronic Commerce Research and Applications*, 36(July 2018). <https://doi.org/10.1016/j.elerap.2019.100872>.
- Klein, M. (2020). "İşletmelerde Dijital Dönüşüm ve Etmenleri", *Dijital Çağda İşletmecilik Dergisi*, 3(1), 24-35.
- Kula Kartal, S. ve Mor Dirlik, E. (2016). "Geçerlilik Kavramının Tarihsel Gelişimi ve Güvenilirlikte En Çok Tercih Edilen Yöntem: Cronbach Alfa Katsayısı", *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(4), 1865-1879.
- Kutnjak, A., Pihir, I. ve Tomicic Furjan, M. (2019). "Digital Transformation Case Studies Across Industries - Literature Review", *42nd International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics, MIPRO 2019 - Proceedings*, 1293 – 1298, DOI: 10.23919/MIPRO.2019.8756911.
- Lin, Y., Ko, T., Chuang, T. ve Lin, K. (2006). "Open Source Licenses and the Creative Commons Framework: License Selection and Comparison", *Journal of Information Science and Engineering*, 22(1), 1-17.
- López, L., Costal, D., Ayala, C., Franch, X., Annosi, M., Glott, R. ve Haaland, K. (2015). "Adoption of OSS Components: A Goal-Oriented Approach", *Data and Knowledge Engineering*, 99, 17-38, DOI: 10.1016/j.datak.2015.06.007.
- Matt, C., Hess, T. ve Benlian, A. (2015). "Digital Transformation Strategies", *Business and Information Systems Engineering*, 57(5), 339–343. <https://doi.org/10.1007/s12599-015-0401-5>.
- Nadeem, A., Abedin, B., Cerpa, N. ve Chew, E. (2018). "Editorial: Digital Transformation & Digital Business Strategy in Electronic Commerce-The Role of Organizational Capabilities", *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, 13(2), I-VIII.
- Nadkarni, S. ve Prügl, R. (2021). "Digital Transformation: A Review, Synthesis and Opportunities for Future Research", *Management Review Quarterly*, 71(2), 233-341, DOI:10.1007/s11301-020-00185-7.
- Nigel, V. (2021). "Digital Business Transformation: How Established Companies Sustain Competitive Advantage from Now to Next", Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Pan, Y. ve Jackson, R. (2008). "Ethnic Difference in the Relationship between Acute Inflammation and Serum Ferritin in US Adult Males", *Epidemiology and Infection*, 136(3), 421- 431.

- Peppard, J. ve Ward, J. (2016). "The Strategic Management of Information Systems: Building a Digital Strategy", Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Ritter, T. ve Pedersen, C. (2020, 4). "Digitization Capability and the Digitalization of Business Models in Business-to-Business Firms: Past, Present, and Future", *Industrial Marketing Management*, 86, 180-190, DOI: 10.1016/j.jbusres.2019.09.022.
- Setia, P., Bayus, B.L. ve Rajagopalan, B. (2020). "The Takeoff of Open Source Software: A Signaling Perspective Based on Community Activities", *MIS Quarterly: Management Information Systems*, 44(3), 1439-1458.
- Schober, P. ve Schwarte, L. (2018). "Correlation Coefficients: Appropriate Use and Interpretation", *Anesthesia and Analgesia*, 126(5), 1763-1768.
- Sipahi, B., Yurtkoru, E.S. ve Çinko, M. (2006). "Sosyal Bilimlerde SPSS'le Veri Analizi", Beta Yayınları, İstanbul.
- Stief, S., Eidhoff, A. ve Voeth, M. (2016). "Transform to Succeed: An Empirical Analysis of Digital Transformation in Firms", *International Journal of Economics and Management Engineering*, 10(6), 1833-1842.
- Şimşek Demirbağ, K. ve Yıldırım, N. (2022). "Endüstri 4.0 Verimlilik: Türk Beyaz Eşya Sektöründe Keşfedici Durum Çalışması", *Verimlilik Dergisi*, Dijital Dönüşüm ve Verimlilik Özel Sayısı, 207-224.
- Tabachnick, B.G. ve Fidell, L.S. (2007). "Time-Series Analysis" *Using Multivariate Statistics*, 1-63.
- Ursachi, G., Horodnic, I. ve Zait, A. (2015). "How Reliable are Measurement Scales? External Factors with Indirect Influence on Reliability Estimators". *Procedia Economics and Finance*, 20, 679-686.
- Verhoef, P., Broekhuizen, T., Bart, Y., Bhattacharya, A., Qi Dong, J., Fabian, N. ve Haenlein, M. (2021). "Digital Transformation: A Multidisciplinary Reflection and Research Agenda", *Journal of Business Research*, 122, 889-901, DOI: 10.1016/j.jbusres.2019.09.022.
- Vial, G. (2019). "Understanding Digital Transformation: A Review and a Research Agenda", *Journal of Strategic Information Systems*, 28(2), 118-144, DOI: 10.1016/j.jsis.2019.01.003.
- Wasserman, A.I. (2013). "Community and Commercial Strategies in Open Source Software / Gemeinschafts- und Kommerzielle Strategien in der Open-Source-Softwarewelt", *IT-Information Technology*, 55(5), 181-188. DOI: 10.1515/itit.2013.1003.
- Yankın, F.B. (2019). "Dijital Dönüşüm Sürecinde Çalışma Yaşamı", *Trakya Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi*, 7(2), 1 - 38.
- Yordanova, S. ve Stefanova, K. (2019). "Major Technologies and Practical Aspects of the Digital Transformation of Business in a Big Data Environment", *Business Management / Biznes Upravlenie*, 1, 5 - 21.
- Zaoui, F. ve Souissi, N. (2020). "Roadmap for Digital Transformation: A Literature Review", *Procedia Computer Science*, 175, 621-628, DOI: 10.1016/j.procs.2020.07.090.
- Zittrain, J. (2004). "Normative Principles for Evaluating Free and Proprietary Software", *University of Chicago Law Review*, 71(1), 265-287.

Toplam Kalite Yönetiminin Tedarik Zinciri Yönetimi Üzerindeki Etkisi*

Levent GÜZEL¹, İlnur SAYAN²

ÖZET

Amaç: Sağlık hizmetlerinde Toplam Kalite Yönetimi (TKY) ve Tedarik Zinciri Yönetim (TZY) süreçlerine dayalı bütünleştirici bir sistem, sağlık hizmetlerinin tüm süreçlerinin verimli bir şekilde ilerlemesine yardımcı olabilir. Bu amaç doğrultusunda bu çalışma, TKY'nin TZY üzerindeki etkisini incelemeyi amaçlamaktadır.

Yöntem: Bu amaca ilişkin veri toplama aracı olarak anket yöntemi kullanılmıştır. Araştırmanın evrenini İstanbul ilinde faaliyet gösteren özel hastanelerde görev yapan sağlık çalışanları oluşturmaktadır. Kolayda örnekleme yöntemiyle 211 veri elde edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen veriler SPSS for Windows 22.00 ve AMOS 24.0 programı yardımıyla analiz edilmiştir. Değişkenler arasındaki farklılaşma ve ilişkiler yapısal eşitlik modeli ile ortaya konulmuştur.

Bulgular: Bu araştırma sonucunda TKY'nin TZY ve alt boyutlarına, anlamlı ve pozitif yönde etkisi olduğu görülmüştür. TKY uygulamaları TZY'nin etkinliğini artırabilir. Ayrıca TKY'nin, TZY'ni oluşturan talep ve sipariş, planlama, satın alma, stok yönetimi, depo yönetimi, sevkiyat ve dağıtım, tedarikçilerle ilişkiler boyutlarında etkinliğini artırdığı görülmüştür.

Özgünlük: Akademik literatürde sağlık kurumlarında TKY'nin TZY üzerinde etkisini inceleyen çalışmaların yeterli olmaması sebebi ile bu çalışma bir özgünlük sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Tedarik Zinciri Yönetimi, Toplam Kalite Yönetimi, Sağlık Hizmetleri, Verimlilik.

JEL Kodları: I19, Y40, L20.

Evaluation of the Impact of Total Quality Management on Supply Chain Management

ABSTRACT

Purpose: An integrative system based on Total Quality Management (TQM) and Supply Chain Management (SCM) processes in healthcare can help all processes of healthcare to proceed efficiently. For this purpose, this study aims to examine the effect of TQM on SCM.

Methodology: Survey method was used as a data collection tool for this purpose. The universe of the study consists of health workers working in private hospitals operating in İstanbul. 211 data were obtained by convenience sampling method. The data obtained in this study were analyzed with the help of SPSS for Windows 22.00 and AMOS 24.0 programs. The differentiation and relationships between the variables are revealed by the structural equation model.

Findings: As a result of this research, it was seen that the effect of TQM on SCM and its sub-dimensions had a significant and positive effect. TQM applications may increase the effectiveness of SCM. In addition, it has been seen that TQM has increased its effectiveness in the dimensions of demand and ordering, planning, purchasing, stock management, warehouse management, shipment and distribution, and relations with suppliers, which constitute SCM.

Originality: In the academic literature, studies examining the effect of TQM on SCM in health institutions are not sufficient and provide an originality in this sense.

Keywords: Supply Chain Management, Total Quality Management, Healthcare, Effectiveness, Efficiency.

JEL Codes: I19, Y40, L20.

* Bu çalışma, Levent GÜZEL tarafından İstanbul Kent Üniversitesi Sağlık Yönetimi Enstitüsü'nde Dr. Öğretim Üyesi İlnur SAYAN danışmanlığında yürütülen "Sağlık Hizmetlerinde Toplam Kalite Yönetiminin Tedarik Zinciri Yönetimi Üzerindeki Etkisinin Belirlenmesi" başlıklı Yüksek Lisans Tezi'nden türetilmiştir.

¹ Uzman, Bezmialem Vakıf Üniversitesi, Satın Alma Bölümü, İstanbul, Türkiye, ermang@marmara.edu.tr, ORCID: 0002-0003-8230-9276.

² Dr., İstanbul Kent Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Sağlık Yönetimi Bölümü, İstanbul, Türkiye, ilknur.sayan@kent.edu.tr, ORCID: 0000-0002-7133-5858 (Sorumlu Yazar-Corresponding Author).

DOI: 10.51551/verimlilik.1221956

Araştırma Makalesi / Research Article | Geliş Tarihi / Submitted Date: 20.12.2022 | Kabul Tarihi / Accepted Date: 11.05. 2023

Atf: Güzel, L. ve Sayan, İ. (2023). "Toplam Kalite Yönetiminin Tedarik Zinciri Yönetimi Üzerindeki Etkisi", *Verimlilik Dergisi*, 57(3), 533-548.

EXTENDED ABSTRACT

Total Quality Management (TQM) is a management philosophy that includes continuous improvement of processes and the participation of all employees in identifying and solving quality-related problems. It aims to ensure customer satisfaction by offering high-quality products or services that meet the needs of customers. In healthcare, the supply chain includes a network of interconnected activities, including the supply, production, storage, and distribution of healthcare products and services. Healthcare supply chain management is the management of these activities to ensure that high-quality products and services are delivered to patients in a timely and efficient manner. Effective healthcare supply chain management is a requirement to improve patient care, reduce waste, and minimize costs. TQM helps healthcare organizations build a reliable supply chain by ensuring that all suppliers provide quality products and services.

In recent years, TQM has gained popularity in healthcare organizations as a means of improving patient care and satisfaction. TQM principles can be used to improve patient safety by improving the quality of products and services provided by suppliers and vendors. The use of TQM principles in healthcare supply chain management can increase patient satisfaction by ensuring that they receive quality products and services. Therefore, in this article, it is aimed to determine the effect of TQM on Supply Chain Management (SCM) in health institutions. Within the scope of the research, 4 sub-objectives were determined:

1. Examine the relationship between TQM and SCM.
2. To determine whether it has an impact on TQM and SCM and if so, to determine the level of impact.
3. To examine the impact on TQM and its sub-dimensions of SCM.

In this study, the information form including the identifying and professional characteristics of health workers and the questionnaire SCM and TQM were used as data collection tools. The questionnaires were applied to 211 employees, including physicians, nurses and other health personnel in hospitals in the city center of Istanbul. The answers to the survey questions obtained in this study were analyzed with the help of SPSS for Windows 22.00 and AMOS 24.0 program. The dimension structure of the SCM and TQM scales, which are the scales applied in the research, was revealed by exploratory factor analyzes and the structural validity of these dimensions was checked by confirmatory factor analysis.

As a result of this research, it was seen that TQM had a significant and positive effect on SCM and its sub-dimensions. TQM applications may increase the effectiveness of SCM. In addition, TQM has been seen to increase its effectiveness in the dimensions of demand and ordering, planning, purchasing, inventory management, warehouse management, shipment and distribution, and relations with suppliers.

As a result of this research, it was found that TQM has a positive and significant effect on TQM and all its sub-dimensions in health services. It is evaluated that this study will have an important role and contribute to the establishment and operation of SCM in health service organizations with the contributions that SCM will provide to the total quality system. This research was carried out with the participation of health professionals working in two private hospitals on the Anatolian side of Istanbul. However, since not all private and public hospitals in Istanbul are included in the scope of the research, the findings of the research cannot be generalized to all private and public hospitals. This situation constitutes the limitation of the research. Future studies should aim to develop standardized metrics that can measure the impact of TQM practices on the supply chain.

1. GİRİŞ

İşletmelerin performanslarının iyileştirilmesi, gelişen ve değişen küresel pazarda, uluslararası iş rekabetinin artmasında, TKY ve TZY yaklaşımları en önemli stratejik yaklaşımlardır (Chang, 2009; Mahdiraji ve diğerleri, 2012).

Sürdürülebilir rekabet avantajının önemli bir itici gücü olarak kalite, önemli bir süre boyunca teorik araştırma ve yönetim uygulamalarının odak noktası olmuştur (Wen ve diğerleri, 2022). Son yirmi yılda, hizmet sektörlerinde TKY farkındalığı önemli ölçüde artmıştır. TKY, son müşterilere kaliteli ürün ve hizmetler sunmayı hedefleyerek kaliteye daha fazla odaklanmaktadır (Talib ve diğerleri, 2011). Kalite sistemi, bir işletmenin kalite sistemlerinin tedarikçileri ve müşterileri ile entegrasyonu anlamına gelir (Zhang ve diğerleri, 2022).

TKY, hizmet endüstrisindeki hizmet verilmeden önce meydana gelebilecek hataları önlemek için yapılan çalışmalar, sürekli gelişim ve iyileştirme faaliyetleridir (Çil ve Ağ, 2019). TKY, ürün ve hizmet kalitesindeki iyileşmenin sürekli bir süreç olduğu ve asla bitmediği kavramı üzerinde durmaktadır. TKY, müşterilerini memnun etmek için yeni ve yenilikçi fikirler geliştirmeye yardımcı olan (Talib ve diğerleri, 2011) bir kuruluşun her düzeyinde ve işlevinde bireylerin katılımıyla sunulan mal ve hizmetlerin kalitesini sürekli iyileştirmeye yönelik bir yaklaşımdır. Bu nedenle, bir organizasyonun işgücü, yönetimi, yapısı ve kültürü gibi her alanında temel değişiklikler gerektirir (Siddiqui ve diğerleri, 2009). Müşteriye doğru ürünün, doğru yerde, doğru zamanda, doğru fiyata, en düşük maliyetle para ve bilgi akışının bütünleşmiş yönetimi olarak ifade edilebilir (Kaya, 2011:5). Kalite yönetiminin ve TZY'nin ortak nihai hedefi müşteri memnuniyetini sağlamaktır (Talib ve diğerleri, 2010). TKY müşteri beklentilerini tutarlı bir şekilde karşılamak, aynı zamanda tüm kuruluşların sürekliliği için önemli olan beklentileri de karşılamak için çaba gösterir (Bastas ve Liyanage, 2018).

TZY, tedarik zincirini ortaya çıkaran faktörlerin doğru bir şekilde seçilerek bir araya getirilip, yönetilmesini içeren faaliyetlerdir. TZY, büyük ölçüde, kalite ve hizmet iyileştirme ile maliyet tasarrufu sağlamaktadır (Foster ve Gardner, 2022:221). TZY, satıcılar, üreticiler ve dağıtım merkezleri gibi tesislerde ve arasında malzeme ve bilgilerin yönetimi olarak tanımlanabilir (Siddiqui ve diğerleri, 2009). TZY, müşteri tabanı, dağıtım ağı, firmaların içindeki faaliyetler ve tedarik tabanı arasındaki entegrasyonu kolaylaştırır. TZY uygulamaları organizasyonel performansı, sürdürülebilirlik performansını ve işletmelerin dış paydaşları tarafından nasıl algılandığını etkiler. Bu nedenle TZY, kuruluşların sürdürülebilirlik performansı için etkili bir yönetim yöntemi olarak konumlandırılmıştır (Bastas ve Liyanage, 2018). TZY, tüketicilere en iyi şekilde hizmet verebilmek için belirsizliğin etkisini azaltmayı veya ortadan kaldırmayı amaçlayan bir hedeftir (Zhang ve diğerleri, 2022). İşletmelerin değişen dünya pazarlarındaki hızlı ve verimli rekabete odaklanmaları için TZY, şirketler arasında iş birliği ve stratejik önlemlerin yanı sıra iş dünyasında zirveye ulaşmak için önemlidir (Mahdiraji ve diğerleri, 2012). Mevcut küreselleşme ve artan rekabet eğiliminde, hammadde tedarikçilerinden son kullanıcılara kadar tüm dış ve iç paydaşların stratejik yönetimi birincil odak noktasıdır. Bu nedenle TZY, kuruluşların sürdürülebilirlik performansı için etkili bir yönetim yöntemi olarak konumlandırılmıştır (Bastas ve Liyanage, 2018).

TZY, hammaddeleri temin eden, onları ara mallara ve daha sonra nihai ürünlere dönüştüren ve ürünleri müşterilere teslim eden bir sistemdir (Siddiqui ve diğerleri, 2009). TZY, müşteriye mümkün olan en kısa sürede, doğru zamanda, doğru yerde ve mümkün olan en düşük maliyetle yanıt vermeyi amaçlamaktadır (Talib ve diğerleri, 2011). Tedarik zincirinin parçaları; hammadde, ürün, üretici ve nihai müşteridir (Kaya, 2011). Bu nedenle, büyük ölçüde, kalite ve hizmet iyileştirme ile maliyet tasarrufu sağlar. Tedarikçi geliştirme faaliyetleri, tedarikçilerle birlikte sistemlerin değerlendirilmesini, eğitilmesini ve uygulanmasını içerir (Foster ve diğerleri, 2022:221). Tedarik zinciri doğru yönetildiğinde, işletmelerin nakit akışı hızlanmakta, hammadde temininde maliyetler azalmakta, müşteri taleplerini zamanında karşılayabilmektedir (Çavuş, 2018:13). Ayrıca, TZY sayesinde, işletme atıklarını ortadan kaldırabilir, yeterli envanter seviyesini yönetebilir ve küresel pazarda etkili bir şekilde rekabet edebilir (Saragih ve diğerleri, 2020). TZY faaliyetlerinde ve uygulamalarında, birçok kalite sorunu, tedarikçileri ve müşterileri içeren tedarik zinciri süreçlerinden kaynaklanmaktadır. TZY faaliyetlerinin TKY entegrasyonunu ile ürün ve süreçlerin kalitesini artırmanın önemli bir yoludur (Zhang ve diğerleri, 2022).

TKY'nin uygulandığı sağlık kuruluşlarında, hizmet kalitesinin iyileştirilmesi, kaynak israfının önüne geçilmesi, maliyetlerin azaltılması, müşteri memnuniyetinin artması, çalışma hayatının kalitesinin artması sağlanır ve çalışan motivasyonu ve verimlilik olumlu yönde etkilenir (Yıldırım, 2009). Ayrıca, makro düzeyde kaynakların verimli kullanımı ile ülke ekonomisine de katkı sağlanmaktadır. Bu nedenlere bağlı olarak, TKY'nin TZY üzerinde etkisini araştırmak önemlidir. Bu makalede sağlık kuruluşlarının (özel hastaneler) TKY ve TZY uygulamalarında aşağıdaki durumlar ele alınmıştır:

1. Sağlık kuruluşlarında TKY ve TZY arasındaki ilişkiyi incelemek,

2. Sağlık kuruluşlarında TKY'nin TZY üzerinde etkisinin olup olmadığını belirlemek ve etkisi var ise etki düzeyini tespit etmektir.

Bu çalışmanın amacı, TKY'nin TZY üzerindeki etkisini belirlemektir. TKY uygulamalarının sağlık hizmetlerinde, tedarik zinciri performansına etkisi değerlendirilmesinin, sağlık hizmetlerinin etkin işletilmesinin de önemli rol oynayacağı ve bu anlamda alan yazına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Çalışmanın ilerleyen bölümlerinde sırası, "Sağlık kuruluşlarında TKY ve TZY" konusu ve "TKY ve TZY ilişkisi" literatüre dayalı bilgiler kapsamında incelenmiştir. Çalışmanın literatür araştırmasından sonra yöntem, bulgular, uygulama sonuçları, tartışma ve öneriler yer almaktadır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Küresel pazarlar geliştikçe, tedarik zinciri yöneticileri sürekli değişen pazar dinamikleri, yeni küresel pazarlar ve stresli rekabet ortamları ile karşı karşıya kalmaktadır. Bu nedenle, rekabetten kaynaklanan ciddi tehditler ve pazarlardaki düşüşler, tedarik zinciri yönetiminde bir değişikliğe neden olmuştur. TKY gibi girişimler bu zorluklarla başa çıkma potansiyeli sunmaktadır (Flynn ve Flynn, 2005).

2.1.Sağlık Kuruluşlarında Toplam Kalite Yönetimi ve Tedarik Zinciri Yönetimi

Sağlık hizmetlerinin bir amacı da maliyetlerin azaltılması ve hizmet kalite düzeyinin artırılması ile hasta ve çalışan memnuniyetini artırmaktır (Sayan ve Aytan, 2020:2). Ayrıca, müşteri memnuniyeti TKY uygulamalarını benimseyen sağlık kuruluşlarında, kuruluşun performansını artıran performans ölçüm göstergelerinden biri olarak ortaya çıkmaktadır. TKY uygulamalarının benimsenmesi müşteri şikayetlerini azaltır ve müşteriye elde tutma oranını artırır. TKY, kalite bilgisi ve performans ölçüm ilkeleri ile müşterinin beklentilerini gözetir ve böylece hizmet kalitesinde ve müşterilerin taleplerinde sürekli iyileştirmeyi sürdürür. Sağlık kuruluşlarında çalışanlar, TKY'yi uygulayarak, organizasyona yönelik iş katılımı seviyelerinin artmasına neden olacaktırlar. Çalışanlarda daha fazla iş tatmini ve devamsızlıkta azalma olacaktır. Bu nedenle, TKY bu konularda performansın iyileştirilmesine yardımcı olur (Talib ve diğerleri 2011).

Abukhader ve Onbaşıoğlu (2021)' in yaptığı çalışmada, TKY'nin benimsenmesinin Türkiye'deki kamu hastanelerinde çalışanların performansı üzerindeki etkisi incelenmiş ve tüm TKY uygulamaları ile çalışanların performansı arasında pozitif bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Bu uygulamalar, sağlıklı ve elverişli bir çalışma ortamının oluşturulmasına, çalışan motivasyonuna ve süreçlerin ve hizmetlerin kalitesinin artmasına neden olacaktır (Talib ve diğerleri, 2011).

Mosadeghrad (2014), bir devlet hastanesinde yürüttüğü çalışmada, başarılı bir kalite yönetimi uygulamasının, çalışanların iş yaşam kalitesini, iş memnuniyetini ve örgütsel bağlılığını artırabileceğini ortaya koymuştur.

Kigenza ve diğerleri (2023) tarafından, Ruanda Sağlık Bakanlığı ve ABD Uluslararası Kalkınma Ajansı Küresel Sağlık Tedarik Zinciri Programı kapsamında yürütülen çalışmada; Kalite Yönetimini İyileştirme Yaklaşımının TZY üzerinde, elektronik lojistik yönetim bilgi sistemi kullanılarak doğru envanter verilerinin tutulması, tüm mal türleri için stokların azalması ve personel tarafından mal tüketiminin kaydedilmesinde önemli gelişmelere katkıda bulunduğu ortaya konmuştur.

Ali ve diğerleri (2012), Ürdün hastanelerinde uygulanan kalite yönetim sistemlerinin verimliliğini araştırmak amacıyla yürütülen çalışmalarda hastanenin performansı ile sekiz kalite yönetimi ilkesinin her biri arasında önemli bir korelasyon olduğunu göstermiştir.

Vanichchinchai ve Igel (2009), TKY ve TZY arasındaki farklılıkları ve benzerlikleri gözden geçirmeyi, kontrast oluşturmayı ve karşılaştırmayı amaçladıkları çalışmada, TKY ve TZY arasında birçok benzerlik ve farklılık olduğunu bulmuşlardır. Bu benzerlikleri ve farklılıkları anlamının ve karşılaştırmanın, TKY ve TZY uygulaması için bütünleşmiş bir çerçevenin geliştirilmesinde ve daha fazla araştırma için fırsatların belirlenmesinde yardımcı olabileceği sonucuna varmışlardır. Benzer şekilde, Chadha (2013) çalışmasında, hastanelerdeki TKY sisteminin TZY uygulamalarının boyutlarıyla güçlü bir ilişkisi olduğunu bulmuştur.

Sağlık kurumlarında TKY ve TZY ilişkisini ve etkisini inceleyen çalışmaların yeterli düzeyde olmaması, literatürde geniş bir boşluk olması ve TKY uygulamalarının TZY entegrasyonu ve karmaşıklıklarına süreçlerin yönetilmesinde destek sağlayacak olması bakımından, bu makale TKY'nin sağlık kuruluşlardaki TZY sistemlerini etkileyip etkilemediğini araştırmaktadır. Bu çalışma sonuçlarına göre hastaneler, verimli hasta bakımı için TKY uygulamalarıyla TZY ile ilgili stratejilerini yeniden şekillendirebilirler.

2.2.Toplam Kalite Yönetimi ve Tedarik Zinciri Yönetimi İlişkisi

TKY uygulamalarının takibi sadece kalite hedeflerine ulaşmada değil, aynı zamanda TZY performans hedefleri gibi kuruluşun diğer stratejik hedeflerine ulaşmada da etkilidir. TZY'nin amacı, müşteri

gereksinimlerini karşılamak için üretim ve dağıtım kanalları arasında bir bağlantı kurmaktır (Kuei ve diğerleri, 2001).

Etkili bir tedarik zinciri ağında, üyeler doğru ürünü doğru yerde, doğru zamanda ve doğru fiyata sunarak müşteri odaklı bir kültürü sürdürürler (Kuei ve diğerleri 2001). Bu nedenle, müşteriler tıpkı kalite yönetiminin itici güçleri oldukları gibi tedarik zinciri yönetiminin de itici güçleridir. Müşteri gereksinimlerinin tam ve doğru bir şekilde belirlenmesi son derece önemlidir (Flynn ve Flynn, 2005). TKY, sürekli kalite iyileştirme ve katılıma daha fazla odaklanırken, TZY, tedarikçi ilişkisi ve yönetimi ile ürün ve hizmetlerin zamanında teslimine odaklanmaktadır (Talib ve diğerleri, 2011). TKY'den farklı olarak, TZY kökeni stratejik lojistikten geliştirilmiştir. TZY, tedarik ve teslimat, daha kısa teslim süresi, maliyette azalma, tedarikçiler, distribütörler ve müşterilerle stratejik ortaklık ve her şeyden önce bilgi ve iyileştirme, yani lojistik geliştirme için iletişim kanalları oluşturmaya odaklanmaktadır (Meehan ve Muir, 2008).

TKY ve TZY, yaklaşımlarının ortak amacı müşteri memnuniyetidir (Mahdiraji ve diğerleri, 2012). Bu nedenle, TKY ve TYZ, müşteri memnuniyetine ulaşma ortak hedefini paylaşarak örgütsel rekabet gücünün artmasında önemli bir rol oynar. TKY ve TZY arasındaki benzerlikler; tanımı, geliştirme aşamaları, hedef odak araçları uygulamaları, kapsamı, birincil entegrasyon uygulamaları, yönetim felsefesi, tüm seviyelerin ve organizasyonel fonksiyonların entegrasyonu, sürekli iyileştirmeler, kaliteli ürün ve hizmetler ile müşteri memnuniyetine odaklanmaktadır (Talib ve diğerleri, 2011).

Chin ve diğerleri (2002), başarı faktörlerini anlamak için; tedarik zinciri geniş maliyetlerinin azaltılması ve müşteri hizmetleri seviyelerinin iyileştirilmesi yoluyla TZY'nin başarılı bir şekilde uygulanmasına yol açacağını savunmuştur. Bu nedenle, müşteri-tedarikçi ilişkilerini karakterize eden özelliklerin ve tedarik zinciri içinde ürün ve hizmet kalitesini iyileştirmek için kaliteye odaklanan TZY faktörlerinin analiz edilmesini ve iyileştirilmesini önermişlerdir (Vanichchinchai ve Igel, 2009).

Kuei ve diğerleri (2001) tarafından orta düzey yöneticiler ile yapılan çalışmalarında, tedarik zinciri performans ve kalite yönetimi uygulamalarının örgütsel performans arasındaki ilişki hakkındaki algılarını test etmek için yapılan çalışmada; organizasyonel performansın, tedarikçi kalite yönetimi, müşteri ilişkileri ve memnuniyeti, tedarikçi ilişkileri ve tedarikçi seçimi gibi tedarik zinciri kalite yönetimi uygulamalarındaki gelişmelerle ilişkili olduğunu buldular. Bu çalışma sonucunu destekleyen benzer çalışmalar bulunmaktadır (Chandra ve Kumar, 2000; Casadesús ve Castro 2005).

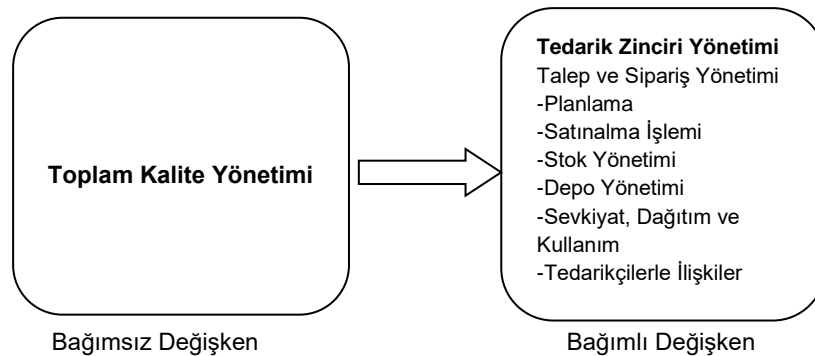
Hoang ve diğerleri (2006) modern TKY'nin odağının geleneksel organizasyon merkezli ortamdaki TZY uygulamaları yönünde olduğunu bildirmiştir (Vanichchinchai ve Igel, 2009). Flynn ve Flynn (2005), TKY uygulamalarının teslimat güvenilirliği, envanter ve zaman ölçümleri de dahil olmak üzere tedarik zinciri performans ölçümleri üzerinde doğrudan etkisi olduğunu tespit etmiştir. Vanichchinchai ve Igel, (2009)'ün çalışmasında, TKY ve TZY'nin, aynı nihai hedefe ulaşmak için müşteri memnuniyeti konusunda benzer şekillerde gelişme gösterdiği ifade edilmektedir (Vanichchinchai ve Igel, 2009).

TKY ve TZY yaklaşımlarının ortak hedefleri benzerdir ancak birçok araştırmada ayrı ayrı incelenmiştir. Bu yaklaşımlar, aynı anda kullanılacak stratejik bir araç haline getirilebilir. Bunun için, TZY'nin, TKY ile entegrasyonu sağlanmalıdır (Mahdiraji ve diğerleri, 2012).

3. YÖNTEM

3.1. Araştırma Modeli ve Hipotezler

Araştırmanın amacı; sağlık hizmetlerinde TKY'nin TZY uygulamaları üzerindeki etkisinin belirlenmesidir. Bu amaçla oluşturulan araştırma modeli Şekil 1'de sunulmuştur.



Şekil 1. Araştırmanın modeli

Araştırmanın hipotezleri aşağıda sunulmuştur:

H₁: TKY'nin TZY üzerinde pozitif ve anlamlı yönde etkisi vardır.

H_{1a}: TKY'nin talep ve sipariş yönetimi üzerinde pozitif ve anlamlı yönde etkisi vardır.

H_{1b}: TKY'nin planlama yönetimi üzerinde pozitif ve anlamlı yönde etkisi vardır.

H_{1c}: TKY'nin satın alma üzerinde pozitif ve anlamlı yönde etkisi vardır.

H_{1d}: TKY'nin stok yönetimi üzerinde pozitif ve anlamlı yönde etkisi vardır.

H_{1e}: TKY'nin depo yönetimi üzerinde pozitif ve anlamlı yönde etkisi vardır.

H_{1f}: TKY'nin sevkiyat, dağıtım ve kullanım üzerinde pozitif ve anlamlı yönde etkisi vardır.

H_{1g}: TKY'nin tedarikçiler ile ilişkiler üzerinde pozitif ve anlamlı yönde etkisi vardır.

H₂: TKY ile TZY arasında pozitif ve anlamlı yönde bir ilişki vardır.

3.2. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi

Araştırmanın evreni, İstanbul Anadolu yakasında faaliyet gösteren iki özel hastanede toplam 250 sağlık çalışanından oluşmaktadır. Veriler anketler ile toplanmıştır. Araştırma kapsamında 211 çalışan ankete katılmış ve 211 anket geçerli kabul edilmiştir. Anketle hastane bazında toplam kalite yönetimi ve tedarik zinciri uygulamaları çalışanların bakış açılarına göre tespit edilmeye çalışılmıştır. Olasılığa dayalı yöntemlerden kolayda örnekleme kullanılarak veriler toplanmıştır. Örneklem, ana kütle temsil etme gücüne sahip olduğu görülmüştür ve istatistiksel analizler açısından yeterli büyüklüktedir.

3.3. Araştırmanın Kapsamı ve Sınırlılıkları

Bu araştırma, İstanbul ili Anadolu yakasında özel hastanede çalışan sağlık çalışanlarının katılımı ile gerçekleştirilmiştir. Ancak, İstanbul ilindeki tüm özel ve kamu hastanelerinde görev yapan sağlık çalışanları araştırma kapsamına girmediği için, araştırma bulguları İstanbul'daki tüm özel ve kamu hastanelerinde görev yapan sağlık çalışanları ile genellenemez. Bu çalışmanın katılımcıları, çeşitli hastane bölümlerinden seçilmiştir. Hastaneler çok sayıda bölümden oluşan karmaşık idari sistemlere sahip olduğundan, tüm sağlık çalışanlarının anketi doldurması istenmemiştir. Araştırma sonuçları oldukça temsili olmasına rağmen, sağlık çalışanlarının tamamını kapsamamaktadır.

3.4. Verilerinin Toplanma Aracı

Nicel araştırma yönteminin kullanıldığı bu çalışmada, veri toplama aracı olarak anket tekniği kullanılmıştır. Anket formu üç bölümden oluşmaktadır: Anketin birinci bölümü, katılımcıların demografik bilgilerini içeren ifadelerden, ikinci bölümü ise 27 adet ifadeden oluşan tedarik zinciri yönetimi ölçeğini oluşturan ifadelerden oluşmaktadır. Anketin ikinci bölümünü oluşturan, TZY ölçeği, Özdel'in (2012) yüksek lisans tez çalışmasından alınmıştır. Anketin üçüncü bölümü ise araştırmacı tarafından hazırlanmış, "TKY" anketidir. Bu çalışmada Al-Assaf ve Gentling'in (1996) geliştirdiği, Türkçe uyarlaması Doğan ve Kaya (2004) tarafından yapılan anket çalışması, Kızıl, (2018) yüksek lisans tez çalışmasından faydalanılarak yazar tarafından hazırlanmıştır. TKY anketi likert tipinde hazırlanmış ve TKY ile ilgili görüşleri içeren toplam 10 soruyu içermektedir. Bu sorularda hemşirelerin "5=tamamen katılıyorum" dan "1= kesinlikle katılmıyorum" a kadar değişen puanlama ile her bir görüşe ne oranda katılıp katılmadıklarını işaretleme yapmaları istenmiştir. Her bir katılımcıdan sorulara; 1- kesinlikle katılmıyorum, 2- katılmıyorum, 3- kararsızım, 4- katılıyorum, 5- kesinlikle katılıyorum seçeneklerinden değerlendirme yapmaları istenmiştir. Bu çalışmada, araştırma modelinin analizinden önce yapıların geçerlilik ve güvenilirlik çalışmaları yapılmıştır. Geçerlilik ve güvenilirlik çalışmalarında, birleşme ve ayrışma geçerlilikleri de ele alınarak değerlendirme gerçekleştirilmiştir. Birleşik güvenilirlik, Cronbach Alpha katsayısı, açıklanan ortalama varyans (AVE) değerleri birleşme geçerliliğinin değerlendirilmesinde kullanılmıştır. Cronbach Alpha değeri 0,70 ve üzerinde çıktığı zaman ölçeğin güvenilir olduğu kabul edilir (Doğan ve Burucuoğlu, 2018). Birleşik güvenilirlik (CR) katsayısı ise 0,60-0,70 arasındaki değerlerde olduğunda ölçeğin güvenilirliği kabul edilir. Bunun yanında birleşik güvenilirlik katsayısı 0,70 ve üzerinde olur ise değerlerin daha iyi bir düzeyde olduğu kabul edilir (Hakan, 2018).

3.5. Verilerin Toplanması ve Analizi

Haziran-Temmuz-Ağustos 2020 tarihlerinde gerçekleştirilen anket uygulamasında 211 katılımcı ile anket yapılmıştır. Anket uygulaması katılımcılara formların yüz yüze görüşülüp dağıtılıp toplanması şeklinde yapılmıştır. Araştırmada uygulanan TZY ve TKY ölçeklerinin keşfedici faktör analizleri ile boyut yapısı ortaya çıkarılmış, bu boyutların doğrulayıcı faktör analizi ile yapısal geçerliliği kontrol edilmiştir.

Açıklanan ortalama varyans (AVE) değeri yakınsama geçerliliğinin göstergesidir. Yakınsama değeri, birleşik güvenilirlik ve ortalama varyans değerleri arasındaki ilişkinin derecesinin değerlendirilmesidir (Yıldız, 2017). Ayrışma geçerliliği için; AVE değerlerinin karekökünün boyutunun, diğer boyutlarla kıyaslandığında korelasyon değerinden büyük olması gerekmektedir. Aşağıdaki tabloda, araştırmada kullanılan ölçeklerde her bir boyut için ayrışma geçerliliğinin sağlandığı görülmektedir (Fornell ve Larcker, 1981).

Tablo 1. Araştırmada kullanılan ölçeklerin korelasyon, güvenilirlik ve ayrışma geçerliliği değerleri

Ölçek	BYT	TKY	TS	PL	Sİ	SY	DY	SD	Tİ
TKY	TKY	(0,949)							
TZY	TS	0,704**	(0,861)						
	PL	0,661**	0,724**	(0,83)3)					
	Sİ	0,670**	0,711**	0,757**	(0,852)				
	SY	0,738**	0,616**	0,640**	0,648**	(0,900))			
	DY	0,533**	0,497**	0,537**	0,516**	0,719**	(0,92)7)		
	SD	0,672**	0,645**	0,653**	0,656**	0,692**	0,613**	(0,78)2)	
	Tİ	0,635**	0,533**	0,492**	0,593**	0,667**	0,543**	0,506**	(0,835)
Cronbach's		0,977	0,936	0,885	0,939	0,926	0,952	0,802	0,874
Average		0,980	0,925	0,836	0,921	0,922	0,923	0,752	0,864
Kompozit		0,902	0,743	0,695	0,727	0,810	0,861	0,613	0,698

Not: :***p<0.001 **p<0.01 *p<0.05 BYT: Boyut AO:aritmetik Ortalama SS:standart Sapma CR: Birleşik güvenilirlik Alpha: Cronbach'hs alfa AVE:Açıklanan Ortalama Varyans TKY: Toplam Kalite Yönetimi TS: Talep ve Sipariş Sİ: Satınalma İşlemi PL: Planlama SY: Stok Yönetimi DY: Depo Yönetimi SD: Sevkiyat ve Dağıtım Tİ: Tedarikçilerle İlişkiler

Katılımcılara uygulanan ölçeklerden TKY ve TZY ölçekleri alt boyutları arasındaki ilişki uygulanan Pearson korelasyon analizi (Tablo 1) ile araştırılmıştır. Buna göre; TKY ile TZY alt boyutlarından "Talep ve Sipariş (TS)" boyutu arasında ($r=0,704$; $p<0,05$) pozitif yönlü anlamlı, "Planlama (PL)" boyutu arasında ($r=0,661$; $p<0,05$) pozitif yönlü anlamlı, "Satınalma İşlemi (Sİ)" boyutu arasında ($r=0,670$; $p<0,05$) pozitif yönlü anlamlı, "Satınalma İşlemi (Sİ)" boyutu arasında ($r=0,738$; $p<0,05$) pozitif yönlü anlamlı, "Stok Yönetimi (SY)" boyutu arasında ($r=0,738$; $p<0,05$) pozitif yönlü anlamlı, "Depo Yönetimi (DY)" boyutu arasında ($r=0,533$; $p<0,05$) pozitif yönlü anlamlı, "Sevkiyat ve Dağıtım (SD)" boyutu arasında ($r=0,672$; $p<0,05$) pozitif yönlü anlamlı, "Tedarikçilerle İlişkiler (Tİ)" boyutu arasında ($r=0,635$; $p<0,05$) pozitif yönlü anlamlı ilişkiler tespit edilmiştir.

Katılımcılara uygulanan ölçeklerden sağlık hizmetleri TKY anketi ve TZY ölçeği alt boyutları için hesaplanan değerler ($\text{Alpha}>0,80$) olduğundan tüm boyutlarda "yüksek güvenilirlik" seviyesinde olduğu görülmektedir. Birleşik güvenilirlik katsayıları ise ($\text{CR}>0,70$) bulunduğu birleşik güvenilirlik şartının sağlanmış olduğu görülmektedir. Tüm boyutlarda hesaplanan ortalama açıklanan varyansların ($\text{AVE}>0,50$) bulunduğu yakınsama geçerliliği için de koşullar yerine getirilmiştir. Ayrışma geçerliliğinin kontrol edilebilmesi için hesaplanan AVE değerlerinin karekök değerleri tabloda parantez içlerinde yer almaktadır. Değerlerin aynı sütunda yer alan tüm korelasyon katsayılarından büyük olduğundan ayrışma geçerliliği boyutların tümünde sağlanmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Tanımlayıcı Bulgular

Tablo 2. Katılımcıların demografik özelliklerinin yüzdesel dağılım tablosu

		n	%
Cinsiyet	Kadın	104	49,3%
	Erkek	107	50,7%
Yaş grubu	20-29	60	28,4%
	30-39	68	32,2%
	40-49	58	27,5%
	50-59	17	8,1%
	>=60	8	3,8%
	Eğitim Durumu	İlkokul	5
	Ortaokul	8	3,8%
	Lise	71	33,6%
	Üniversite	97	46,0%
	Y. lisans	14	6,6%
	Doktora	16	7,6%

Araştırmaya katılan sağlık çalışanlarından %49,3'ü kadın ve %50,7'si erkek çalışandır. Yaş grupları dağılımı 20-29 yaş %28,4 oranında, 30-39 yaş %32,2 oranında, 40-49 yaş %27,5 oranında, 50-59 yaş %8,1 oranında ve 60 ve üzeri grubu ise %3,8 oranında gerçekleşmiştir. Eğitim durumlarındaki dağılım ise %2,4 ilkokul, %3,8 ortaokul, %33,6 lise, %46 üniversite, %6,6 yüksek lisans ve %7,6 doktora mezunu şeklindedir (Tablo 2).

Tablo 3. Katılımcıların meslek ve tecrübe özelliklerinin yüzdesel dağılım tablosu

		n	%
Tecrübe	1-5	159	75,4%
	6-15	48	22,7%
	16-25	1	0,5%
	>26	3	1,4%
Meslek	Hemşire	31	14,7%
	Doktor	42	19,9%
	Yardımcı Personel	26	9,5%
	Hasta Hizmetleri	29	13,7%
	Yönetici	19	9,0%
	Temizlik Personeli	11	5,2%
	Yemekhane Personel	6	2,8%
	Eczane Personeli	5	2,4%
	İdari Personel	21	10,0%
	Diğer	27	12,8%

Araştırmaya katılan sağlık çalışanlarının meslek ve tecrübe özellikleri incelendiğinde (Tablo 3) %75,4'ü 1-5 yıllık çalışan, %22,7'si 6-15 yıllık çalışan ve %1,9'u 16 yıl ve üzeri grubu çalışanlardır. Katılımcıların meslek dağılımlarında %14,7 hemşire, %19,9 doktor, %9,5 yardımcı personel, %13,7 hasta hizmetleri, %9 yönetici, %5,2 temizlik personeli, %2,8 yemekhane personeli, %2,4 eczane personeli, %10 idari personel ve %12,8 ise diğer personel grubunda yer almıştır.

4.2.Faktör Analizi Bulguları

Araştırmada yer alan ölçeklerin ilk önce keşfedici faktör analizleri yapılmış sonrasında ise doğrulayıcı faktör analizi ile boyut yapılarının geçerliliği teyit edilmiştir. Keşfedici faktör analizi öncesinde Kaiser-Meyer-Olkin katsayıları ile Bartlett's test uygulanarak veri setinin analize uygunluk derecesi belirlenmiştir.

Tablo 4. Sağlık hizmetlerinde toplam kalite yönetimi keşfedici faktör analizi tablosu

Boyut	TKY Maddeleri	FY	FA (%)
Toplam Kalite Yönetimi (TKY)	Toplam kalite yönetimi sistemi sayesinde stok yönetimi süreçlerinin aksamadan işlediği görülmektedir.	0,941	84,68
	Toplam kalite yönetimi sistemi sayesinde depo yönetimi süreçlerinin aksamadan işlediği görülmektedir.	0,922	
	Toplam kalite yönetimi sistemi sayesinde tedarikçilerle ilişkiler süreçlerinin aksamadan işlediği görülmektedir.	0,818	
	Toplam kalite yönetimi sistemi sayesinde sevkiyat, dağıtım ve kullanım süreçlerinin aksamadan işlediği görülmektedir.	0,865	
	Toplam kalite yönetimi sistemi sayesinde planlama süreçlerinin aksamadan işlediği görülmektedir.	0,935	
	Toplam kalite yönetimi sistemi sayesinde satınalma işlemi süreçlerinin aksamadan işlediği görülmektedir.	0,926	
	Toplam kalite yönetimi sistemi sayesinde talep ve sipariş yönetimi süreçlerinin aksamadan işlediği görülmektedir.	0,930	
	Tedarikçilerimize ve hastalarımıza toplam kalite yönetimini uygulayan işletme olduğumuzu bildiririz.	0,941	
	Kalite geliştirme süreçlerinde hastane çalışanlarımızın görüşleri alınır.	0,935	
	Hastanemizde çalışanlara kalite konusunda eğitim verilir.	0,932	
Toplam			84,68

Not: KMO: ,901 Bartlett's test $p < 0,05$ FY:Faktör yükü FA:Faktör açıklayıcılığı Extraction Method:Principal Component Analysis.

TKY anketi için hesaplanan faktör yükü değerleri ile faktör açıklama oranları Tablo 4'te yer almaktadır. 10 maddeden oluşan TKY anket açıklayıcı faktör analizi için uygulanan Bartlett's testi için olasılık değeri ($p < 0,05$) ve KMO değeri 0,901 bulunduğundan veri setinin faktör analizine uygunluğu "mükemmel" düzeydedir. Ankette bulunan 10 maddeden tamamı tek bir faktör oluşturmuştur. Bu faktör de TKY olarak adlandırılmıştır. TKY anketinde faktör açıklayıcılar oranı %84,68 olarak gerçekleşmiştir.

Tablo 5. Tedarik zinciri yönetimi ölçeği açıklayıcı faktör analizi tablosu

Boyut	Tedarik Zinciri Ölçeği maddeleri	FY	FA (%)
Talep ve Sipariş	İstedığımız zamanda sipariş verilen malzemeler elimize ulaşır.	0,836	18,35
	İhtiyacım olan malzemeye istediğim zaman ulaşabiliyorum.	0,822	
	Talep ve sipariş yönetimi hastanemizde sorunsuz yapılmaktadır.	0,780	
	Hastanemiz için istenilen her malzeme alınır.	0,774	
	İstemiş olduğum malzeme dikkate alınır.	0,754	
Planlama	Hastanemizde kullanılan malzemeler yeterli sayıda alınır	0,770	14,51
	Malzemelerin kullanım süresi bitmeden yenileri alınır.	0,762	
	Hastanemizde malzeme sorunu olmaz.	0,751	
	Hastanemizde malzeme olmamasından dolayı herhangi bir hayati sorun yaşanmamıştır.	0,651	
Depo Yönetimi	Malzemeler hastanemizde uygun koşullarda saklanır.	0,885	12,98
	Hastanemizde depolama alanları uygun bir şekildedir.	0,875	
	Malzeme giriş çıkışları kontrollü bir şekilde gerçekleşir.	0,842	
Satın İşlemi	Alma Hastanemize kaliteli malzeme alındığına inanıyorum	0,814	12,19
	Malzeme alım süreçleri en kısa sürede tamamlanır.	0,740	
	İstemiş olduğum malzemenin özellikleri satınalma sürecinde dikkate alınır.	0,677	
	Satınalma süreçleri hastanemizde belirlenen prosedür doğrultusunda yapılır.	0,736	
	Hastanemize alınan malzemelerin hem uygun fiyata hem de kaliteli alındığını düşünüyorum.	0,653	
Tedarikçi İlişkileri	Tedarikçilerle ilişkilerde kurumun yararına dikkat edilir.	0,836	10,61
	Tedarikçilerimiz sektörde bilinen güvenilir firmalardan oluşmaktadır.	0,759	
	Tedarikçilerimiz acil durumda malzeme temini yapabilir.	0,750	
Stok Yönetimi	Düzenli olarak sayımlarla malzemeler kontrol altına her zaman alınmaktadır	0,743	8,91
	Hastane bünyesinde kullanılan stoklu malzemeler depolarda hazır bekletilmektedir	0,711	
	Hastanemizde stok yönetimi çok etkin bir şekilde yapılmaktadır.	0,651	
Sevkiyat Dağıtım	Hastanemizde düzenli ve sistematik bir şekilde malzeme dağıtımı gerçekleşir.	0,763	6,12
	Çalışanlar malzemeleri her zaman dikkatli kullanırlar.	0,751	
Toplam			83,68

Not: KMO:0,813 Bartlett's test $p < 0,05$ FY: Faktör yükü FA:Faktör açıklayıcılığı Extraction Method: Principal Component Analysis. Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization Rotation converged in 7 iterations.

Tedarik zinciri yönetimi ölçeği açıklayıcı faktör analizi (Tablo 5) 27 maddeden oluşan TZY ölçeği açıklayıcı faktör analizi için uygulanan Bartlett's testte olasılık değeri ($p < 0,05$) ve KMO değeri 0,813 bulunduğundan veri setinin faktör analizine uygunluğu "çok iyi" düzeydedir. Analizde faktör yükü değeri ($FY < 50$) bulunan iki madde analizden elenmiştir. Bu maddeler "Hastanemizde düzenli ve sistematik bir şekilde malzeme dağıtımı gerçekleşir" ve "Promosyon ürünler ve tanıtıcı broşürler malzeme tercihinde etken değildir." maddeleridir. Son durumda 25 madde ile analiz sonuçlandırılmıştır. Ölçekte bulunan 25 maddenin faktör analizi sonucunda 7 boyut olarak ayrıldığı gözlenmiştir. Maddelerden 5 tanesi "Talep ve Sipariş" boyutu olarak isimlendirilmiştir. Talep ve sipariş boyutunun açıklama oranı %18,35 olarak hesaplanmıştır. Analizde gruplanmış 4 madde "Planlama" boyutu olarak adlandırılmıştır. Bu boyutta açıklama oranı %14,51 bulunmuştur. Analizde bir araya gelen 3 madde "Depo Yönetimi" boyutu olarak adlandırılmıştır. Depo yönetimi boyutunun oranı %12,98 olarak hesaplanmıştır. Analizde bir araya gelmiş diğer bir 5 madde grubuna "Satın Alma İşleri" boyutu adı verilmiştir. Bu boyutun açıklama oranı ise %12,19 olarak kaydedilmiştir. Analizde 5. boyutu oluşturan 3 maddeye "Tedarikçi İlişkileri" adı verilmiştir. Tedarikçi ilişkileri boyutunun açıklama oranı %10,61 olarak bulunmuştur. 6. boyutu oluşturan 3 madde "Stok

Yönetimi” olarak isimlendirilmiştir. Bu boyutta açıklama oranı %8,91 dir. Son boyutta 2 madde yer almıştır. Bu boyutu “Sevkiyat Dağıtım” olarak adlandırılan boyutun açıklama oranı %6,12 olarak gerçekleşmiştir. Ölçekte toplam açıklama oranının %83,68 olduğu görülmektedir.

TZY ölçeği ve TKY anketinin Doğrulayıcı Faktör Analizi (DFA), daha az sayıdaki gizil ve gözlemlenen değişken kümesinin, aralarında oluşan ilişkinin anlamlı olup olmadığını ve modelin doğru olup olmadığını test etmektedir (Ergül ve Yılmaz, 2020). AMOS 22.0 paket programı ile doğrulayıcı faktör analizi kullanılarak, yapılan araştırmadaki ölçek ve anketin anlamlılığı analiz edilmiştir. Yapılan analiz neticesinde ölçüm modellerinin uygulanabilir, kabul edilebilir olduğu görülmüştür.

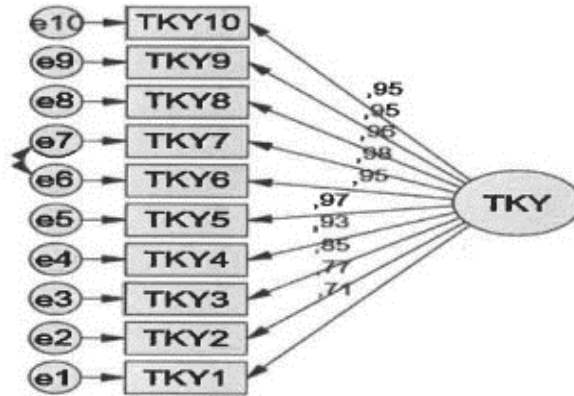
Doğrulayıcı faktör analizine kullanılan uyum iyiliği ve uyum değerleri incelendiğinde (Tablo 6), 10 madde olarak anket formunda yer alan TKY anketinin madde faktör yükleri (0,50) değerinden yüksek olmasından dolayı analizden elenmesi gereken madde olmamıştır. Doğrulayıcı faktör analizi sonucunda madde faktör yükleri için standartlaştırılmış değerler (0,71; 0,97) aralığında yer almaktadır.

Tablo 6. Doğrulayıcı faktör analizinde kullanılan uyum iyiliği indeksleri ve uyum değerleri

İndeksler	İyi Uyum	Kabul Edilebilir Uyum
χ^2 / df	$0 \leq \chi^2/df \leq 2$	$2 < \chi^2/df \leq 3$
GFI	$\geq 0,90$	0,85-0,89
CFI	$\geq 0,97$	$\geq 0,95$
SRMR	$\leq 0,05$	$0,06 \leq SRMR \leq 0,08$
RMSEA	$\leq 0,05$	$0,06 \leq RMSEA \leq 0,08$

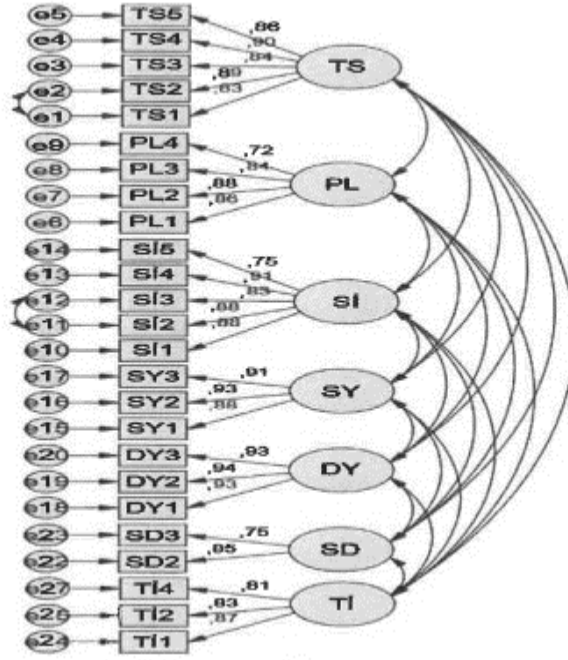
Kaynak: Sürgevil ve diğerleri (2013)

Doğrulayıcı faktör analizinde belirtildiği gibi (Şekil 2), 6. ve 7. madde arasında arasında çizilen modifikasyon amaçlı bağlantı anlamlıdır ($p < 0,05$). Doğrulayıcı faktör analizinin faktör yükleri 1,000 ile 1,276 arasında bulunmuştur (** $p < 0,001$ ** $p < 0,01$ * $p < 0,05$).



Şekil 2. TKY anketi doğrulayıcı faktör analizi

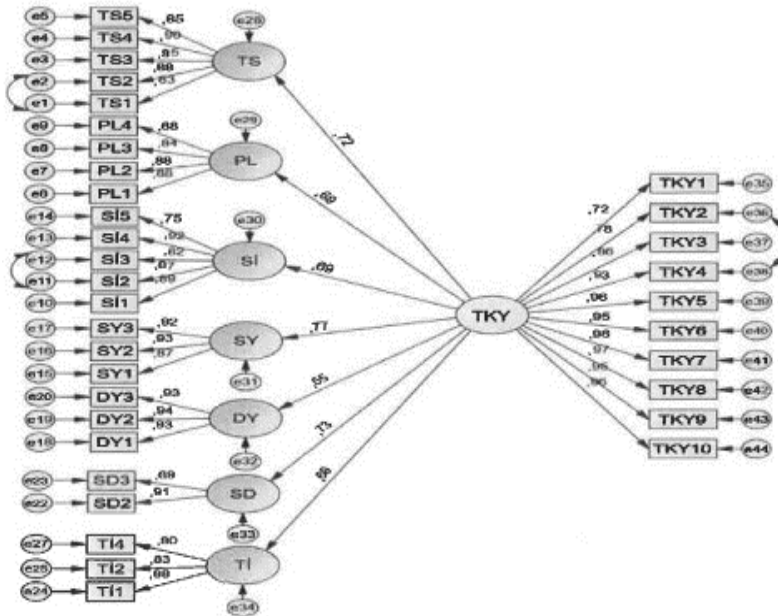
Doğrulayıcı faktör analizinde ($p < 0,05$) olmak üzere modelden elde edilen test değerleri (Şekil 2) χ^2 (49,71), χ^2/df (1,657) bulunduğundan, doğrulayıcı faktör analizinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir (Şekil 2). Modelin uyum indeks parametreleri GFI (0,967), CFI (0,996), SRMR (0,072), RMSEA (0,056) kabul sınırları dahilinde bulunduğundan, toplam kalite yönetimi anketi doğrulayıcı faktör analizinin örneklemimiz için geçerli olduğu söylenebilir. TZY, Doğrulayıcı Faktör Analizi Keşfedici (açımlayıcı) faktör analizinde 25 madde olarak analiz edilen TZY ölçeği madde faktör yükleri (01,50) değerinden yüksek bulunmasından kaynaklı analizden elenmesi gereken maddeye söz konusu olmadan analiz gerçekleştirilmiştir. Doğrulayıcı faktör analizi sonucunda madde faktör yükleri için standartlaştırılmış değerlerin (0,75; 0,94) aralığında değişim gösterdiği görülmektedir.



Şekil 3. Sağlık hizmetleri TZY ölçeği doğrulayıcı faktör analizi

Doğrulayıcı faktör analizinde alt boyutlar arasında çizilen kovaryans değeri anlamlı ($p < 0,05$) bulunmuştur. Doğrulayıcı faktör analizinin detayları Şekil 3' de yer almaktadır. Doğrulayıcı faktör analizinin faktör yükleri 665 ile 1,155 arasında bulunmuştur (** $p < 0,001$ * $p < 0,01$ * $p < 0,05$).

Doğrulayıcı faktör analizinde ($p < 0,05$) olmak üzere modelden elde edilen test değerleri χ^2 (587,12), χ^2/df (1,96) bulunduğundan doğrulayıcı faktör analizinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Modelin uyum indeks parametreleri GFI (0,869), CFI (0,956), SRMR (0,0432), RMSEA (0,0680) kabul sınırları dahilinde bulunduğundan TZY ölçeğinin doğrulayıcı faktör analizinin örneklemimizde geçerli olduğu söylenebilir.



Şekil 4. Örtük değişkenlerle yapılan yapısal eşitlik model analizi

Modelde yer alan katsayılar, hesaplanan kestirim değerlerinin standartlaştırılmış halidir. Örtük değişkenlerle Yapısal Eşitlik Modeli'nde test değerleri χ^2 (1622,78), χ^2/df (2,971) bulunduğundan modelin anlamlı olduğu anlaşılmaktadır. Modelde test olasılık düzeyi ($p < 0,05$) olarak tespit edilmiştir. Modelin uyum indeks değerleri GFI (0,883), CFI (0,951), SRMR (0,0762), RMSEA (0,0783) kabul edilebilir uyum sınırları

çinde yer aldığından araştırma modelinin geçerli olduğu görülmektedir. Model katsayılarına ait detaylı değerler Şekil 4’te yer almaktadır.

Tablo 7. Yapısal Eşitlik Modeli Sonuçları

Madde	Boyut	Tahmin	Standart Katsayı	Kritik Tablo Değeri	p
TKY	→ TS	0,935	0,721	9,323	***
TKY	→ PL	0,795	0,691	9,184	***
TKY	→ Sİ	0,756	0,693	9,341	***
TKY	→ SY	0,895	0,770	10,140	***
TKY	→ DY	0,509	0,546	7,646	***
TKY	→ SD	1,027	0,728	9,695	***
TKY	→ Tİ	0,704	0,687	9,005	***

Not:YS:Yönetimsel süreçler TKY: Toplam Kalite Yönetimi TS: Talep ve Sipariş Sİ: Satınalma İşlemi PL: Planlama SY: Stok Yönetimi DY: Depo Yönetimi SD: Sevkiyat ve Dağıtım Tİ: Tedarikçilerle İlişkiler

Araştırma modelinde (Tablo 7), sağlık hizmetlerinde TKY ve TZY'nin alt boyutlarından, "Talep ve Sipariş Yönetimi (TS), Planlama (PL) , Satınalma İşlemi (Sİ), Stok Yönetimi (SY), Depo Yönetimi (DY), Sevkiyat ve Dağıtım (SD) ile Tedarikçi İlişkileri" (Tİ) boyutlarına etkilerinin araştırıldığı model test edilmiştir. Bu modelde anlamlı bulunan ilişkiler aşağıda özetlenmiştir:

Sağlık hizmetlerinde TKY değişkeninin, TZY'nin alt boyutlarından, "Talep ve Sipariş Yönetimi (TS)" değişkenine etkisinin ($\beta = 0,721$; $p < 0,05$) pozitif yönlü ve anlamlı olduğu anlaşılmaktadır. TKY değişkeninin değerinin yükselmesinin, "Talep ve Sipariş Yönetimi (TS)" değişkeninin de değerinin yükselmesini sağlayacağı anlaşılmaktadır. Sağlık hizmetlerinde TKY değişkeninin, TZY alt boyutlarından, "Planlama (PL)" değişkenine etkisinin ($\beta = 0,691$; $p < 0,05$) pozitif yönlü ve anlamlı olduğu görülmektedir. TKY değişkeninin değerinin yükselmesinin, "Planlama (PL)" değişkeninin de değerinin yükselmesini sağlayacağı görülmektedir. Sağlık hizmetlerinde TKY değişkeninin, TZY alt boyutlarından, "Satınalma İşlemi (Sİ)" değişkenine etkisinin ($\beta = 0,693$; $p < 0,05$) pozitif yönlü ve anlamlı olduğu görülmektedir. TKY değişkeninin değerinin artmasının, "Satınalma İşlemi (Sİ)" değişkeninin de değerinin yükselmesini sağlayacağı düşünülmektedir. Sağlık hizmetlerinde TKY değişkeninin, TZY alt boyutlarından, "Stok Yönetimi (SY)" değişkenine etkisinin ($\beta = 0,770$; $p < 0,05$) pozitif yönlü ve anlamlı olduğu tespit edilmiştir. TKY değişkeninin değerinin artması, "Stok Yönetimi (SY)" değişkeninin de değerinin yükselmesine neden olacaktır. TKY değişkeninin, TZY'nin alt boyutlarından, "Depo Yönetimi (DY)" değişkenine etkisinin ($\beta = 0,546$; $p < 0,05$) pozitif yönlü ve anlamlı olduğu tespit edilmiştir. TKY değişkeninin değerinin artması, "Depo Yönetimi (DY)" değişkeninin de değerinin yükselmesine neden olacaktır. TKY değişkeninin, TZY alt boyutlarından, "Sevkiyat ve Dağıtım (SD)" değişkenine etkisinin ($\beta = 0,728$; $p < 0,05$) pozitif yönlü ve anlamlı olduğu tespit edilmiştir. TKY değişkeninin değerinin artması, "Sevkiyat ve Dağıtım (SD)" değişkeninin de değerinin yükselmesine neden olacaktır (Tablo 7).

TKY değişkeninin, TZY alt boyutlarından, "Tedarikçilerle İlişkiler (Tİ)" değişkenine etkisinin ($\beta = 0,687$; $p < 0,05$) pozitif yönlü ve anlamlı olduğu tespit edilmiştir. TKY değişkeninin değerinin artması, "Sevkiyat ve Dağıtım (SD)" değişkeninin de değerinin yükselmesine neden olacaktır. TKY'nin TZY üzerinde pozitif ve anlamlı yönde etkisi olduğu tespit edilmiştir.

5. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Sağlık sektöründe etkili TZY, bakım ve hizmet sürecinin hızını ve kalitesini belirlemektedir. Tedarik zincirini en etkin ve verimli şekilde yöneten sağlık kurumlarında hizmet sürecinin hızı ve kalitesi artmakta ve maliyet düşmektedir. Ayrıca, makro düzeyde kaynakların verimli kullanımı ile ülke ekonomisine de katkı sağlanmaktadır. TZY sürecinin etkin ve verimli yönetilmesi için TKY uygulamalarının önemli olduğu düşünülmektedir. Sağlık hizmetlerinin insan hayatını doğrudan etkileyen bir sektör olması sebebiyle hizmet kalitesi diğer sektörler göre daha fazla önem arz etmektedir. Bu çalışmada, TKY uygulamalarının TZY üzerindeki etkisi incelenmiş ve analizler sonucunda elde edilen bulgulara göre TKY ile TZY performansı arasında istatistiksel olarak olumlu yönde etkisi ve ilişkisi olduğu görülmüştür.

Araştırmanın ilk hipotezi TKY'nin TZY performansını olumlu yönde etkileyeceği ve artıracığı üzerine kurulmuş ve literatürdeki benzer çalışma sonuçları bu çalışmada da desteklenmiştir (Vanichchinchai ve Igel, 2009; Özutku, 2006; Özer ve Akça, 2007: 58; Saragih ve diğerleri, 2020; Sayan ve Aytan, 2020; Yıldız ve Çetindaş, 2020).

Araştırmanın oluşturulan ikinci hipotezi TKY ile TZY performansını arasında pozitif ve anlamlı yönde bir ilişki olduğu yönündedir. Flynn ve Flynn (2005)'in ampirik çalışmalarında, TKY ile TZY arasında olumlu yönde bir ilişki olduğunu tespit edilmiştir. Amirov (2006) yaptığı çalışmada TKY'ni benimseyen ve kalite güvence belgesine sahip olan işletmelerin tedarikçi seçiminde en önemli kriter olarak kalitenin geliştirilmiş olması görülmüştür (Yayla, 2019). Çağlıyan (2009)'ın Konya ilinde faaliyet gösteren 220 işletme üzerinde yaptığı çalışmada tedarikçiler ile iş birliği yapmanın işletme performansına etkisi, ürün kalitesi, yeni ürün geliştirme, verimlilik, süreç iyileştirme alanlarında işletme performansına önemli derecede katkı sağladığını belirtmiştir. Benzer bir çalışmada, Yayla ve Ungan (2019) çalışmalarında TKY ile TZY arasında pozitif yönlü bir ilişki bulunduğunu tespit etmiştir.

Ada, E. (2010) imalat sektöründe faaliyet gösteren bir firmada 100 katılımcı ile yaptığı "Tedarik Zincirinde Toplam Kalite Yönetimi" konulu çalışmasında TZY ile TKY arasında pozitif yönde ilişkisi olduğunu tespit edilmiştir. Schoenherr ve Swink (2012) çalışmalarında, dış entegrasyonun kalite performansını, teslimat performansı ve maliyet performansını etkilediğini tespit etmiştir. Aryee ve ark. (2008) ise tedarik zinciri entegrasyonunu tedarik zinciri süreç entegrasyonu ve tedarik zinciri işbirlikçi stratejiler şeklinde ele almış ve bunların sırasıyla örgütsel performansa ve operasyonel performansa etkisinin olduğunu tespit etmiştir (Yıldız ve Çetindaş, 2020). Vanichchinchai ve diğerleri (2011), Tayland'daki otomotiv endüstrisindeki TKY ile TZY ve firmanın performansı arasındaki ilişkiyi araştırmış ve bu değişkenlerin arasında anlamlı ve doğrudan pozitif yönde bir ilişki olduğunu bulmuşlardır.

Nugroho ve diğerleri (2022) Endonezya'da bulunan işletmelerde çalışan 650 katılımcıya yaptığı anketlerin analiz sonuçlarına göre; işletmede stratejik ve işlevsel düzeylerde yapılan tüm uygulamalarda, TKY ve TZY arasında pozitif yönde anlamlı ilişkiler olduğunu bulunmuşlardır. Talib ve diğerleri (2011), TZY için de ürün ve hizmet kalitesini iyileştirmek için kaliteye odaklanan TZY faktörlerinin analiz edilmesini ve iyileştirilmesini önermektedir.

TKY uygulamalarının, TZY uygulamalarının boyutları olan; "Talep ve Sipariş", "Planlama", "Depo Yönetimi", "Satın Alma İşleri", "Tedarikçi İlişkileri", "Stok Yönetimi" ve "Sevkiyat Dağıtım" uygulamalarının performansını artırabileceği analizler sonucunda görülmüştür (Yıldırım, 2009). İşletmelerin, performanslarını, TZY uygulamalarıyla artırabileceği diğer önemli uygulamalar ise TZY'nin planlama yönetimi, satınalma, stok yönetimi, depo yönetimi, sevkiyat, dağıtım kullanımları ve tedarikçiler ile olan ilişkilerdir. Bu iki yeteneğin de yine tedarik zinciri entegrasyonu ile ilişkili olduğu düşünüldüğünden çalışmanın ikinci ve üçüncü hipotezi, tedarik zinciri entegrasyonunun tedarik zinciri esnekliği ve çevikliğini etkileyeceği yönde kurulmuş ve literatürde de olduğu gibi her iki boyutu da destekleyen çalışmalardır (Braunscheidel ve Suresh, 2009; Boon-itt ve Wong, 2011). Özellikle talebin değişkenlik gösterdiği pazarlarda, esnek ve çevik tedarik zincirlerine sahip firmalar talebe daha kısa zaman ve az para kaybıyla karşılık verebilmektedirler (Braunscheidel ve Suresh, 2009). Bu çalışmada hipotezlerin doğrulanması, daha esnek ve daha çevik tedarik zincirlerine sahip olmanın tedarik zincirlerine entegre olma yoluyla mümkün olacağını göstermektedir. Kuei ve diğerleri (2001) orta düzey yöneticilerin TKY ve TZY uygulamaları ile kurumsal performans arasındaki ilişki hakkındaki algılarını test etmek amacıyla yaptıkları analizler sonucunda, örgütsel performansın iyileştirilmiş TZY'nin TKY yoluyla geliştirilebileceğini göstermektedir.

Analiz sonuçları, TKY uygulamalarının TZY'nin uygulanmasını doğrudan kolaylaştırabileceğini göstermektedir. Bu sonuçlar, TKY ve TZY uygulamalarını tanımlayarak, yöneticilere mevcut TKY ve TZY uygulamalarını değiştirmek için yararlı sonuçlar sağlamaktadır ve kuruluşların TKY'ye odaklanmalarının TZY performansını geliştirmelerinde katkı sağlayacağını göstermektedir. Çalışmaların, farklı sektörlerde yapılmış olmasına rağmen araştırma bulguları ile uyumlu olduğu görülmektedir. Gelecekte benzer çalışmalar yapacak olan araştırmacılara, TKY ile TZY benzerlikleri ve farklılıklarına yönelik araştırmalar yapılması ayrıca kamu ve özel hastanelerinde TKY ile TZY yaklaşımlarının karşılaştırılması önerilmektedir.

Bu çerçevede sağlık hizmetlerinde TZY, tıbbi malzemelerin üretiminden hastalara ulaşmasına kadar olan tüm süreçleri içermektedir ve değişen ve karmaşık çevre koşulları altında rekabet eden sağlık kuruluşlarının tüm bu süreçleri daha etkili, daha ucuz ve daha kaliteli bir şekilde gerçekleştirmeleri için bir gerekliliktir. Sektörde, tüm süreçlerde israfın azaltılması, katma değeri olmayan faaliyetlerin elimine edilmesi ve tüm süreçlerin uyum içinde hareketinin sağlanmasına yönelik TKY yaklaşımının önemli katkılar sağlayacağı bilinmektedir.

Yazar Katkıları / Author Contributions

Levent Güzel: Literatür Taraması, Kavramsallaştırma, Metodoloji, Veri Derleme, Analiz, Makale Yazımı-rijinal taslak İlknur Sayan: Modelleme, Makale Yazımı-inceleme ve düzenleme

Levent Güzel: Literature Review, Conceptualization, Methodology, Data Curation, Analysis, Writing-original draft İlknur Sayan: Modelling, Writing-review and editing

Çatışma Beyanı / Conflict of Interest

Yazarlar tarafından herhangi bir potansiyel çıkar çatışması beyan edilmemiştir.
No potential conflict of interest was declared by the authors.

Fon Desteği / Funding

Bu çalışmada herhangi bir resmi, ticari ya da kâr amacı gütmeyen organizasyondan fon desteği alınmamıştır.
Any specific grant has not been received from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Etik Standartlara Uygunluk / Compliance with Ethical Standards

Bu çalışma için İstanbul Kent Üniversitesi Sosyal ve Bilimler Araştırma Etik Kurulu'nun 31.03.2021 tarihli ve 05 numaralı kararı ile onay alınmıştır.
For this study, the approval of the İstanbul Kent Üniversitesi Sosyal ve Bilimler Araştırma Etik Kurulu Ethics Committee was obtained with the decision 31.03.2021 and numbered 05.

Etik Beyanı / Ethical Statement

Yazarlar tarafından bu çalışmada bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan edilmiştir.
It was declared by the authors that scientific and ethical principles have been followed in this study and all the sources used have been properly cited.



Yazarlar, Verimlilik Dergisi'nde yayımlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmaları CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.
The authors own the copyright of their works published in Journal of Productivity and their works are published under the CC BY-NC 4.0 license.

KAYNAKÇA

- Abukhader, K. ve Onbaşıoğlu, D. (2021). "The Effects of Total Quality Management Practices on Employee Performance and the Effect of Training as a Moderating Variable", *Uncertain Supply Chain Management*, 9(3), 521-528.
- Al-Assaf, A.F. ve Gentling, S.J. (1996). "Executives' Perceptions of Total Quality Improvement", *Hospital Topics*, 74(1), 26-30.
- Amirov, T. (2006). "Tedarik Zinciri Yönetimi ve Toplam Kalite Yönetiminin İlişkisi", Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Bastas, A. ve Liyanage, K. (2018). "Sustainable Supply Chain Quality Management: A Systematic Review", *Journal of Cleaner Production*, 181, 726-744.
- Boon-itt, S. ve Wong, C.Y. (2011). "The Moderating Effects of Technological and Demand Uncertainties on the Relationship Between Supply Chain Integration and Customer Delivery Performance", *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 41(3), 253-276.
- Braunscheidel, M.J. ve Suresh, N.C. (2009). "The Organizational Antecedents of a Firm's Supply Chain Agility for Risk Mitigation and Response", *Journal of Operations Management*, 27(2), 119-140.
- Çağlıyan, V. (2009). "Alıcı-Tedarikçi İlişkilerinin İşletme Performansına Etkisi", *Süleyman Demirel Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, 3, 461-479.
- Casadesús, M. ve de Castro, R. (2005). "How Improving Quality Improves Supply Chain Management: Empirical Study", *The TQM Magazine*, 17(4), 345-357.
- Çavuş, İ. (2018). "Hastanelerde Tedarik Zinciri Yönetimi ve Tüketim Tahmini", Yüksek Lisans Tezi, Üsküdar Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Chandra, C. ve Kumar, S. (2000). "Supply Chain Management in Theory and Practice: A Passing Fad or A Fundamental Change?", *Industrial Management and Data Systems*, 100(3), 100-113.
- Chadha, S.K. (2013). "Empowering Quality Management Systems Through Supply Chain Management Integration: A Survey of Select Hospitals in Chandigarh, Mohali and Panchkula", *IUP Journal of Supply Chain Management*, 10(2), 44-53.
- Çil, E. ve Ağ, A. (2019). "Toplam Kalite Yönetimi Çerçevesinde Kalite Maliyetlerinin Paf Modeline Göre Tespit Edilmesi ve Muhasebeleştirilmesine Yönelik Bir Uygulama", *Atatürk University Journal of Economics and Administrative Sciences*, 33(3), 871-889.
- Chin, K.S., Sun, H., Xu, Y. and Hua, H. (2002). "A Comparative Study of Quality Management Practices in Hong Kong and Shanghai Manufacturing Industries", *International Journal of Management*, 19(4), 576-581.
- Doğan, H. ve Burucuoğlu, M. (2018). "Tüketicilerin Mobil Bankacılık Hizmet Kalitesi Algıları ve Tekrar Kullanma Niyetleri: Ampirik Bir Araştırma", *Uluslararası Yönetim İktisat Ve İşletme Dergisi*, 14(4), 1183-1198.
- Doğan, S. ve Kaya, S. (2004). "Aksaray'daki Sağlık Bakanlığı Hastane Yöneticilerinin Toplam Kalite Yönetimi Konusundaki Algıları", *Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi*, 7(1), 65-83.
- Ergül, B. ve Yılmaz, V. (2020). "Covid-19 Salgını Süresince Aile İçi İlişkilerin Doğrulamaya Etkisi Faktör Analizi ile İncelenmesi", *İbad Sosyal Bilimler Dergisi*, Milli Mücadele'nin 100. Yılı Özel Sayısı, 38-51.
- Fornell, C. ve Larcker D. (1981). "Evaluating Structural Equation Models with Unobservable Variables and Measurement Error", *Journal of Marketing Research*, 18(1), 39-50.
- Foster, S.T. ve Gardner, J.W. (2022). "Managing Quality: Integrating The Supply Chain", John Wiley and Sons, New York.
- Flynn, B.B. ve Flynn, E.J. (2005). "Synergies Between Supply Chain Management and Quality Management: Emerging Implications". *International Journal of Production Research*, 43(16), 3421-3436.
- Hakan, E. (2018). "Trafik Kazalarını Etkileyen Faktörlerin Yapısal Eşitlik Modeli ile İncelenmesi", *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 17(66), 837-850.
- Hoang, D.T., Igel, B. ve Laosirihongthong, T. (2006). "The Impact of Total Quality Management on Innovation: Finding from a Developing Country", *International Journal of Quality and Reliability Management*, 23(9), 1092-117.
- Kaya, A. (2011). "Özel Hastanelerde Tedarikçi Seçimine Etki Eden Faktörler ile Müşteri Memnuniyeti ve Güven Arasındaki İlişki: Gaziantep ve Çevre İllerde Bir Uygulama", Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Gaziantep.
- Kızıl, S. (2018). "Kamu Hastanesinde Çalışan Hemşirelerin Toplam Kalite Yönetimi Konusundaki Algılarının Değerlendirilmesi: Bir Kamu Hastanesi Örneği", Yüksek Lisans Tezi, Okan Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Kigenza, R., Nsengiyumva, E. ve Sabagirirwa, V. (2023). "The Quality Management Improvement Approach: Successes and Lessons Learned from a Workforce Development Intervention in Rwanda's Health Supply Chain", *Global Health: Science and Partice*, 11(1), e2200295, DOI: 10.9745/GHSP-D-22-00295.
- Kuei, C.H., Madu, N.C. ve Lin, C., 2001. "The Relationship Between Supply Chain Quality Management Practices and Organizational Performance", *International Journal of Quality and Reliability Management*, 18 (8), 864-872.
- Mahdiraji, H., Arabzadeh, M. ve Ghaffari, R. (2012). "Supply Chain Quality Management", *Management Science Letters*, 2(7), 2463-2472.
- Meehan, J. ve Muir, L. (2008). "SCM in Merseyside SMEs: Benefits and Barriers", *The TQM Journal*, 20(3), 223-232.
- Mosadeghrad, A.M. (2014). "Strategic Collaborative Quality Management and Employee Job Satisfaction", *International Journal of Health Policy and Management*, 2(4), 167-174.
- Nugroho, A., Christiananta, B., Wulani, F. ve Pratama, I. (2020). "Exploring the Association Among Just in Time, Total Quality and Supply Chain Management Influence on Firm Performance: Evidence from Indonesia." *International Journal of Supply Chain Management*, 9(2), 920-928.
- Özdel, L. (2012). "Denizli İlinde Kamu ve Özel Diyaliz Merkezlerinde Tedarik Zinciri Yönetimlerinin İncelenmesi", Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Özer, G. ve Akça, Y. (2007). "Yenilikçi Özelliklerin, Kurumsal Kaynak Planlaması Uygulama Başarısına ve Algılanan Organizasyonel Performans Üzerine Etkisi", *ZKÜ Sosyal Bilimler Dergisi*, 3(5), 53-70.
- Özutku, H. (2006). "Toplam Kalite Yönetimi Uygulamaları ve İşletme Performansı Arasındaki İlişkinin Analizi: Türk İmalat Endüstrisinde Bir Alan Araştırması", *H.Ü İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 24(1), 211-240.
- Saragih, J., Tarigan, A., Pratama, I., Wardati, J. ve Silalahi, E.F. (2020). "The Impact of Total Quality Management, Supply Chain Management Practices and Operations Capability on Firm Performance", *Polish Journal of Management Studies*, 384-396.
- Sayan, İ. ve Aytan, Y. S. (2020). "Sustainable Supply Chain Management and Total Quality Management in the Health Sector", *Handbook of Research on Sustainable Supply Chain Management for the Global Economy*, Editör: Akküçük, U., 191-201.
- Siddiqui, F., Haleem, A. ve Wadhwa, S. (2009). "Role of Supply Chain Management In Context of Total Quality Management in Flexible Systems: A State-of The-Art Literature Review", *Global Journal of Flexible Systems Management*, 10(3), 1-14.
- Talib, F., Rahman, Z. ve Qureshi, M.N. (2010). "Integrating Total Quality Management and Supply Chain Management: Similarities and Benefits", *The IUP Journal of Supply Chain Management*, 7(4), 26-44.
- Talib, F., Rahman, Z. ve Qureshi, M.N. (2011), "A Study of Total Quality Management and Supply Chain Management Practices", *International Journal of Productivity and Performance Management*, 60(3), 268-288.
- Vanichchinchai, A. ve Igel, B. (2011). "The Impact of Total Quality Management on Supply Chain Management and Firm's Supply Performance", *International Journal of Production Research*, 49(11), 3405-3424.
- Vanichchinchai, A. ve Igel, B. (2009). "Total Quality Management and Supply Chain Management: Similarities and Differences", *The TQM Journal*, 21(3), 249-260.
- Wen, D., Sun, X. ve Yan, D. (2022). "The Quality Movement: Where Are We Going? Past, Present And Future", *Total Quality Management and Business Excellence*, 33(1-2), 92-112.
- Yayla, P. ve Ungan, M. C. (2019). "Toplam Kalite Yönetimi ve Tedarik Zinciri Yönetimi Uygulamaları Arasındaki İlişki ve Performans Etkisi", *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 6(1), 1-19.
- Yayla, P. (2019). "Toplam Kalite Yönetimi ve Tedarik Zinciri Yönetimi Arasındaki İlişkinin Operasyonel ve İşletme Performansına Etkisi", Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi İşletme Enstitüsü, Sakarya.
- Yıldırım, S. (2009). "İşletmelerde Tedarik Zinciri Yönetimi ve Toplam Kalite Yönetimi İlişkisi", *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 1(1), 175-191.
- Yıldız, B. ve Çetindaş, A. (2020). "Tedarik Zinciri Entegrasyonunun Firma Performansı Üzerindeki Etkisinde Tedarik Zinciri Esnekliği ve Tedarik Zinciri Çevikliğinin Aracı Rolü", *Verimlilik Dergisi*, 3, 175-199.
- Yıldız, M. A. (2017). "Çocuk ve Ergenler için Baş Etme Ölçeğinin Türkçe'ye Uyarlanması: Geçerlik ve Güvenirlik Çalışmaları", *Çocuk ve Gençlik Ruh Sağlığı Dergisi*, 125-136.
- Zhang, Y., Hong, J., Li, X. ve Shi, V. (2022). "The Impacts of Quality System Integration and Relationship Quality on Quality Performance in Supply Chains: An Empirical Investigation in China", *Emerging Markets Finance and Trade*, 58(1), 116-133.

COVID-19 Pandemic and Technological Change: Analysis of Patent Applications

Metin YILDIRIM¹

ABSTRACT

Purpose: This study is aimed to measure COVID-19's impact on innovation and monitor technical change during the Pandemic through patent applications.

Methodology: Patent application annual total number of European Patent Office patent applications data on 35 different technological disciplines separated into five key categories from 2012 to 2021 were utilized in the analysis. The Prophet forecasting model to forecast patent applications for 2020 and 2021 has been developed. The technological advancements and Pandemic impact on innovation were then analyzed using the actual and forecasted values.

Findings: The study's findings indicate no apparent difference between actual numbers and forecasted values. It was found that in 2020 and 2021, more patent applications than expected were made in 15 and 16 technological areas, respectively. The study also found that semiconductors, audio-visual, and nanotechnology advancements have been notable during the Pandemic.

Originality: The originality of this study lies in the use of the Prophet forecasting model based on European Patent Office patent application values in the analysis of the effects of the pandemic on innovation and technological change for 35 different technological disciplines.

Keywords: Technological Change, Innovation, Patent, Prophet Model, COVID-19.

JEL Codes: O30, O33, C22.

COVID-19 Salgını ve Teknolojik Değişim: Patent Başvurularının Analizi

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı, COVID-19'un inovasyon üzerindeki etkisinin ölçülmesi ve Pandemi sürecinde teknolojik değişimlerin izlenmesidir.

Yöntem: Avrupa Patent Ofisi'ne yapılan 2012-2021 yılları arasındaki patent başvuruları araştırmanın temel veri kaynağını oluşturmaktadır. İlgili veri seti içinde beş ana kategori ve 35 farklı teknolojik disipline ait yıllık patent başvuru değerleri yer almaktadır. Zaman serisine dayanan Prophet tahmin modeli, 2020 ve 2021 yılları için patent başvurusu sayılarını tahmin edilmesi amacıyla oluşturulmuştur. Pandeminin neden olduğu krizin teknolojik değişimler ve inovasyon üzerindeki etkisinin izlenmesi amacıyla gerçekleştirilen ve öngörülen patent başvuru değerleri üzerinden analiz gerçekleştirilmiştir.

Bulgular: Çalışmanın bulguları, 2020 ve 2021 yıllarında toplam patent başvuru değerinde önemli bir değişiklik olmadığını göstermektedir. 2020 ve 2021'de, sırasıyla 15 ve 16 teknolojik alanda tahmin edilenden daha fazla patent başvurusunun yapıldığı saptanmıştır. Yarı iletkenler, görsel-işitsel ve nanoteknoloji olmak üzere üç alanda Pandemi sırasında önemli ilerlemelerin kaydedilmiş olması çalışmanın ortaya koyduğu diğer önemli bulgulardan bir diğeridir.

Özgünlük: Bu çalışmanın özgünlüğü, 35 farklı teknolojik disiplin için pandeminin inovasyon ve teknolojik değişim üzerindeki etkilerinin analizinde Avrupa Patent Ofisine yapılan patent başvurularının Prophet tahmin modeli ile kullanılmasında yatmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Teknolojik Değişim, İnovasyon, Patent, Prophet Modeli, COVID-19.

JEL Kodları: O30, O33, C22.

¹Asst. Prof., İstanbul Gelişim University, Faculty of Economics, Administrative and Social Sciences, Department of Logistics Management, İstanbul, Türkiye, meyildirim@gelisim.edu.tr, ORCID: 0000-0003-0424-9834.

DOI: 10.51551/verimlilik.1261654

Research Article | Submitted Date: 07.03.2023 | Accepted Date: 16.05.2023

Cite: Yıldırım, M. (2023). "COVID-19 Pandemic and Technological Change: Analysis of Patent Applications", *Verimlilik Dergisi*, 57(3), 549-562.

1. INTRODUCTION

The COVID-19 Pandemic has impacts that cause changes in the manufacturing and service sector on a global basis. The business environment affected by the COVID-19 pandemic not only compelled institutions and employees to adjust to the new conditions but also prompted a re-evaluation of the functioning and priorities of several business processes and a re-determination of priorities. Considering that one of the most features of the disease is rapid human-to-human transmission, several organizations have been in a state of closure for a certain period. The firms then updated their processes by allowing employees to work from home for tasks that do not require them to be in the office. Institutions have opted to implement considerable changes in working conditions within the context of the Pandemic guidelines, particularly the regulations on the social distance among employees performing jobs that cannot be conducted away from the office. This circumstance had a significant impact on business processes, particularly communication. The Pandemic's negative impact on R&D processes is undeniable. Monitoring technology changes has become increasingly important during crisis periods to understand how the crisis affects innovation. Innovation strategy decision-makers depend heavily on knowledge of technological advancements in making decisions. In times of crisis, quantifying technological change becomes increasingly difficult. Despite years of research, economists, economic historians, historians of technology, and researchers have not come up with a single method of determining technological change. Utilizing patent data and statistics is one approach. Patent statistics have been extensively used in several kinds of research measuring innovation (Nagaoka et al., 2010). This article uses European Patent Office (EPO) patent data to examine technological change. Monitoring and comparing trends among countries, industries, and technical disciplines is another significant area in which patent statistics are extensively employed (Pavitt, 1985). In our study, the researcher examined the overall number of patent applications and looked at 35 different technological disciplines divided into five major categories: Electrical Engineering, Instruments, Chemistry, Mechanical Engineering, and other fields.

The issue of quantifying technological change is an incredibly increasingly difficult task during crisis periods. The general idea is that economic crises are not related to innovation. The knowledge from Schumpete's study of the relationship between innovation and the dynamics of economic growth state that innovation is a significant cause of economic volatility (Filippetti and Archibugi, 2011). Significant changes in how businesses and society perform have been seen, particularly after the emergence of COVID-19. Following the virus's emergence, massive and disruptive technological developments preceded it. Numerous innovation efforts, particularly those focusing on vaccination technology, have provided quick design and production outcomes in response to the global health problem. Using EPO patent application data from 2012 to 2021, the researcher will study the trajectory of technology innovation for 2020 and 2021, which is when the significant impact of COVID-19 is experienced. Technology direction change, technology life cycle, technology research hot spot, and technology evaluation are the primary four heading on technology trend analysis. Among the most common techniques used in patent analysis include time series analysis, simulation analysis, Bayes network method analysis, social network analysis, technology life cycle analysis, international patent classification analysis, patent citation analysis, patent visualization analysis, and text-mining analysis (Huang and Li, 2010). In this research, the time series-dependent Prophet forecasting model has been used. This study aims to measure the impact of COVID-19 on innovation and monitor technical changes throughout the pandemic through patent applications. The research used data from the European Patent Office's yearly total number of patent applications for 35 technological disciplines divided into key categories between 2012 and 2021. In addition to doing a relevant scenario analysis based only on total patent application value, it provided the possibility to conduct the analysis based on the aforementioned number of key categories and technological disciplines. The relevant analysis led to the identification of technological fields whose advancement went above and beyond expectations. This research differs from previously conducted studies due to the fact it analyzes the effects of the pandemic on innovation and technological transformation for 35 distinct technical fields using the Prophet forecasting model based on European Patent Office patent application data.

Productivity is an important factor in gaining a competitive edge at both the micro and macro levels. It is evident that adapting to technology advances is a key component in productivity. It is well known that technological developments have a favourable impact on a variety of parameters of total productivity, especially labour productivity. Patents are one of the most prevalent mechanisms for registering technological change. The relevant situation leads to the use of patent data in analyzing technological change.

The study's progress is shown following. The next section is a review of the literature. Section 3 shows the methodology. Section 4 presents the findings and comments. The final section is conclusion.

2. LITERATURE REVIEW

Technology forecasting is the foundation for technological progress and investment. The major barriers limiting technical collaboration and information interchange between businesses are geographical and national. Patent alliances between businesses operating in the same country have become fairly typical (Ma et al., 2022). According to study on the development of internal combustion engine vehicles that used patent data analysis, the number of patent families will reach saturation in 2045. The research raised expectations for the commercialization of innovations that were created in the ten years prior to 2040. These technology could continue to exist after that time (Sinigaglia et al. 2022). Wei et al. (2022) showed explicit evidence on the role of patents in overcoming financing constraints faced by R&D-intensive firms. The availability of a forecasting model has emerged as an important research issue in a crisis ecosystem where various factors have influenced technology. There is a large body of influential literature on the factors influencing technological change (Rip and Kemp, 1998; Romer, 1990). It is critical in macroeconomics, development economics, labor economics, and international trade to determine whether technological change is biased toward specific factors. The price and market size effects are the two major forces influencing equilibrium bias (Acemoğlu, 2002). The three stages of technological change, invention, innovation, and diffusion, are frequently viewed as multidimensional processes involving users, producers, suppliers, and policymakers (del Río González, 2009). The information obtained from patent applications and grants helps monitor technological change. A reliable technology forecasting indicator is highly desirable in monitoring technological change, and patents have been regarded as one of the most critical factors in the field (Chang et al., 2009). The requisite accuracy cannot be attained by employing a single model on time series. In order to increase prediction efficacy, Arslan proposed a forecasting framework that merged Facebook's Prophet with the recurrent neural network model. According to the findings, adopting a hybrid model produces more accurate predictions than using a single model (Arslan, 2022). Monitoring and forecasting the technology progress through patent analysis have long been a topic of significant interest among researchers. Smith and Agrawal (2015) showed how patent groups could be used to construct technology forecasting models. The primary criteria employed in technological forecasting have been identified in research for modeling technology success using patent data as technology life cycle, diffusion speed, patent power, and expansion potential (Altuntas et al., 2015). Despite lacking a standard strategy for integrating quantitative and qualitative methodologies in future-oriented technology analysis, a few research have employed a hybrid of the two methods. Finding prospective futures and reducing uncertainty in Future-oriented technological analysis may be performed using quantitative and qualitative methodologies (Haegeman et al., 2013) Shih et al. (2010) introduced a patent trend change mining approach that could detect and identify patent trend change without the aid of experts. The primary steps of the strategy are patent collecting, patent indicator computation, and change detection. In a different research, time series analysis using patent data was used to establish methods for detecting anomalous deviations in time series models created to predict technical advancement. Studies on the patent data from 2012 revealed that some patents were above the upper control limit. The association between the above-average number of patents and the advent of LCD TVs has been revealed due to the process's development (Durmuşoğlu, 2018). The influence of The Clean Air Act on the volume of patenting in the chemical sector was studied using basic chemical utility patents to identify the impacts of the Act on patenting activities. Following fitting the Autoregressive Integrated Moving Average model, a significant outlier was discovered, concluding that the chemical sector reacted to changes extremely efficiently (Durmuşoğlu, 2017). Based on the results of an analysis comparing Holt-Winters Exponential Smoothing with an Autoregressive Integrated Moving Average model for technology change forecasting using USPTO patent data from 1996 to 2013, Holt-Winters Exponential Smoothing outperformed Autoregressive Integrated Moving Average (Smith and Agrawal, 2015). It has been conducted to evaluate different methods for predicting national patent and trademark applications in the short and medium term for resource planning at the Spanish Patent and Trademark Office and other patent offices, including exogenous variables and predictors. Several advanced prediction models' performances were compared in the analysis, including an ARIMA model with automatic estimation of coefficients, a Simple econometric model with a predictive lag variable, a Polynomial Distributed Lag model, and an Intelligent Transfer Function (Hidalgo and Gabaly, 2013). Patent data was utilized to study Persian lime's technological life cycle trajectory and present status (Martínez-Ardila et al., 2022). In the study, Dikta (2006) used time series analysis to forecast patent applications. Based on an investigation of multiple forecasting strategies employing European trademark and design registration data, emerging techniques based on artificial intelligence have outperformed traditional forecasting techniques (Havermans et al., 2017). Hingley and Park (2016) forecasted patent filings at the EPO using the Log-Linear Regression Model. Auto-distributed lags(ADL) model predictions better than ARIMA does, according to the analysis on defining superior performing Box Jenkins-based times series models, namely ARIMA and ADL for EPO patent application data (Hingley and Dikta, 2019).

COVID-19 caused a significant shift to work from home, affecting all operations, including the R&D process, which impacted the technical transformation trajectory. COVID-19 has also changed the focus of innovation toward solutions that address newly identified demands in a pandemic context. From January to September 2020, the number of new U.S. patent applications related to video conferencing, telecommuting, remote interactivity, and working-from-home technologies more than doubled, far exceeding the previous peak and continuing on an upward trajectory since the Pandemic's inception. The scope of this research showed that technological advancement would improve the quality and efficiency of remote employment, promoting a shift to working from home long after the Pandemic is over (Bloom et al., 2021, p. 363). Among the research following the patent and utility model applications of technological innovation activities throughout the Pandemic, it participates in research utilizing TÜRKPATENT data. Research on the relevant data from the whole patent utility model application of COVID-19 revealed no negative impacts on the figures (Köker and Alan, 2021). Several studies have been carried out to monitor COVID-19-related inventions, including evaluations of patent data in diagnostics, sanitization, personal protection, and vaccine research available from December 2019 to June 2021 (Dubey et al., 2022). Researchers used the Global Innovation Index Reports to analyze the impact of the Pandemic on innovation, and significant changes were found in all three categories, business sophistication, infrastructure, and knowledge and technology output (Onea, 2022). According to the findings, technological change is observed by using the prediction values obtained by patent data usage, particularly in areas where the predictions are made using artificial intelligence techniques, which is a technology area that is not only open to development but also requires extensive academic research.

The study of technological change using patent data from the European Patent Office hasn't been studied extensively. There have not been numerous research efforts undertaken where forecasting models are developed and results are subjected to technological change analysis. The uniqueness of this study is in the analysis of the impact of the pandemic on innovation and technological development for 35 different technical disciplines using the Prophet forecasting model based on European Patent Office patent application data.

3. METHODOLOGY

Throughout the Pandemic, data from the EPO patent application was utilized to track technological changes. The yearly statistics for 2012 and 2021 for EPO patent applications may be accessed through the official website, and the data for the relevant time were utilized in the study. The collection includes complete applications from more than 170 countries. Data on 35 different technical domains were acquired and analyzed under five main headings: electrical engineering, instruments, chemistry, mechanical engineering, and other fields (Statistics and Trends Centre, 2023). Recently prominent linear statistical techniques like the Seasonal Auto-Regressive Integrated Moving Average (SARIMA) model might be a significant alternative forecasting technique that could be applied in our research. Atasever et al. (2022) showed in their research the Prophet model have higher accuracy than SARIMA. The prophet model has not yet been used for EPO patent forecasting in the literature. Due to the aforementioned factors, the prophet forecasting model with time series dependence has been chosen. Based on the annual total number of patent applications from 35 different technical disciplines between 2012 and 2019 in order to predict 2020 and 2021 values. Python 3.9.12 was used to build the forecasting model. Prophet is open-source software developed by Facebook's Core Data Science team that can be implemented in R and Python. Prophet is a method for forecasting time series data using an additive model with non-linear trends. The yearly seasonality has been set in the forecasting model. The interval width parameter has been set to 0,95, establishing the uncertainty interval for calculating the confidence interval around the forecast (Prophet, 2023). Prophet employs a time series decomposable model (Harvey and Peters, 1990) with three key model elements: trend, seasonality, and holidays. Following are the Equations 1-3 that integrate them, where $g(t)$ represents non-periodic changes, $s(t)$ represents periodic changes, $h(t)$ represents the effects of holidays on potentially irregular schedules, and ε_t is an error term that is not taken into account by the model (Taylor and Letham, 2018).

$$y(t) = g(t) + s(t) + h(t) + \varepsilon \quad (1)$$

$$g(t) = (k + a(t)^T \delta)t + (m + a(t)^T \gamma) \quad (2)$$

$$s(t) = \sum_{n=1}^N \left(a_n \cos \frac{(2\Pi nt)}{P} + b_n \sin \frac{(2\Pi nt)}{P} \right) \quad (3)$$

The main notations used for the equation mentioned above are briefly defined as follows: k the growth rate, δ the rate adjustments, m the offset parameter, P the regular period holidays and events frequently do not follow a periodic pattern, hence their effects are not properly modeled by a smooth cycle (Toharudin et al., 2023).

Mean squared error (MSE) and mean absolute error (MAE) were calculated as error functions for the forecasting model. MSE and MAE are given in the following Equations 4-5 (Kisi et al., 2014).

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (Y_{i_{observed}} - Y_{i_{estimated}})^2 \quad (4)$$

$$MAE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |Y_{i_{observed}} - Y_{i_{estimated}}| \quad (5)$$

where $Y_{i_{observed}}$ and $Y_{i_{estimated}}$ represent the observed and estimated values, respectively. The model's performance in terms of fit is measured by coefficient of determination (R^2), and the Equation 6 is provided below (Rahman et al, 2020).

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N (Y_{i_{observed}} - Y_{i_{estimated}})^2}{\sum_{i=1}^N (Y_{i_{observed}})^2 - \frac{(\sum_{i=1}^N Y_{i_{observed}})^2}{N}} \quad (6)$$

4. RESULTS and DISCUSSION

The research's initial phase was counting the overall number of patent applications across all technological domains. The relevant indicator is one of the most important indicators for assessing whether the Pandemic has positively or negatively influenced technical development. During the years 2012 and 2021, a total of 160 different nations filed patent applications to EPO. The number of patent applications filed by the top 30 countries with the most patent applications in the specified years is shown in the Table 1 below (Statistics and Trends Centre, 2023).

The following countries are listed by the total share of EPO patent applications received over the stated period: 25% USA, 16% Germany, 13% Japan, 6% France, 5% China, 5% Switzerland, 4% Republic of Korea, 4% Holland, and 3% U.K. It is observed that the countries mentioned above account for more than 80% of all applications. When the figures from 2021 to 2019 are compared, it can be observed that China, with a 33% rise, and Korea, with an 11% increase, stand out significantly from other top-performer countries, according to EPO patent application data. Comparing the years 2019-2020 across the countries with a significant share of EPO patent applications shows that China and Korea generate the most significant success. It is one of the topics that should be investigated during the period when the heavy effects of the 2020 pandemic were felt, and drastic measures were taken on a global scale that the two far eastern countries, which had to struggle intensively with epidemics such as COVID-19 in previous years, have achieved this success.

In examining outstanding percentage change values for 2019-2020, Saudi Arabia has an increase of 35%, Türkiye has an increase of 28%, and Singapore has an increase of 20%. The three countries featured are among the top at innovating during the early stages of pandemics within the scope of EPO patent applications. Comparing the 2021 data to the 2019 EPO patent application data shows that Singapore and Türkiye stand out from other nations, with 29% and 36% increases, respectively.

Table 1. Patent applications by country

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
USA	35,268	34,011	36,668	42,597	40,032	42,463	43,789	46,177	44,250	46,533
Germany	27,249	26,510	25,633	24,807	24,932	25,539	26,663	26,762	25,882	25,969
Japan	22,490	22,405	22,118	21,421	20,943	21,774	22,591	22,086	21,954	21,681
France	9,897	9,835	10,614	10,760	10,484	10,619	10,468	10,233	10,614	10,537
China	3,751	4,075	4,680	5,728	7,092	8,641	9,480	12,227	13,436	16,665
Switzerland	6,746	6,742	6,910	7,116	7,302	7,354	7,961	8,266	8,125	8,442
Republic of Korea	5,721	6,333	6,166	6,407	6,687	6,457	7,263	8,339	9,084	9,394
Netherlands	5,067	5,852	6,874	7,147	6,860	7,043	7,142	6,942	6,386	6,581
United Kingdom	4,716	4,587	4,764	5,051	5,175	5,321	5,761	6,129	5,698	5,627
Italy	3,744	3,706	3,649	3,986	4,154	4,360	4,404	4,469	4,619	4,919
Sweden	3,518	3,674	3,873	3,839	3,547	3,783	4,055	4,395	4,422	4,954
Belgium	1,886	1,882	1,927	2,041	2,211	2,152	2,348	2,422	2,406	2,485
Austria	1,874	1,993	1,964	1,989	2,024	2,209	2,281	2,346	2,306	2,317
Denmark	1,605	1,942	1,983	1,920	1,855	2,089	2,385	2,415	2,420	2,642
Finland	1,851	1,894	2,182	1,993	1,796	1,797	1,728	1,705	1,899	2,111
Canada	2,427	1,865	1,708	1,632	1,572	1,513	1,591	1,841	1,759	2,083
Spain	1,544	1,504	1,471	1,518	1,574	1,671	1,781	1,885	1,794	1,954
Chinese Taipei	1,273	1,236	1,119	1,264	1,422	1,622	1,756	1,598	1,367	1,472
Israel	1,096	1,047	1,048	1,103	1,215	1,388	1,433	1,545	1,683	1,717
Australia	855	813	788	818	757	841	969	997	966	1,019
Ireland	609	566	622	614	727	660	826	882	980	956
India	554	562	541	577	761	678	699	642	701	820
Norway	555	509	529	510	523	531	610	646	652	640
Türkiye	397	377	403	447	523	911	574	471	605	732
Poland	383	372	482	566	393	446	519	463	478	539
Singapore	318	316	368	389	470	435	492	505	607	715
Luxembourg	449	429	454	425	556	533	431	415	402	430
Liechtenstein	199	250	278	371	374	380	432	437	439	494
Saudi Arabia	126	212	290	183	251	140	261	364	494	379

The time series-dependent prophet forecasting model was developed and used to forecast values for 2020 and 2021. The forecasted model was evaluated using R^2 , MSE and MAE, and the corresponding values have been given for each technical field in the Table 2 beneath.

Table 2. Forecasting model performance values

<i>Main Headings</i>	<i>Technical Domains</i>	<i>R²</i>	<i>MSE</i>	<i>MAE</i>
Electrical engineering	Total	0.9944	714,994.2	792.3
	Elec. machinery	0.6316	86,914.3	260.4
	Audio-visual	0.2668	12,636.7	83.8
	Telecomm.	0.1454	36,100.9	149.0
	Digit. comm.	0.8915	198,934.7	346.3
	Basic comm.	0.3056	1,882.8	38.6
	Computer	0.9811	32,320.8	126.2
	IT methods	0.9422	6,798.8	68.9
	Semiconductors	0.3407	22,352.2	125.0
Instruments	Optics	0.8424	16,065.8	107.2
	Measurement	0.9836	10,845.1	81.2
	Analysis bio. mat.	0.4425	2,564.7	47.0
	Control	0.9539	8,491.5	73.2
	Med. tech.	0.9650	53,114.3	194.7
Chemistry	Organic chem.	0.3730	19,955.7	127.3
	Biotech	0.7775	61,901.3	213.8
	Pharma	0.6348	232,253.2	403.7
	Polymers	0.9730	626.4	22.1
	Food chem.	0.5666	3,398.3	53.3
	Basic mat. chem.	0.6192	20,508.2	108.0
	Metallurgy	0.9837	1,227.7	27.5
	Coatings	0.8607	3,744.8	51.0
	Nano-tech.	0.7378	399.6	12.9
	Chemical eng.	0.9225	3,799.9	47.4
	Environment	0.9374	483.4	19.3
Mechanical engineering	Handling	0.8408	20,130.8	122.4
	Machine tools	0.9196	1,031.4	29.3
	Engines, pumps	0.4882	82,233.1	233.3
	Text & pap. mach.	0.8688	5,084.9	64.5
	Other machines	0.9844	8,725.3	73.7
	Thermal proc.	0.9217	403.9	17.1
	Mech. elements	0.9321	2,568.5	49.6
	Transport	0.9846	9,276.7	94.2
Other field	Furniture	0.8998	2,455.9	40.8
	Consumer goods	0.9239	19,242.4	109.2
	Civil eng.	0.9642	795.3	19.5

The relevant performance figures demonstrate that the established model produces considerably successful performances. Results from the study were obtained for each technological field for 2020 and 2021 based on the forecasted values and the actual values retrieved from EPO patent applications data. The forecasted and actual values presented in the Figure 1 and Table 3.

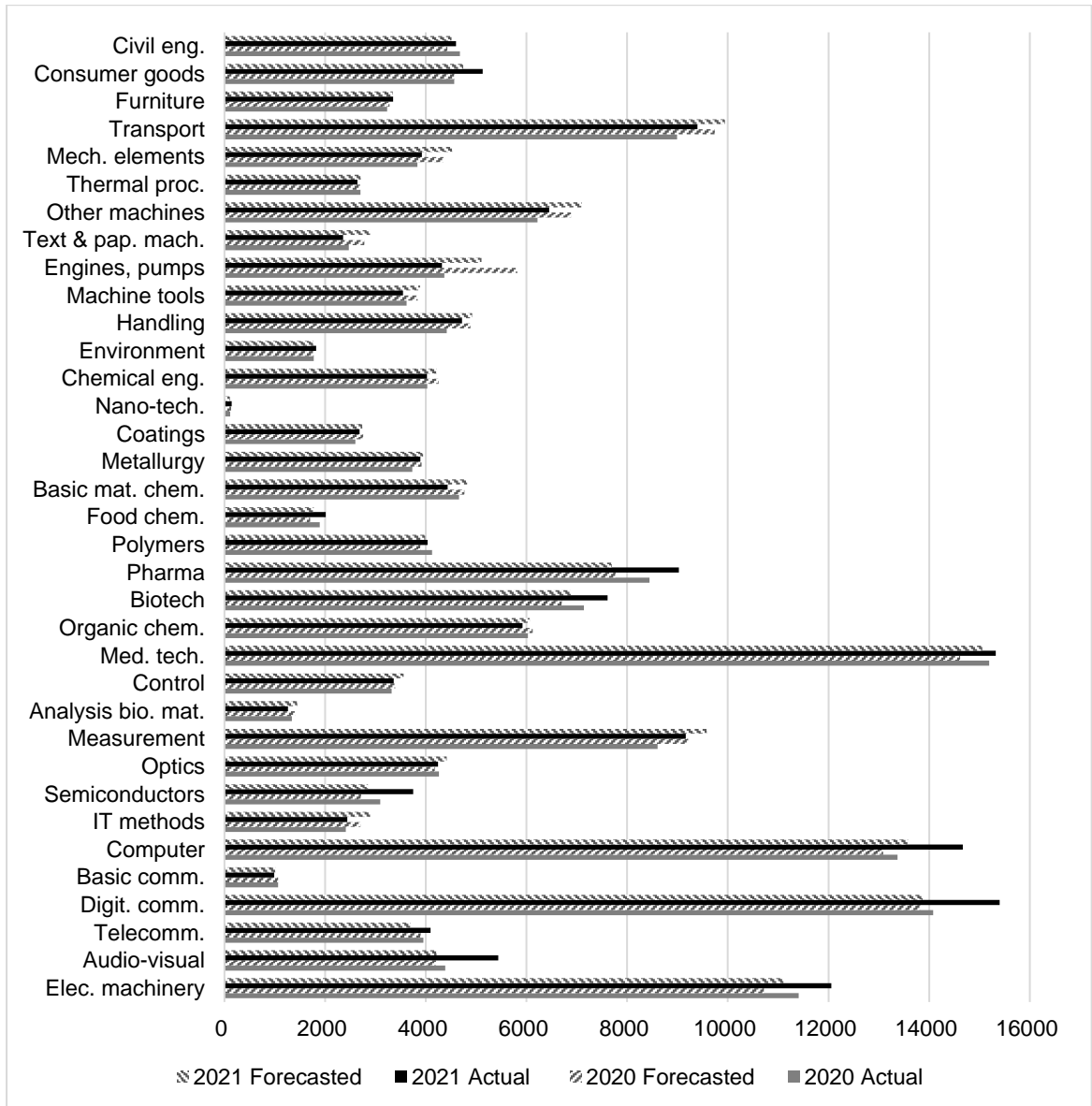


Figure 1. Patent applications: Actual and forecasted values

Table 3. Patent applications: Actual and forecasted values

<i>Main Headings</i>	<i>Technical Domains</i>	<i>Forecasted Values</i>		<i>Actual Values</i>	
		<i>2020</i>	<i>2021</i>	<i>2020</i>	<i>2021</i>
Electrical Engineering	Total	183,076	188,469	180,417	188,600
	Elec. machinery	10,719	11,102	11,409	12,054
	Audio-visual	4,200	4,215	4,388	5,440
	Telecomm.	3,896	3,696	3,952	4,092
	Digit. comm.	13,825	13,869	14,077	15,400
	Basic comm.	1,068	1,010	1,066	988
	Computer	13,084	13,578	13,370	14,671
	IT methods	2,703	2,892	2,408	2,438
	Semiconductors	2,712	2,850	3,097	3,748
Instruments	Optics	4,179	4,415	4,262	4,242
	Measurement	9,212	9,578	8,606	9,167
	Analysis bio. mat.	1,401	1,448	1,340	1,260
	Control	3,391	3,559	3,320	3,360
	Med. tech.	14,617	15,056	15,193	15,321
Chemistry	Organic chem.	6,122	6,062	6,029	5,923
	Biotech	6,699	6,880	7,141	7,611
	Pharma	7,771	7,693	8,446	9,026
	Polymers	3,890	3,989	4,124	4,033
	Food chem.	1,704	1,777	1,894	2,010
	Basic mat. chem.	4,767	4,820	4,658	4,432
	Metallurgy	3,918	3,946	3,730	3,890
	Coatings	2,754	2,738	2,601	2,686
	Nano-tech.	129	111	115	146
	Chemical eng.	4,257	4,213	4,030	4,026
	Environment	1,773	1,768	1,774	1,823
Mechanical engineering	Handling	4,887	4,920	4,418	4,719
	Machine tools	3,840	3,887	3,620	3,549
	Engines, pumps	5,818	5,108	4,366	4,318
	Text & pap. mach.	2,777	2,894	2,472	2,359
	Other machines	6,888	7,100	6,216	6,450
	Thermal proc.	2,696	2,708	2,702	2,641
	Mech. elements	4,349	4,524	3,833	3,925
	Transport	9,739	9,945	8,993	9,399
Other field	Furniture	3,276	3,345	3,230	3,348
	Consumer goods	4,570	4,741	4,563	5,130
	Civil eng.	4,430	4,510	4,679	4,598

In addition to comparing the expected and achieved values for 2021-21, a percentage change comparison with the results for 2019 were conducted. The relevant findings are presented in the Table 4 below. It shows no significant percentage change in the total number of applications for 2020 and 2021.

Table 4. Patent applications: Actual and forecasted values percentage change

Main Headings	Technical Domains	From Forecasted to Actual Values (%Δ) (C1)		From 2019 Actual to 2020-21 Forecasted Values (%Δ) (C2)		From 2019 Actual to 2020-21 Actual Values (%Δ) (C3)		Difference in Percentage Change C4 (C3-C2)	
		2020	2021	2019-20	2019-21	2019-20	2019-21	2019-20	2019-21
	Total	-1.45%	0.07%	0.85%	3.82%	-0.61%	3.89%	-1.46%	0.07%
Electrical Engineering	Elec. machinery	6.44%	8.58%	-5.11%	-1.73%	0.99%	6.70%	6.11%	8.43%
	Audio-visual	4.48%	29.05%	-1.83%	-1.46%	2.57%	27.16%	4.40%	28.63%
	Telecomm.	1.44%	10.72%	-3.73%	-8.68%	-2.35%	1.11%	1.38%	9.79%
	Digit. comm.	1.83%	11.04%	-1.10%	-0.78%	0.71%	10.17%	1.81%	10.95%
	Basic comm.	-0.23%	-2.20%	-0.97%	-6.37%	-1.20%	-8.43%	-0.23%	-2.06%
	Computer	2.19%	8.05%	1.75%	5.59%	3.97%	14.09%	2.23%	8.50%
	IT methods	-10.91%	-15.70%	8.16%	15.73%	-3.64%	-2.44%	-11.80%	-18.17%
	Semiconductors	14.19%	31.52%	-9.11%	-4.50%	3.79%	25.60%	12.90%	30.10%
Instruments	Optics	1.98%	-3.92%	-1.17%	4.40%	0.78%	0.31%	1.95%	-4.10%
	Measurement	-6.57%	-4.29%	1.81%	5.86%	-4.89%	1.32%	-6.69%	-4.55%
	Analysis bio. mat.	-4.35%	-13.00%	3.16%	6.65%	-1.33%	-7.22%	-4.49%	-13.86%
	Control	-2.10%	-5.59%	3.89%	9.04%	1.72%	2.94%	-2.18%	-6.10%
	Med. tech.	3.94%	1.76%	4.89%	8.05%	9.03%	9.95%	4.13%	1.90%
Chemistry	Organic chem.	-1.52%	-2.29%	2.15%	1.15%	0.60%	-1.17%	-1.55%	-2.31%
	Biotech	6.60%	10.62%	-1.69%	0.97%	4.80%	11.70%	6.49%	10.72%
	Pharma	8.69%	17.33%	-0.34%	-1.34%	8.32%	15.76%	8.66%	17.10%
	Polymers	6.02%	1.09%	-1.35%	1.18%	4.59%	2.28%	5.94%	1.10%
	Food chem.	11.14%	13.14%	-5.69%	-1.68%	4.81%	11.23%	10.51%	12.92%
	Basic mat. chem.	-2.28%	-8.05%	1.36%	2.49%	-0.96%	-5.76%	-2.32%	-8.25%
	Metallurgy	-4.80%	-1.42%	2.06%	2.79%	-2.84%	1.33%	-4.90%	-1.46%
	Coatings	-5.56%	-1.91%	4.67%	4.08%	-1.14%	2.09%	-5.81%	-1.98%
	Nano-tech.	-10.69%	31.83%	-12.41%	-24.66%	-21.77%	-0.68%	-9.36%	23.98%
	Chemical eng.	-5.32%	-4.43%	1.11%	0.06%	-4.28%	-4.37%	-5.38%	-4.43%
	Environment	0.06%	3.13%	-4.43%	-4.71%	-4.37%	-1.73%	0.06%	2.99%
Mechanical engineering	Handling	-9.60%	-4.08%	2.67%	3.36%	-7.18%	-0.86%	-9.86%	-4.22%
	Machine tools	-5.73%	-8.69%	3.48%	4.74%	-2.45%	-4.37%	-5.93%	-9.10%
	Engines, pumps	-24.95%	-15.46%	10.84%	-2.69%	-16.82%	-17.74%	-27.66%	-15.04%
	Text & pap. mach.	-10.99%	-18.49%	5.35%	9.79%	-6.22%	-10.51%	-11.57%	-20.30%
	Other machines	-9.76%	-9.16%	7.31%	10.61%	-3.16%	0.48%	-10.47%	-10.13%
	Thermal proc.	0.22%	-2.46%	0.82%	1.26%	1.05%	-1.23%	0.23%	-2.49%
	Mech. elements	-11.86%	-13.24%	3.05%	7.20%	-9.17%	-6.99%	-12.22%	-14.19%
	Transport	-7.66%	-5.49%	2.09%	4.25%	-5.73%	-1.48%	-7.82%	-5.72%
Other field	Furniture	-1.42%	0.10%	3.49%	5.65%	2.02%	5.75%	-1.47%	0.10%
	Consumer goods	-0.15%	8.19%	-0.15%	3.59%	-0.31%	12.08%	-0.15%	8.49%
	Civil eng.	5.63%	1.96%	-4.82%	-3.10%	0.54%	-1.20%	5.36%	1.90%

The critical assumption of the research is that the values acquired from the predictions generated from the analysis are equal to the probable values that may occur in a situation where the Pandemic is not encountered. The first part of the research compared forecasted and actual patent application values for 2020 and 2021, displayed under the heading C1 in the above table. Essentially, the appropriate indicator is crucial in demonstrating the primary influence of the Pandemic on technological change and innovation. The change in the total number of applications for 2020 and 2021 could illustrate the relative finding. It shows no significant percentage change in the total number of applications for 2020 and 2021. This finding is consistent with Köker and Alan's published research, which used patent and utility model application obtained from TÜRKPATENT. The performance of the Semiconductors and Food Chemistry industries in

2020 was shown to be positively decomposed from other Technological Domains. We can see that the Nanotechnology, Semiconductors, Audio-Visual, Pharma, Telecommunications, Digital Communication, Biotechnology, Pharma, and Food Chemistry fields are significantly different, in a positive direction, when compared to other technical fields in the highlights of the percentage change from forecasted to actual values for 2021. The most crucial difference between 2020 and 2021 is in the nanotechnology sector regarding percentage change: from forecasted to actual values.

In the following research stage, the percentage change was measured for the actual and predicted values for 2019, 2020, and 2021. The difference between the relevant periods is an essential indicator of the impact of the relevant crisis period on technological change. The difference in percentage change in the above table under the C4 heading helps us understand the change rate. Semiconductors and Food Chemistry are the industries that stand out well when the values for the years 2019-2020 are analyzed. For the outstanding industries, the percentage change from forecasted to actual values for 2020 shows the same outcome as the outstanding industries for the previous year. Analyzing the difference in percentage change for 2019-2021 showed that six significant fields stand out. Semiconductors, Audio-visual, Pharma, Food Chemistry, Digital Communication, and Biotechnology. According to research using patents to quantify technological change throughout the crisis, semiconductors, audio-visual, and nanotechnology are the top three sectors that exhibited outstanding advancement throughout the crisis. (WHO, 2023)

5. CONCLUSION

Historically, significant global crises have been triggered by several factors, including economic, security, and health. The characteristic features and effects of COVID-19 are significantly different from other frequently seen crises. Business, R&D, education, tourism, and the health system are among the priority components where the harmful impact of COVID-19 has been most dramatically observed. The scale of this crisis's long-term consequences is unlikely to be established. Although COVID-19 restrictions have been considerably eased in significant parts of the world, the Pandemic caused by the virus is still continuing. It is known that WHO continues its work on identifying pathogens that may cause future outbreaks and pandemics (WHO, 2023). A structure similar to COVID-19 may re-emerge in the near future, which is one of the scenarios that should be researched extensively. Besides the health crisis, economic, financial, and social crises have been affecting the global economy since the COVID-19 outbreak. There have been several studies on monitoring technological advancement in times of crisis and the influence of crises on innovation, particularly during economic crises.

The effects of COVID-19 and other similar formations on technological change and innovation have not been thoroughly researched. The research's primary objective is to analyze technical change throughout the relevant crisis era and expose its impact on innovation through patent applications. As consequence of monitoring technological advancements on patent data, it is one of the crucial indications since it might be the precursor of a significant technical leap in the relevant field of study. It is well recognized that advancements in technology and invention have a significant effect on humanity on a worldwide scale. The relevance of technical development and innovation studies in minimizing damage to other impacted factors, particularly in the recovery from pandemic crises, has been highlighted, particularly during the COVID-19 Pandemic. The most significant contribution to the academic study in the related field is the use of patent data to track technical advancement and relevant data to assess the impact of the Pandemic on innovation. Study findings indicate no significant difference between actual numbers and not only the 2019 values but also the forecasted values of patent applications filed during the Pandemic on the total number of patent applications. Apart from the detrimental influence of various measures implemented throughout the pandemic phase on innovation studies, one of the most notable discoveries is that the enormous global economic crisis did not considerably slow down overall technological growth. When the forecasted numbers are compared to the actual levels for 2020 and 2021, it is clear that more patent applications were submitted than expected in 15 technical disciplines in 2020 and 16 technical domains in 2021. The relevant circumstance exposes the technological development boundaries in the pandemic process and the limited detrimental influence on the innovation process based on technical areas. One of the study's most significant limitations is that the patent applications were based on data from a single institution. Future investigations will yield more comprehensive data from the analytical results gained by examining patent applications collected from many sources. Another limitation is that not all innovation research results in patent application submission. A broader analysis will be feasible by merging relevant research with studies in other disciplines, including but not limited to the R&D expenditure budget and R&D personnel count. This research primarily gives information on the global impact of epidemics on crisis periods, gauging the trajectory of technological progress and the influence on innovative activities. The related research in these areas of interest is thought to be enlightening in terms of increasing technical improvements and innovative activities during the crisis and overcoming the crisis with the minimum collateral damage.

Conflict of Interest

No potential conflict of interest was declared by the author.

Funding

Any specific grant has not been received from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Compliance with Ethical Standards

It was declared by the author that the tools and methods used in the study do not require the permission of the Ethics Committee.

Ethical Statement

It was declared by the author that scientific and ethical principles have been followed in this study and all the sources used have been properly cited.



The authors own the copyright of their works published in Journal of Productivity and their works are published under the CC BY-NC 4.0 license.

REFERENCES

- Acemoğlu, D. (2002). "Directed Technical Change", *The Review of Economic Studies*, 69(4), 781-809.
- Altuntas, S., Dereli, T. and Kusiak, A. (2015). "Forecasting Technology Success Based on Patent Data", *Technological Forecasting and Social Change*, 96, 202-214.
- Arslan, S. (2022). "A Hybrid Forecasting Model Using LSTM and Prophet for Energy Consumption with Decomposition of Time Series Data", *PeerJ Computer Science*, 8, e1001.
- Atasever, S., Öztürk, B. and Bilgiç, G. (2022). "A New Approach to Short-term Wind Speed Prediction: The Prophet Model", *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, 44(4), 8826-8841.
- Bloom, N., Davis, S.J. and Zhestkova, Y. (2021). "Covid-19 Shifted Patent Applications Toward Technologies That Support Working from Home", *AEA Papers and Proceedings*, 111, 263-266.
- Chang, S.B., Lai, K-K. and Chang, S.-M. (2009). "Exploring Technology Diffusion and Classification of Business Methods: Using the Patent Citation Network", *Technological Forecasting and Social Change*, 76(1), 107-117.
- del Río González, P. (2009). "The Empirical Analysis of the Determinants for Environmental Technological Change: A Research Agenda". *Ecological Economics*, 68(3), 861-878.
- Dikta, G. (2006). "Time Series Methods to Forecast Patent Filings. Forecasting Innovations: Methods for Predicting Numbers of Patent Filings", Springer, 95-124, Berlin, DOI: 10.1007/3-540-35992-3_6.
- Dubey, A., Soni, P. and Sharma, R. (2022). "Patent Landscape of COVID-19 Innovations: A Comprehensive Review", *Journal of Intellectual Property Rights (JIPR)*, 27(3), 212-226.
- Durmuşoğlu, A. (2017). "Effects of Clean Air Act on Patenting Activities in Chemical Industry: Learning from Past Experiences", *Sustainability*, 9(5), 862.
- Durmuşoğlu, A. (2018). "Updating Technology Forecasting Models Using Statistical Control Charts", *Kybernetes*, 47(4), 672-688.
- Filippetti, A. and Archibugi, D. (2011). "Innovation in Times of Crisis: National Systems of Innovation, Structure and Demand", *Research Policy*, 40(2), 179-192.
- Haegeman, K., Marinelli, E., Scapolo, F., Ricci, A. and Sokolov, A. (2013). "Quantitative and Qualitative Approaches in Future-oriented Technology Analysis (FTA): from Combination to Integration?", *Technological Forecasting and Social Change*, 80(3), 386-397.
- Harvey, A.C. and Peters, S. (1990). "Estimation Procedures for Structural Time Series Models", *Journal of Forecasting*, 9(2), 89-108, DOI: 10.1002/for.3980090203.
- Havermans, Q.A., Gabaly, S. and Hidalgo, A. (2017). "Forecasting European Trade Mark and Design Filings: An Innovative Approach Including Exogenous Variables and I.P. Offices' Events", *World Patent Information*, 48, 96-108.
- Hidalgo, A. and Gabaly, S. (2013). "Optimization of Prediction Methods for Patents and Trademarks in Spain Through the Use of Exogenous Variables", *World Patent Information*, 35(2), 130-140.
- Hingley, P. and Dikta, G. (2019). "Finding a Well Performing Box-Jenkins Forecasting Model for Annualised Patent Filings Counts", International Symposium on Forecasting, Thessaloniki, Greece, June 2019.
- Hingley, P. and Park, W. (2016). "Forecasting Patent Filings at the European Patent Office (EPO) with a Dynamic Log Linear Regression Model: Applications and Extensions", *Selected Papers from the Asia Conference on Economics and Business Research 2015*, 63-83.
- Huang, L.C. and Li, Y. (2010). "Research on Technology Trend Based on Patent Information, 2010 IEEE International Conference on Management of Innovation and Technology, 209-213, DOI: 10.1109/ICMIT.2010.5492922.
- Kisi, O., Latifoğlu, L. and Latifoğlu, F. (2014). "Investigation of Empirical Mode Decomposition in Forecasting of Hydrological Time Series", *Water Resources Management*, 28, 4045-4057.
- Köker, A.R. and Alan, H. (2021). "COVID-19 Küresel Salgın Sürecinin İşletmelerin Teknik Yenilik Faaliyetlerine Yansımaları: Patent Başvuruları Üzerine Bir Araştırma", *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 13(1), 267-280.
- Ma, S.C., Xu, J.H. and Fan, Y. (2022). "Characteristics and Key Trends of Global Electric Vehicle Technology Development: A Multi-Method Patent Analysis", *Journal of Cleaner Production*, 338, 130502.
- Martínez-Ardila, H., Corredor-Clavijo, A., del Pilar Rojas-Castellanos, V., Contreras, O. and Lesmes, J.C. (2022). "The Technology Life Cycle of Persian Lime. A Patent Based Analysis", *Heliyon*, 8(11), e11781.
- Nagaoka, S., Motohashi, K. and Goto, A. (2010). "Patent Statistics as an Innovation Indicator", *Handbook of the Economics of Innovation*, Elsevier, Vol. 2, 1083-1127.

- Onea, I.A. (2022). "Exploring the COVID-19 Pandemic Impact on Innovation and Entrepreneurship-Review and Evidence from Global Innovation Index", *Proceedings of the International Conference on Business Excellence*, 16(1), 527-544.
- Pavitt, K. (1985). "Patent statistics as Indicators of Innovative Activities: Possibilities and Problems", *Scientometrics*, 7(1-2), 77-99.
- Prophet | Forecasting at scale. (2023, February 18), <https://facebook.github.io/prophet/>, (Access Date: 18.02.2023).
- Rahman, A.S., Hosono, T., Kisi, O., Dennis, B. and Imon, A.R. (2020). "A Minimalistic Approach for Evapotranspiration Estimation using the Prophet Model", *Hydrological Sciences Journal*, 65(12), 1994-2006.
- Rip, A. and Kemp, R. (1998). "Technological Change", *Human Choice and Climate Change*, 2(2), 327-399.
- Romer, P.M. (1990). "Endogenous Technological Change", *Journal of Political Economy*, 98 (5, Part 2), S71-S102.
- Shih, M.J., Liu, D.R. and Hsu, M.-L. (2010). "Discovering Competitive Intelligence by Mining Changes in Patent Trends", *Expert Systems with Applications*, 37(4), 2882-2890.
- Sinigaglia, T., Martins, M.E.S. and Siluk, J.C.M. (2022). "Technological Evolution of Internal Combustion Engine Vehicle: A Patent Data Analysis", *Applied Energy*, 306, 118003.
- Smith, M. and Agrawal, R. (2015). "A Comparison of Time Series Model Forecasting Methods on Patent Groups", *MAICS*, 1353, 167-173.
- Statistics and Trends Centre | Epo.org. (2023). <https://new.epo.org/en/statistics-centre#/customchart>, (Access Date: 18.02.2023).
- Taylor, S.J. and Letham, B. (2018). "Forecasting at Scale", *The American Statistician*, 72(1), 37-45.
- Toharudin, T., Pontoh, R.S., Caraka, R.E., Zahroh, S., Lee, Y. and Chen, R.C. (2023). "Employing Long Short-Term Memory and Facebook Prophet Model in Air Temperature Forecasting", *Communications in Statistics-Simulation and Computation*, 52(2), 279-290.
- Wei, H., Xie, E. and Gao, J. (2022). "R&D Investment and Debt Financing of High-Tech Firms in Emerging Economies: The Role of Patents and State Ownership", *IEEE Transactions on Engineering Management*, 1-18, DOI: 10.1109/TEM.2021.3133330.
- WHO. (2023, February 26). <https://www.who.int/news/item/21-11-2022-who-to-identify-pathogens-that-could-cause-future-outbreaks-and-pandemics>, (Access Date: 26.02.2023).

Yatırım Kararlarının Değerlendirilmesinde Reel Opsiyon Yöntemi: Tekstil Sektörüne Ait Bir Yatırım Projesinin İncelenmesi*

Süreyya YILMAZ ÖZEKENCİ¹, Hatice DÜZAKIN²

ÖZET

Amaç: Geleneksel sermaye bütçeleme yöntemleri yatırım projesi değerlendirme sürecinde oluşabilecek herhangi bir değişikliği dikkate almamaktadır. Bu sebeple işletmeler son zamanlarda yatırım projesi değerlendirirken oluşabilecek bir değişikliği opsiyon değeri olarak projeye dahil eden reel opsiyon yöntemini tercih etmektedirler. Bu çalışmanın amacı, tekstil sektörüne ait gerçek bir yatırım projesini hem reel opsiyon yöntemi ile hem de geleneksel sermaye bütçeleme yöntemleriyle değerlendirerek sonuçlarını karşılaştırmaktır.

Yöntem: Çalışmada, geleneksel sermaye bütçeleme yöntemleriyle (muhasabe getiri oranı, geri ödeme süresi, indirgenmiş geri ödeme süresi, net bugünkü değer, iç verim oranı, düzeltilmiş iç verim oranı, kârlılık endeksi ve karar ağacı) ve reel opsiyon yöntemiyle (Black-Scholes opsiyon fiyatlandırma modeli yardımıyla) gerçek bir yatırım projesi matematiksel işlem kullanılarak hesaplanmıştır.

Bulgular: Yapılan hesaplamalar sonucunda, geleneksel sermaye bütçeleme yöntemleri ile değerlendirildiğinde işletme için verimli olmayan bir yatırım projesine büyüme opsiyonu eklenerek reel opsiyon yöntemiyle değerlendirildiğinde verimli ve işletme için daha kazançlı bir projeye dönüşmüştür.

Özgünlük: Yapılan literatür taramasında, çalışmalarda ağırlıklı olarak doğal kaynaklar ve enerji sektörüne ait yatırım projelerinin değerlendirildiği tespit edilmiştir. Bu çalışmada ilk olarak tekstil sektörüne ait gerçek bir yatırım projesi değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Reel Opsiyon Yöntemi, Sermaye Bütçeleme Yöntemleri, Risk.

JEL Kodları: G30, G31, G32.

Real Option Method in the Evaluation of Investment Decisions: Examination of An Investment Project in the Textile Industry

ABSTRACT

Purpose: Traditional capital budgeting methods do not take into account any changes that may occur in the investment project evaluation process. For this reason, businesses prefer the real option method, which involves a change that could happen while evaluating an investment project, as an option value. The purpose of this study is to compare the outcomes of evaluating an investment project for the textile industry using the capital budgeting approach and the real option method.

Methodology: In the study, a real investment project was evaluated mathematically using both the real option method (Using the Black-Scholes option pricing model) and traditional capital budgeting techniques (accounting rate of return, payback period, discounted payback period, net present value, internal rate of return, adjusted internal rate of return, profitability index and decision tree).

Findings: As a result of the calculations, a growth option was added to an investment project that was not profitable when evaluated with traditional capital budgeting methods, and turned into a profitable project when evaluated with the real option method.

Originality: The literature study revealed that the studies primarily concentrated on investment projects in the fields of energy, and natural resources. In this study, first of all, a real investment project belonging to the textile sector was evaluated.

Keywords: Real Option Method, Capital Budgeting Techniques, Risk.

JEL Codes: G30, G31, G32.

* Bu çalışma, Süreyya YILMAZ ÖZEKENCİ tarafından Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü'nde Prof. Dr. Hatice DÜZAKIN danışmanlığında yürütülen "Türkiye'nin 500 Büyük Sanayi Kuruluşunun Yatırım Projesi Değerlendirmede Kullandıkları Sermaye Bütçeleme Yöntemlerinin Araştırılması" başlıklı Doktora Tezi'nden türetilmiştir.

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Çağ Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Bankacılık ve Sigortacılık Bölümü, Mersin, Türkiye, sureyyayilmaz@cag.edu.tr, ORCID: 0000-0003-4150-4101 (*Sorumlu Yazar-Corresponding Author*).

² Prof. Dr., Çukurova Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Adana, Türkiye, hduzakin@cu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-8840-1815.

EXTENDED ABSTRACT

When an investment project is being evaluated, each change that will occur related to the project is evaluated as an option. In the field of literature, the most widely known real option types are; defer option, abandonment option, switch option, expand or contract option, grow option, stage option (Brach, 2003: 69 and Mun, 2002: 35). Option types add value to an investment project and show that an investment project that looks negative when evaluated using traditional capital budgeting methods can actually be profitable. In the real option calculation method, financial option pricing models are used. These models are used by adapting them to investment options in real investment projects. More than one method is used in financial option valuation, and the most widely used ones are the Black-Scholes Option Pricing Model and the Binomial Option Pricing Model (Baecker, 2007; Alper and Anbar, 2011). Although this situation is perceived as complicated, the use of the real option method in evaluating investments in real assets is actually based on the net present value method. The new value obtained by adding the option value to the value calculated using the net present value method helps managers in the decision-making process (Fabozzi and Peterson, 2003: 472).

An investment project has more than one purpose, such as saving money, reducing costs, increasing company value and efficiency. Therefore, enterprises behave sensitively when evaluating an investment project and make calculations using traditional capital budgeting methods. However, traditional capital budgeting methods do not take into account any changes that may occur during the investment project evaluation process. For this reason, enterprises have recently preferred the real option method, which includes a change that may occur when evaluating an investment project as an option value, into the project. The aim of this study is to evaluate an investment project belonging to the textile sector both with the real option method and with traditional capital budgeting methods and compare its results.

In this study, due to the use of a real investment project accepted by KOSGEB to the ABC enterprise, the information belonging to this enterprise was not directly shared within the scope of the personal data protection law and some changes were made to some information contained in the project. In the study, a real investment project was evaluated mathematically with the help of Excel using both the real option method (Using the Black-Scholes option pricing model) and traditional capital budgeting techniques (accounting rate of return, payback period, discounted payback period, net present value, internal rate of return, adjusted internal rate of return, profitability index and decision tree).

In this study, an example of a real entrepreneurial investment belongs to an enterprise operating in the textile sector has been considered. When the project was evaluated by traditional capital budgeting methods, it was determined that it was a non-financially efficient investment project, but when it was calculated again by adding a growth option to the investment project, it was determined that the project was a financially efficient investment project.

This study clearly shows that the real option method, when used with traditional capital budgeting methods, gives managerial flexibility to the investment project. In other words, the real option method allows the emergence of additional values in investment projects because it calculates the flexibility that traditional capital budgeting methods do not take into account. Therefore, this study is important in terms of guiding businesses in evaluating investment projects. This result is similar to the studies of Lee and Shih (2010), Santos et al. (2014), Zhang et al. (2016) and Bari (2020) in the literature. Researchers who want to study this topic in the future can evaluate investment projects in different sectors and compare the results of the real option method with the methods of evaluating risky investment projects. In addition, calculations can be made with different types of options using the Binominal option pricing model. Finally, the fact that the company does not share all the information about the project constitutes the limitation of this study.

1. GİRİŞ

Küresel ekonomide yer alan tüm işletmelerin kıt kaynakları en verimli şekilde kullanmaya çalıştıkları bir dünya düzeninde, bu kaynakların harcanmasını gerektiren yatırım projelerinin önemi göz ardı edilemeyecek kadar gerçektir. Bu gerçek, yatırım projelerinin hazırlanması ve değerlendirilmesi sürecinin özen gösterilmesi gereken bir konu olduğunu göstermektedir. Bu süreç mikro anlamda işletmeleri, makro anlamda ise ülkeleri olumlu veya olumsuz etkilemektedir. Dolayısıyla işletmelerin yatırım projelerini değerlendirirken dikkat etmesi gerekmektedir. Bu durum işletmeleri finans yazında yer alan geleneksel sermaye bütçeleme yöntemlerini kullanmaya yöneltmiştir. Ancak işletmeler geleneksel sermaye bütçeleme yöntemlerine alternatif olarak finansal opsiyonları temel alan reel opsiyon yöntemi de tercih etmektedirler. Reel opsiyon yöntemi; stratejik kararların alınması ile bu kararların finansal sürdürülebilirliği açısından değerlendirilmesinde ve yatırım projelerinin sıralanmasında kullanılmaktadır. Bu yöntem, geleneksel sermaye bütçeleme yöntemleri gibi projelerin sadece risklerini değil, aynı zamanda sahip olduğu fırsatları da değerlendirmektedir. Ayrıca firmaların piyasa değeri ile geleneksel sermaye bütçeleme yöntemleriyle hesaplanan değeri arasındaki farkın daha iyi tanımlanması imkanını sunmaktadır (İkiz ve Kocakoç, 2009). Reel opsiyonlar gelecekteki olası koşulları önceden öngörülüp analiz edilmesine imkân sağlamakta ve ekonomik hayatta var olan belirsizliğin etkisini azaltabilmektedir. Dolayısıyla; farklı türdeki yatırım esnekliklerini hesaba katarak işlem yapabilen reel opsiyonların, yatırımların ekonomik ve verimlilik açısından gerçekleştirilebilirliğini belirlemede oldukça faydalı olduğu söylenebilir (Uygurtürk, 2012: 2).

Bir yatırım projesi değerlendirmesi yapılırken projeye ilgili oluşacak her bir değişiklik opsiyon olarak değerlendirilmektedir. Alan yazınında, en yaygın olarak bilinen reel opsiyon türleri ise; erteleme/bekletme opsiyonu, terk etme/vazgeçme opsiyonu, geçici olarak kapatma/durdurma opsiyonu, genişletme veya daraltma opsiyonu, büyüme opsiyonu, değiştirme/geçiş opsiyonu ve kademe/aşama opsiyonudur. (Brach, 2003: 69 ve Mun, 2002: 35). Opsiyon türleri, bir yatırım projesine değer katmakta ve geleneksel sermaye bütçeleme yöntemleriyle değerlendirildiğinde olumsuz görünen bir yatırım projesinin aslında kazançlı olabileceğini göstermektedir. Reel opsiyon hesaplama yönteminde, finansal opsiyon fiyatlama modelleri kullanılmaktadır. Bu modeller, gerçek yatırım projelerindeki yatırım opsiyonlarına uyarlanarak kullanılmaktadır. Finansal opsiyon değerlendirilmede birden fazla yöntem kullanılmakta olup en yaygın kullanılanlar ise; Black-Scholes Opsiyon Fiyatlama Modeli ve Binomial Opsiyon Fiyatlama Modeli'dir (Baecker, 2007; Alper ve Anbar, 2011). Bu durum karmaşık gibi algılsa da reel varlıklara yapılan yatırımların değerlendirilmesinde reel opsiyon yönteminin kullanılması aslında net bugünkü değer yöntemine dayanmaktadır. Net bugünkü değer yöntemiyle hesaplanan değere, opsiyon değeri eklenerek elde edilen yeni değer, yöneticilere karar alma sürecinde yardımcı olmaktadır (Fabozzi ve Peterson, 2003: 472).

Yatırım projelerinin değerlendirilmesinde girdi ile çıktı arasındaki ilişki olarak tanımlanan verimlilik ayrığı üzerinde durulması gereken önemli bir husustur. Yatırım projelerinin hazırlanmasında ilk olarak girdi maliyetlerinin (ilk madde ve malzeme maliyeti, makinelerin harcandığı enerji, elektrik faturaları, doğalgaz tüketimi, çalışma süreleri, ücretler) yer aldığı tablolar oluşturulmaktadır. Bu tablolar doğrultusunda yapılan finansal hesaplamalar sonucunda bir çıktı (katma değer, satışlar ve üretim miktarı) elde edilir. İşletmeler açısından girdilerin etkin kullanılması, minimum maliyetle planlanan projenin gerçekleştirilmesine yol açmaktadır. Ayrıca yatırım projesinin süresi, belirlenen tarihte tamamlanması, zaman ve maliyet projeksiyonlarının yenilenmesi ve tüm bu süreçlerin beraber değerlendirilmesi; proje sürecinde etkinliği sağlamada önemli ölçüde kolaylık sağlamaktadır. Verimlilik, işletme performanslarını doğrudan etkileyen bir kısıt olarak da bilinmektedir. İşletmelerin piyasa koşullarına ayak uydurup uyduramaması verimliliğine de bağlıdır. Bir örnek ile açıklayacak olursak; işletmeler teknolojik geliştirmelere ayak uydurabilirse gerçek maliyet değerlerini düşürebilir, bu da girdilerin azalmasına yol açar. Girdiler azaldığı için işletmenin verim oranında artış meydana gelir ve verimliliği artar. Bu durum ise reel opsiyon yönteminin önemi ortaya çıkarmaktadır. Proje süresinde değişen piyasa koşullarını opsiyon değeri olarak projeye dahil eden reel opsiyon yöntemi, projenin yeni değerini ortaya koyarak işletmelere bir fırsat sağlamaktadır. Literatürde yer alan bazı çalışmalar (Akkaya, 2005; Lee ve Shih, 2010; Görtunca, 2013; Bari, 2020; Düzakın ve Yılmaz, 2021) bu durumu desteklemekte iken; bazı çalışmalar (Tekin, 2014; Zhang, Zhou ve Zhou, 2016; Polat ve Battal, 2021) bu durumu desteklememektedir.

Bu çalışmanın amacı, tekstil sektörüne ait bir yatırım projesini hem reel opsiyon yöntemi ile hem de geleneksel sermaye bütçeleme yöntemleriyle değerlendirerek sonuçlarını karşılaştırmaktır. Tercih edilen tekstil sektörüne ait yatırım projesinin barındırdığı esnekliklere göre opsiyon belirlenmiştir. Buna göre temel alınan değişkenler, projenin tamamlanması ile elde edilen varlığın değeri ve projeyi tamamlamanın beklenen maliyetidir. Black-Scholes Opsiyon Fiyatlama Modelini temel alarak elde edilen opsiyon değeri, projenin değerlendirilme sürecine dahil edilmiş ve bu değere bağlı optimal yatırım kararı belirlenmiştir. Çalışmanın devam eden bölümünde konuyla ilgili yapılan literatür taraması yer almaktadır. Çalışmanın

üçüncü bölümünde tekstil sektörüne ait gerçek bir yatırım projesi değerlendirilmiş ve bulgular incelenmiştir. Çalışmanın son bölümünde sonuç ve değerlendirme kısmı yer almaktadır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Çalışmanın bu bölümünde, reel opsiyon yöntemi ile ilgili yapılmış çalışmalara yer verilmiştir. Yerli ve yabancı literatürde özellikle 2005 yılı ve sonrası çalışmaların yoğunluğu gözlemlenmektedir.

Akkaya (2005) çalışmasında, bir girişimcinin yeni bir fabrika yatırımı yapacağını varsayarak, bir yeni yatırım projesini kıyaslama yapabilmek için hem geleneksel yöntemler ile hem de reel opsiyon yöntemiyle değerlendirmiştir. Yapılan yatırım projesi değerlendirmesi sonucunda geleneksel yöntemlerden net bugünkü değer yöntemi ile proje değerlendirildiğinde, net bugünkü değer sıfırdan küçük bulunmuştur. Ancak yatırım projesi reel opsiyon yöntemi ile değerlendirildiğinde yatırım projesi kabul edilmiştir. Reel opsiyon yöntemi, karar vericilere bir alternatif sunma ve karar vizyonunu geliştirme konusunda yardımcı olmaktadır.

Block (2007) çalışmasında, Fortune 1000'de yer alan işletmelere anket uygulaması yapmıştır. Yapılan bu çalışmaya 279 tane işletme katılmış olup, bu işletmelerden 40 tanesinin (yaklaşık %14,3) yatırım projelerini değerlendirirken reel opsiyon yöntemini kullandıkları tespit edilmiştir.

Alper (2007) çalışmasında, geleneksel yöntemlerin reel opsiyonlar gibi stratejik bilgi sağlayıp sağlamadığını tespit etmek amacıyla bilişim sektörüne ait bir yatırım projesini ele almıştır. Geleneksel yöntemler ile değerlendirildiğinde Net Bugünkü Değer (NBD)'inin sıfırdan küçük yani negatif olduğu tespit edilmiştir. Ancak projenin reel opsiyon yöntemiyle değerlendirilmesi sırasında erteleme opsiyonu kullanılmış ve projenin kabulüne karar verilmiştir.

İkiz ve Kocakoç (2009) çalışmalarında, teknolojideki tahmin edilemeyen gelişmelerin var olduğu ve pazar talebinin tahmin edilmesinin güç olduğu bilişim teknolojilerine ait bir yatırım projesini değerlendirmişlerdir. Yapılan analizler sonucunda, reel opsiyon yöntemi ile değerlendirilen bir yatırım projesinin, geleneksel yöntemler ile elde edilen değerlerden daha farklı olabileceği ve NBD'si negatif olan bir projenin belli opsiyon yöntemleriyle kabul edilebilecek bir projeye dönüşebileceği tespit edilmiştir.

Lee ve Shih (2010) çalışmalarında yenilenebilir enerji sektörüne ait olan rüzgâr enerjisi yatırım projesini değerlendirmişlerdir. NBD yöntemine göre değerlendirilen yatırım projesinin sonucunun negatif olmasına rağmen reel opsiyon yöntemiyle değerlendirildiğinde yatırım projesi kabul edilmiştir. Bu durum, yöneticilere karar verme aşamasında, alternatif sunmakta ve yatırım projesinin kabul edilebileceğini göstermektedir.

Singh ve diğerleri (2012), Hindistan'daki finansal olmayan 166 tane işletmeye yaptıkları anket çalışmasında bu işletmelerin %50'sinin yatırım projelerini değerlendirirken reel opsiyon yöntemini tercih ettiği sonucuna ulaşmışlardır.

Alper ve Anbar (2011) ilaç sektörüne ait AR-GE çalışmaları içeren bir yatırım projesini değerlendirirken karar ağacı analiziyle birlikte reel opsiyon yöntemini kullanarak geleneksel yöntemlerle kıyaslamışlardır. Yapılan bu çalışmada yatırım projesi önce NBD ile değerlendirilmiş ve NBD'sinin sıfırdan küçük olduğu tespit edilmiştir. Fakat yatırım projesi karar ağacı analizi ve reel opsiyon yöntemiyle değerlendirildiğinde projenin kabul edilmesi gerektiği sonucu tespit edilmiştir.

Sevinç (2012) çalışmasında incelediği bir yatırım projesinin sonuçlarını geleneksel yöntemler ve reel opsiyon yöntemiyle kıyaslamıştır. Yapılan bu kıyaslama sonucunda; geleneksel yöntemlerle değerlendirildiğinde NBD'si negatif olan yatırım projesinin, reel opsiyon yöntemi ile değerlendirildiğinde kabul edildiği tespit edilmiştir.

Gürtunca (2013) çalışmasında, temiz enerji ile elektrik üretimi projesini reel opsiyon yöntemi ile değerlendirmiştir. Yapılan bu çalışmada, proje öncelikli olarak geleneksel yöntemler ile değerlendirilmiş olup, NBD'sinin sıfırdan küçük olduğu tespit edilmiştir. Ancak reel opsiyon yöntemi ile değerlendirildiğinde proje kabul edilmiştir.

Tekin (2014), güneş enerjisi santrali yatırım projesini reel opsiyon yöntemi ve geleneksel yöntemler ile değerlendirmiştir. Çalışmada geleneksel yöntemler ile değerlendirilmiş olan projenin NBD'si negatif tespit edilirken reel opsiyon türlerinden biri olan genişleme opsiyon ile proje tekrar değerlendirildiğinde de aynı sonuca ulaşılmıştır.

Santos ve diğerleri (2014) çalışmalarında, yenilenebilir enerji sektöründe yer alan hidroelektrik santrali projesini değerlendirmişlerdir. Bu çalışmada, geleneksel yöntemlerden biri olan NBD ile değerlendirme yapıldığında pozitif sonuç elde edilmiştir. Ancak reel opsiyon yöntemiyle yatırım projesi değerlendirildiğinde yatırım projesine opsiyon değeri eklenmesi projeyi daha kazançlı hale dönüştürmüştür. Bu durum, belirsizlikleri azaltmada reel opsiyon yönteminin daha güçlü olduğunu açıklamaktadır.

Horn ve diğerleri (2015) çalışmalarında anket yöntemi ile Norveç, Danimarka ve İsveç'te faaliyet gösteren 1500 tane işletmeye yatırım projesi değerlendirmede kullandıkları yöntemleri sormuşlardır. Anket sonuçlarına göre; finansal direktörlerin %74'ü geleneksel yöntemleri, %6'sı ise reel opsiyon yöntemini kullandıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca reel opsiyon yönteminin en fazla enerji, biyoteknoloji ve AR-GE yatırımları yapan işletmeler tarafından kullanıldığı tespit edilmiştir.

Zhang ve diğerleri (2016) Çin'de faaliyet gösteren güneş enerjisi yatırım projesini geleneksel yöntemler ve reel opsiyon yöntemi ile değerlendirmişlerdir. Hem NBD yöntemiyle hem de reel opsiyon yöntemiyle değerlendirilen yatırım projesinin sonucu pozitifdir. Ancak belirsizlik altında reel opsiyon yönteminin NBD yöntemine kıyasla işletmelere opsiyon seçeneği sağlamasından dolayı daha üstün olduğu sonucunu elde etmişlerdir.

Çevresel belirsizliğin yüksek olduğu yenilebilir enerji sektörüne ait bir yatırım projesini inceleyen Pivoriene (2017) çalışmasında, geleneksel yöntemler ile reel opsiyon yöntemine yer vermiştir. Geleneksel yöntemlerle değerlendirilen yatırım projesinin sonucu negatiftir. Ayrıca reel opsiyon yönteminde alternatif olarak kullanılan opsiyonlarından biri olan genişleme opsiyonu ile yatırım projesi tekrar değerlendirildiğinde yatırım projesi kabul edilmiştir.

Agaton ve Karl (2018) çalışmalarında, çevresel problemleri çözümlenmede önemli bir yere sahip olan yenilenebilir enerji üzerine yapılan enerji üretimi yatırım projesini değerlendirmişlerdir. Geleneksel yöntemlerden biri olan NBD ile değerlendirilen yatırım projesi kabul edilmiştir. Ancak reel opsiyon yönteminde yer alan bekleme veya erteleme opsiyonu kullanıldığında yatırım projesinin sonucu değişmektedir.

Bari (2020) çalışmasında, İtalya'nın 20 şehrinde faaliyette olan 20 güneş enerjisi yatırım projelerini hem geleneksel yöntemlerle hem de reel opsiyon yöntemiyle değerlendirmiştir. Cagliari ili hariç 19 ilde yürütülen yatırım projeleri geleneksel yöntemlerden biri olan NBD ile değerlendirildiğinde sonuç negatif çıkmıştır. Ancak Cagliari dahil tüm illerdeki yatırım projeleri reel opsiyon yöntemiyle değerlendirildiğinde yatırım projelerinin kabul edildiği tespit edilmiştir.

Polat ve Battal (2021) çalışmalarında havaalanı altyapısı yatırım projesini geleneksel yöntemlerden biri olan NBD yöntemi ile incelemiş ve reel opsiyon yöntemi ile kıyaslamışlardır. NBD yöntemiyle değerlendirilen yatırım projesinin sonucunda yatırım projesi kabul edilmiştir. Bu durum reel opsiyon yöntemiyle yapılan değerlendirme sonucuyla benzerlik göstermektedir.

Düzakın ve Yılmaz (2021) çalışmalarında, bir girişimcilik projesini hem NBD ve hem de reel opsiyon yöntemi ile değerlendirerek sonuçları kıyaslamışlardır. Yapılan bu çalışmada, NBD yöntemi ile değerlendirildiğinde, NBD'sinin sıfırdan küçük olduğu tespit edilmiştir. Ancak çalışma reel opsiyon yöntemi ile değerlendirildiğinde, yatırım projesi kabul edilmiştir.

Dünya'da ve Türkiye'de yapılan literatür taraması sonucunda geleneksel sermaye bütçelemesi yöntemleri ile değerlendirilen yatırım projelerinin kabul edilmediği ancak projelere opsiyon değeri eklenerek reel opsiyon yöntemiyle yapılan hesaplamalar sonucunda projelerin kabul edildiği açıkça gözlemlenmektedir. Ayrıca literatür taraması sonucunda, enerji ve doğal kaynaklar sektöründe yüksek bütçeli yatırımların yapıldığı ve bu sebeple bu alanda yer alan projelerin değerlendirildiği göze çarpmaktadır. Ancak Türkiye için tekstil sektöründe doğrudan ve toplam brüt katma değerinin fazla olması, yani sektörün milli gelire olan katkısının tüm sektörler içinde yüksek olması ile teşviklere hızlı ve yüksek geri dönüş sağlayan endüstri kolu olması açısından önemlidir. Bu doğrultuda bu çalışma tekstil sektöründe yatırım yapmayı planlayan yöneticilere yol göstererek literatüre katkı sağlamakta ve diğer çalışmalardan farklılık göstermektedir.

3. UYGULAMA ve BULGULAR

Çalışmanın bu bölümünde reel opsiyon yöntemiyle yapılan hesaplamaların anlaşılabilirliğini sağlamak amacıyla tekstil sektöründe faaliyette bulunan ABC işletmesine ait gerçek bir girişimcilik yatırımı örneği ele alınmıştır. İşletmeye ilişkin bilgiler matematiksel işlemler kullanılarak Microsoft Office Excel programı yardımıyla hesaplanmıştır.

3.1. İşletme Bilgileri

Bu çalışmada ABC işletmesine KOSGEB tarafından kabul edilen gerçek bir yatırım projesinin kullanılması sebebiyle bu işletmeye ait bilgiler kişisel verilerin korunması kanunu kapsamında doğrudan paylaşılmamış ve projede yer alan bazı bilgilerde değişiklik yapılmıştır. ABC işletmesi proje kapsamında 5 kişiyi istihdam edecektir. Proje süresi ise 5 yıldır. Tablo 1'de projenin ilk yatırım kalemleri, Tablo 2'de ise yatırım kaynağının dağılımı gösterilmektedir.

Tablo 1. Projenin ilk yatırım kalemleri

<i>Başlangıç Harcamaları</i>	<i>Tutar (Bin TL)</i>
Etüt Proje Giderleri	-
Bina-İnşaat Giderleri	210.000
Makina-Teçhizat ve Ofis Donanımları Giderleri (Yerli-İthal)	350.098
Diğer Makina-Teçhizat ve Ofis Donanımları Giderleri (Yerli-İthal)	-
İthalat ve Gümrükleme Giderleri	-
Taşıma ve Sigorta Giderleri	-
Montaj Giderleri	-
Genel giderler	2.500
Kuruluş İşlemleri ve Harç Masrafları	2.500
Diğer Giderler	500
Beklenmeyen Giderler (%5)	25.279,9
Toplam Sabit Yatırım	593.877,9

Not: Beklenmeyen giderler, diğer kalemlerin toplamının %5'idir.

Tablo 2. Yatırım kaynağının dağılımı

<i>Toplam Yatırım İhtiyacı</i>	<i>Tutar (Bin TL)</i>
Sabit Yatırım Tutarı	593.877,9
İşletme Sermayesi	11.870,25
Toplam Yatırım İhtiyacı	605.748,15

Tablo 2'de yer alan sabit yatırım tutarı, ilk yatırım dönemindeki sabit tutarını; işletme sermayesi ise işletmenin 1 aylık ortalama işletme giderini ifade etmektedir. Yatırım projesi kapsamında, toplam maliyetin (toplam yatırım ihtiyacı) %100'ü öz sermaye ile finanse edilecektir. Yatırım projesi için gerekli olan işletme sermayesi miktarlarının yıllar itibariyle dağılımı Tablo 3'te, yatırım projesinin nakit akışları ise Tablo 4'te yer almaktadır.

Tablo 3. Gider kalemleri (Bin TL)

<i>Gider Kalemleri</i>	<i>Toplam Harcama (Aylık)</i>	<i>1. Yıl</i>	<i>2. Yıl</i>	<i>3. Yıl</i>	<i>4. Yıl</i>	<i>5. yıl</i>
Hammadde ve İşletme Malzemeleri	5.000	60.000*	66.000**	72.600	79.860	87.846
Kira	1.200	14.400	15.840	17.424	19.166,40	21.083,04
Elektrik	150	1.800	1.980	2.178	2.395,80	2.635,38
Su	50	600	660	726	798,60	878,46
Telefon+İnternet	100	1.200	1.320	1.452,00	1.597,20	1.756,92
Yakıt (Isınma)		0	0	0	0	0
Personel	3.555	42.660	46.926	51.618,60	56.780,46	62.458,51
Doğalgaz	-	0	0	0	0	0
Bakım-Onarım	-	0	0	0	0	0
Genel Giderler	1000	12.000	13.200	14.520	15.972	17.569,20
Muhasebeci Ücreti	150	1.800	1.980	2.178	2.395,80	2.635,38
Kırtasiye Giderleri	50	600	660	726	798,60	878,46
Pazarlama-Satış Giderleri	-	0	0	0	0	0
Ambalaj-Paketleme Giderleri	50	600	660	726	798,60	878,46
Nakliye Gideri	-	0	0	0	0	0
Beklenmeyen Giderler (%5)	565,25	6.783	7.461,30	8.207,43	9.028,17	9.930,99
Toplam	11.870,25	142.443	156.687,30	172.356,03	189.591,63	208.550,79

Not: * 1.yıl işletme sermayesi, aylık olarak hesaplanan toplam harcama tutarının 12 ile çarpılmasıyla elde edilmiştir. **Giderler her yıl %10 oranında artırılmıştır.

Tablo 4. Yatırım projesinin nakit akışları (5 Yıllık, Bin TL)

	Başlangıç	1. Yıl	2. Yıl	3. Yıl	4. Yıl	5. yıl
Satış Gelirleri (+)	-	273.000	327.600	393.120	471.744	566.092,80
İşletme Giderleri (-)	-	142.443	156.687,30	172.356,03	189.591,63	208.550,80
Amortismanlar (-)	-	0	0	0	0	0
Borç Geri Ödeme (-)	-	-	-	-	-	-
Finansman Gideri (-)	-	0	0	0	0	0
Vergi Öncesi Kar	-	130.557	170.912,70	220.763,97	282.152,37	357.542
Vergiler (-) (%20)	-	26.111,4	34.182,54	44.152,79	56.430,47	71.508,40
Vergi Sonrası Kar	-	104.445,6	136.730,16	176.611,18	225.721,89	286.033,60
Amortismanlar (+)	-	0	0	0	0	0
İşletme Sermayesi (-)	-11.870,25	0	0	0	0	0
Sabit Yatırım (-)	-593.877,9	-	-	-	-	-
Net Nakit Akışları	-605.748,15	104.445,6	136.730,16	176.611,18	225.721,89	286.033,60

3.2. Bulgular

Yapılan bu çalışmada işletme verimliliğini artıracak uygun olan yatırım projesinin tercihi için, yatırım projesi hem geleneksel sermaye bütçelemesi yöntemleriyle hem de reel opsiyon yöntemiyle değerlendirilmiştir.

Geri ödeme süresi yöntemine göre hesaplama: Geri ödeme süresi yönteminde eğer nakit akışları her yıl aynı değilse hesaplama farklıdır. Nakit girişleri yatırım harcama tutarını karşılayana kadar toplanır. Geri ödeme süresi yönteminin hesaplanmasında kullanılan ifade Eşitlik 1'de verilmiştir.

$$GÖS = \frac{\text{Sabit Yatırım Tutarı}}{\text{Yıllık Net Nakit Girişi}} \quad (1)$$

Eşitlik 1'de göre yapılan hesaplama sonucunda yatırım projesinin geri ödeme süresinin 3,8 yıl olduğu tespit edilmiştir.

Muhasebe getiri oranı yöntemine göre hesaplama: Bu hesaplamada ortalama net kar, vergiden sonraki karın projenin ekonomik ömrüne bölünmesiyle elde edilirken; ortalama yatırım tutarı ise, sabit yatırımlardan beklenen hurda değerinin çıkılmasıyla elde edilen sonucun ikiye bölünmesidir (Eşitlik 2).

$$\text{Muhasebe Getiri Oranı} = \frac{\text{Ortalama Net Kar}}{\text{Ortalama Yatırım Tutarı}} \quad (2)$$

Eşitlik 2'e göre yapılan hesaplama sonucunda yatırım projesinin muhasebe getiri oranı 0,61'dir.

İskonto edilmiş geri ödeme süresi yöntemine göre hesaplama: Bu yöntemde, net nakit girişleri belirli bir iskonto oranı üzerinden bugüne indirgenir ve indirgenmiş bu değere göre geri ödeme süresi hesaplanır (Eşitlik 3).

$$\sum_{i=1}^n \frac{\text{Nakit Akışı}}{(1+r)^t} - \text{Yatırım tutarı} = 0 \quad (3)$$

Eşitlik 3'e göre, işletmenin beşinci yılın sonunda elde edeceği nakit girişlerinin bugünkü değeri toplamı 598.035,63 TL'dir. Ancak bu durum yatırım tutarı olan 605.748,15 TL'yi karşılayamamaktadır. Bu durum iskonto edilmiş geri ödeme süresinin 5 yıldan daha uzun olduğunu göstermektedir.

NBD yöntemine göre hesaplama: Bir yatırımın NBD'si; beklenen nakit akışlarının belirli bir iskonto oranı üzerinden bugüne indirgenmiş değerleri toplamından başlangıçtaki nakit çıkışının (yatırım tutarı) çıkartılmasıyla hesaplanır. Bu hesaplama Tablo 5'te gösterilmektedir. İskonto oranı 2021 (Aralık) Merkez Bankası'nın faiz oranına göre %14'tür. Yapılan hesaplamanın sonucunda, $NBD < 0$ olduğu için yatırım projesi reddedilir.

Tablo 1. Net nakit girişlerinin bugünkü değeri

Yıllar	Net nakit girişleri	1TL'nin bugünkü değeri	Net nakit girişlerinin bugünkü değeri
1.yıl	104.445,6	0.877	91.598,79
2.yıl	136.730,16	0.769	105.145,49
3.yıl	176.611,18	0.675	119.212,55
4.yıl	225.721,89	0.592	133.627,36
5.yıl	286.033,60	0.519	148.451,44
Net nakit girişlerinin bugünkü değeri toplamı			598.035,63
Yatırım tutarı			-605.748,15
NBD			-7.712,52

İç verim oranı yöntemine göre hesaplama: Bir yatırımdan beklenen net nakit akışlarının bugüne indirgenmiş değerini, başlangıçtaki nakit çıkışı değerine (yatırım tutarı) eşitleyen orandır. NBD'yi sıfıra eşitleyen iskonto oranı olarak da tanımlanmaktadır. Yapılan hesaplama Tablo 6'da gösterilmektedir. İç verim oranı ise %13,56 olarak hesaplanmıştır. Bu durumda, hesaplanan değer sermaye maliyetinden küçük olduğu için yatırım projesi reddedilir.

Tablo 6. İç verim oranı hesaplaması

Yıllar	Net Nakit Akışları	Açıklama
	-605.748,15	Yatırım Tutarı
1.yıl	104.445,6	Net nakit girişleri
2.yıl	136.730,16	Net nakit girişleri
3.yıl	176.611,18	Net nakit girişleri
4.yıl	225.721,89	Net nakit girişleri
5.yıl	286.033,60	Net nakit girişleri
	13.56%	İç Verim Oranı*

$$\text{Not:}^* \sum_{t=0}^n \frac{NG_t}{(1+IVO)^t} = I_0$$

Düzeltilmiş iç verim oranı yöntemine göre hesaplama: Bu yöntemde eğer düzeltilmiş iç verim oranı sermaye maliyetinden büyük ise yatırım projesi kabul edilir ancak sermaye maliyetinden küçük ise yatırım projesi reddedilir. Düzeltilmiş iç verim oranı hesaplaması Tablo 7'de gösterilmektedir. Yapılan hesaplama sonucunda, düzeltilmiş iç verim oranı sermaye maliyetinden (%14) küçük olduğu için yatırım proje reddedilir.

Tablo 7. Düzeltilmiş iç verim oranı hesaplaması

Yıllar	Net Nakit Akışları	Açıklama
	-605.748,15	Yatırım Tutarı
1.yıl	104.445,6	Net nakit girişleri
2.yıl	136.730,16	Net nakit girişleri
3.yıl	176.611,18	Net nakit girişleri
4.yıl	225.721,89	Net nakit girişleri
5.yıl	286.033,60	Net nakit girişleri
	13.72%	Düzeltilmiş İç Verim Oranı*

$$\text{Not:}^* \sum_{t=0}^n \frac{NC_t}{(1+r)^t} = \frac{\sum_{t=0}^n NC_t(1+r)^{n-t}}{(1+DIVO)^n}$$

Karlılık endeksi yöntemine göre hesaplama: Bu yöntemde, bir projenin sağlayacağı nakit girişlerinin belirli bir iskonto oranı üzerinden indirgenmiş bugünkü değeri, projenin gerektireceği nakit çıkışlarının bugünkü değerine bölünmektedir (Eşitlik 4).

$$KE = \frac{\text{Nakit Girişlerinin Bugüne İndirgenmiş Değeri Toplamı}}{\text{Nakit Çıkışlarının Bugünkü Değeri}} \quad (4)$$

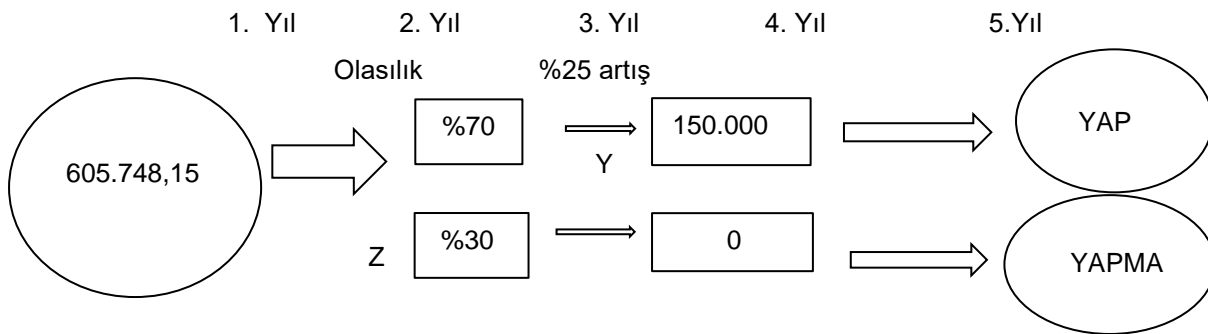
Eşitlik 4'e göre yapılan hesaplama sonucu 0,99'dur. Bu durumda, $KE < 1$ olduğu için yatırım projesi reddedilir. Geleneksel yöntemler yapılan değerlendirmenin sonuçları Tablo 8'te gösterilmektedir.

Tablo 8. Geleneksel yöntemlerle yapılan hesaplamaların sonuçları

Yöntemler	Sonuç	Durum
Muhasebe getiri oranı	0,61	-
Geri ödeme süresi	3,8 yıl	-
İskonto edilmiş geri ödeme süresi	5 yıldan fazla	Proje süresi olan 5 yıldan fazla
Net bugünkü değer	-7.712,52	0'dan küçük
İç verim oranı	%13,56	Sermaye maliyeti %14'ten küçük
Düzeltilmiş iç verim oranı	%13,72	Sermaye maliyeti %14'ten küçük
Karlılık endeksi	0,99	1'den küçük

Karar ağacı yöntemine göre hesaplama: İşletmenin hedefleri doğrultusunda eğer piyasa koşulları beklentinin altında kalırsa, projenin 3. yılında ek yatırım yapılmasını planlanmaktadır. Yapılacak olan bu yatırım ile satış gelirlerinde %25 oranında artış olacağı düşünülmektedir. Ancak işletme yöneticilerinin %70'ı bu kararı desteklemekte iken %30'ı ise bu kararı desteklememektedir.

Proje süresi



Şekil 1. Olasılık dağılımı

Olasılık dağılımına göre projeye ilişkin bilgiler şöyledir: %70 olasılıkla projenin 150.000 TL. ek yatırımla büyümesi halinde işletmenin nakit akışlarında yıllar itibariyle %25 oranında artış olacağı beklenmektedir (XY). %30 olasılıkla işletmenin ek yatırım yapmaması halinde karlılıkta herhangi bir değişiklik olmayacağını beklenmektedir (XZ). XY'nin gerçekleşmesi durumundaki nakit akışları Tablo 9'da gösterilmektedir.

Tablo 9. Tahmini nakit akışları (Bin TL)

	Başlangıç	1. Yıl	2. Yıl	3. Yıl	4. Yıl	5. yıl
Satış Gelirleri (+)		273.000	327.600	491.400	589.68	707.616
İşletme Giderleri (-)		142.443	156.687,30	172.356,03	189.591,63	208.550,8
Amortismanlar (-)		0	0	0	0	0
Borç Geri Ödeme (-)						
Finansman Gideri (-)		0	0	0	0	0
Vergi Öncesi Kar		130.557	170.912,70	319.044	400.088,37	499.065,2
Vergiler (-) (%20)		26.111,4	34.182,54	63.808,79	80.0176,74	99.813,04
Vergi Sonrası Kar		104.445,6	136.730,16	255.235	320.070,7	399.252,16
Amortismanlar (+)		0	0	0	0	0
İşletme Sermayesi (-)	-11.870,25	0	0	0	0	0
Sabit Yatırım (-)	-593.877,9			150.000		
Net Nakit Akışları	-605.748,15	104.445,6	136.730,16	405.235,18	320.070,7	399.252,16

Hesaplanan tahmini nakit akışlara göre, projenin net bugünkü değer hesaplaması Tablo 10'da sunulmaktadır.

Tablo 10. XZ ve XY yollarına göre NBD hesaplaması (Bin TL)

Yıllar	Net nakit girişleri	1TL'nin bugünkü değeri	Net nakit girişlerinin bugünkü değeri
XZ Yolu			
1.yıl	104.445,6	0,877	91.598,79
2.yıl	136.730,16	0,769	105.145,49
3.yıl	176.611,18	0,675	119.212,55
4.yıl	225.721,89	0,592	133.627,36
5.yıl	286.033,60	0,519	148.451,44
Net nakit girişlerinin bugünkü değeri toplamı			598.035,63
Yatırım tutarı			-605.748,15
NBD			-7.712,52
XY Yolu			
1.yıl	104445,6	0,877	91.598,79
2.yıl	136.730,16	0,769	105.145,49
3.yıl	405.235	0,675	273.533,63
4.yıl	320.070,7	0,592	189.481,85
5.yıl	399.252,16	0,519	207.211,87
Net nakit girişlerinin bugünkü değeri toplamı			866.971,63
Yatırım tutarı			-605.748,15
NBD			261.223,48

Yatırımda meydana gelen yeni duruma göre hesaplanan tahmini nakit akışları ile ilgili olasılık dağılımının birlikte hesaplanması Tablo 11'de gösterilmektedir. Karar ağacı yöntemine göre NBD>0'dır. Bu durumda, yatırım projesi kabul edilir.

Tablo 11. Beklenen NBD hesaplaması

İzlenen yol	Olasılık	Beklenen NBD (Bin TL)	NBD (Bin TL)
XY	%70	261.223,48	182.856,44
XZ	%30	-7.712,52	-2.313,76
Toplam	%100		180.542,68

Reel opsiyon yöntemine göre hesaplama: Karar ağacı varsayımları çerçevesinde, işletme 3. yılında ek yatırım yaparak büyüme opsiyonunu kullanmıştır. Opsiyon değerinin hesaplamaya dahil edilmesinde Black-Scholes opsiyon fiyatlandırma modeli kullanılmaktadır. Bu duruma göre işletmeye ait bilgiler şöyledir: Yatırım kararı üç yıl sonra verileceği için opsiyonun vadesi 3 yıl, opsiyon kullanım fiyatı olarak, projeye sağlanan ek yatırımın bugüne indirgenmiş değeri 131.550 TL, risksiz faiz oranı %22,70, projenin piyasa fiyatı 180.542,68 TL ve standart sapma ise %63,71'dir. Risksiz faiz oranı olarak 2 yıllık devlet tahvilin faiz oranı kullanılmış olup, standart sapmanın hesaplaması Tablo 12'de gösterilmektedir.

Tablo 23. Standart sapma hesaplaması (Bin TL)

Yıllar	Nakit girişleri	Nakit girişlerinin doğal logaritması*
1.yıl	104.445,6	11.55642164
2.yıl	136.730,16	11.82576463
3.yıl	40.523,5	12.91222242
4.yıl	320.070,7	12.67629719
5.yıl	399.252,16	12.89734848
Standart Sapma		%63,71
Varyans		%40,6

Not: *ln (Rt/Rt-1)

Reel opsiyon değerinin hesaplanmasında kullanılan eşitlikler Eşitlik 5-7'de verilmiştir.

$$C_r = PN(d_1) - Xe^{-rt}XN(d_2) \quad (5)$$

$$d_1 = \frac{\left[\ln\left(\frac{P}{X}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)t \right]}{\sigma\sqrt{t}} \quad (6)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{t} \quad (7)$$

Eşitliklerde yer alan C_r , reel opsiyon değerini; P , nakit akışlarının bugünkü değerini; $N(d)$, kümülatif normal dağılımları; X , yatırımın maliyetini; r , risksiz faiz oranını; t , ertelenebilen yatırımın süresinin uzunluğunu ve σ , risk düzeyini ifade etmektedir. Black-Sholes opsiyon fiyatlama modeli kullanılarak yapılan hesaplamada 124.867,43 TL opsiyon değeri elde edilmiştir. Smit ve Trigeorgis (2006)'e göre hesaplanan Genişletilmiş NBD (Eşitlik 8) ise 117.154,91 TL olarak elde edilmiştir.

$$\text{Genişletilmiş NBD} = \text{NBD} + \text{Opsiyonun Değeri} \quad (8)$$

Yatırım projesi reel opsiyon yöntemiyle değerlendirildiğinde kabul edilmektedir. Çalışmanın bu bölümde, geleneksel sermaye bütçelemesi yöntemleriyle reel opsiyon yönteminin karşılaştırılması yapılmış ve örnek bir yatırım projesiyle açıklanmıştır. Yapılan örnek çalışmada, birbirini destekleyen sonuçlar tespit edilememiştir. Literatürde açıkça gözlemlenmektedir ki, hangi yöntemin daha üstün olduğu hakkında kesin kanı yoktur. Ancak reel opsiyon yöntemi yöneticilere esneklik sağladığı için ön plana çıkarken hesaplanmasının basit olmaması bu yöntemle olan ilgiyi azaltmaktadır (Brach, 2003: 105).

4. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Bu çalışmanın amacı, tekstil sektörüne ait gerçek bir yatırım projesini hem reel opsiyon yöntemi ile hem de geleneksel sermaye bütçelemesi yöntemleriyle değerlendirerek sonuçlarını karşılaştırmaktır. Yatırım kararının değerlendirilmesi aşamasında, geleneksel sermaye bütçelemesi yöntemleri değişen koşullardan etkilenmeyen bir yapıya sahip iken, reel opsiyon yöntemi değişen koşullardan etkilenen bir yapıya sahiptir. Bir yatırım projesinin değerlendirilmesi aşamasında ve işletme için verimli olabilecek projenin tercih edilmesinde, sürekli değişen ve gelişen piyasa koşullarının dikkate alınması gerekmektedir. Riskleri ve belirsizlikleri de göz önüne alan yapısı düşünüldüğünde, reel opsiyon yönteminin geleneksel sermaye bütçelemesi yöntemlerine alternatif veya tamamlayıcı bir yöntem olup olmadığı alan yazında fikir ayrılığı oluşturmuştur.

Bu çalışmada, tekstil sektöründe faaliyette bulunan ABC işletmesine ait gerçek bir girişimci yatırımı örneği ele alınmıştır. İşletmenin projeye ilişkin tüm bilgileri paylaşmaması bu çalışmanın kısıtudur. Projenin geleneksel sermaye bütçelemesi yöntemleri ile değerlendirildiğinde finansal açıdan verimli olmayan bir yatırım projesi olduğu tespit edilmiş ancak yatırım projesine büyüme opsiyonu eklenerek tekrar hesaplandığında, projenin finansal açıdan verimli bir yatırım projesi olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç literatürde yer alan Akkaya (2005), Lee ve Shih (2010), Gürünca (2013), Santos ve diğerleri (2014), Zhang ve diğerleri (2016), Bari (2020) ve Düzakın ve Yılmaz (2021) çalışmalarıyla benzerlik göstermektedir.

Bu çalışma reel opsiyon yönteminin geleneksel sermaye bütçelemesi yöntemleriyle kullanıldığında, yatırım projesine yönetsel esneklik kazandırdığını açıkça göstermektedir. Diğer bir ifadeyle, reel opsiyon yöntemi geleneksel sermaye bütçelemesi yöntemlerinin dikkate alınmadığı esneklikleri hesaplaması nedeniyle yatırım projelerindeki ek değerlerin ortaya çıkmasına olanak sağlamaktadır. Dolayısıyla bu çalışma, işletmelere yatırım projelerini değerlendirmede yol göstermesi açısından önemlidir.

Gelecekte bu konuyu çalışmak isteyen araştırmacılar, farklı sektörlerde yer alan yatırım projelerini değerlendirebilir ve riskli yatırım projelerini değerlendirme yöntemleriyle reel opsiyon yönteminin sonuçlarını kıyaslayabilir. Ayrıca Binominal opsiyon fiyatlama modeli kullanılarak farklı opsiyon türleriyle hesaplamalar yapılabilir.

Yazar Katkıları / Author Contributions

Süreyya Yılmaz Özekenci: Literatür Taraması, Kavramsallaştırma, Metodoloji, Veri Derleme, Analiz, Makale Yazımı-rijinal taslak *Hatice Düzakın*: Makale Yazımı-inceleme ve düzenleme
Süreyya Yılmaz Özekenci: Literature Review, Conceptualization, Methodology, Data Curation, Analysis, Writing-original draft *Hatice Düzakın*: Writing-review and editing

Çatışma Beyanı / Conflict of Interest

Yazarlar tarafından herhangi bir potansiyel çıkar çatışması beyan edilmemiştir.
No potential conflict of interest was declared by the authors.

Fon Desteği / Funding

Bu çalışma SDK-2019-11901 numaralı proje kapsamında Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Fonu tarafından desteklenmiştir.
This study was supported by Çukurova University Scientific Research Fund under the project number SDK-2019-11901.

Etik Standartlara Uygunluk / Compliance with Ethical Standards

Yazarlar tarafından, çalışmada kullanılan araç ve yöntemlerin Etik Kurul izni gerektirmediği beyan edilmiştir.

It was declared by the authors that the tools and methods used in the study do not require the permission of the Ethics Committee.

Etik Beyanı / Ethical Statement

Yazarlar tarafından bu çalışmada bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan edilmiştir.

It was declared by the authors that scientific and ethical principles have been followed in this study and all the sources used have been properly cited.



Yazarlar, Verimlilik Dergisi'nde yayımlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmaları CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.

The authors own the copyright of their works published in Journal of Productivity and their works are published under the CC BY-NC 4.0 license.

KAYNAKÇA

- Agaton, C.B. ve Karl, H. (2018). "A Real Options Approach to Renewable Electricity Generation in the Philippines", *Energy, Sustainability and Society*, 8, 1, DOI: 10.1186/s13705-017-0143-y.
- Akkaya, G.C. (2005). "Yatırım Projelerinin Değerlendirilmesinde Alternatif Bir Yöntem: Reel Opsiyonlar", *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, 28, 172-178.
- Alper, D. (2007). "Sermaye Bütçelemesi ve Reel Opsiyonlar", *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, XXVI(1), 69-86.
- Alper, D. ve Anbar, A. (2011). "Proje Değerlemesinde Karar Ağacı Analizi ve Reel Opsiyon Yaklaşımının Karşılaştırılması", *Paradoks: The Journal of Economics, Sociology and Politics*, 7(1), 49-65.
- Baecker, P.N. (2007). "Real Options and Intellectual Property", Springer, New York.
- Bari, A. (2020). "A Real Options Approach to Valuate Solar Energy Investment with Public Authority Incentives:The Italian Case", *Energies*, 13(16), 4181.
- Block, S. (2007). "Are "Real Options" Actually Used in the Real World?" *The Engineering Economist*, 52(3), 255-267.
- Brach, M.A. (2003). "Real Options in Practice", John Wiley and Sons, Inc, New Jersey.
- Düzakın, H., ve Yılmaz, S. (2021). "Reel Opsiyon Yöntemiyle Yatırım Projesi Değerlendirmesi: Girişimcilik Yatırımı Örneği", *On Eurasian Economies*, 456.
- Fabozzi, F.J. ve Peterson, P.P. (2003). "*Financial Management and Analysis*", John Wiley and Sons, Kanada.
- Gürtunca, İ.U. (2013). "Yatırım Projelerinin Değerlendirilmesinde Reel Opsiyon Yaklaşımı", Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Horn, A., Kjarland, F., Molnar, P. ve Steen, B.W. (2015). "The Use of Real Option Theory in Scandinavia's Largest Companies", *International Review of Financial Analysis*, 41, 74-81.
- İkiz, A.K. ve Kocakoç, İ.D. (2009). "Bilişim Teknolojisi Projelerinde Reel Opsiyonlar", *Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11(4), 17-51.
- Lee, S.C. ve Shih, L.H. (2010). "Renewable Energy Policy Evaluation Using Real Option Model-The Case of Taiwan", *Energy Economics*, 32, 67-78.
- Mun, J. (2002). "Real Options Analysis: Tools and Techniques for Valuing Strategic Investments and Decisions", John Wiley and Sons, Inc, New Jersey.
- Pivoriene, A. (2017). "Real Options and Discounted Cash Flow Analysis to Assess Strategic Investment Projects", *Economics and Business*, 30(1), 91-101.
- Polat, L. ve Battal, U.Ü. (2021). "Airport Infrastructure Investments and Valuing Expansion Decisions Using the Compound Real Option Approach", *Journal of Air Transport Management*, 91, 1-10.
- Santos, L., Soares, I., Mendes, C. ve Ferreira, P. (2014). "Real Options Versus Traditional Methods to Assess Renewable Energy Projects", *Renewable Energy*, 68, 588-594.
- Sevinç, E. (2012). "Proje Değerlendirmesinde Reel Opsiyon Değerleme Yöntemi ve Uygulamaları", Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Singh, S., Jain, P.K. ve Yadav, S.S. (2012). "Capital Budgeting Decisions: Evidence from India", *Journal of Advances in Management Research*. 9(1), 96-112.
- Smit, H.T. ve Trigeorgis, L. (2006). "Strategic Planning: Valuing and Managing Portfolios of Real Options", *R&D Management*, 36(4), 403-419.
- Tekin, Z. (2014). "Sermaye Bütçelemesinde Geleneksel Yöntemlere Alternatif Olarak Reel Opsiyonlar Yöntemi", Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Balıkesir.
- Uygurtürk, H. (2012). "Stratejik Yatırım Kararlarının Verilmesinde Reel Opsiyon Yaklaşımı: Kömür Sektörü Üzerine Bir Uygulama", Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Zonguldak.
- Zhang, M.M., Zhou, P. ve Zhou, D.Q. (2016). "A Real Options Model for Renewable Energy Investment with Application to Solar Photovoltaic Power Generation in China", *Energy Economics*, 59, 213-226.

Akış Atölyesi Çizelgeleme Probleminin Sistemik Literatür Taraması ve Bütünsel Bir Çerçevesi

Hatice VURĞUN KOÇ¹, Ertan GÜNER²

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı, akış atölyesi çizelgeleme problemine dair farklı model türlerini oluşturmak için izlenen matematiksel programlama yöntemlerini, bunları çözme tekniklerini, bu problemleri çözmek için kullanılan yazılımları ve gelecek çalışmalara ilişkin önerileri sunmaktır.

Yöntem: Literatür araştırmasında 4 aşamalı yapılandırılmış bir metodoloji kullanılmıştır. Akış atölyesi çizelgeleme problemini karakterize eden en önemli hususları özetleyen bütünsel bir çerçeve önerilmiştir. 2000'den 2022 başlarına kadar toplam 73 makale gözden geçirilmiştir. Tüm makaleler önerilen bütünsel çerçeveye göre değerlendirilmiş ve kodlanmıştır.

Bulgular: Modelleme yaklaşımı belirtilen makalelerin %67'sinde karmaşık tam sayılı doğrusal programlama yaklaşımı benimsenmiştir. Referansların çoğu problem için çözüm yöntemlerinden birini (kesin çözüm algoritması, sezgisel algoritma ve metasezgisel algoritma) önermiştir. Programlama dili olarak C++ ve MATLAB ve çözücü olarak CPLEX'in ön planda olduğu görülmüştür.

Özgünlük: Çoğu yazarın burada önerilen çerçeveyi (modelleme ve çözüm yaklaşımı, programlama dili, çözüm aracı, amaç fonksiyonları) dikkate almadığı belirlenmiştir. Bu nedenle, bu inceleme akış atölyesi çizelgeleme problemlerinin temel unsurlarına genel bir bakış sağlamayı amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Çizelgeleme, Akış Atölyesi, Permütasyon Akış Atölyesi.

JEL Kodları: M11, C61.

A Systematic Literature Review and An Integrated Framework of the Flowshop Scheduling Problem

ABSTRACT

Purpose: The aim of this study is to present the mathematical programming methods followed to create different types of models for the flowshop scheduling problem, the techniques for solving them, and the software used to solve these problems.

Methodology: A 4-stage structured methodology was used in the literature search. A holistic framework is proposed that summarizes the most important aspects characterizing the flowshop scheduling problem. A total of 73 articles were reviewed from 2000 to early 2022. All articles were evaluated and coded according to the proposed holistic framework.

Findings: The MILP approach was adopted in 67% of the articles whose modeling approach was specified. Most of the references suggested solution methods (optimistic, heuristic and metaheuristic) for the problem. It has been seen that C++ and MATLAB as a programming language and CPLEX as a solver are at the forefront.

Originality: It has been determined that most authors do not consider the framework (modeling and solution approach, programming language, solution tool, model goals) proposed here. Therefore, this review aims to provide an overview of the key elements of flowshop scheduling problems.

Keywords: Scheduling, Flowshop, Permutation Flowshop.

JEL Codes: M11, C61.

¹Yüksek Lisans Öğrencisi, Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye, hatice.koc1@gazi.edu.tr, ORCID:0000-0003-0080-2209 (Sorumlu Yazar-Corresponding Author).

²Prof. Dr., Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye, erguner@gazi.edu.tr, ORCID: 0000-0003-0649-2205.

DOI: 10.51551/verimlilik.1207259

Araştırma Makalesi / Research Article | Geliş Tarihi / Submitted Date: 19.11.2022 | Kabul Tarihi / Accepted Date: 02.05.2023

Atıf: Vurğun Koç, H. ve Güner, E. (2023). "Akış Atölyesi Çizelgeleme Probleminin Sistemik Literatür Taraması ve Bütünsel Bir Çerçevesi", *Verimlilik Dergisi*, 57(3), 577-594.

EXTENDED ABSTRACT

Scheduling is a decision-making process that plays an important role in most manufacturing and service industries. The need for efficient production scheduling has become a crucial research area for companies and researchers in recent years. The flowshop scheduling problem consists of scheduling n jobs on m machines with the same queue and given processing times.

Existing survey studies were reviewed to confirm the research need of this article. It has been determined that most authors do not consider the holistic framework proposed here. In this context, since a survey study was not encountered throughout the literature research, it is thought that this study has an original quality. This review aims to provide an overview of the basic elements of flowshop scheduling problems. The research questions are as follows:

1. How can flowshop scheduling problems be analyzed?
2. What kind of modeling approaches are used in flowshop scheduling problems?
3. What methods or techniques have been proposed to solve flowshop scheduling problems?

In the literature search phase, a structured methodology was used and a scientific and transparent process was followed to reduce the selection bias of the articles. This study followed a 4-step methodology: (1) material collection, (2) descriptive analysis, (3) selection and definition of categories, (4) evaluation of the material. The references collected for this study cover a period of 22 years (2000-2022). Articles were searched using the keyword "flow shop scheduling" in the scientific database of Elsevier, Springer, Taylor&Francis, and Web of Science. No distinction was made between journals. Only articles in English were selected.

The following criteria were determined to determine the scope of this review and to select which articles to include. First, the production environment should be the permutation flow workshop. In the permutation flow shop, all jobs have the same path and m operations on all machines, and each job starts with the first machine and finishes its cycle with the last machine. Problems with flexible, hybrid and distributed flow workshops are not included in the review. 73 articles from the years 2000-2022 remained for the analysis, evaluation and classification processes.

To answer the first research question, a holistic framework is proposed that summarizes the most important aspects characterizing the flowshop scheduling problem. This framework details a number of categories. These categories are modeling approach, solution approach, development tool, and objective function. Since all of these categories were analyzed in a single study, the term holistic framework was used. All articles were evaluated and coded according to the proposed holistic framework.

Regarding the purpose of the article, approximately 95% of the articles proposed solution methods, 68% of the articles developed metaheuristic methods, 21% heuristics and 6% developed exact solution algorithms. While the most frequently used programming languages were C++ (53%) and MATLAB (34%), only CPLEX was used as the model solver. It was observed that the most adopted objective function was the makespan time with 56%, followed by multi-objective (18%), total flow time-based (15%) and other objective functions (11%).

This review made three main contributions. First, a holistic framework is presented to characterize scheduling problems from the articles reviewed and analyzed. Second, the existing articles were organized and classified according to the proposed holistic framework. Finally, our contribution consists of identifying research opportunities.

When all the findings are evaluated, the suggestions for future studies are as follows:

- The "revenue" and "cost" functions can be diversified. At the same time, new objective functions can be derived by studying the measures of earliness and lateness more.
- Studies in which mathematical models and heuristic/metaheuristic algorithms are used and compared together can be carried out.
- It has been observed that the branch-and-bound technique is applied in almost all of the articles on exact solution algorithms. Likewise, it has been seen that the NEH algorithm is at the forefront among heuristic algorithms and other algorithms are not given much place. Extending this scope and using other methods will also be beneficial.
- Finally, a similar study can be performed by incorporating non-permutational, hybrid, distributed and flexible flowshop scheduling problems.

1. GİRİŞ

Çizelgeleme, çoğu imalat ve hizmet endüstrisinde önemli rol oynayan bir karar verme sürecidir (Harjunkoski ve diğerleri, 2014). Çizelgeleme, bir veya daha fazla hedefi enaza indirmek amacıyla belirli bir zaman diliminde kaynakların tahsisi ile ilgilidir (Miyata ve Nagano, 2019). Verilen görevlerin belirli kaynaklarda işlenmesi gereken hemen her tür endüstriyel üretim tesisinde (kağıt, metal, petrol ve gaz, kimyasal, yiyecek ve içecek, ilaç, ulaşım, hizmet, askeri vb.) çizelgeleme sorunları ortaya çıkmaktadır (Harjunkoski ve diğerleri, 2014).

Yeni ve değişen pazar talepleri, üretimi zorlaştırmaktadır. Her şirket, müşterileri tarafından belirlenen müşteri memnuniyeti hedefine ulaşabilmek için çalışmaktadır. Kalite, maliyet ve zamanında teslimat, müşteri memnuniyetini sağlamanın üç ana unsurudur. Bu üç unsurun tamamının sağlanabilmesi için tedarikçi olarak herkesin üretimlerinde esneklik ve istikrara sahip olması gerekir (Raguram ve Jayanthi, 2021).

Kalite: Ürün kalitesindeki limit dışı hatalar doğrudan maliyetleri etkilemekle birlikte hızlı ve şiddetli bir müşteri memnuniyetsizliği yaratır. Dolayısıyla kararlı süreçler oluşturmak için, iç hatalardan başlayarak proses değişkenliklerini kontrol altına alacak metotlar kullanılmalıdır.

Fiyat: Müşteri diğer taleplerinin limitler aralığında karşılanması şartıyla fiyat avantajı olan ürünü satın alır. Dolayısıyla tedarikçi seçiminde fiyat belirleyici olur. Ürün fiyatı konusunda rekabetçi olabilmek için maliyetlerin sürekli iyileştirme yaklaşımıyla düşürülmesi ve iyileştirilmiş durumun korunması gerekir.

Teslimat süresi: Müşteri talep ettiği ürünü tam zamanında almak ister. Bu konuda müşteri taleplerini karşılamanın eniyi yolu standart çevrim zamanları ve kesintisiz üretimdir (Gemba Danışmanlık, 2023).

Şirketler, yüksek kaliteli ürünler sunmak ve pazar taleplerine hızlı cevap verebilmek için mümkün olan enaz sayıda kaynağı kullanarak üretim yapmak zorundadır. Şekil 1'de görülen müşteri-proses sahibi ilişki diyagramı yukarıda açıklanan durumu özetlemektedir. Bu nedenle, verimli üretim çizelgeleme ihtiyacı, son yıllarda şirketler ve araştırmacılar için çok önemli bir araştırma alanı haline gelmiştir (Guzman ve diğerleri, 2022).



Şekil 1. Müşteri-proses sahibi ilişki diyagramı

Araştırma çalışmalarının genel amacı, üretimin müşteri taleplerini karşılayabilmesi için ihtiyaç duyulan kaynakları belirlemektir. Üretim çizelgeleme problemi, imalatçıların imalat kaynaklarını daha iyi kullanarak kurumsal kararını ve verimliliklerini artırmalarına izin verdiği için kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Aslında, üretim çizelgelemedeki karar verme süreci, yalnızca gelecekteki üretim operasyonlarını yürütmek için ihtiyaç duyulan kaynakların belirlenmesine değil, aynı zamanda şirketlerin hedeflerini eniyilemek için gerçekleştirilen tüm üretim faaliyetlerinin etkin bir şekilde koordine edilmesine olanak tanır. Bu, kaynakların üretime gerektiği gibi ve en düşük maliyetle tahsis edilmesini sağlar (Guzman ve diğerleri, 2022).

Çizelgeleme problemleri içerisinde akış atölyesi çizelgeleme, üretimde popüler bir araştırma konusu olmakla birlikte sadece teorik değil, aynı zamanda endüstride ve diğer birçok gerçek hayat ortamında karar verme süreçlerinde ilgi çekici bir uygulama alanıdır (Yenisey ve Yagmahan, 2014).

Akış atölyesi çizelgeleme problemi, m makinede aynı sıraya ve verilen işlem sürelerine sahip n işin çizelgenmesinden oluşur (Şekil 2). Problem şu varsayımlara sahiptir:

- (1) her j işi aynı anda sadece bir makinede işlenebilir,
- (2) her makine m herhangi bir zamanda yalnızca bir j işi işleyebilir,
- (3) j işinin m makinesinde işlenmesi kesintiye uğratılamaz,
- (4) tüm işler bağımsızdır ve sıfır zamanında işlenmeye hazırdır,
- (5) makinelerdeki işlerin hazırlık süreleri sıra bağımsızdır ve işlem sürelerine dahildir,
- (6) makineler sürekli kullanılabilir durumdadır (Yenisey ve Yagmahan, 2014).



Şekil 2. n iş ve m istasyon ile akış atölyesi problemi

Literatürdeki birçok çalışma, akış atölyesi çizelgeleme ile ilgili teknikleri, yöntemleri ve çözüm yaklaşımlarını tartışmaktadır. Genel olarak akış atölyesi çizelgeleme alanında çok fazla araştırma yapılmış olmasına rağmen, analiz edilen incelemeler çeşitli açılardan farklılık göstermektedir.

Akış atölyesi çizelgeleme ile ilgilenmek için literatürde önerilen modelleme ve çözüm yaklaşımlarını incelemeye önce, bu makalenin araştırma ihtiyacını doğrulamak için mevcut tarama çalışmaları incelenmiştir. Harjunkoski ve diğerleri (2014), proses endüstrileri için geliştirilmiş mevcut çizelgeleme metodolojileri hakkında bir inceleme yapmıştır. Makalenin amacı, çizelgelemenin endüstriyel yönlerine odaklanmak ve sunulan yaklaşımların temel özelliklerini tartışmaktır. Yenisey ve Yagmahan (2014), çok amaçlı akış atölyesi çizelgeleme problemlerine katkılar hakkında kısa bir literatür taraması yapmış ve gelecekteki araştırmalar için fırsat alanlarını belirlemiştir. Bu yazıda 86 makale detaylı olarak incelenmiş ve analiz edilmiştir. Miyata ve Nagano (2019), blokaj kısıtıyla m-makine akış atölyesi çizelgeleme problemi üzerine bir literatür taraması sunmuştur. 1969'dan 2019'un başlarına kadar toplam 139 makale gözden geçirilmiş ve sınıflandırılmıştır. Tomazella ve Nagano (2020), ilk çalışmalardan (1965) son yaklaşımlara (2018) kadar akış atölyesi çizelgeleme problemlerini çözmek için dal sınır algoritmalarının kapsamlı bir incelemesine sahiptir. Makaleler, problemin özelliklerine göre bölünmüş ve daha kolay görüntülenebilmesi için tablolarda özetlenmiştir. Guzman ve diğerleri (2022), farklı plan türlerini ve özelliklerini temsil eden modelleme yaklaşımlarını, uyarlanmış algoritmalarla çözüm yaklaşımlarını, uygulama alanlarını, kurum içi ve kurumlar arası seviyeleri içeren entegrasyonu, modelleri ve algoritmaları doğrulamak için kullanılan veri kümelerinin boyutlarını, geliştirme araçlarını ve elde edilen çözümlerin kalitesini içeren mevcut araştırma çalışmasını bütünsel bir çerçeve ile değerlendirmiştir. Sistematik literatür taraması, bir çerçeve içerisinde düzenlenmiş ve üretim planlama, çizelgeleme ve sıralama ile bunların kombinasyonları dahil olmak üzere farklı plan türleri etrafında gruplanmıştır.

Çoğu yazarın burada önerilen bütünsel çerçeveyi (modelleme ve çözüm yaklaşımı, programlama dili, çözüm aracı, amaç fonksiyonu) dikkate almadığı belirlenmiştir. Bu kapsamda bir tarama çalışmasına literatür araştırması boyunca rastlanmadığı için, bu çalışmanın özgün bir nitelik taşıdığı düşünülmektedir. Bu inceleme çalışması, akış atölyesi çizelgeleme problemlerinin temel unsurlarına genel bir bakış sağlamayı amaçlamaktadır. Bütünsel sınıflandırma çerçevesine dayalı makalelerin bu sistematik incelemesiyle, akış atölyesi çizelgelemedeki mevcut araştırma eğilimlerinin yanı sıra gelecekteki araştırma boşlukları ve yönleri belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırma soruları aşağıdaki gibidir:

Akış atölyesi çizelgeleme problemleri nasıl analiz edilebilir?

Akış atölyesi çizelgeleme problemlerinde ne tür modelleme yaklaşımları kullanılır?

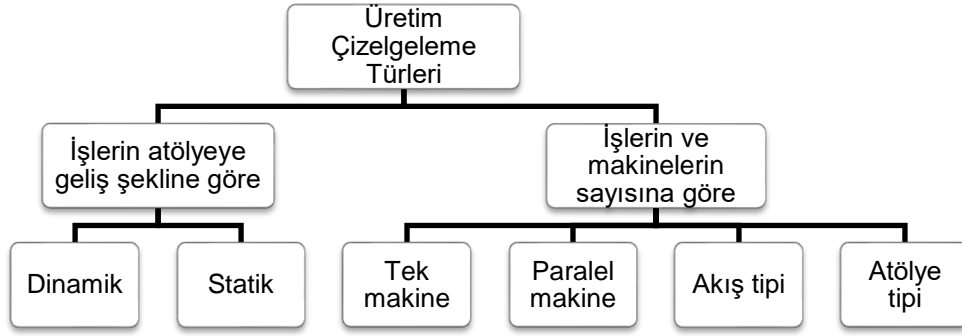
Akış atölyesi çizelgeleme problemlerini çözmek için hangi yöntemler veya teknikler önerilmiştir?

Çalışmanın geri kalanı şu şekilde düzenlenmiştir. İkinci bölüm akış atölyesi çizelgeleme problemini, üçüncü bölüm literatür inceleme metodolojisini, dördüncü bölüm toplanan materyallerden edinilen bazı önemli bulguları ve beşinci bölüm çalışma sonucunun bir özetini ve gelecek çalışmalara yönelik önerileri sunmaktadır.

2. AKIŞ ATÖLYESİ ÇİZELGELEME PROBLEMİ

Bir çizelgeleme problemi $\alpha|\beta|\gamma$ notasyonu ile gösterilir: α üretim ortamını, β işlem özelliklerini ve kısıtlamaları, γ ise genellikle en küçüklenecek amacı temsil eder (Tomazella ve Nagano, 2020).

Üretim çizelgelemede üretim ortamı (α) şöyle tanımlanabilir (Şekil 3): Öncelikle işlerin atölyeye geliş şekline ve işlerin ve makinelerin sayısına göre ikiye ayrılır. İşlerin atölyeye geliş şekline göre dinamik ve statik olarak tekrar ikiye ayrılır. Dinamik ortamda rastsal iş gelişleri ve işlem sürelerinde değişiklikler görülür. Ayrıca makine arızaları, teslim tarihlerinde değişiklik ve sipariş iptali gibi durumlarla sıkça karşılaşılır. Statik ortamda ise sonradan iş gelişi ve belirsizlik bulunmaz. İşlerin ve makinelerin sayısına göre ise 4 farklı ortam gözlenir. Bunlar tek makine, paralel makine, akış tipi ve atölye tipi üretim ortamlarıdır. Akış tipi atölyede işlerin izlediği rota aynıdır ve akış tek bir yöne doğrudur. Atölye tipi üretim ortamında ise her iş farklı bir rota izler (Balıkesir Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü, 2020).



Şekil 3. Üretim çizelgeleme türleri

Akış tipi üretim yapan atölyeler için literatürde sıkça karşılaşılan bazı β ifadeleri aşağıdaki gibidir:

- Serbest bırakılma zamanı, dış etkenler nedeniyle bir işin yalnızca belirli bir süre geçtikten sonra işlenmek için uygun olduğunda ortaya çıkması neticesinde oluşur. İşlerin işlenmesine izin verilen başlangıç zamanını tanımlar.
- Makine işgali kısıtlaması, makineler arasında depolamanın olmadığı durumlarda ortaya çıkar, bu nedenle bir iş, m'deki işlemi bitmiş olsa bile m+1 kullanılabilir olana kadar makine m'yi işgal etmelidir.
- Bir miktar ara stok depolama olması, ancak boyutunun sınırlı olması durumunda, sınırlı ara stok kısıtlaması kullanılır.
- Bir işin makineler arasında geçirdiği sürenin kısıtı da dikkate alınır. İzin verilen süresiz olduğunda bekleme olmaz. Samarghandi ve Behroozi (2016), Schaller ve Valente (2020), Başar ve Engin (2022) beklemesiz akış atölyesi çizelgeleme konusunda çalışmışlardır.
- Boş kalmama kısıtı bir makinenin ilk işi işlemeye başladıktan sonra boşta kalmasına izin vermez.
- Arıza kısıtı, makinelerin tüm süre boyunca kullanılmadığı durumlarda görünür. Makine arızası, çalışma süresinin herhangi bir anında meydana gelebilir. Tüm makineler arızalanabilir ve makineyi tekrar çalışır duruma getirmek için bir onarım süresi gerekir. Allahverdi (1996), makinelerin rastgele arızalara maruz kaldığı bir akış atölyesi çizelgeleme problemini ele almıştır.
- Son olarak, iş öncelik kısıtlamaları, dış etkenler bazı işlerin diğerlerinden önce planlanmasını talep ettiğinde ortaya çıkar (Tomazellave Nagano, 2020).

Bu kısıtlamalara ek olarak, literatürde şu terimler de yer almaktadır:

- Gruplama makinesinde, j makinesi bir dizi işi toplu olarak işleyebilir.
- Çoklu görev esnekliği, k makinesinin, p makinesinin ilgili işlemlerini gerçekleştirme yeteneğine sahip olduğu anlamına gelir.
- Kesinti kısıtlamasında, j makinesindeki i işinin işlenmesi kesintiye uğrayabilir. Makine çalışmaya geri döndükten sonra, i işinin işlenmesi ek maliyetlerle veya maliyetler olmadan devam ettirilebilir.
- Permütasyon akış atölyesi, işlerin işlenmesinin tüm makinelerde ilk giren ilk çıkar kuralına uyması anlamına gelir. Permütasyon akış atölyesi çizelgeleme ile ilgili çalışmalara Arish ve diğerleri (2002), Dağ (2013), Bootaki ve Paydar (2018), Belabid ve diğerleri (2020), Azad ve Sarja (2021) örnek verilebilir.
- Parti akışında, bir iş veya çok sayıda iş, ardışık işlemlerin çakışabilmesi için bir makinedeki tamamlanmış alt partileralt makineler taşıma için daha küçük alt partilere bölünebilir. Kalir ve Sarin (2000), Yoon ve Ventura (2002), Tseng ve Liao (2008), Martin (2009), Pan ve diğerleri (2011), Pan ve Ruiz (2012), Meng ve diğerleri (2018), Wang ve diğerleri (2022) parti bölmeli akış atölyesi çizelgeleme konusunda çalışan isimlerden birkaçıdır.
- Sıralı atölyede, şu koşullar geçerlidir: j makinesinde herhangi iki i ve k işi için $p_{ij} < p_{kj}$ ise, o zaman tüm makinelerde $p_{ij} < p_{kj}$ $j=1, \dots, m$ (sıralı işler). Herhangi iki makine j ve g için $p_{ij} < p_{ig}$ ise, tüm $i=1, \dots, n$ işlerinde $p_{ij} < p_{ig}$ (sıralı makineler) (Miyata ve Nagano, 2019).

Çizelgeleme problemleri için üç grup hedef vardır:

- (1) tamamlanma süresine dayalı hedefler,
- (2) teslim tarihine dayalı hedefler,
- (3) envanter ve kullanım maliyetlerine dayalı hedefler.

Akış atölyesi çizelgeleme problemlerinde birinci ve ikinci hedef grupları daha yaygın olarak kullanılmasına rağmen, literatürde üçüncü hedef grubunu temel alan çalışmalara da rastlamak mümkündür (Yenisey ve Yagmahan, 2014).

En büyük tamamlanma zamanı ve toplam akış süresi, uygulamada en yaygın ve önemli hedeflerdir. En büyük tamamlanma zamanı, sistemden ayrılan son işin tamamlanma süresine karşılık gelir. Toplam akış süresi, son makinedeki tüm işlerin tamamlanma sürelerinin toplamıdır (Miyata ve Nagano, 2019). En büyük tamamlanma zamanı değerinin enaza indirilmesi, kullanım ve üretim hattı verimliliğini en üst düzeye çıkarırken, akış süresinin enaza indirilmesi, kaynakların istikrarlı bir şekilde kullanılmasını ve süreç içindeki yarı bitmiş ürünün enaza indirilmesini sağlar (Yenisey ve Yagmahan, 2014).

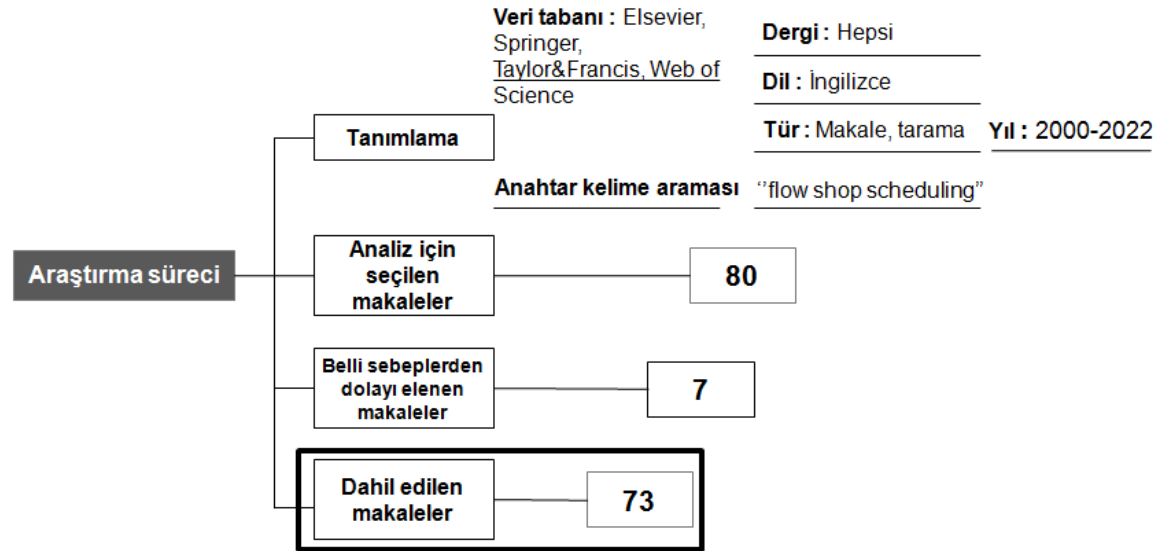
Müşteri talebini karşılamak için kullanılan teslim tarihleriyle ilgili performans kriterleri, genellikle erkenlik ve geçlik ölçüsüdür. Gecikme değerinden bağımsız olarak, teslim tarihlerinden sonra tamamlanan işlerin sayısını enaza indiren hedef geciken işlerin sayısıdır. Akış atölyesi çizelgeleme problemlerinde çok amaçlı yaklaşım, bahsedilen faydaların eşzamanlı olarak elde edilmesini sağlar (Yenisey ve Yagmahan, 2014).

3. LİTERATÜR İNCELEME METODOLOJİSİ

Literatür araştırma aşamasında, yapılandırılmış bir metodoloji kullanılmış ve kapsamlı bir literatür taraması ile makalelerin seçim yanlılığını azaltmak için bilimsel ve şeffaf bir süreç izlenmiştir. Bu çalışmada 4 adımlı bir metodoloji izlenmiştir: (1) materyal toplama, (2) tanımlayıcı analiz, (3) kategorilerin seçilmesi ve tanımlanması, (4) materyalin değerlendirilmesi.

3.1. Materyal Toplama

Şekil 4, yapılandırılmış literatür inceleme sürecini takip etmek için benimsenen stratejiyi göstermektedir.



Şekil 4. Yapılandırılmış literatür inceleme süreci

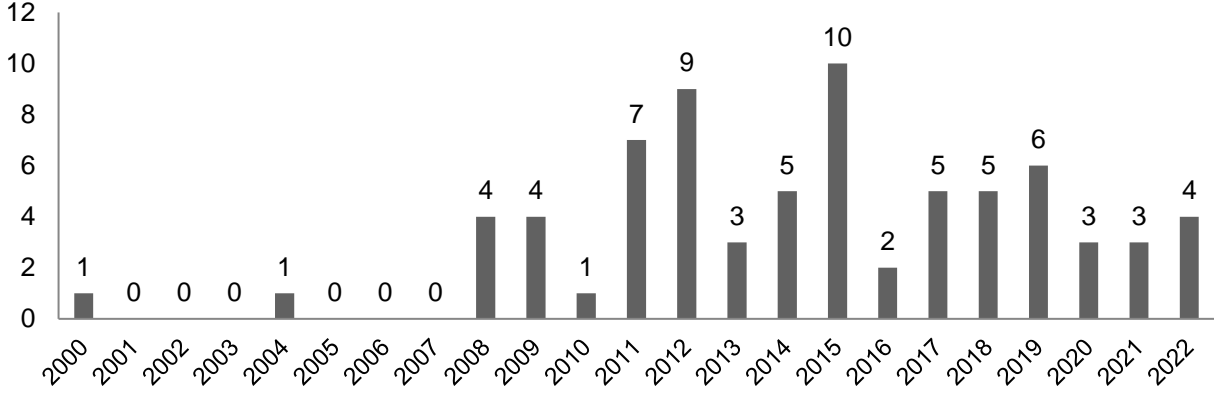
Bu çalışma için toplanan referanslar 22 yıllık (2000-2022) bir zaman dilimini kapsamaktadır. Makaleler, Nisan 2022'de Elsevier, Mart 2023'te Springer, Taylor&Francis ve Web of Science bilimsel veritabanında "flow shop scheduling" anahtar kelimesi kullanılarak aranmıştır. Dergi ayrımı gözetimeştir. Yalnızca İngilizce makaleler seçilmiştir.

Bu makalelerin özetleri, araştırma sorularımızla uyuşup uyuşmadıklarını değerlendirmek için gözden geçirilmiştir. Bu derlemenin kapsamını belirlemek ve hangi makalelerin dahil edileceğini seçmek için şu kriterler belirlenmiştir. İlk olarak, üretim ortamı, permütasyon akış atölyesi olmalıdır. Permütasyon akış atölyesinde tüm işler tüm makinelerde aynı yola ve m işleme sahiptir ve her iş ilk makine ile başlar ve son makine ile döngüsünü bitirir. Esnek, hibrit ve dağıtılmış akış atölyeleri ile ilgili problemler incelemeye dahil edilmemiştir.

3.2. Tanımlayıcı Analiz

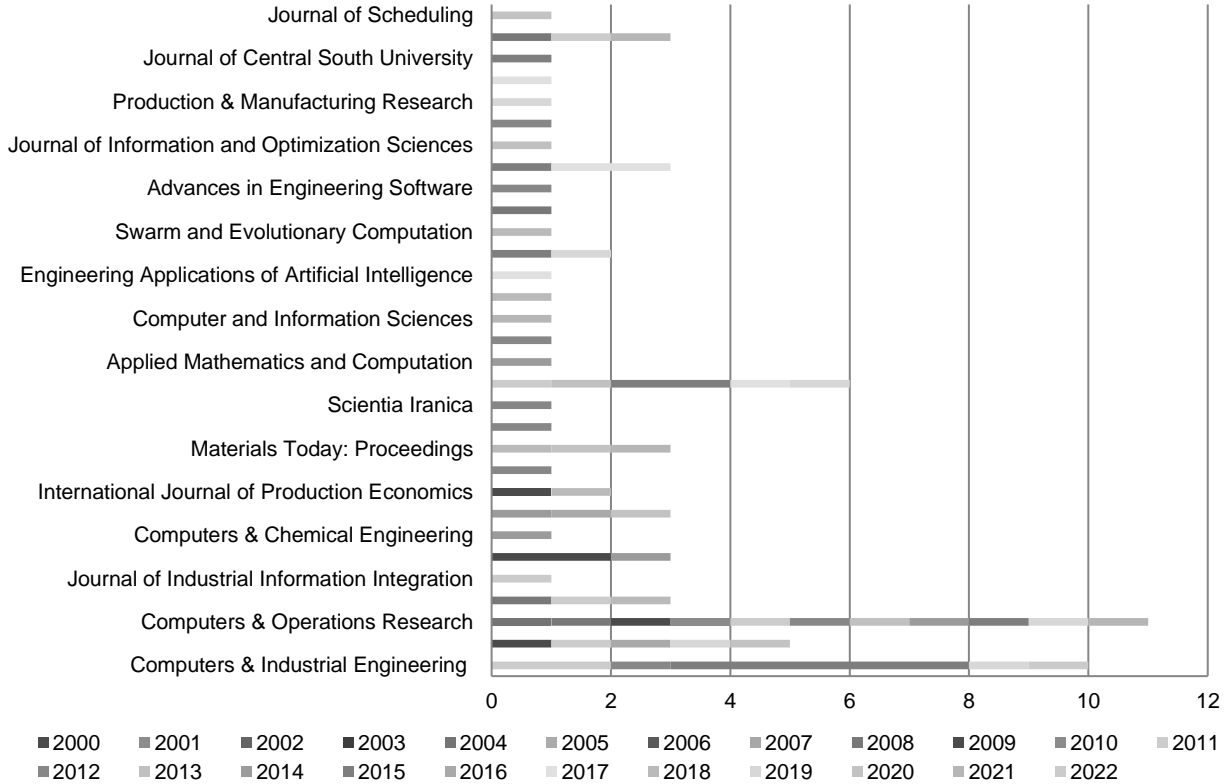
Özetler analiz edildikten sonra, tam okuma için 80 makale seçilmiştir. 80 makalenin bu alt kümesinden 7'si, araştırma sorularını tatmin edici bir şekilde yanıtlamadıkları için incelemeyle ilgili görülmemiştir. Analiz, değerlendirme ve sınıflandırma süreçleri için 2000-2022 yıllarına ait 73 makale kalmıştır.

Şekil 5 bu makalelerin yıllara göre yayın eğilimini göstermektedir.



Şekil 5. İncelenen makalelerin yıllara göre dağılımı

Nihai inceleme için seçilen makaleler 31 farklı dergide yayınlanmıştır. Şekil 6, bu dergilerde incelenen makalelerin dağılımını göstermektedir. 31 dergi içerisinde, Computers&Operations Research, Computers&Industrial Engineering ve Applied Soft Computing, incelenen tüm makalelerin %37'si ile en çok makaleyi yayınlayan dergilerdir.



Şekil 6. İncelenen makalelerin yayın yılı ve dergilere göre dağılımı

3.3. Kategorilerin Seçilmesi ve Tanımlanması

Birinci araştırma sorusuna cevap olabilmesi için akış atölyesi çizelgeleme problemini karakterize eden en önemli hususları özetleyen bütünsel bir çerçeve önerilmiştir. Bu çerçeve, bir dizi kategoriyi detaylandırır. Bu kategoriler modelleme yaklaşımı, çözüm yaklaşımı, geliştirme aracı ve amaç fonksiyonudur.

Bu bütünsel çerçeve, literatür incelemelerinin entegre edilmesi ile oluşturulmuştur. İncelenen çalışmalarda yer alan modelleme yaklaşımları, çözüm yaklaşımları, geliştirme araçları ve amaçlar çerçevesinin alt kategorilerini oluşturmaktadır. Bu kategorilerin tümünün birden tek bir çalışmada analiz ediliyor olmasından dolayı bütünsel çerçeve ifadesi kullanılmıştır. Tablo 1, bu çalışmanın önemli bir katkısını temsil eden ve genel olarak herhangi bir üretim çizelgeleme problemine uygulanabilecek çerçeveyi sunmaktadır.

Tablo 1. Akış atölyesi çizelgeleme problemlerini temsil etmek için önerilen çerçeve

<i>Ana Kategoriler</i>	<i>Alt Kategoriler</i>
Modelleme Yaklaşımı	Dinamik Programlama (DP) Karmaşık Tamsayılı Doğrusal Programlama (KTDP) Karmaşık İki Değişkenli Tamsayılı Programlama (KİDTP) Sağlam Karmaşık Tamsayılı Doğrusal Programlama (SKTDP)
Çözüm Yaklaşımı	Kesin Çözüm Algoritması - Dal Sınır (DS) Sezgisel Algoritma - Nawaz, Enscore ve Ham (NEH) Metasezgisel Algoritma - Karınca Kolonisi (KK) Metasezgisel Algoritma - Evrimsel Algoritmalar (EA) Metasezgisel Algoritma - Genetik Algoritma (GA) Metasezgisel Algoritma - Yerel Arama (YA) Metasezgisel Algoritma - Açgözlü Algoritma (AA) Metasezgisel Algoritma - Memetik Algoritma (MA) Metasezgisel Algoritma - Parçacık Sürü Optimizasyonu (PSO) Metasezgisel Algoritma - Tavlama Benzetimi (TB) Metasezgisel Algoritma - Tabu Arama (TA) Metasezgisel Algoritma - Gucuk Kuşu (GK) Metasezgisel Algoritma - Yapay Bağışıklık Sistemi (YBS) Metasezgisel Algoritma - Göçmen Kuşlar Algoritması (GKA) Metasezgisel Algoritma - Maymun Arama Algoritması (MAA) Metasezgisel Algoritma - Harmoni Arama (HA) Metasezgisel Algoritma - Geri İz Sürme (GIS) Metasezgisel Algoritma - Yapay Arı Kolonisi (YAK)
Geliştirme Aracı	Programlama dili, çözüm aracı
Amaç Fonksiyonları	Zaman, gelir, maliyet

Modelleme yaklaşımı olarak 4 farklı model ile karşılaşılmıştır. Çözüm yaklaşımları 3 başlık altında incelenmiştir. Buna göre; kesin çözüm algoritmaları bir alt kategori ile sınırlı kalmıştır ve bu da dal sınır tekniğidir. Sezgisel algoritmalarından da yalnızca NEH sezgiseli çalışmaya dahil edilebilmiştir. Metasezgisel algoritmaların ise 16 farklı çeşidine değinilmiştir. Geliştirme aracı kategorisinde programlama dili ve çözüm aracı değerlendirilmiştir. Son olarak amaç fonksiyonları analiz edilmek istenmiştir.

4. DEĞERLENDİRME ve BULGULAR

Tüm makaleler Tablo 1'de önerilen bütüncül çerçeveye göre değerlendirilmiş ve kodlanmıştır (Tablo 2). Literatürde akış atölyesi çizelgeleme problemlerini çözmek için çok çeşitli modeller ve yaklaşımlar vardır. Bu çalışmanın amacı, farklı model türlerini oluşturmak için izlenen matematiksel programlama yöntemlerini, bunları çözmek için tekniklerini ve bu problemleri çözmek için kullanılan yazılımları sunmaktır. Tablo 2, ikinci ve üçüncü araştırma sorularını yanıtlamak için, incelenen çalışmalarda uygulanan modelleme yaklaşımını ve çözüm tekniklerini sunmaktadır.

Tablo 2'deki ikinci sütun modelleme yaklaşımına atıfta bulunmaktadır. Bu analiz, akış atölyesi çizelgeleme problemleri için en yaygın kullanılan modelin karmaşık tamsayılı doğrusal programlama (KTDP) modelleri olduğu sonucuna varmamızı sağlamıştır (Tablo 3). Modelleme yaklaşımı belirtilen makalelerin %67'sinde bu yaklaşım benimsenmiştir.

Tablo 2. İncelenen çalışmaların özellikleri

Kaynak	Modelleme Yaklaşımı	Çözüm Yaklaşımı	Programlama Dili	Çözüm Aracı	Amaç Fonksiyonları
Suliman (2000)		HA			enk C_{max}
Grabowski ve Wodecki (2004)		MA/TA	C++		enk C_{max}
Kalczynski ve Kamburowsk (2008)		HA/NE H			enk C_{max}
Lian ve diğerleri (2008)		MA/PSO			enk C_{max}
Pan ve diğerleri (2008)		MA/AA			enk C_{max}
Qian ve diğerleri (2008)		HA/EA			enk C_{max}
Kuo ve diğerleri (2009)		MA/PSO	C++		enk C_{max}
Laha ve Sarin (2009)		HA	C		enk $\sum_j F_j$
Li ve diğerleri (2009)		HA			enk $\sum_j F_j$
Zobolas ve diğerleri (2009)		MA	C++		enk C_{max}
Ribas ve diğerleri (2010)		HA			enk C_{max}
Chiang ve diğerleri (2011)		MA/MA	C++		enk C_{max} enk $\sum_j F_j$
Dubois-Lacoste ve diğerleri (2011)		MA/YA	C++		enk C_{max} enk $\sum_j F_j$ enk $\sum_j T_j$
Gao ve diğerleri (2011)		MA/HA			enk $\sum_j F_j$
Geiger (2011)		MA/YA			enk C_{max} enk $\sum_j F_j$
Lei ve Wang (2011)		MA/YA	C++		enk T_{max}
Pan ve diğerleri (2011)		MA/HA	C++		enk C_{max}
Varmazyar ve Salmasi (2011)	KTDP	MA/TA			enk N_T
Ahmadizar (2012)		MA/KK	C++		enk C_{max}
Ahmadizar ve Barzinpour (2012)		MA/KK MA/YA			enk C_{max} enk $\sum_j E_j$ enk $\sum_j T_j$
Akhshabi ve diğerleri (2012)		MA/GA	MATLAB		enk C_{max}
Bank ve diğerleri (2012)		MA/PSO MA/TB	C++		enk $\sum_j T_j$
Deng ve Gu (2012)		MA/EA			enk C_{max}
Guanlong ve diğerleri (2012)		MA/YAK	C++		enk $\sum_j F_j$
Hwang ve diğerleri (2012)	DP				enk $\sum_j F_j$
Li ve Yin (2012)		MA/YAK	MATLAB		enk C_{max}
Svancara ve Kralova (2012)		HA			enk C_{max}
Chang ve diğerleri (2013)					enk C_{max}
Moslehi ve Khorasani (2013)	KİTDP	A/EA KÇA/DS	C#	CPLEX	enk $\sum_j F_j$
Tang (2013)		KÇA/DS			enk C_{max}
Benavides ve diğerleri (2014)	KTDP	MA/EA	C++	CPLEX	enk C_{max}
Liu ve diğerleri (2014)		MA/EA	MATLAB		enk C_{max}
Moslehi ve Khorasani (2014)		MA/YA			enk C_{max}
Abdollahpor ve Rezaeian (2015)		MA/YBS MA/AA	C++		enk C_{max}

Tablo 2. (Devamı)

Kaynak	Modelleme Yaklaşımı	Çözüm Yaklaşımı	Programlama Dili	Çözüm Aracı	Amaç Fonksiyonları
Cheng ve diğerleri (2015)	KTDP	KÇA/DS			enk C_{max}
Dasgupta ve Das (2015)		MA/GK	MATLAB		enk $\sum_j F_j$ enk C_{max}
Dong ve diğerleri (2015)		MA/YA	C++		enk $\sum_j F_j$
Lin ve diğerleri (2015)		MA/GİS	MATLAB		enk C_{max}
Rahman ve diğerleri (2015)		MA/GA	C++		enk(maliyet)
Ribas ve Companys (2015)		HA			enk $\sum_j F_j$
Sadaqa ve Moraga (2015)		MA	MATLAB		enk C_{max}
Zhang ve Gu (2015)		MA/YAK			enk C_{max}
Esmailbeigi ve diğerleri (2016)	KTDP		C++	CPLEX	enb(gelir)
Shao ve Pi (2016)		MA/EA			enk C_{max}
Etiler ve diğerleri (2017)		MA/GA			enk C_{max}
Liu ve Chung (2017)		MA/YBS			enk C_{max}
Marichelvam ve diğerleri, 2017		MA/MAA			enk C_{max}
Tajbakhsh ve diğerleri, 2017	KTDP	MA/GA MA/PSO			enk $\sum_j F_j$ enk C_{max} enk(erkenlik maliyeti) enk(geçlik maliyeti)
Zhao ve diğerleri (2017)		MA/HA	MATLAB		enk C_{max}
Baskar ve diğerleri (2018)		MA/YA HA/NE H	MATLAB		enk C_{max}
Li ve diğerleri (2018)		HA/NEH	PYTHON	CPLEX	enk $\sum_j F_j$
Meng ve diğerleri (2018)		MA/GKA	C++		enk C_{max}
Saraçoğlu ve Süer (2018)		MA/GA			enk C_{max} enk $\sum_j F_j$
Bacha ve diğerleri (2019)		HA			enk C_{max}
Doush ve diğerleri (2019)		MA/HA MA/YA	MATLAB		enk $\sum_j F_j$
Goli ve diğerleri (2019)	SKTDP				enk C_{max} enk (dış kaynak kullanım maliyeti)
Khatami ve diğerleri (2019)	KTDP	MA/YA		CPLEX	enk C_{max}
Zhang ve diğerleri (2019)		MA/EA			enk C_{max} enk T_{max}
Anjana ve diğerleri (2020)		MA/PSO			enk C_{max} enk T_{ort}
Gmys ve diğerleri (2020)		KÇA/DS	C++		enk C_{max}
Maricvelhamve Geetha (2021)		MA/MA MA/YA			enk (enerji maliyeti)
Puka ve diğerleri (2021)		HA/NEH			enk C_{max}
Ramesh ve diğerleri (2021)		MA/TB	MATLAB		enk C_{max}
Goyal ve Kaur (2022)		HA	MATLAB		enk $\sum_j W_j$
Umam ve diğerleri (2022)		MA/GA MA/TA			enk C_{max}

Tablo 3. Modelleme yaklaşımı ile ilgili özet bilgiler

<i>Kaynak</i>	<i>Modelleme Yaklaşımı</i>
Varmazyar ve Salmasi (2011)	KTDP
Hwang ve diğerleri (2012)	DP
Moslehi ve Khorasanian (2013)	KİDTP
Benavides ve diğerleri (2014)	KTDP
Cheng ve diğerleri (2015)	KTDP
Esmailbeigi ve diğerleri (2016)	KTDP
Tajbakhsh ve diğerleri (2017)	KTDP
Goli ve diğerleri (2019)	SKTDP
Khatami ve diğerleri (2019)	KTDP

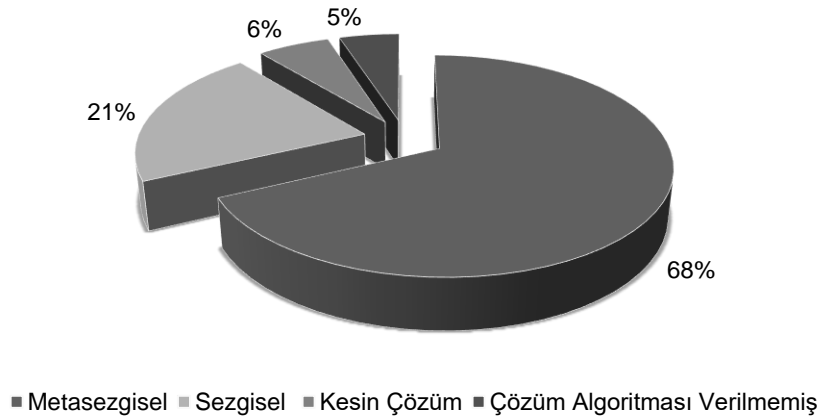
Tablo 2'deki üçüncü sütun, incelenen çalışmalarda önerilen çözüm algoritmalarına atıfta bulunmaktadır. Modellerin karmaşıklığı ve uygulama alanları göz önüne alındığında, farklı üretim problemlerini çözmek için farklı teknikler kullanılmıştır. Referansların çoğu, problemiğin çözüm yöntemleri, yani kesin çözüm, sezgisel ve metasezgisel yöntemler önermeyi amaçlamıştır: (1) Kesin çözüm algoritmaları (KÇA), mümkün olan eniyi çözümü sağlayan tekniklere yanıt veren ve önceden belirlenmiş çözümlere yaygın olarak entegre edilen, (2) sezgisel algoritmalar (SA), eniyi çözümü garanti etmeyen ancak global eniyiye yaklaşarak nispeten iyi olan bir çözüm sunan, (3) metasezgisel algoritmalar (MA), üst düzey sezgisel yöntemlerden oluşan ve alt sezgisel operasyonları yönlendiren ve değiştiren yinelemeli bir ana süreç aracılığıyla yeterince yüksek kaliteli bir çözüm sağlayabilen algoritmalar. 73 adet makalenin dördüncü bir yüzdesi (%10) çözüm algoritması sunmayan akış atölyesi çizelgeleme probleminin analizi ve literatür incelemesine yöneliktir.

Akış atölyesi çizelgeleme problemlerini çözmek için kullanılan teknikleri ile ilgili olarak, 66 adet makalenin %95'i bu problemleri çözmek için kullanılan algoritmayı açıklarken, %5'i açıklamamıştır. İncelenen makalelerin büyük çoğunluğunda metasezgisel algoritmalar (%68) uygulanmış olup, algoritmaların kullanım sıklığı aşağıda bulunan Tablo 4'te verilmiştir. En sık kullanılan algoritmaların yerel arama, evrimsel algoritmalar ve genetik algoritma olduğu görülmektedir.

Tablo 4. Metasezgisel algoritmaların kullanım sıklığı

<i>Metasezgisel Algoritma Türü</i>	<i>Kullanım Sıklığı</i>
Yerel Arama	10
Evrimsel Algoritmalar	7
Genetik Algoritma	6
Parçacık Sürü Optimizasyonu	5
Harmoni Arama	4
Tabu Arama	3
Yapay Arı Kolonisi	3
Açgözlü Algoritma	2
Karınca Kolonisi	2
Memetik Algoritma	2
Tavlama Benzetimi	2
Yapay Bağışıklık Sistemi	2
Geri İz Sürme	1
Göçmen Kuşlar Algoritması	1
Gucuk Kuşu	1
Maymun Arama Algoritması	1

Sezgisel algoritmalar içerisinde (%21) en yaygın kullanılan tekniğin NEH algoritması olduğu görülmüştür. Kesin çözüm algoritmaları (%6) için sık kullanılan tekniklerden biri ise dal sınır algoritmasıdır. İncelenen çalışmalardaki çözüm yaklaşımlarının oranı Şekil 7'de verilmiştir.



Şekil 7. İncelenen çalışmalarda çözüm yaklaşımlarının oranı

Tablo 2, programlama dilleri ve çözümler olarak sınıflandırılan her geliştirme aracının çeşitli kombinasyonlarını veya ilişkilerini göstermektedir. Programlama dilleri ile ilgili olarak, sadece birkaç yazar (%48) araştırmalarını yaparken kullandıkları programlama dilini belirtirken, diğerleri belirtmemiştir. Kullanılan diller MATLAB, C, C#, C++ ve Python iken, en çok tercih edilen (%53) C++ olmuştur. Bunu %34 ile MATLAB takip etmektedir.

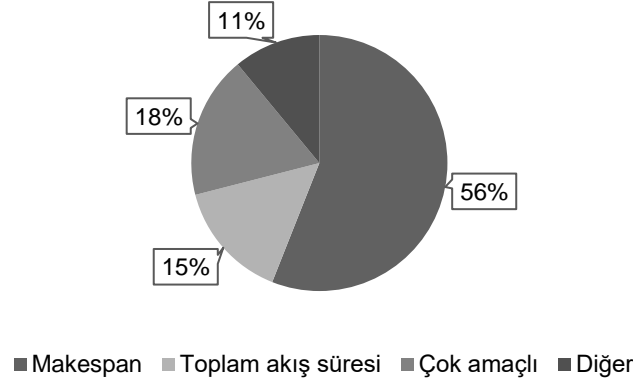
Çalışmaların %8'inde, akış atölyesi çözelgeleme problemlerini çözmek için kullanılan çözümler olarak CPLEX kullanıldığı görülmüştür. Matematiksel modeller genellikle bir problemi amaç fonksiyonu aracılığıyla ve ayrıca problemin yapısını tanımlamaya yönelik kısıtlamaları ile tanımlar. Çalışmalarda gözlemlenen amaç fonksiyonları Tablo 5'teki gibidir.

Tablo 5. Amaç fonksiyonu türleri

Amaç fonksiyonları

En büyük tamamlanma zamanının (C_{max}) en küçüklenmesi
Toplam akış zamanının ($\sum_j F_j$) en küçüklenmesi
Gelirin en büyüklenmesi
Toplam gecikmenin ($\sum_j T_j$) en küçüklenmesi
Bekleme süresinin ($\sum_j W_j$) en küçüklenmesi
En büyük gecikmenin (T_{max}) en küçüklenmesi
Maliyetin en küçüklenmesi
Erkenlik ve geçlik değerlerinin ($\sum_j T_j, \sum_j E_j$) en küçüklenmesi
Toplam dış kaynak kullanım maliyetinin en küçüklenmesi
Erkenlik ve geçlik maliyetinin en küçüklenmesi
Geciken iş sayısının (N_T) en küçüklenmesi
Toplam enerji maliyetinin en küçüklenmesi
Ortalama gecikmenin (T_{ort}) en küçüklenmesi

Araştırmacılar tarafından en çok benimsenen amaç fonksiyonunun %56 ile en büyük tamamlanma zamanı olduğu, bunu çok amaçlı (%18), toplam akış süresine dayalı (%15) ve diğer amaç fonksiyonlarının (%11) izlediği görülmüştür (Şekil8).



Şekil 8. Amaç fonksiyonuna göre makalelerin yüzdesi

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Üretim çizelgeleme modelleri, daha kısa planlama ufuklarında farklı alanlardaki tesisleri ve kaynakları eniyi şekilde kullanmaya odaklanır. Programlama modellerinin takip ettiği hedefler, kurulum, stok tutma ve üretim maliyetlerini ve sürelerini azaltmayı, üretim süresini ve gecikmeyi enaza indirmeyi amaçlar.

Üretim çizelgeleme genellikle bir şirketin gerçekleştirdiği en kritik faaliyettir. Şirketler için bu faaliyetin amacı, talebi karşılamak için mümkün olan en kısa sürede en az kaynağı kullanmaktır. Son yıllarda bu tür problemlerin üstesinden gelmek için literatürde çeşitli yöntem ve çözüm teknikleri ortaya çıkmıştır.

Akış atölyesi çizelgeleme konusu altında çok sayıda uzantının olması ve farklı kaynaklarda yayınlanmış geçmişten günümüze fazla sayıda çalışmanın mevcut olması bu çalışmayı sınırlandırmıştır. Bu çalışmada 2000'den 2022'ye kadar yayınlanan permütasyon akış atölyesi çizelgeleme problemlerine kapsamlı bir bakış açısı sunmak için sistematik bir literatür taraması yapılmıştır. Bu inceleme üç ana katkı sağlamıştır. İlk olarak, incelenen ve analiz edilen makalelerden çizelgeleme problemlerini karakterize eden bütünsel bir çerçeve sunulmuştur. İkinci olarak, mevcut makaleler önerilen bütünsel çerçeveye göre düzenlenmiş ve sınıflandırılmıştır. Son olarak, katkımız araştırma fırsatlarını belirlemekten ibarettir.

Makalenin amacı ile ilgili olarak, makalelerin yaklaşık %95'i çözüm yöntemleri önermiş, makalelerin %68'i metasezgisel yöntemler, %21'i sezgisel yöntemler ve %6'sı kesin çözüm algoritmaları geliştirmiştir. En sık kullanılan programlama dilleri C++ (%53) ve MATLAB (%34) iken model çözücüsü olarak sadece CPLEX'in kullanıldığı görülmüştür. En çok benimsenen amaç fonksiyonunun %56 ile enbüyük tamamlanma zamanı olduğu, bunu çok amaçlı (%18), toplam akış süresine dayalı (%15) ve diğer amaç fonksiyonlarının (%11) izlediği görülmüştür.

Bütün bulgular değerlendirildiğinde gelecek çalışmalar için öneriler şu şekildedir:

- Literatürde çok sık rastlanan enbüyük tamamlanma zamanının enküçüklenmesi ve toplam akış süresinin enküçüklenmesi amaç fonksiyonları yerine ya da bunlarla birlikte gelir ve maliyet fonksiyonları çeşitlendirilebilir. Aynı zamanda erkenlik ve geçlik ölçülerine daha fazla çalışılıp yeni amaç fonksiyonları türetilebilir.
- Matematiksel modellerin çok sık kullanılmadığı görülmüştür. Son 20 yılda metasezgisel algoritmaların ağırlıklı olarak kullanıldığı yorumu yapılabilir. Matematiksel model ve sezgisel/metasezgisel algoritmaların birlikte kullanılıp kıyaslandığı çalışmalar gerçekleştirilebilir.
- Kesin çözüm algoritmaları ile ilgili makalelerin neredeyse tamamında dal sınır tekniğinin uygulandığı görülmüştür. Aynı şekilde sezgisel algoritmalar içerisinde de NEH algoritmasının ön planda olduğu diğer algoritmalara çok yer verilmediği görülmüştür. Bu kapsam genişletilip diğer yöntemlerin kullanılması da faydalı olacaktır.
- Son olarak aynı çalışmanın bir benzeri permütasyon olmayan, hibrit, dağıtılmış ve esnek akış atölyesi çizelgeleme problemlerinin kapsama dahil edilmesi ile gerçekleştirilebilir.

Yazar Katkıları

Hatice Vurğun Koç: Literatür Taraması, Kavramsallaştırma, Metodoloji, Veri Derleme, Analiz, Makale Yazımı-rijinal taslak *Prof. Dr. Ertan Güner*: Makale Yazımı-inceleme ve düzenleme

Hatice Vurğun Koç: Literature Review, Conceptualization, Methodology, Data Curation, Analysis,

Writing-original draft Prof. Dr. Ertan Güner: Writing-review and editing

Çatışma Beyanı / Conflict of Interest

Yazarlar tarafından herhangi bir potansiyel çıkar çatışması beyan edilmemiştir.
No potential conflict of interest was declared by the authors.

Fon Desteği

Bu çalışmada herhangi bir resmi, ticari ya da kâr amacı gütmeyen organizasyondan fon desteği alınmamıştır.
Any specific grant has not been received from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Etik Standartlara Uygunluk

Yazarlar tarafından, çalışmada kullanılan araç ve yöntemlerin Etik Kurul izni gerektirmediği beyan edilmiştir.
It was declared by the authors that the tools and methods used in the study do not require the permission of the Ethics Committee.

Etik Beyanı

Yazarlar tarafından bu çalışmada bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan edilmiştir.
It was declared by the authors that scientific and ethical principles have been followed in this study and all the sources used have been properly cited.



Yazarlar, Verimlilik Dergisi'nde yayımlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmaları CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.
The authors own the copyright of their works published in Journal of Productivity and their works are published under the CC BY-NC 4.0 license.

KAYNAKÇA

- Ahmadizar, F. (2012). "A New Ant Colony Algorithm for Makespan Minimization in Permutation Flowshops", *Computers&Industrial Engineering*, 63, 355-361, DOI: 10.1016/j.cie.2012.03.015.
- Ahmadizar, F. ve Barzinpour, F. (2012). "A Hybrid Algorithm to Minimize Makespan for the Permutation Flow Shop Scheduling Problem", *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 3, 853-861.
- Akhshabi, M., Haddadnia, J. ve Akhshabi, M. (2012). "Solving Flow Shop Scheduling Problem Using a Parallel Genetic Algorithm", *Procedia Technology*, 1, 351-355, DOI: 10.1016/j.protcy.2012.02.073.
- Allahverdi, A. (1996). "Two-Machine Proportionate Flowshop Scheduling with Breakdowns to Minimize Maximum Lateness", *Computers & Operations Research*, 23, 909-916, DOI: 10.1016/0305-0548(96)00012-3.
- Allahverdi, A., Pesch, E., Pinedo, M. ve Werner, F. (2018). "Scheduling in Manufacturing Systems: New Trends and Perspectives", *International Journal of Production Research*, 56, 6333-6335. DOI: 10.1080/00207543.2018.1504252.
- Anjana, V., Sridhanan, R. ve Ram Kumar, P.N. (2020). "Metaheuristics for Solving a Multi-Objective Flow Shop Scheduling Problem with Sequence-Dependent Setup Times", *Journal of Scheduling*, 23, 49-69.
- Arish, A., Young, P. ve El Baradie, M. (2002). "Flow Shop Scheduling Problem: a Computational Study", Sixth International Conference on Production Engineering and Design for Development, Cairo, Egypt, 543-557.
- Azad, T. ve Sarja, A.A. (2021). "A Comparative Analysis of Heuristic Metaheuristic and Exact Approach to Minimize Make Span of Permutation Flow Shop Scheduling", *American Journal of Industrial Engineering*, 8, 1-8. DOI: 10.12691/ajie-8-1-1.
- Bacha, S.Z.A., Belahdji, M.W., Benatchba, K. ve Tayeb, F.B. (2019). "A New Hyper-Heuristic to Generate Effective Instance GA for the Permutation Flow Shop Problem", *Procedia Computer Science*, 159, 1365-1374, DOI: 10.1016/j.procs.2019.09.307.
- Balıkesir Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü, (2020). "EMM4129 Çizelgeleme Ders Notları", <http://ikucukkoc.baun.edu.tr/lectures/EMM4129/EMM4129-Cizelgeleme-BirlesikDersNotlari.pdf>, (Erişim Tarihi: 11.03.2023).
- Bank, M., Ghomi, S.M.T.F., Jolai, F. ve Behnamian, J. (2012). "Applications of Particle Swarm Optimization and Simulated Annealing Algorithms in Flowshop Scheduling Problem Under Linear Deterioration", *Advancing Engineering Software*, 47, 1-6, DOI: 10.1016/j.advengsoft.2011.12.001.
- Baskar, A., Anthony, X.M. ve Nithyanandan, N. (2018). "Analysis of a Few Simple Heuristics for the Permutation Flowshop Scheduling Problem for any Batch Processing Industry", *Material Today: Proceedings*, 5, 11762-11770.
- Başar, R. ve Engin, O. (2022). "Beklemesiz Akış Tipi Çizelgeleme Problemlerinin Analizi ve Hibrit Dağınık Arama Yöntemi ile Çözümü", *Journal of Advanced Research in Natural and Applied Sciences*, 8(2), 293-308, DOI: 10.28979/jarnas.936151.
- Belabid, J. Aqil, S. ve Allali, K. (2020). "Solving Permutation Flow Shop Scheduling Problem with Sequence-Independent Setup Time", *Journal of Applied Mathematics*, DOI: 10.1155/2020/7132469.
- Benavides, A.J., Ritt, M. ve Miralles, C. (2014). "Flowshop Scheduling with Heterogeneous Workers", *European Journal of Operational Research*, 237, 713-720, DOI: 10.1016/j.ejor.2014.02.012.
- Bootaki, B. ve Paydar, M.M. (2018). "On the n-Job, m-Machine Permutation Flow Shop Scheduling Problems with Makespan Criterion and Rework", *Scientia Iranica*, 25(3), 1688-1700, DOI: 10.24200/sci.2017.4443.
- Chang, P., Chen, M., Tiwari, M.K. ve Iquebal, A.S. (2013). "A Block-Based Evolutionary Algorithm for Flow-Shop Scheduling Problem", *Applied Soft Computing*, 13, 4536-4547, DOI: 10.1016/j.asoc.2013.07.018.
- Chen, C., Tzeng, Y. ve Chen, C. (2015). "A New Heuristic Based on Local Best Solution for Permutation Flow Shop Scheduling", *Applied Soft Computing*, 29, 75-81, DOI: 10.1016/j.asoc.2014.12.011.
- Cheng, M., Tadikamalla, P.R., Shang, J. ve Zhang, B. (2015). "Two-Machine Flow Shop Scheduling with Deteriorating Jobs: Minimizing the Weighted Sum of Makespan and Total Completion Time", *Journal of the Operational Research Society*, 66, 709-719.
- Chiang, T., Cheng, H. ve Fu, L. (2011). "NNMA: an Effective Memetic Algorithm for Solving Multiobjective Permutation Flow Shop Scheduling Problems", *Expert Systems with Applications*, 38, 5986-5999, DOI: 10.1016/j.eswa.2010.11.022.
- Dağ, S. (2013). "Akış Tipi Çizelgeleme Üzerine Bir Uygulama", *Alphanumeric Journal*, 1(1), 47-56.
- Dasgupta, P. ve Das, S. (2015). "A Discrete Inter-Species Cuckoo Search for Flowshop Scheduling Problems", *Computers&Operations Research*, 60, 111-120, DOI: 10.1016/j.cor.2015.01.005.
- Deng, G. ve Gu, X. (2012). "A Hybrid Discrete Differential Evolution Algorithm for the No-Idle Permutationflow Shop Scheduling Problem with Makespan Criterion", *Computers & Operations Research*, 39, 2152-2160. DOI: 10.1016/j.cor.2011.10.024.

- Dong, X., Nowak, M., Chen, P. ve Lin, Y. (2015). "Self-Adaptive Perturbation and Multi-Neighborhood Search for Iterated Local Search on the Permutation Flow Shop Problem", *Computers&Industrial Engineering*, 87, 176-185, DOI: 10.1016/j.cie.2015.04.030.
- Doush, I.A., Al-Betar, M.A., Awadallah, M.A., Santos, E., Hammouri, A.I., Mafarjeh, M. ve AlMeraj, Z.(2019). "Flowshop Scheduling with Blocking Using Modified Harmony Search Algorithm with Neighboring Heuristics Methods", *Applied Soft Computing Journal*, 85, 105861, DOI: 10.1016/j.asoc.2019.105861.
- Dubois-Lacoste, J., Lopez-Ibanez, M. ve Stützle, T. (2011). "A Hybrid TP+PLS Algorithm for Bi-Objective Flow-Shop Scheduling Problems", *Computers&Operations Research*, 38, 1219-1236, DOI: 10.1016/j.cor.2010.10.008.
- Esmailbeigi, R., Charkhgard, P. ve Charkhgard, H. (2016). "Order Acceptance and Scheduling Problems in Two-Machine Flowshops: New Mixed Integer Programming Formulations", *European Journal of Operational Research*, 251, 419-431, DOI: 10.1016/j.ejor.2015.11.036.
- Etiler, O., Toklu, B., Atak, M. ve Wilson, J. (2017). "A Genetic Algorithm for Flow Shop Scheduling Problem", *Journal of the Operational Research Society*, 55, 830-835, DOI: 10.1057/palgrave.jors.2601766.
- Gao, K-Z., Pan, Q-K. ve Li, J-Q. (2011). "Discrete Harmony Search Algorithm for the No-Wait Flow Shop Scheduling Problem with Total Flow Time Criterion", *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 56, 683-692.
- Geiger, M.J. (2011). "Decision Support for Multi-Objective Flow Shop Scheduling by the Pareto Iterated Local Search Methodology", *Computers&Industrial Engineering*, 61, 805-812, DOI: 10.1016/j.cie.2011.05.013.
- Gemba Danışmanlık, (2023). "6 Sigma Danışmanlığı", <https://gembadanismanlik.com/6-sigma-danismanligi/>, (Erişim Tarihi: 11.03.2023).
- Gmys, J., Mezmaç, M., Melab, N. ve Tuyttens, D. (2020). "A Computationally Efficient Branch-and-Bound Algorithm for the Permutation Flow-Shop Scheduling Problem", *European Journal of Operational Research*, 284, 814-833. DOI: 10.1016/j.ejor.2020.01.039.
- Goli, A., Tirkolaee, E.B. ve Saltani, M. (2019). "A Robust Just In Time Flow Shop Scheduling Problem with Outsourcing Option on Subcontractors", *Production & Manufacturing Research*, 7, 294-315, DOI: 10.1080/21693277.2019.1620651.
- Goyal, B. ve Kaur, S. (2020). "Minimizing Waiting Time of Jobs in Flow-Shop Scheduling: a Heuristic Approach", *Materials Today: Proceedings*, DOI: 10.1016/j.matpr.2020.09.797.
- Grabowski, J. ve Wodecki, M. (2004). "A Very Fast Tabu Search Algorithm for the Permutation Flow Shop Problem with Makespan Criterion", *Computers&Operations Research*, 31, 1891-1909, DOI: 10.1016/S0305-0548(03)00145-X.
- Guanlong, D., Zhenhao, X. ve Xingsheng, G. (2012). "A Discrete Artificial Bee Colony Algorithm Forminimizing the Total Flow Time in the Blocking Flow Shop Scheduling", *Chinese Journal of Chemical Engineering*, 20 (6), 1067-1073.
- Guzman, E., Andres, B. ve Poler, R. (2022). "Models and Algorithms for Production Planning, Scheduling and Sequencing Problems: a Holistic Framework and a Systematic Review", *Journal of Industrial Information Integration*, DOI: 10.1016/j.jii.2021.100287.
- Harjunkoski, I., Maravelias, C.T., Bongers, P., Castro, P.M., Engell, S., Grossmann, I.E., Hooker, J., Mendez, C., Sand, G. ve Wassick, J. (2014). "Scope for Industrial Applications of Production Scheduling Models and Solution Methods", *Computers and Chemical Engineering*, 62, 161-193, DOI: 10.1016/j.compchemeng.2013.12.001.
- Hwang, F.J., Kovalyov, M.Y. ve Lin, B.M.T. (2012). "Total Completion Time Minimization in Two-Machine Flowshop Scheduling Problems with a Fixed Job Sequence", *Discrete Optimization*, 9, 29-39, DOI: 10.1016/j.disopt.2011.11.001.
- Kalczynski, P.J. ve Kamburowski, J. (2008). "An Improved NEH Heuristic to Minimize Makespan in Permutation Flowshops", *Computers&Operations Research*, 35, 3001-3008, DOI: 10.1016/j.cor.2007.01.020.
- Kalir, A.A. ve Sarin, S.C. (2000). "Evaluation of the Potential Benefits of Lot Streaming in Flow-Shop Systems", *International Journal of Production Economics*, 66, 131-142, DOI: 10.1016/S0925-5273(99)00115-2.
- Khatami, M., Salehipour, A. ve Hwang, F.J. (2019). "Makespan Minimization for the M-Machine Ordered Flowshop Scheduling Problem", *Computers and Operations Research*, 111, 400-414, DOI: 10.1016/j.cor.2019.06.012.
- Kuo, I., Horng, S., Kao, T., Lin, T., Lee, C., Terano, T. ve Pan, Y. (2009). "An Efficient Flow-Shopscheduling Algorithm Based on a Hybrid Particle Swarm Optimization Model", *Expert Systems with Applications*, 36, 7027-7032, DOI: 10.1016/j.eswa.2008.08.054.
- Laha, D. ve Sarin, S.C. (2009). "A Heuristic to Minimize Total Flow Time in Permutation Flowshop", *Omega*, 37, 734-739, DOI: 10.1016/j.omega.2008.05.002.
- Lei, D. ve Wang, T. (2011). "An Effective Neighborhood Search Algorithm for Scheduling a Flow Shop of Batch Processing Machines", *Computers&Industrial Engineering*, 61, 739-743, DOI: 10.1016/j.cie.2011.05.005.

- Li, G., Li N., Sambandam, N., Sethi, S.P. ve Zhang, F. (2018). "Flow Shop Scheduling with Jobs Arriving at Different Times", *International Journal of Production Economics*, 206, 250-260, DOI: 10.1016/j.ijpe.2018.10.010.
- Li, X. ve Yin, M. (2012). "A Discrete Artificial Bee Colony Algorithm with Composite Mutation Strategies for Permutation Flowshop Scheduling Problem", *Scientia Iranica*, 19(6), 1921-1935, DOI: 10.1016/j.scient.2012.10.034.
- Li, X., Wang, Q. ve Wu, C. (2009). "Efficient Composite Heuristics for Total Flowtime Minimization in Permutation Flowshops", *Omega*, 37, 155-164, DOI: 10.1016/j.omega.2006.11.003.
- Lian, Z., Gu, X. ve Jiao, B. (2008). "A Novel Particle Swarm Optimization Algorithm for Permutation Flow-Shop Scheduling to Minimize Makespan", *Chaos, Solutions and Fractals*, 35, 851-861, DOI: 10.1016/j.chaos.2006.05.082.
- Lin, Q., Gao, L., Li, X. ve Zhang, C. (2015). "A Hybrid Backtracking Search Algorithm for Permutation Flow-Shop Scheduling Problem", *Computers & Industrial Engineering*, 85, 437-446, DOI: 10.1016/j.cie.2015.04.009.
- Liu, X. ve Chung, T-P. (2017). "A Modified Immunoglobulin-Based Artificial Immune System Algorithm for Solving the Permutation Flow Shop Scheduling Problem", *Journal of Industrial and Production Engineering*, 34, 542-550, DOI: 10.1080/21681015.2017.1383313.
- Liu, Y., Yin, M. ve Gu, W. (2014). "An Effective Differential Evolution Algorithm for Permutation Flowshop Scheduling Problem", *Applied Mathematics and Computation*, 248, 143-159, DOI: 10.1016/j.amc.2014.09.010.
- Marichelvam, M.K., Tosun, Ö. ve Geetha, M. (2017). "Hybrid Monkey Search Algorithm for Flow Shop Scheduling Problem Under Makespan and Total Flowtime", *Applied Soft Computing*, 55, 82-92, DOI: 10.1016/j.asoc.2017.02.003.
- Martin, C.H. (2009). "A Hybrid Genetic Algorithm/Mathematical Programming Approach to the Multi-Family Flowshop Scheduling Problem with Lot Streaming", *Omega*, 37, 126-137, DOI: 10.1016/j.omega.2006.11.002.
- Meng, T., Pan, Q., Li, J. ve Sang, H. (2018). "An Improved Migrating Birds Optimization for an Integrated Lot-Streaming Flow Shop Scheduling Problem", *Swarm and Evolutionary Computation*, 38, 64-78. DOI: 10.1016/j.swevo.2017.06.003.
- Miyata, H.H. ve Nagano, M.S. (2019). "The Blocking Flow Shop Scheduling Problem: a Comprehensive and Conceptual Review", *Experts Systems With Applications*, 137, 130-156, DOI: 10.1016/j.eswa.2019.06.069.
- Moslehi, G. ve Khorasanian, D. (2014). "A Hybrid Variable Neighborhood Search Algorithm for Solving the Limited-Buffer Permutation Flowshop Scheduling Problem with the Makespan Criterion", *Computers & Operations Research*, 52, 260-268. DOI: 10.1016/j.cor.2013.09.014.
- Moslehi, G. ve Khorasanian, D. (2013). "Optimizing Blocking Flow Shop Scheduling Problem with Total Completion Time Criterion", *Computers & Operations Research*, 40, 1874-1883. DOI: 10.1016/j.cor.2013.02.003.
- Pan, Q-K. ve Ruiz, R. (2012). "An Estimation of Distribution Algorithm for Lot-Streaming Flow Shop Problems with Setup Times", *Omega*, 40, 166-180, DOI: 10.1016/j.omega.2011.05.002.
- Pan, Q-K., Tasgetiren, M.F., Suganthan, P.N. ve Chua, T.J. (2011). "A Discrete Artificial Bee Colony Algorithm for the Lot-Streaming Flow Shop Scheduling Problem", *Information Sciences*, 181, 2455-2468, DOI: 10.1016/j.ins.2009.12.025.
- Pan, Q., Wang, L. ve Gao, L. (2011). "A Chaotic Harmony Search Algorithm for the Flow Shop Scheduling Problem with Limited Buffers", *Applied Soft Computing*, 11, 5270-5280, DOI: 10.1016/j.asoc.2011.05.033.
- Pan, Q-K, Wang, L. ve Zhao, B-H. (2008). "An Improved Iterated Greedy Algorithm for the No-Wait Flow Shop Scheduling Problem with Makespan Criterion", *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 38, 778-786.
- Puka, R., Duda, J., Stawowy, A. ve Skalna, I. (2021). "N-NEH+ Algorithm for Solving Permutation Flowshop Problems", *Computers and Operations Research*, 132, 105296, DOI: 10.1016/j.cor.2021.105296.
- Qian, B., Wang, L., Huang, D.X. ve Wang, X. (2008). "An Effective Hybrid DE-Based Algorithm for Flow Shop Scheduling with Limited Buffers", *International Journal of Production Research*, 47, 1-24. DOI: 10.1080/00207540701528750.
- Raguram, K.S. ve Jayanthi, G. (2021). "Implementation of Heijunka for Improving Performance Indicators: a Process Sector Case Study", *Gorteria Journal*, 34, 20-28.
- Rahman, H.F., Sarker, R. ve Essam, D. (2015). "A Genetic Algorithm for Permutation Flowshop Scheduling Under Make to Stock Production System", *Computers & Industrial Engineering*, 90, 12-24, DOI: 10.1016/j.cie.2015.08.006.
- Ramesh, C., Kamalakannan, R., Karthik, R., Pavin, C. ve Dhivaharan, S. (2021). "A Lot Streaming Based Flowshop Scheduling Problem Using Simulated Annealing Algorithm", *Materials Today: Proceedings*, 37, 241-244, DOI: 10.1016/j.matpr.2020.05.108.

- Ribas, I., Companys, R. ve Tort-Martorell, X. (2010). "Comparing Three-Step Heuristics for the Permutation Flow Shop Problem", *Computers & Operations Research*, 37, 2062-2070, DOI: 10.1016/j.cor.2010.02.006.
- Ribas, I. ve Companys, R. (2015). "Efficient Heuristic Algorithms for the Blocking Flowshop Scheduling Problem with Total Flowtime Minimization", *Computers&Industrial Engineering*, 87, 30-39, DOI: 10.1016/j.cie.2015.04.013.
- Sadaqa, M. ve Moraga, R.J. (2015). "Scheduling Blocking Flowshops Using Metaraps", *Procedia Computer Science*, 61, 533-538, DOI: 10.1016/j.procs.2015.09.211.
- Samarghandi, H. ve Behroozi, M. (2016). "On the Exact Solution of the No-Wait Flow Shop Problem with Due Date Constraints", *Computers & Operations Research*, 81, 141-159, DOI: 10.1016/j.cor.2016.12.013.
- Saraçoğlu, İ. ve Süer, G.A. (2018). "Multi-Objective Fuzzy Flowshop Scheduling Model in a Manufacturing Company", *Procedia Manufacturing*, 17, 214-221, DOI: 10.1016/j.promfg.2018.10.039.
- Schaller, J. ve Valente, J.M.S. (2020). "Minimizing Total Earliness and Tardiness in a Nowait Flow Shop", *International Journal of Production Economics*, 224, 107542, DOI: 10.1016/j.ijpe.2019.107542.
- Shao, W. ve Pi, D. (2016). "A Self-Guided Differential Evolution with Neighborhood Search for Permutation Flowshop Scheduling", *Expert Systems with Applications*, 51, 161-176, DOI: 10.1016/j.eswa.2015.12.001.
- Suliman, S.M.A. (2000). "A Two-Phase Heuristic Approach to the Permutation Flow-Shop Scheduling Problem", *International Journal of Production Economics*, 64,143-152.
- Svancara, J. ve Kralova, Z. (2012). "High-Mix Low-Volume Flow Shop Manufacturing System Scheduling", *Proceedings of the 14th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing*, Romania.
- Tang, H-C. (2013). "A New Lower Bounding Rule for Permutation Flow Shop Scheduling", *Journal of Information and Optimization Sciences*, 22, 249-257. DOI:10.1080/02522667.2001.10699488.
- Tajbakhsh, Z., Fattahi, P. ve Behnamian, J. (2017). "Multi Objective Assembly Permutation Flow Shop Scheduling Problem: a Mathematical Model and a Meta-Heuristic Algorithm", *Journal of the Operational Research Society*, 65, 1580-1592, DOI: 10.1057/jors.2013.105.
- Tomazella, C.P. ve Nagano, M.S. (2020). "A Comprehensive Review of Branch-and-Bound Algorithms: Guidelines and Directions for Further Research on the Flowshop Scheduling Problem", *Expert Systems with Applications*, 158, 113556, DOI: 10.1016/j.eswa.2020.113556.
- Tseng, C-T. ve Liao, C-J. (2008). "A Discrete Particle Swarm Optimization for Lot-Streaming Flowshop Scheduling Problem", *European Journal of Operational Research*, 191, 360-373, DOI: 10.1016/j.ejor.2007.08.030.
- Umam, M.S., Mustafid, M. ve Suryono, S. (2021). "A Hybrid Genetic Algorithm and Tabu Search Forminimizing Makespan in Flow Shop Scheduling Problem", *Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences*, DOI: 10.1016/j.jksuci.2021.08.025.
- Varmazyar, M. ve Salmasi, N. (2011). "Sequence-Dependent Flow Shop Scheduling Problem Minimising the Number of Tardy Jobs", *International Journal of Production Research*, 50, 5843-5858, DOI: 10.1080/00207543.2011.632385.
- Wang, W., Xu, Z. ve Gu, X. (2022). "A Two-Stage Discrete Water Wave Optimization Algorithm for the Flowshop Lot-Streaming Scheduling Problem with Intermingling and Variable Lot Sizes", *Knowledge-Based Systems*, 238, 107874, DOI: 10.1016/j.knosys.2021.107874.
- Yenisey, M.M. ve Yagmahan, B. (2014). "Multi-Objective Permutation Flow Shop Scheduling Problem: Literature Review, Classification and Current Trends", *Omega*, 45, 119-135, DOI: 10.1016/j.omega.2013.07.004.
- Yoon, S-H. ve Ventura, J.A. (2002). "Minimizing the Mean Weighted Absolute Deviation from Due Dates in Lot-Streaming Flow Shop Scheduling", *Computers & Operations Research*, 29, 1301-1315, DOI: 10.1016/S0305-0548(01)00032-6.
- Zhang, S-J. ve Gu, X-S. (2015). "An Effective Discrete Artificial Bee Colony Algorithm for Flow Shop Scheduling Problem with Intermediate Buffers", *Journal of Central South University*, 22, 3471-3484.
- Zhang, W., Wang, Y., Yang, Y. ve Gen, M. (2019). "Hybrid Multiobjective Evolutionary Algorithm Based on Differential Evolution for Flow Shop Scheduling Problems", *Computers & Industrial Engineering*, 130, 661-670, DOI: 10.1016/j.cie.2019.03.019.
- Zhao, F., Liu, Y., Zhang, Y., Ma, W. ve Zhang, C. (2017). "A Hybrid Harmony Search Algorithm with Efficient Job Sequence Scheme and Variable Neighborhood Search for the Permutation Flow Shop Scheduling Problems", *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 65, 178-199, DOI: 10.1016/j.engappai.2017.07.023.
- Zobolas, G.I., Tarantilis, C.D. ve Ioannou, G. (2009). "Minimizing Makespan in Permutation Flow Shop Scheduling Problems Using a Hybrid Metaheuristic Algorithm", *Computers & Operations Research*, 36, 1249-1267, DOI: 10.1016/j.cor.2008.01.007.



STRATEJİK ARAŞTIRMALAR VE VERİMLİLİK GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

