

VERİMLİLİK DERGİSİ



T.C. SANAYİ VE
TEKNOLOJİ BAKANLIĞI

2022 | 3

TÜRKİYE'DEKİ İMALAT ŞİRKETLERİNİN ENDÜSTRİ 4.0 OLGUNLUK DÜZEYİNİN BELİRLENMESİ

Ebru KASNAK, Belkıs ÖZKARA

G20 ÜLKELERİNİN UZUN DÖNEMLİ SAĞLIK GÖSTERGELERİ KULLANILARAK SINIFLANDIRILMASI VE PERFORMANSLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Ahmet SEL

YENİ BİR ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMİ: BULUT ENDEKS-BETA (BE- β)

Mehmet TOP, Tevfik BULUT

TARIMSAL ETKİNLİK DÜZEYİNİN COĞRAFİK BÖLGELER İTİBARIYLA FARKLI LAŞMASI: VERİ ZARFLAMA METAFRONTIER YAKLAŞIMI

Alamettin BAYAV, Orhan GÜNDÜZ, Bahri KARLI

TÜRKİYE ELEKTRİK DAĞITIM ŞİRKETLERİNİN ETKİNLİK VE VERİMLİLİK ANALİZİ

Meryem EMRE AYSİN, Gürkan ÇALMAŞUR

ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME TEKNİKLERİYLE BANKALARIN FİNANSAL PERFORMANSLARININ KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ

Mehmet KARAHAN, Lokman KIZKAPAN

BİR AR-GE MERKEZİNDE KALİTE FONKSİYON GÖÇERİMİ (KFG) İLE ÜRÜN GELİŞTİRME UYGULAMASI

Fatma ALTUNTAŞ, Barış BÜYÜK

YÜKSEKÖĞRETİMDE DENGELİ PUAN KARTI UYGULAMALARINDA KULLANILAN KRİTERLER ÜZERİNE BİR DERLEME

Bilge MEYDAN, Kazım Barış ATICI, Aydın ULUCAN

A NEW SCORING APPROACH TO CALCULATE OVERALL EQUIPMENT EFFICIENCY: A CASE STUDY

Sercan HATİPOĞLU, Cüneyt AKAR

ÇİN VE ABD EKONOMİLERİ ARASINDAKİ REKABETTE KURUMSAL FAKTÖRLERİN ROLÜ: GİRDİ-ÇIKTI ANALİZİ

Fatma TAŞ

İŞ İLGİSİZLİĞİ ÖLÇEĞİNİN TÜRKÇE FORMU: GEÇERLİK VE GÜVENİRLİK ÇALIŞMASI

Zeynep Öznur ERGİN, Gözde TEKBAŞ, Seher BALCI ÇELİK

ÇEVİKLİK KRİTERLERİ VE TOPSIS YÖNTEMİ KULLANILARAK TEDARİKÇİ SEÇİMİ: İKLİMLENDİRME SEKTÖRÜNDE GERÇEKLEŞTİRİLEN BİR UYGULAMA

Murat BOLELLİ, Alper REİSOĞLU

TÜRKİYE'DE ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİNE BİR BAKIŞ: GEÇMİŞİ, BUGÜNÜ VE GELECEĞİ

İhsan SABUNCUOĞLU, Berna DENGİZ

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

Yıl: 2022 Sayı: 3

Yayın Türü
Yerel-Süreli / 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
Lutfiye DAĞLIOĞLU

Grafik Tasarım ve Uygulama
Şeniz KOBAL

İngilizce Redaksiyon
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
Çankaya 06510 ANKARA
Tel: 0 312 201 65 02 <https://www.sanayi.gov.tr>
savgm@sanayi.gov.tr
<https://dergipark.org.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
30.07.2022

Dergi üç ayda bir olmak üzere yılda dört kez yayımlanır.

YAYIN KURULU / EDITORIAL BOARD

Doç. Dr. Önder BELGİN - Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı
Dr. Cangül TOSUN - Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı
Dr. Cihan YALÇIN - Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı
Dr. Emel KURTARAN ERSAL - Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı
Dr. M. Hürol METE - Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı
Dr. Seda CANSIZ - Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı
Dr. Serdal ERGÜN - Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı
Dr. Sinan BORLUK - Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı
Dr. Şakir KARAKAYA - Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı
Dr. Yücel ÖZKARA - Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı

DANIŞMA KURULU / ADVISORY BOARD

Prof. Dr. Adil BAYKASOĞLU - Dokuz Eylül Üniversitesi
Prof. Dr. Ahmet Cevat ACAR - İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi
Prof. Dr. Ali SINAĞ - Ankara Üniversitesi
Prof. Dr. Birdoğan BAKI - Karadeniz Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Cengiz KAHRAMAN - İstanbul Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Cevahir UZKURT - Yükseköğretim Kurulu
Prof. Dr. Dirk CZARNITZKI - KU Leuven University
Prof. Dr. Ekrem TATOĞLU - İbn Haldun Üniversitesi
Prof. Dr. Fatih KESKİN - Ankara Üniversitesi
Prof. Dr. Fazıl GÖKGÖZ - Ankara Üniversitesi
Prof. Dr. Halit KESKİN - Yıldız Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. İsmail EROL - Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi
Prof. Dr. İ. Melih BAŞ - İstanbul Arel Üniversitesi
Prof. Dr. Mahmut TEKİN - Selçuk 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 ÇEBİ - Yıldız Teknik 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
Doç. Dr. İskender PEKER - Gümüşhane 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.

TRIZIN

DergiPark
AKADEMİK

EBSCO
HOST

İÇİNDEKİLER

365 380	TÜRKİYE'DEKİ İMALAT ŞİRKETLERİNİN ENDÜSTRİ 4.0 OLGUNLUK DÜZEYİNİN BELİRLENMESİ <i>DETERMINING THE INDUSTRY 4.0 MATURITY LEVEL OF MANUFACTURING COMPANIES IN TURKEY</i> Ebru KASNAK, Belkis ÖZKARA
381 392	G20 ÜLKELERİNİN UZUN DÖNEMLİ SAĞLIK GÖSTERGELERİ KULLANILARAK SINIFLANDIRILMASI VE PERFORMANSLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ <i>CLASSIFICATION AND EVALUATION OF THE PERFORMANCE OF G20 COUNTRIES BY USING LONG-TERM HEALTH INDICATORS</i> Ahmet SEL
393 414	YENİ BİR ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMİ: BULUT ENDEKS-BETA (BE-β) <i>A NEW MULTI-CRITERIA DECISION MAKING METHOD: BULUT INDEX-BETA (BI-β)</i> Mehmet TOP, Tevfik BULUT
415 426	TARIMSAL ETKİNLİK DÜZEYİNİN COĞRAFİK BÖLGELER İTİBARIYLA FARKLILAŞMASI: VERİ ZARFLAMA METAFRONTIER YAKLAŞIMI <i>VARIATION OF AGRICULTURAL EFFICIENCY LEVEL BY GEOGRAPHICAL REGIONS: DATA ENVELOPMENT METAFRONTIER APPROACH</i> Alamettin BAYAV, Orhan GÜNDÜZ, Bahri KARLI
427 440	TÜRKİYE ELEKTRİK DAĞITIM ŞİRKETLERİNİN ETKİNLİK VE VERİMLİLİK ANALİZİ <i>EFFICIENCY AND PRODUCTIVITY ANALYSIS OF TURKISH ELECTRICITY DISTRIBUTION COMPANIES</i> Meryem EMRE AYSİN, Gürkan ÇALMAŞUR
441 462	ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME TEKNİKLERİYLE BANKALARIN FİNANSAL PERFORMANSLARININ KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ <i>COMPARATIVE ANALYSIS OF FINANCIAL PERFORMANCES OF BANKS BY MULTI CRITERIA DECISION MAKING METHODS</i> Mehmet KARAHAN, Lokman KIZKAPAN
463 478	BİR AR-GE MERKEZİNDE KALİTE FONKSİYON GÖÇERİMİ (KFG) İLE ÜRÜN GELİŞTİRME UYGULAMASI <i>APPLICATION OF PRODUCT DEVELOPMENT WITH QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT (QFD) IN AN R&D CENTER</i> Fatma ALTUNTAŞ, Barış BÜYÜK
479 498	YÜKSEKÖĞRETİMDE DENGELİ PUAN KARTI UYGULAMALARINDA KULLANILAN KRİTERLER ÜZERİNE BİR DERLEME <i>A REVIEW ON BALANCED SCORECARD CRITERIA IN HIGHER EDUCATION APPLICATIONS</i> Bilge MEYDAN, Kazım Barış ATICI, Aydın ULUCAN
499 510	A NEW SCORING APPROACH TO CALCULATE OVERALL EQUIPMENT EFFICIENCY: A CASE STUDY <i>GENEL EKİPMAN VERİMLİLİĞİNİ HESAPLAMAK İÇİN YENİ PUANTAJ YAKLAŞIMI: BİR VAKA ÇALIŞMASI</i> Sercan HATİPOĞLU, Cüneyt AKAR
511 528	ÇİN VE ABD EKONOMİLERİ ARASINDAKİ REKABETTE KURUMSAL FAKTÖRLERİN ROLÜ: GİRDİ-ÇIKTI ANALİZİ <i>THE ROLE OF INSTITUTIONAL FACTORS IN THE COMPETITION BETWEEN THE CHINA AND THE US ECONOMIES: AN INPUT OUTPUT ANALYSIS</i> Fatma TAŞ
529 538	İŞ İLGİSİZLİĞİ ÖLÇEĞİNİN TÜRKÇE FORMU: GEÇERLİK VE GÜVENİRLİK ÇALIŞMASI <i>TURKISH FORM OF THE JOB APATHY SCALE: VALIDITY AND RELIABILITY STUDY</i> Zeynep Öznur ERGİN, Gözde TEKBAŞ, Seher BALCI ÇELİK
539 558	ÇEVİKLİK KRİTERLERİ VE TOPSIS YÖNTEMİ KULLANILARAK TEDARİKÇİ SEÇİMİ: İKLİMLENDİRME SEKTÖRÜNDE GERÇEKLEŞTİRİLEN BİR UYGULAMA <i>APPLICATION OF TOPSIS METHOD IN SUPPLIER SELECTION PROBLEM USING AGILITY CRITERIA: A STUDY FROM TURKISH AIR CONDITIONING INDUSTRY</i> Murat BOLELLİ, Alper REİSOĞLU
559 568	TÜRKİYE'DE ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİNE BİR BAKIŞ: GEÇMİŞİ, BUGÜNÜ VE GELECEĞİ <i>CURRENT AND FUTURE PROSPECTS FOR INDUSTRIAL ENGINEERING IN TURKEY</i> İhsan SABUNCUOĞLU, Berna DENGİZ

TÜRKİYE'DEKİ İMALAT ŞİRKETLERİNİN ENDÜSTRİ 4.0 OLGUNLUK DÜZEYİNİN BELİRLENMESİ*

Ebru KASNAK¹, Belkıs ÖZKARA²

ÖZET

Amaç: Bu çalışma, Türkiye'de faaliyet gösteren imalat şirketlerinin Endüstri 4.0 olgunluk düzeylerini belirlemeyi amaçlamaktadır.

Yöntem: İmalat işletmelerinin Endüstri 4.0 olgunluk düzeyini belirlemek için gelişmekte olan ülkeler perspektifinde geliştirilmiş olan bir ölçek kullanılmıştır. Araştırmanın örneklemi ISO 500/1000 listesinde yer alan ve Endüstri 4.0 araç ve süreçlerini uygulayan büyük ölçekli imalat firmalarının üst ve operasyonel düzey yöneticileri ile mühendis ve teknik uzmanlarından oluşmaktadır. Anket yoluyla toplanan veriler betimleyici istatistikler yoluyla değerlendirilmiştir.

Bulgular: Araştırmanın sonuçları, genel olarak işletmelerin Endüstri 4.0 olgunluk düzeyi (3,92/5,00) bakımından "deneyimli" seviyesini tamamlamak üzere olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, işletmelerin örgütsel yönlerinin iyi bir seviyede olduğu, teknolojik (operasyonel) yönlerinin ise geliştirilmesi gereken alanlar olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Özgünlük: Endüstri 4.0 olgunluk düzeyini gelişmekte olan ülkeler perspektifinde değerlendiren çok az sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışma aynı zamanda, konuyu geniş bir katılım çerçevesinde ve kapsamlı bir şekilde ele alarak, literatüre katkı sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Endüstri 4.0, Olgunluk/Hazırlık Modelleri, İmalat Sektörü, Olgunluk Seviyesi.

JEL Kodları: L2, C83, L6, D22.

DETERMINING THE INDUSTRY 4.0 MATURITY LEVEL OF MANUFACTURING COMPANIES IN TURKEY

ABSTRACT

Purpose: This study aims to determine the Industry 4.0 maturity levels of manufacturing companies operating in Turkey.

Methodology: A scale which was developed in the perspective of developing countries, was used to determine the Industry 4.0 maturity level of manufacturing enterprises. The sample of the research consists of senior and operational managers, engineers and technical experts of large-scale manufacturing companies that are on the ISO 500/1000 list and apply Industry 4.0 tools and processes. The data which collected through the questionnaire, was evaluated through descriptive statistics.

Findings: The results of the research show that, in general, businesses are about to complete the "experienced" level in terms of Industry 4.0 maturity level (3.92/5.00). However, it has been concluded that the organizational aspects of the enterprises are at a good level and the technological (operational) aspects are areas that need improvement.

Originality: There are very few studies evaluating the maturity level of Industry 4.0 from the perspective of developing countries. This study also contributes to the literature by dealing with the subject in a wide participation framework and comprehensive manner.

Keywords: Industry 4.0, Maturity/Readiness Models, Manufacturing Sector, Maturity Level.

JEL Codes: L2, C83, L6, D22.

* Bu çalışma, Ebru KASNAK tarafından Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü'nde Prof. Dr. Belkıs ÖZKARA danışmanlığında yürütülen "Endüstri 4.0 Olgunluk Düzeyinin Örgütsel Öğrenmeye Etkisinde Teknolojik Yatınlığın Aracılık Rolü" başlıklı Doktora Tezi'nden türetilmiştir. Çalışma, Afyon Kocatepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 21.SOS. BİL.01 nolu proje kapsamında desteklenmiştir.

¹ Öğr. Gör. Dr., Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Atatürk Sağlık Hizmetleri MYO, Elektronik ve Otomasyon Bölümü, Afyonkarahisar, Türkiye, ebru.kasnak@afsu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-2489-6134 (Sorumlu Yazar-Corresponding Author).

² Prof. Dr., Afyon Kocatepe Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Afyonkarahisar, Türkiye, bozkara@aku.edu.tr, ORCID: 0000-0002-2120-0373.

1. GİRİŞ

Endüstri 4.0 terimi, genel olarak şuan içinde bulunduğumuz endüstrileşme sürecinin dördüncü evresini ifade etmekte olup, ilk olarak 2011 yılında Hannover Fuarı'nda ortaya atılmıştır (Ghobakhloo, 2018). Sürecin ilk evresi 1760-1830 yılları arasında, buharlı motorların icadı, su gücü ve mekanizasyonun birlikte kullanımıyla ortaya çıkmıştır ve insan gücünden makine gücüne geçişteki dönüm noktasını temsil etmektedir (Ghobakhloo, 2018; Elitok, 2019: 1). İkinci evre, 19. yüzyıl sonları ve 20. yüzyılın başlarında, elektrik enerjisinin kullanımı ve buna bağlı olarak gerçekleştirilen seri üretime geçiş ile yoğun iş bölümü kavramlarının ortaya çıktığı dönemi temsil etmektedir (Devezas ve diğerleri, 2017: 1; Plessis, 2017: 9). Üçüncü evre, 1970'lerden itibaren üretim süreçlerinde otomasyonu arttıran bilgi teknolojileri ve elektroniğin kullanılmasıyla gerçekleşmiştir (TÜSİAD, 2016: 19). Endüstri 4.0 olarak adlandırılan dördüncü evre ise, nesnelerin internetinin (IoT) ve hizmetlerin internetinin (IoS) üretim ortamına girmesi ile başlayarak, gelecekte işletmelerin makine ve depo alanlarından üretim tesisleri ve tedarikçilerine kadar tüm unsurlarını Siber-Fiziksel Sistemler (CPS) şeklinde bir araya getirdiği bir küresel ağ sistemi yapısını mümkün kılacaktır (Kagermann ve diğerleri, 2013: 5).

Son zamanlarda imalat şirketleri, çevresel, toplumsal, ekonomik ve teknolojik gelişmeler neticesinde, artan rekabetçilik ve teknolojik yeniliklere adaptasyon sorunu vb. önemli zorluklarla karşı karşıya kalmakta ve bu zorlukların üstesinden gelebilmek için tüm değer zincirlerini çevik ve duyarlı bir şekilde yönetme yeteneklerine ihtiyaç duymaktadırlar (Schumacher ve diğerleri, 2016). Söz konusu yetenekleri sağlamada sunduğu avantajlar bakımından Endüstri 4.0, birçok ülkede hükümetlerin ve şirketlerin odak noktası haline gelmiştir. Endüstri 4.0'ın temel mantığı, verileri gerçek zamanlı olarak toplama ve analiz etme amacıyla yenilikçi teknolojilerin benimsenerek endüstrinin dijitalleştirilmesi ve süreçlerin birbiriyle bağlantılı olması anlayışına dayanmaktadır ve bu sayede üretim sistemlerinde daha yüksek düzeyde operasyonel üretkenlik ve verimlilik sağlanabilmektedir (Frank ve diğerleri, 2019; Alcácer ve diğerleri, 2021). Bu nedenle, belirsizliğin ve rekabetin üst düzeyde olduğu günümüz küresel pazar yapısında, yeterli performansla uzun vadede varlığını sürdürmek isteyen şirketlerin rekabetçi kalabilmek için endüstrileşmenin dördüncü evresine uyarlanmaları gerekliliği kaçınılmazdır (Ghobakhloo, 2018; Pacchini ve diğerleri, 2019). Fakat bu uyarlanma süreci, yoğun bir teknolojik yatırım ve buna uygun iş modeli, strateji, yapı dönüşümü gerektirmektedir. Dönüşüm sürecinde gerekli finansal kaynakların ve örgütsel alandaki dönüşümlerin büyüklüğü belirsizliklerin ve endişelerin kaynağı olmaktadır (Schumacher ve diğerleri, 2016). Ayrıca, organizasyonların Endüstri 4.0 süreci açısından gelecekteki eylem planına karar verebilmeleri için, kendi hedeflerini ve mevcut durumlarını da değerlendirmeleri gereklidir (Wagire ve diğerleri, 2020). İşletmelerin Endüstri 4.0'a geçiş süreci, hem stratejik hem de teknolojik yönden değerlendirildiğinde, bütünüyle dijital bir üretim kuruluşuna giden yolda atılan her adımın belirginleştirildiği ve görselleştirildiği kapsamlı bir stratejik yol haritasını gerektirmektedir (Ghobakhloo, 2018).

Geçiş ya da dönüşüm sürecinin kolayca ve tümüyle gerçekleşemeyebileceği, her bir işletmenin ihtiyaçlarına göre belirli unsurları benimseyebileceği ya da örgütsel dönüşümlerin henüz tamamlanamayabileceği dikkate alındığında, işletmelerin Endüstri 4.0'a geçişini değerlendirebilecek modellere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu kapsamda, literatürde Endüstri 4.0 olgunluk ve hazırlık değerlendirme modelleri ön plana çıkmakta ve bu modeller, şirketlerin akıllı üretim sistemlerine geçiş sürecinde yönetmesi gereken etkinleştirici teknolojileri ve yeni işlevsel/örgütsel faktörleri vurgulamayı amaçlamaktadır (Pirola ve diğerleri, 2019).

Çalışma kapsamında, Türkiye'de imalat sektöründe faaliyet gösteren büyük ölçekli firmaların Endüstri 4.0 olgunluk düzeylerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Daha önce ülkemizde bu konuda yapılan kurumsal çalışmalar incelendiğinde, ilk olarak Accenture (2015: 10) firmasının Boğaziçi Üniversitesi, Türkiye Bilişim Vakfı, ODTÜ ve Vodafone Türkiye işbirliği ile yapmış olduğu çalışma ön plana çıkmaktadır. İlgili çalışma dahilinde, geliştirilen "Dijitalleşme Endeksi" ile şirketlerin strateji, hizmet ve operasyonel yetkinlikleri dijital kabiliyetleri bağlamında incelenmiş ve bankacılık, sigortacılık, sağlık hizmetleri, ticaret, inşaat, imalat vs. pek çok sektörde faaliyet gösteren ve belli bir finansal büyüklüğe sahip olan (çoğunluğu büyük ölçekli) firmalar değerlendirmeye alınmıştır. Burada Endüstri 4.0 perspektifinden ziyade daha çok dijitalleşme vurgusu söz konusudur. TÜSİAD (2017: 37)'ın BCG danışmanlık firmasıyla ortaklaşa gerçekleştirdiği "Türkiye'nin Sanayide Dönüşüm Yetkinliği" başlıklı çalışmasında ise, dijital dönüşüm farkındalığı ile operasyon iyileştirme, performans yönetimi, çalışan katılımı ve temel bileşenler bölümlerini içeren değerlendirme çalışması yapılmış ve firma büyüklüğüne bakılmaksızın imalat sanayinde faaliyet gösteren teknoloji kullanıcıları firmalar ile teknoloji geliştiren firmalar baz alınmıştır. Çalışmada, yalın üretim felsefesini benimseyen şirketlerde Endüstri 4.0 sürecine geçişin daha kolay olduğu vurgulanmıştır. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (2018: 70)'nın yapmış olduğu "Türkiye'nin Sanayi Devrimi 'Dijital Türkiye' Yol Haritası" başlıklı çalışmada da firma büyüklüğü gözetmeksizin Ar-Ge merkezine sahip olan ve Teknoloji Geliştirme Bölgeleri içerisinde yer alan, imalat sektöründe faaliyet gösteren teknoloji kullanıcıları işletmeler ile teknoloji geliştiren işletmeler değerlendirilmeye alınmıştır. Çalışma kapsamında, departmanlar bazındaki

operasyonlar ve dijital değer zinciri yapısı ile dijitalleşmeye yönelik stratejik yapı ve ekosistem incelenmiştir. Boğaziçi Üniversitesi Endüstri 4.0 Platformu (2020: 21)'nin yapmış olduğu çalışmada ise, İstanbul Dudullu Organize Sanayi Bölgesi'ndeki imalat sektöründe faaliyet gösteren KOBİ'ler baz alınarak, firmaların organizasyonel yapı, ürün geliştirme ile müşteri, tedarik zinciri ve üretim yönetimi alanlarında dijital dönüşümü değerlendirmeye alınmıştır. Olgunluk değerlendirmeye yönelik akademik alanda yapılan çalışmalar incelendiğinde ise, genellikle belli bir bölgedeki işletmelerin değerlendirildiği çalışmalar (Hatipoğlu ve Tunacan, 2020; Şimşek, 2020) ya da firma bazında değerlendirmenin yapıldığı çalışmalar (Akdil ve diğerleri, 2018; Özçelik ve diğerleri, 2018) olduğu görülmüştür.

Genel olarak literatürde yer alan geniş katımlı Endüstri 4.0 olgunluk değerlendirmelerinde, Endüstri 4.0 süreçlerini uygulayan ve uygulamayan ayırımına gitmeden firmaların birlikte değerlendirildiği gözlenmiştir. Yapılan çalışmaya, daha sağlıklı bir olgunluk değerlendirmesi gerçekleştirebilmek adına, sadece Endüstri 4.0'ın benimsenmesine yönelik proje ve süreçleri hali hazırda uygulayan işletmeler dahil edilmiştir. Çalışma bu yönüyle literatürdeki çalışmalardan ayrılmaktadır. Bununla birlikte, literatürdeki Endüstri 4.0 olgunluk/hazırlık modelleri incelendiğinde, birçok olgunluk modelinin gelişmiş ülkeler bağlamında ve daha teknik bir çerçevede geliştirilmiş oldukları gözlenmiştir. Gelişmekte olan ülkeler bağlamında hazırlanmış bir olgunluk modeli ile ülkemizdeki firmaların olgunluk düzeylerinin belirlendiği bu çalışmanın literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Çalışmada, öncelikle literatür araştırması bölümüne yer verilmiştir. Bu çerçevede Endüstri 4.0 kavramı, yenilikçi teknolojileri ve Endüstri 4.0 ile ilgili olgunluk/hazırlık değerlendirme modellerine değinilmiştir. Daha sonra çalışmada izlenen metodoloji ve elde edilen bulgular ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Son bölümde ise, ortaya çıkan sonuçlara ilişkin değerlendirmeler paylaşılmıştır.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

2.1. Endüstri 4.0 Kavramı ve Teknolojileri

Son dönemde sensörler, veri toplama sistemleri, bilgisayar ağları ve ağa bağlı makinelerin giderek artan kullanımı ve satın alınabilirliği ile günümüz endüstrisinin yüksek rekabetçi yapısı, daha fazla işletmeyi gelişmiş teknoloji yöntemlerini uygulamaya sevk etmiştir (Lee ve diğerleri, 2015). Bu yıkıcı dönüşüm süreciyle, bilgi teknolojileri, üretim ve hizmet alanındaki gelişmelerden doğan sinerji "Endüstri 4.0" olarak tanımlanan yeni bir kavramı ortaya çıkarmıştır (Kagermann ve diğerleri, 2013: 5; Salkin ve diğerleri, 2018: 4).

Endüstri 4.0 kavramı, yeni bir tür akıllı, ağ bağlantılı ve çevik değer zinciri yapısını oluşturmada, internetin ve destekleyici teknolojilerin (örn. gömülü sistemler) fiziksel nesnelere, insan faktörünü, akıllı makineleri, üretim hatlarını ve süreçleri örgütsel sınırlar çerçevesinde bütünleştirmek için bir omurga görevi gördüğü yapıyı ifade etmektedir (Schumacher ve diğerleri, 2016)

Endüstri 4.0, akıllı üretim sistemleri ve gelişmiş bilgi teknolojilerini içeren bütünleşik bir yazılım sistemleri kümesidir (Pacchini ve diğerleri, 2019). Endüstri 4.0 kapsamındaki bu yeni üretim ortamı ise, şirketlerin tüm değer zincirinin gerçek zamanlı olarak birbirine bağlı olduğu ve üretim sistemlerinin otonom çalışan yerleşik zeka ile yüksek düzeyde otomatikleştirildiği dijitalleşmiş bir yapıyı temsil etmektedir (Wagire ve diğerleri, 2020).

Siber-Fiziksel Sistemler (CPS'ler), Nesnelere ve Hizmetlerin İnterneti (IoT/loS), Bulut Bilişim, Büyük Veri Analizi ve Siber Güvenlik gibi gelişen teknolojiler, Endüstri 4.0'ın temel direklerini oluşturmaktadır (Wagire ve diğerleri, 2020). Bunların yanı sıra, otonom robotlar, katmanlı üretim, artırılmış gerçeklik vb. etkinleştirici teknolojiler de Endüstri 4.0'ın temel teknolojileri arasında yer almaktadır (Pacchini ve diğerleri, 2019). Dördüncü sanayi devrimi sürecini tetikleyen bu teknolojiler, Endüstri 4.0 dönüşümünün etkin ve başarılı bir şekilde gerçekleştirilebilmesine de katkı sağlamaktadır (TÜSİAD, 2016: 25; Salkin ve diğerleri, 2018:7).

Otonom olarak ve merkezi olmayan bir şekilde çalışan Siber-Fiziksel Sistemler (CPS), gömülü sensör sistemleri ve aktüatör sistemlerden oluşmaktadır ve birbirleriyle bulut gibi sanal ağlar üzerinden gerçek zamanlı ve sürekli olarak veri alışverişi gerçekleştirmektedir (Stock ve Seliger, 2016). IoT, fiziksel nesnelere birbirleriyle iletişim kurmasını, bilgi paylaşmasını ve kararları koordine etmesini sağlamaktadır. Endüstri 4.0 bağlamındaki IoT ise, Endüstriyel Nesnelere İnterneti (IIoT) olarak adlandırılmakta ve tahmine dayalı bakım hizmetleri, ürün kalitesi verimliliği, enerji optimizasyonu ve tasarım optimizasyonu açısından işletmelere büyük bir potansiyel sağlamaktadır (Ghobakhloo, 2018). Bulut teknolojileri, paylaşılan bir bilgi işlem kaynakları ortamına isteğe bağlı ağ erişimi sağlayarak, fiziksel yakınlık gerektirmeyecek şekilde bilgilerin paylaşımı ve faaliyetlerin koordine edebilmesini sağlamaktadır (Frank ve diğerleri, 2019). Büyük veri kavramı ise, doğru ve hızlı bilgi sağlama ve karar verme için çeşitli kaynaklardan gelen ve IoT aracılığıyla bağlanan büyük hacimdeki yapılandırılmamış, yapılandırılmış ve yarı yapılandırılmış verilerin

depolandığı ortamı ifade etmektedir (Pacchini ve diğerleri, 2019). Bu şekilde ağlarda paylaşılan yüksek miktar ve nitelikteki veriler göz önüne alındığında, endüstriyel sistemler tehditlere karşı savunmasız hale gelmekte ve bu noktada bilgi sistemlerini hırsızlıktan veya yazılım, donanım gibi unsurların içerdikleri bilgilerin hasar görmesinden koruyan siber güvenlik önlemleri ön plana çıkmaktadır (Plessis, 2017: 22). Günümüzde üreticileri firmalar, tamamlayıcı hizmetler sunarak tüketicilerle doğrudan bir bağlantı kurmaya ve rekabetçi konumlarını güçlendirmeye çalışmakta ve bunun için loS aracılığıyla gerekli teknolojik altyapıyı sağlamaktadır (Ghobakhloo, 2018). Genel olarak, bulut tabanlı sistemler, CPS, IoT ve loS vs. tüm bu teknolojik bileşenler; sosyal ağ yapılanması ile kaynakları, makineleri ve insanları birbirine bağlayan, merkezi olmayan ve fiziksel dünya ile sanal dünyanın iç içe olduğu Endüstri 4.0'ın akıllı üretim sistemi konseptini oluşturmaktadır (Alcácer ve diğerleri, 2021).

2.2. Olgunluk ve Hazırlık Değerlendirme Modelleri

Endüstri 4.0 kavramı, akademisyenler ve uygulayıcılar açısından görece yeni bir olgudur ve sürecin yeterince standart, yaygın bir hale geldiğini ve net geri dönüşler elde edildiğini söylemek şuan için pek mümkün değildir (Wagire ve diğerleri, 2020). Günümüzde tüm sektör ve işletmeler, Endüstri 4.0'ın etkinleştirici teknolojilerini aynı kolaylıkla benimseyememekte ve Endüstri 4.0 süreci yapılanmasını iş modellerine uyarlayamama ya da hazırlık veya olgunluk seviyesini belirleyebilme açısından öz değerlendirme yapamama gibi bazı sorunlarla karşılaşmaktadırlar. Bu sorunların üstesinden gelebilmeleri için işletmelerin, kendilerini yönlendirecek ve destekleyecek yeni araçlara ihtiyaçları vardır ve bu noktada olgunluk ve hazırlık modelleri ön plana çıkmaktadır (Alcácer ve diğerleri, 2021).

Genel olarak, olgunluk kavramı "tam, mükemmel veya hazır olma durumu"nu ifade etmekte ve bir sistemin geliştirilmesinde bir miktar ilerleme anlamını taşımaktadır (Schumacher ve diğerleri, 2016). Olgunluk modelleri ise, işletmelerin olgunluk seviyesindeki ilerlemeyi takip edebilmelerine, elde edilen sonuçlar ile ilgili denetim ve kıyaslama yapabilmelerine ve olgunluk seviyelerine göre organizasyon unsurlarını değerlendirmelerine olanak sağlamaktadır (Akdil ve diğerleri, 2018: 62). Olgunluk modellerine yakın bir yaklaşım olarak hazırlık modellerinde "başlangıç noktası burasıdır" fikri ön plana çıkmakta ve olgunluk dönüşüm sürecine girmeden önce sistemin durum değerlendirmesi amaçlanmaktadır (Alcácer ve diğerleri, 2021). Olgunluk ve hazırlık kavramları birbirinden farklı anlamlar taşısa da, literatürde yer alan çalışmalarda (Schumacher ve diğerleri, 2016; Akdil ve diğerleri, 2018; Pirola ve diğerleri, 2019; Hizam-Hanafiah ve diğerleri, 2020; Wagire ve diğerleri, 2020) Endüstri 4.0 hazırlık ve olgunluk modellerinin genellikle birlikte değerlendirildiği görülmüş ve bu çalışma kapsamında da benzer bir yaklaşım gösterilmiştir.

Literatürdeki Endüstri 4.0 hazırlık ve olgunluk modelleri incelendiğinde, standart, kalıplaşmış ve yaygın kullanılan bir yapıdan ziyade, araştırmacıların bakış açısı ve gözlenen ihtiyaçlara göre şekillenen ve farklılaşan yapılar göze çarpmaktadır. İncelenen modeller Tablo 1'de sunulmuştur. Sektör açısından inceleme yapıldığında, sadece imalat firmalarını baz alan modeller (Schumacher ve diğerleri, 2016; Gökalp ve diğerleri, 2017; Bibby ve Dehe, 2018; Pacchini ve diğerleri, 2019; Wagire ve diğerleri, 2020), sadece KOBİ (Küçük ve Orta Ölçekli İşletme)'lere yönelik olarak geliştirilen modeller (Ganzarain ve Errasti, 2016; Mittal ve diğerleri, 2018; Pirola ve diğerleri, 2019) ya da sektör ayrımı yapmaksızın farklı açılardan geniş bir kapsama hitap eden modeller (Lichtblau ve diğerleri, 2015; PWC, 2016; University of Warwick, 2017; Akdil ve diğerleri, 2018) ön plana çıkmaktadır.

Literatürdeki modeller içerdiği konular ve boyutlar bakımından değerlendirildiğinde ise, sadece Endüstri 4.0'ın yenilikçi teknolojilerine odaklanan (Pacchini ve diğerleri, 2019) ya da bilgi teknolojileri/operasyonel teknolojiler alt yapısına odaklanan (Rockwell Automation, 2014) modellerin yanı sıra, sürecin teknolojik yönlerine ilaveten operasyonel ve organizasyonel yönlerini ele alan modeller de (Lichtblau ve diğerleri, 2015; Gökalp ve diğerleri, 2017; Akdil ve diğerleri, 2018; Mittal ve diğerleri, 2018; Pirola ve diğerleri, 2019) bulunmaktadır. Geliştirilen az sayıdaki modelin (PWC, 2016; Bibby ve Dehe, 2018; Schumacher ve diğerleri, 2016; Wagire ve diğerleri, 2020) bunlara ek olarak kuruluşun kültürel yönlerini de dikkate aldığı gözlenmiştir.

Tablo 1. Literatürde incelenen olgunluk ve hazırlık modelleri

<i>Olgunluk ve Hazırlık Modelleri</i>	<i>Hedef</i>	<i>Analiz Edilen Boyutlar</i>	<i>Yazarlar</i>
The Connected Enterprise Maturity Model- <i>Bağlantılı Kurumsal Olgunluk Modeli</i>	İmalatçı Firmalar	Boyutlar hakkında ayrıntılı bilgi içermemektedir	Rockwell Automation (2014)
IMPULS-Industrie 4.0 Readiness- <i>Endüstri 4.0 Hazırlık</i>	Firmalar	- Strateji ve organizasyon - Akıllı fabrika - Akıllı operasyonlar - Akıllı ürünler - Veriye dayalı hizmetler - Çalışanlar	Lichtblau ve diğerleri (2015)
Industry 4.0 / Digital Operations Self Assessment Industry 4.0: Building the digital enterprise- <i>Endüstri 4.0 / Dijital İşlemler Öz Değerlendirmesi Endüstri 4.0: Dijital girişimi oluşturma</i>	Firmalar	- Dijital iş modelleri ve müşteri erişimi - Ürün ve hizmet tekliflerinin dijitalleştirilmesi - Dikey ve yatay değer zincirlerinin dijitalleştirilmesi ve entegrasyonu - Temel yetenek olarak veri ve analitik - Çevik BT mimarisi - Uyumluluk, güvenlik, hukuk ve vergi - Organizasyon, çalışanlar ve dijital kültür	PWC (2016)
Industry 4.0 Maturity Model- <i>Endüstri 4.0 Olgunluk Modeli</i>	İmalatçı Firmalar	- Strateji - Liderlik - Müşteriler - Ürünler - Operasyonlar - Kültür - İnsanlar - Yönetim - Teknoloji	Schumacher ve diğerleri (2016)
Three Stage Maturity Model in SMEs-KOBİ'lerde Üç Aşamalı Olgunluk Modeli	KOBİ'ler	Boyutlar hakkında ayrıntılı bilgi içermemektedir	Ganzarain ve Errasti (2016)
An Industry 4 Readiness Assessment Tool- <i>Endüstri 4 Hazırlık Değerlendirme Aracı</i>	Firmalar	- Ürünler ve servisler - Üretim ve operasyonlar - Strateji ve organizasyon - Tedarik zinciri - İş modeli - Yasal hususlar	University of Warwick (2017)
SPICE-based Industry 4.0-MM- <i>SPICE tabanlı Endüstri 4.0 Olgunluk Modeli</i>	İmalatçı Firmalar	- Varlık yönetimi - Veri yönetimi - Uygulama yönetimi - Süreç dönüşümü - Organizasyonel uyum	Gökalp ve diğerleri (2017)
SM ³ E Maturity Model- <i>SM³E Olgunluk Modeli</i>	İmalatçı KOBİ'ler	- Finans - İnsanlar - Strateji - Ürün - Süreç	Mittal ve diğerleri (2018)
Maturity Model- <i>Olgunluk Modeli</i>	İmalatçı Firmalar	- Geleceğin fabrikası - İnsan ve kültür - Strateji	Bibby ve Dehe (2018)
Digital Readiness Level 4.0 Model- <i>Dijital Hazırlık Seviyesi 4.0 Modeli</i>	KOBİ'ler	- Strateji - İnsan - Süreçler - Teknoloji - Entegrasyon	Pirola ve diğerleri (2019)

Tablo 1. (Devamı)

Olgunluk ve Hazırlık Modelleri	Hedef	Analiz Edilen Boyutlar	Yazarlar
Industry 4.0 Maturity Model-Endüstri 4.0 Olgunluk Modeli	Firmalar	- Akıllı ürünler ve hizmetler - Üretim, lojistik ve tedarik - Ar-Ge-ürün geliştirme - Satış sonrası hizmet - Fiyatlandırma / promosyon - Satış ve dağıtım kanalları - İnsan kaynakları - Bilgi teknolojileri - Akıllı finans - İş modelleri - Stratejik ortaklıklar - Teknoloji yatırımları - Organizasyon yapısı ve liderlik	Akdil ve diğerleri (2018)
SM ³ E Maturity Olgunluk Modeli	İmalatçı KOBİ'ler	- Finans - İnsanlar - Strateji - Ürün - Süreç	Mittal ve diğerleri (2018)
Industry 4.0 Readiness Assessment Model-Endüstri 4.0 Hazırlık Değerlendirme Modeli	İmalatçı Firmalar	- Teknolojileri etkinleştirme - Nesnelerin interneti - Büyük veri - Bulut bilişim - Siber fiziksel sistemler - İşbirlikçi robotlar - Katmanlı üretim - Arttırılmış gerçeklik - Yapay zekâ	Pacchini ve diğerleri (2019)
Industry 4.0 Maturity Tool-Endüstri 4.0 Değerlendirme Aracı	İmalatçı Firmalar	- İnsan ve kültür - Endüstri 4.0 farkındalığı - Organizasyonel strateji - Değer zinciri ve süreçler - Akıllı imalat teknolojisi - Ürün ve hizmet odaklı teknoloji - Endüstri 4.0 tabanlı teknoloji	Wagire ve diğerleri (2020)

Literatürdeki modellerde, genel olarak gelişmiş ülkeler bağlamındaki işletmelerin hazır olma durumu ve/veya olgunluk düzeylerinin değerlendirilmesine odaklanılması ve gelişmekte olan ülkeler açısından hazırlık ve/veya olgunluk değerlendirmesi konusundaki yetersizlik göze çarpmaktadır (Samaranayake ve diğerleri, 2017: 530; Wagire ve diğerleri, 2020). Gelişmiş ülkelere kıyasla, gelişmekte olan ülkelerdeki işletmelerin sanayileşme ve otomasyon düzeyleri bakımından Endüstri 4.0 hazırlığı/olgunluğuna ilişkin temel başlangıç noktasının daha düşük seviyede olması ve sosyo-ekonomik farklılıklar (kültür, insan kaynakları faktörleri vs.) gelişmekte olan ülkeler bağlamına özgü bir olgunluk modeli ihtiyacını ortaya koymaktadır (Wagire ve diğerleri, 2020).

Bu bakımdan olgunluk modellerinin genel bir değerlendirmesi yapıldığında, Wagire ve diğerleri (2020) tarafından geliştirilmiş olan model, gelişmekte olan ülkeler bağlamında bir Endüstri 4.0 olgunluk değerlendirmesi imkanı sunması açısından literatürdeki modeller arasında ön plana çıkmaktadır. En son geliştirilen modellerden biri olması nedeniyle de literatürde önceden geliştirilen modellerin üstün ve zayıf yönlerini değerlendirerek ve gelişmekte olan ülkeler perspektifinde ortaya çıkan ihtiyaçlara göre gerekli konu başlıklarını belirleyerek, tek bir alana yönelmek yerine bütüncül bir anlayışla (teknolojik, örgütsel, kültürel) şirketlerin Endüstri 4.0 uygulama süreçlerini ölçümleme olanağı sunabilmesi açısından da önemlidir. Bu açıdan modeli, önceki olgunluk modellerinin kullanışlı ve kapsamlı bir özeti şeklinde yorumlamak mümkündür.

Wagire ve diğerleri (2020) tarafından geliştirilmiş olan olgunluk modelinin ana odak noktası, yenilikçi teknolojilerin yanı sıra organizasyonel strateji, insan faktörü ve kültür gibi kuruluşların kritik yönleri, Endüstri 4.0 kavramına ilişkin farkındalık, Endüstri 4.0 dönüşümü için kullanışlılık (Endüstri 4.0'ın firma performansı açısından faydalı olması inancı) ve duyarlılık (firmanın dijital dönüşüm sürecinin etkilerine olan hassasiyeti) üzerinedir. Modelde işlenen teknolojik alanlar da diğer olgunluk modellerinden farklı olarak konularına göre gruplandırılmıştır. Buna göre, yatay ve dikey değer zincirinin dijitalizasyonu, uçtan uca bilgi teknolojilerinin

entegrasyonu gibi konular değer zinciri ve süreçler kapsamında; otonom ve işbirlikçi robotlar (kobotlar), RFID (Radyo frekansı ile tanımlama teknolojisi), insandan makineye ve makineden makineye iletişim gibi akıllı üretime yönelik teknolojiler akıllı imalat sistemleri kapsamında; akıllı ürün, 3 boyutlu yazıcılar, mobil ve giyilebilir cihazlar gibi ürün ve hizmetler bağlamında kullanılan teknolojiler ürün ve hizmet odaklı teknolojiler kapsamında; büyük veri, bulut ağı, nesnelerin interneti, yapay zeka gibi daha çok Endüstri 4.0 konsepti ile gelişen teknolojiler ise Endüstri 4.0 tabanlı teknolojiler kapsamında ele alınmıştır.

Endüstri 4.0 uygulaması, öncelikle belirli bir teknolojik alt yapıyı gerektirmektedir ve bu teknolojik alt yapı, Wagire ve diğerlerinin (2020) Endüstri 4.0 olgunluk modelindeki "Değer zinciri ve süreçler", "Akıllı imalat teknolojisi", "Ürün ve hizmet odaklı teknoloji" ve "Endüstri 4.0 tabanlı teknoloji" boyutlarını kapsamaktadır. Bu teknolojiler sayesinde hem tedarikçilerle işletme arasındaki bağlantılar hem işletme içindeki süreçler arasındaki bağlantılar, hem de işletme ile müşteri arasındaki bağlantılar kurularak, tüm bu değer zinciri yapısında maliyet, kalite, hız, verimlilik açısından avantajlar ve kazanımlar elde edilebilecektir.

Wagire ve diğerlerinin (2020) modelinde yer alan "İnsan ve kültür", "Endüstri 4.0 farkındalığı" ve "Organizasyonel strateji" boyutları ise, işletmedeki Endüstri 4.0 faaliyetlerinin gelişimini desteklemeye yönelik örgüt yapısı, kültür, strateji ve bu konudaki farkındalık ile ilgilidir. Endüstri 4.0 uygulaması, örgüt içindeki öğrenme yapıları, örgüt kültürü, insan kaynakları yapılanması ve yönetimi, liderlik tarzı gibi faktörleri de önemli ölçüde etkilemekte ve dönüştürmektedir. Dolayısıyla, Endüstri 4.0 uygulamalarının sağlıklı yürütülebilmesinde örgüt ve insan faktörü, bu sürecin önemli bir diğer tarafını oluşturmaktadır. Örgütlerin, dijital dönüşüm çalışmalarına yönelik bir işe alım politikası oluşturması ve mevcut çalışanlarını da bu dönüşüm sürecine hazır hale getirebilmesi son derece önemlidir (Şener ve diğerleri, 2022). Aynı zamanda, değişimi kucaklayan, sürekli gelişimi destekleyen ve yenilikçi bir bakış açısının örgüt genelinde sağlanabilmesi Endüstri 4.0 dönüşümünün gerçekleştirilebilmesine katkı sunacaktır.

3. YÖNTEM

Araştırmada, olgunluk değerlendirmesi bakımından Endüstri 4.0 süreçlerini halihazırda uygulayan büyük ölçekli imalat firmaları baz alınmıştır. Araştırmanın evrenini, Türkiye'nin önde gelen firmalarının bulunduğu 2019 ve 2020 yıllarındaki (güncel) ISO 500 ve 1000 listesinde yer alan işletmeler oluşturmaktadır. Olgunluk düzeyinin belirlenebilmesi için firmaların Endüstri 4.0 sürecinde olmalarının gerekmesi ve kullanılan olgunluk ölçeğinin imalat sektörüne yönelik geliştirilmiş olması gibi faktörler neticesinde, örneklem seçiminde kasıtlı örneklem yöntemi tercih edilmiştir. Bu kapsamda, ilgili yıllarda ISO 500/1000 listelerindeki firmalarla ilgili internette yer alan sektör raporları, haberler, röportajlar taranarak, Endüstri 4.0 projelerini ve yatırımlarını yürüten ve imalat sektöründe faaliyet gösteren 208 adet işletme kasıtlı örneklem yöntemi ile belirlenmiştir. Çalışmada cevaplayıcılar açısından sadece üst düzey yöneticiler baz alınmamış, farklı operasyonel noktalarda yer alan çalışanların görüşlerine de yer vermeye önem verilmiş ve bu bağlamda örnekleme erişim için, kartopu örneklem yöntemi kullanılmıştır. Araştırmanın örneklemini, belirlenen 208 işletmede yer alan üst düzey yöneticiler, operasyonel yöneticiler, müdürler (Fabrika/Üretim/Kalite/Bilgi Teknolojileri/İnsan Kaynakları/Ar-Ge), mühendis ve teknik uzmanlar oluşturmaktadır.

Araştırma kapsamında veri toplama aracı olarak anket yöntemi kullanılmıştır. 2021 Haziran ve Ekim ayları arasında gerçekleştirilen veri toplama süreci neticesinde 401 geçerli veriye ulaşılmıştır. Anketlerde işletmelerin özelliklerine ilişkin sorularla birlikte, Endüstri 4.0 olgunluk düzeyine ilişkin sorular yer almaktadır. İşletmelerin Endüstri 4.0 olgunluk düzeylerini belirlemede, çalışmanın literatür özeti kısmında incelenen modellerden Wagire ve diğerleri (2020) tarafından geliştirilmiş olan olgunluk modelinin kullanılmasına karar verilmiştir. Bunun temel sebebi, öncelikle modelin çoğu modelden farklı olarak gelişmekte olan ülkeler perspektifinde geliştirilmiş olmasıdır ve ülkemizde uygulanacak olan çalışma açısından bu faktör önem arz etmektedir. Modelin, teknolojik süreçlerle ilgili aşırı teknik detaya boğmadan, sadece IT (bilgi teknolojileri) çalışanlarınca değil, tüm departmanlar tarafından anlaşılabilir nitelikte olması da çalışmanın uygulama aşaması için önemlidir ve bu da ilgili olgunluk modelinin seçilmesindeki bir diğer sebeptir. Çalışmada kullanılan Endüstri 4.0 olgunluk modeli ölçeği, "İnsan ve Kültür", "Endüstri 4.0 Farkındalığı", "Organizasyonel Strateji", "Değer Zinciri ve Süreçler", "Akıllı İmalat Sistemleri", "Ürün ve Hizmet Odaklı Teknoloji" ve "Endüstri 4.0 Tabanlı Teknolojiler" olmak üzere 7 boyuttan ve toplamda 38 ifadeden oluşmaktadır. Cevap seçenekleri, 5'li Likert ölçeğine göre tasarlanmıştır. Örneğin, 1 "Kesinlikle Katılıyorum", 5 "Kesinlikle Katılıyorum" anlamlarına gelmektedir.

Çalışma kapsamında farklı analiz teknikleri uygulanmakla birlikte, yapılan analizler için SPSS 22 ve AMOS 22 paket programları kullanılmıştır. Öncelikle normallik testi ve güvenilirlik analizi gerçekleştirilmiştir. Endüstri 4.0 olgunluk modeli ölçeğindeki maddeler için yapılan normallik testi sonucunda, çarpıklık (skewness) değerleri -0,195 ile -1,574 değerleri arasında yer alırken, basıklık (kurtosis) değerleri -1,273 ile 1,980 değerleri arasında bulunmuştur. Söz konusu değerlerin +2 ile -2 değerleri arasında olması, verilerin normal dağılıma uyduğunu göstermektedir (Shao, 2002: 424-426). Yapılan güvenilirlik analizi sonucunda

ise, Endüstri 4.0 olgunluk modeli ölçeğinin Cronbach Alpha (α) değeri 0.945 olarak bulunmuştur. Elde edilen α değerine göre ölçek verilerinin yüksek derecede güvenilir olduğu söylenebilir (Lorcu, 2015: 207-208).

Çalışmada kullanılan Endüstri 4.0 olgunluk modeli ölçeğinin Türkçe'ye uyarlaması alandaki uzmanlara ve akademisyenlere danışılarak gerçekleştirilmiş olup, sonrasında geçerlilik analizi gerçekleştirilmiştir. Ölçeğin geçerliliğini ölçümlemede doğrulayıcı faktör analizi uygulanmıştır. Yapılan doğrulayıcı faktör analizi neticesinde, p değerleri 0,05'ten yüksek olan "İnsan ve Kültür" ile "Değer Zinciri ve Süreçler" boyutları ölçekten çıkarılmış ve Endüstri 4.0 olgunluk modeli ölçeği 5 boyutlu ve 29 maddeli model yapısında doğrulanmıştır. Bu durumda, "İnsan ve Kültür" ile "Değer Zinciri ve Süreçler" boyutlarının katılımcılar tarafından yeterince anlaşılmadığı ve/veya firmaların bu konulardaki yaklaşımlarının henüz yeteri bir düzeyde netliğe erişemediği söylenebilir.

Endüstri 4.0'ın ortaya koyduğu değer zinciri yaklaşımında, entegrasyonun yatay düzeyde (tüm değer zincirindeki -müşteri ve tedarikçiler dahil olmak üzere- tüm katılımcılar arasında) ve dikey düzeyde (tüm otomasyon katmanlarında) gerçekleşmesi hedeflenmekte ve bu durumda tamamen entegre ve ağa bağlı fabrika, makine ve ürünler akıllı ve kısmen özerk bir şekilde hareket edebilmektedir (Schumacher ve diğerleri, 2016). Aslında bu yapının sağlanması, Endüstri 4.0 bakımından ulaşılabilecek en üst düzeyi temsil etmektedir. Firmalar bu karmaşık entegrasyon sürecini kavrayıp, işletme bazında hayata geçirseler bile, müşteri ve tedarikçilerinin sisteme entegre edilebilmesi de başlı başına zorluklar ve belli bir süreç gerektirmektedir. Çallı ve Özer Çaylan (2022)'in çalışmasında da tedarikçilerin süreç ve teknolojik düzey farklılıkları nedeniyle yaşanan entegrasyon sorunu, işletmelerin Endüstri 4.0'a geçiş sürecinde en çok karşılaştıkları zorluklardan biri olarak ifade edilmiştir. Çalışma kapsamında yapılan literatür incelemesinde, az sayıda olgunluk modelinin (PWC, 2016; Bibby ve Dehe, 2018; Wagire ve diğerleri, 2020) değer zincirleri konusunu değerlendirmeye dahil ettikleri görülmektedir. Bibby ve Dehe (2018)'nin savunma sektöründeki bir firmada yaptığı olgunluk değerlendirmesinde, firmadaki e-değer zinciri uygulamalarının diğer boyutlara göre daha az gelişmiş olduğu sonucuna varılmıştır. Wagire ve diğerleri (2020) tarafından otomotiv sektöründeki bir firmada yapılan olgunluk değerlendirme sonucunda değer zinciri ve süreçler boyutu düşük puanlı boyutlar arasında yer almıştır. Söz konusu çalışmada, firmanın Endüstri 4.0'ın çeşitli yönlerini pilot projeler aracılığıyla benimsediği, fakat ürün özelleştirme/kişiselleştirme açısından müşterilerle yatay entegrasyon oluşturmada ve gerçek zamanlı üretim görünürlüğü sağlama amacıyla iş ortaklarıyla yatay olarak bağlantı kurmada halen atılması gereken çok fazla adım olduğu ifade edilmiştir (Wagire ve diğerleri, 2020). Schumacher ve diğerlerinin (2019) çalışmasında, Endüstri 4.0 süreçlerini uygulamaya çalışan firmaların, kendi iş ortamlarında yatay ve dikey değer zinciri entegrasyonunu uygulamada sorun yaşadıklarını sıklıkla dile getirdikleri belirtilmektedir.

İnsan ve kültür boyutunun anlaşılmasının ise, firmaların Endüstri 4.0 felsefesi ve yapısının henüz işletme kültürü haline getirilememiş olduğunun, çalışanların dijital yetenek ve niteliklerinin şirketin Endüstri 4.0 uygulamaları ve stratejileriyle bağdaştırılmasında eksikler bulunduğunun, bu süreçte çalışanları yönlendirecek liderlik desteğinin ve onları dijitalleşme sürecinde destekleyecek işletme içi özel birimlerin tesis edilmesinin geliştirilmesi gereken alanlar olduğunun bir göstergesidir. Diğer yandan, bir işletmenin Endüstri 4.0'ın tüm yönlerini birden kavraması ve gerçekleştirilmesi sürecin karmaşıklığı bakımından ve finansal açıdan güç olmakla birlikte, bu alandaki güçlü ve zayıf yönler de işletmeden işletmeye değişebilmektedir. Örneğin, Schumacher ve diğerleri (2019) tarafından yapılan çalışmada, Avusturya merkezli imalatçı bir firma, Çin ve Hindistan'daki fabrikaları ile karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Uzun yıllardır faaliyet gösteren Avusturya'daki firma, çalışanlar ve işletme standartları açısından daha iyi bir düzeyde, değer yaratan süreçler bakımından oldukça düşük bir seviyede yer alırken; en son teknolojiyi uygulayan ve yeni kurulan Çin ve Hindistan'daki fabrikalar ise değer yaratan süreçler boyutunda daha yüksek olgunluğa sahipken, çalışanlar ve işletme standartları bakımından oldukça düşük bir olgunluk seviyesinde yer almıştır.

Günümüzde gelişiminin ilk aşamalarında olan Endüstri 4.0'ın boyutları hakkında araştırmacılar/uygulayıcılar arasında genel bir fikir birliği bulunmamakla birlikte (Wagire ve diğerleri, 2020), bu konudaki yayınlanmış akademik ve bilimsel literatür de hala sınırlı bir çerçevededir (Bibby ve Dehe, 2018). Çalışma kapsamında kullanılan ve Wagire ve diğerleri (2020) tarafından geliştirilen model, vaka çalışması kapsamında Hindistan'da otomotiv bileşenleri imalatı yapan tek bir firmada uygulanmış olup, yazarların da çalışmada belirttiği üzere, önerilen modelin diğer sanayi kuruluşlarında ve tekstil, ilaç, çimento sanayi vb. farklı imalat sektörlerinde uygulanabilirliğinin test edilmesi gerektiği ifade edilmiştir. Ayrıca değerlendirme modelinde yer alan olgunluk öğelerinin daha fazla kullanım senaryosu ile deneysel olarak geliştirilebileceği ve gelecekte farklı imalat sektörlerindeki kuruluşlar için büyük ölçekli bir anket yapılabileceği belirtilmiştir (Wagire ve diğerleri, 2020).

Araştırmada kullanılan olgunluk modeli farklı imalat sektörlerinde ve geniş katılımlı olarak gerçekleştirilmiş olup, literatürde incelenen modeller çoğunlukla bir veya birkaç firmada uygulanmıştır. Ayrıca bölgesel farklılıklar açısından da farklı ülke uygulamaları farklı sonuçlar doğurabilmektedir. Bu

bakımdan çalışmada doğrulanan modelin Endüstri 4.0 olgunluğu açısından ülkemize özgü bir bakış açısı ortaya koyduğu söylenebilir.

Çalışmada normallik, güvenilirlik ve geçerlilik aşamalarından sonra, işletmelerin demografik özelliklerine ilişkin olarak frekans analizleri gerçekleştirilmiştir. Son olarak, çalışmadaki Endüstri 4.0 olgunluk değerlendirme analizi için ise, Wagire ve diğerleri (2020)'nin çalışmasında belirtilen madde ağırlıkları (ağırlıkların belirlenmesinde bulanık analitik hiyerarşik proses yönteminin kullanıldığı ifade edilmiştir), olgunluk skoru hesaplama formülleri ve olgunluk değerlendirme seviyeleri kullanılmıştır. Doğrulayıcı faktör analizi neticesinde, orijinal ölçek yapısından 2 boyutun çıkarılması nedeniyle, sadece ilgili çalışmada belirtilen boyut ağırlıkları işleme alınamamıştır. Bu sebeple, değerlendirilen 5 boyuta eşit ağırlık uygulanarak hesaplama yapılmıştır.

4. BULGULAR

Çalışma kapsamında, işletmelerin özelliklerine ilişkin olarak gerçekleştirilen frekans analizleri ve olgunluk değerlendirmesi sonuçlarına aşağıda değinilmektedir.

4.1. Frekans Analizlerine İlişkin Bulgular

Frekans analizleri kapsamında işletmelerin özellikleri ve katılımcıların görev alanları incelenmiştir. Çalışmaya 107 firmadan, 401 kişi katılmıştır. Yapılan frekans analizlerinde, öncelikle sektörel dağılıma bakılmıştır. İşletmelerin sektörel dağılımı Tablo 2'de gösterilmektedir. Buna göre, çalışmaya katılan firmaların ağırlıklı olarak "Motorlu kara taşıtları imalatı" sektöründe (%18,69) faaliyet gösterdiği belirlenmiştir. Bunu sırasıyla, kimyasalların ve kimyasal ürünlerin imalatı (%14,95), diğer imalat (%13,08) ve metal eşya, ürünleri imalatı (%11,21) takip etmektedir. Diğer imalat bölümünde yer alan işletmelerin, cam sanayi, seramik ürünleri, tütün ürünleri ve kağıt ve kağıt ürünleri (ambalaj, temizlik ürünleri vs.) sektörlerinde yer aldıkları gözlenmiştir. Çalışmada hemen hemen tüm sektörlerden firmaların yer aldığı görülmektedir.

Tablo 3'teki veriler incelendiğinde ise, katılımcı firmaların büyük bir çoğunluğunun stoğa üretim (%97,20) yaptığı ve büyük ölçekli firma olmaları nedeniyle çalışan sayılarının çoğunlukla (%90,65) 250 ve üzeri olduğu görülmektedir. İşletmelerin Ar-Ge potansiyeli incelendiğinde, yıllık net satış gelirlerinden genellikle %5-10 arasındaki bir kısmını (%86,00) Ar-Ge yatırımlarına ayırdıkları ve katılımcıların hepsinin patent sahibi firmalar oldukları belirlenmiştir. İşletmelerin pazar yapısını çoğunlukla (%72,90) ulusal pazar oluşturmakta, bunların haricindeki firmalar da (%27,10) ağırlıklı olarak Avrupa pazarına ürün ihraç etmektedir. Katılımcı firmalar içerisinde yerli ortakların yer aldığı işletmelerin (%74,77) çoğunlukta olduğu ve işletmelerin üretim süreçlerinde genellikle otomatik montaj / üretim hatlarını (%58,88) tercih ettikleri görülmektedir. Ankete katılan kişilerin görev unvan dağılımlarına bakıldığında ise, çoğunlukla operasyonel yöneticilerin (%44,64) yer aldığı gözlenmiştir ve bunu sırasıyla mühendis/teknik uzmanlar (%35,41) ile üst düzey yöneticiler (%19,95) takip etmektedir.

Tablo 2. Katılımcı işletmelerin sektörel dağılımı

Sektör	Frekans	Yüzde	Toplam Yüzde
Ağaç ürünleri imalatı	1	0,93	0,93
Mobilya imalatı	1	0,93	1,86
Yiyecek ve içecek imalatı	9	8,41	10,27
Tekstil ve giyim ürünleri imalatı	9	8,41	18,68
Makine, teçhizat imalatı	4	3,75	22,43
Elektrikli teçhizat imalatı	10	9,35	31,78
Bilgisayar, elektronik ürünlerin imalatı	2	1,88	33,66
Kimyasalların ve kimyasal ürünlerin imalatı	16	14,94	48,60
Metal eşya, ürünleri imalatı	12	11,21	59,81
Ana metal sanayii	5	4,68	64,49
Motorlu kara taşıtları imalatı	20	18,69	83,18
Diğer ulaşım araçları imalatı	1	0,93	84,11
İlaç imalatı	1	0,93	85,04
Kauçuk ve plastik malzeme imalatı	2	1,88	86,92
Diğer imalat	14	13,08	100,00
Toplam	107	100,00	100,00

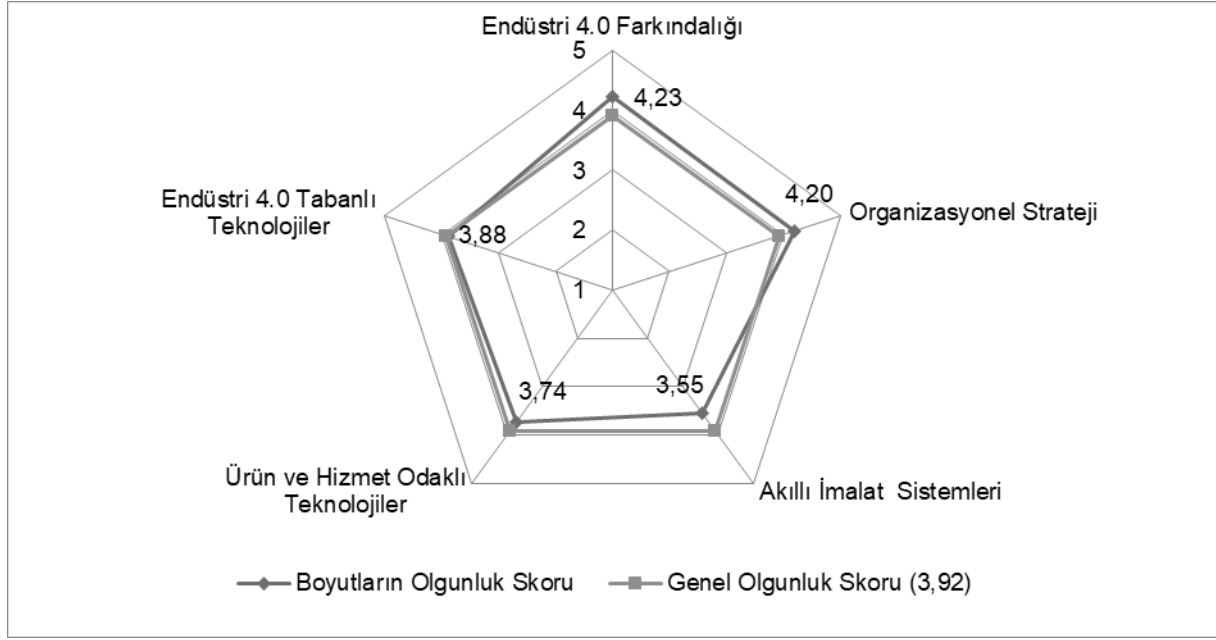
Tablo 3. Katılımcı işletmelerin özelliklerine ve katılımcıların görev düzeyine ilişkin veriler

<i>Değişken</i>	<i>Kategori</i>	<i>Frekans</i>	<i>Yüzde (%)</i>
Müşteri Siparişlerine Göre Firma Yaklaşımı	Siparişe Özel Mühendislik	2	1,87
	Siparişe Göre Üretim	1	0,93
	Stoğa Üretim	104	97,20
Çalışan Sayısı	50-249	10	9,35
	250 ve üzeri	97	90,65
Yıllık Net Satıştan Ar-Ge'ye Ayrılan Pay	%1'den azı	1	0,93
	%1-5	9	8,40
	%5-10	92	86,00
	%10' dan fazlası	5	4,67
Patent Durumu	Var	107	100,00
	Yok	0	0,00
Ağırlıklı Pazar Dağılımı	Ulusal	78	72,90
	Avrupa	29	27,10
	Avrupa harici ülkeler	0	0,00
Ağırlıklı Sermaye Yapısı	Yerli	80	74,77
	Yabancı	27	25,23
Ağırlıklı Üretim (İmalat) Süreci	Esnek imalat sistemleri	23	21,50
	Otomatik montaj / üretim hattı	63	58,88
	Atölye tipi üretim	10	9,34
	Hücreyel imalat	11	10,28
Katılımcının İşletmedeki Görev Unvanı	Üst düzey yönetici	80	19,95
	Operasyonel Yönetici	179	44,64
	Mühendis, teknik uzman	142	35,41

4.2. Endüstri 4.0 Olgunluk Değerlendirmesine İlişkin Bulgular

Araştırma kapsamında, katılımcı firmaların Endüstri 4.0 olgunluk düzeyleri de değerlendirilmiştir. Boyutlar bazındaki analiz sonuçları Şekil 1'deki radar grafiğinde verilmiştir. Buna göre, olgunluk skorunun en düşük olduğu boyut 'Akıllı İmalat Sistemleri' olurken (3,55); en yüksek olduğu boyutlar ise, 'Endüstri 4.0 Farkındalığı' (4,23) ve 'Organizasyonel Strateji' (4,20) olarak sıralanmaktadır. İşletmelerin genel olarak, örgütsel yönlerine ilişkin olgunluk seviyelerinin, teknolojik/operasyonel yönlerine kıyasla daha iyi bir düzeyde olduğu gözlenmiştir. İşletme düzeyinde gerekli örgütsel anlayışın ve düzenin tesis edilmesinin, operasyonel faaliyetlerin ve teknolojik süreçlerin sağlıklı işleyebilmesinin ön koşulu olması bu durumun temel sebeplerinden biri olarak izah edilebilir. Bir diğer faktör ise, teknolojik yapılanmanın getirdiği yüksek maliyetler nedeniyle karar alma, projelendirme ve uygulama süreçlerinin biraz daha zaman almasıdır.

Araştırma sonucunda firmaların genel olgunluk skoru 3,92 olup, bu skor Tablo 4'te yer alan olgunluk seviyeleri değerlendirmesine göre 3. seviye olan "Deneyimli" seviyesine karşılık gelmektedir. Fakat bu değer, bir sonraki seviyenin başlangıç değerine de yakın olduğu görülmektedir. Dolayısıyla, çalışmaya katılan işletmelerin genel olarak bulunduğu Endüstri 4.0 olgunluk seviyesi için, "Deneyimli" seviyesini tamamlamak üzere oldukları söylenebilir.



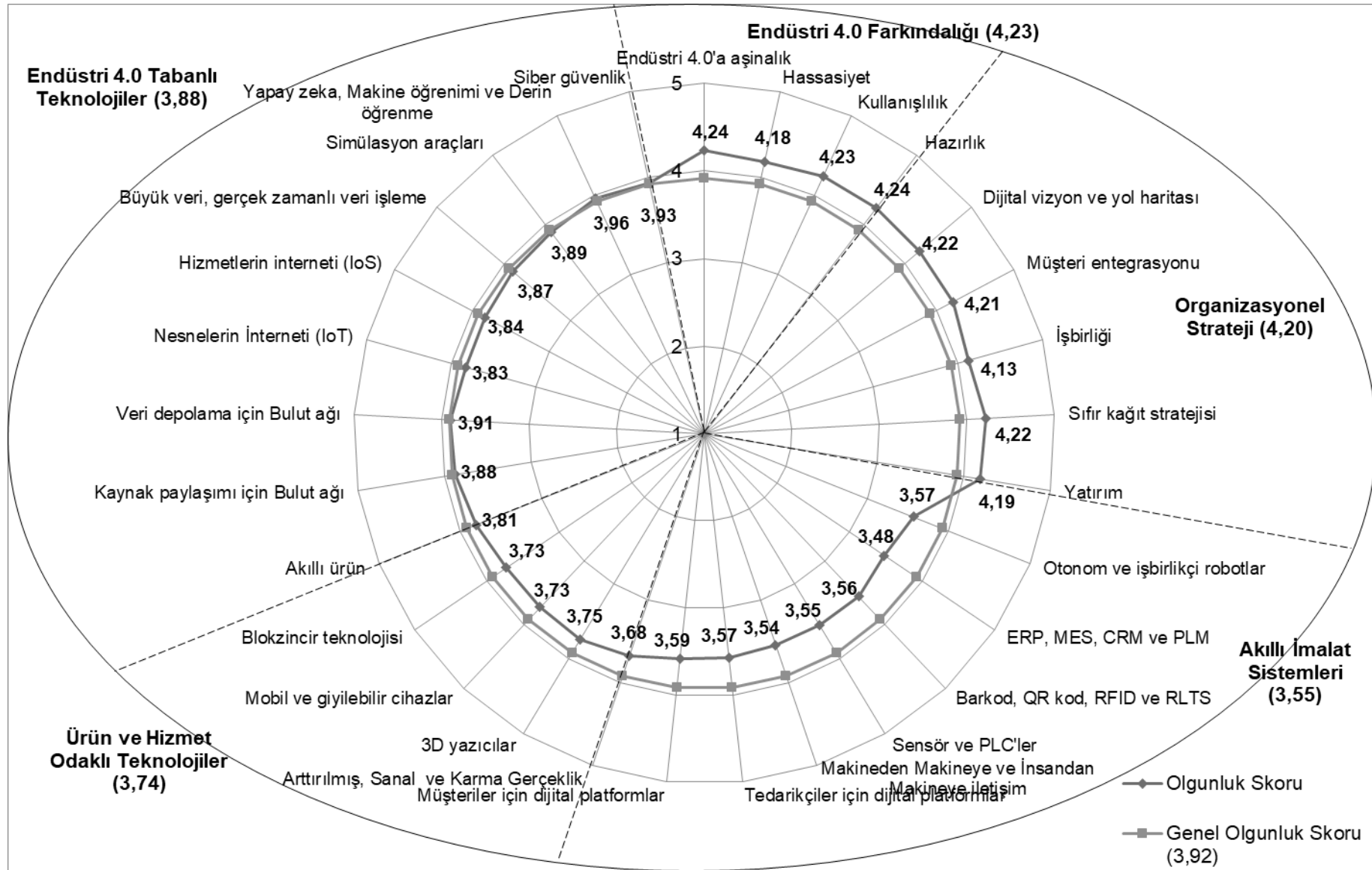
Şekil 1: Endüstri 4.0'ın 5 Boyuttaki Olgunluk Skorları

Tablo 4. Endüstri 4.0 olgunluk seviyeleri

Olgunluk Skoru (M_0) Aralığı	Olgunluk Seviyesi
$1,00 < M_0 < 2,00$	Seviye 1: Dışarıda Kalan
$2,00 < M_0 < 3,00$	Seviye 2: Dijital Acemi
$3,00 < M_0 < 4,00$	Seviye 3: Deneyimli
$4,00 < M_0 < 5,00$	Seviye 4: Uzman

Kaynak: Wagire ve diğerleri, 2020

Boyutlar içerisindeki olgunluk öğeleri için yapılan değerlendirme sonuçları da Şekil 2'de yer almaktadır. İçlerinde en yüksek skora sahip olanlar, 'Endüstri 4.0'a aşinalık' (4,24) ve 'Hazırlık' (4,24) ve 'Kullanışlılık' (4,23)'tir. Bu sonuç, firmaların Endüstri 4.0 farkındalıklarının üst düzeyde olduğunu göstermektedir. Katılımcı firmaların, zaten Endüstri 4.0 süreçlerini uyguluyor olmaları ve genel olgunluk skorlarının da iyi bir düzeyde çıkması neticesinde, firmaların Endüstri 4.0 farkındalığının yüksek çıkması beklenen bir sonuçtur. Bununla birlikte, firmaların organizasyonel strateji yapılanmasının da iyi bir düzeyde olduğu görülmektedir. Bu durum, Endüstri 4.0'ın benimsenme sürecinde örgütsel stratejik aşamaların doğru kurgulandığının göstergesidir. En düşük skora sahip olgunluk öğesi ise 'ERP, MES, CRM ve PLM' (3,48) olup, bu başlık kapsamında bilgi paylaşımı sağlayan dijital yazılımların, gerçek zamanlı geri bildirim alma noktasında üretim alanının yanı sıra organizasyonun diğer işlevsel alanlarını da içerecek şekilde henüz yeteri kadar yaygınlaştırılmadığı sonucunu ortaya koymaktadır. Bir diğer düşük skorlu olgunluk öğesi ise, 'Makineden Makineye ve İnsandan Makineye iletişim' (3,54) faktörüdür. Genel olarak, 'Akıllı İmalat Sistemleri' boyutu içerisindeki öğelerin daha düşük skor değerlerine sahip oldukları görülmektedir. Akıllı imalat sistemi konsepti çerçevesinde Siber-Fiziksel sistem alt yapısını oluşturan teknolojilerin ve cihazların pilot proje düzeyinden yaygınlaştırma aşamasına geçişinin diğer teknolojik boyutlara nispeten daha düşük seviyede olduğu gözlenmektedir.



Şekil 2: Boyutlardaki olgunluk öğeleri için Endüstri 4.0 olgunluk skorları

5. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Genel bir değerlendirme yapmak gerekirse, katılımcı işletmelerin Endüstri 4.0 olgunluğu açısından iyi bir düzeyde olduklarını söylemek mümkündür. Bunun temel sebebi, çalışmada hazırlıktan ziyade bir olgunluk değerlendirmesinin yapılması nedeniyle, araştırmaya dahil edilen işletmelerin Endüstri 4.0 süreçlerine hâkim ve halihazırda uygulayan işletmeler olmasıdır. Katılımcı firmaların büyük ölçekli, kurumsal, sektörlerinde öncü olmaları ve belli bir finansal yeterliliğe sahip olmaları da Endüstri 4.0 süreçlerini etkin yürütebilmek için avantaj sağlamaktadır. Katılımcı firmalar arasında ağırlıklı olarak otomotiv sektörü olmak üzere, genellikle otomasyonun yüksek olduğu sektördeki firmaların yer almasının da bu durumda etkili olduğu ifade edilebilir. Özellikle otomotiv sektörü, elektrifikasyon, bağlama bilirlilik ve özerklik gibi Endüstri 4.0'a özgü teknolojik yenilikler açısından üst düzeyde bir sektör olarak nitelendirilmektedir (Wagire ve diğerleri, 2020). Accenture (2015: 18-20) şirketinin yapmış olduğu araştırmada da imalat alanındaki en yüksek dijitalleşme endeksi puanını otomotiv sektörü elde etmiştir. Ayrıca, değerlendirme ölçeğinin gelişmekte olan ülkeler perspektifinde geliştirilmiş olmasının da işletmelerin potansiyelinin daha iyi bir şekilde ortaya konulmasına katkıda bulunduğu söylenebilir. Bununla birlikte, işletmelerin kurumsal yapısı ve çoğunun otomasyona bağlı üretim alt yapısı nedeniyle, bu işletmelerde sıfır kâğıt stratejisi, süreçlerin, müşterilerin, tedarikçilerin entegrasyonu, üretkenlik/verimlilik sağlamada verilerin ve işlemlerin sürekli analiz edilmesi gibi yalın üretim anlayışına dönük faaliyetler uzun yıllardır gerçekleştirilmektedir.

Mevcut değerlendirme, çalışma kapsamındaki firmaların "Deneyimli" olgunluk seviyesini tamamlamak üzere olduklarını göstermektedir. İşletmelerin genellikle örgütsel yönlerden daha iyi bir düzeyde olgunluk seviyesine sahip olduğu gözlenirken, teknolojik yönler geliştirilmesi ve örgüt genelinde yaygınlaştırılması gereken alanlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Schumacher ve diğerleri (2019) tarafından yapılan ve Avusturya'daki imalatçı bir firmanın olgunluk düzeyinin değerlendirildiği çalışmada da benzer şekilde, 'strateji ve liderlik', 'işletme standartları' vs. örgütsel boyutların olgunluk skorları; 'teknoloji', 'bilgi ve veri' vs. teknolojik boyutların olgunluk skorlarına kıyasla daha yüksek çıkmıştır. Akdil ve diğerleri (2018: 76) tarafından yapılan çalışmada, Türkiye'de perakende sektöründe yer alan bir firmanın olgunluk değerlendirmesi yapılmış ve 'strateji ve organizasyon' boyutu en düşük boyut olarak çıkarken, teknolojik/operasyonel boyutlara ilişkin skorlar da genel olarak düşük düzeyde çıkmıştır. Schumacher ve diğerlerinin (2016) Avusturya'da uzay ve havacılık bileşenleri ve test ekipmanları üreten bir firmada olgunluk değerlendirmesi yaptığı çalışmasında ise, 'strateji' ve 'liderlik' vb. örgütsel boyutlar düşük düzeyde çıkarken, 'teknoloji' boyutu da bunlara paralel olarak düşük bir seviyede çıkmıştır. Bibby ve Dehe (2018)'nin savunma sektöründeki bir firmada yaptığı olgunluk değerlendirmesi çalışması ile Wagire ve diğerlerinin (2020) otomotiv bileşenleri üreticisi bir firmada yaptığı olgunluk değerlendirmesi çalışmasında da benzer şekilde örgütsel boyutlara paralel olarak teknolojik boyutlar da düşük düzeyde çıkmıştır. Bu bulgulardan yola çıkarak, işletme genelinde öncelikle örgütsel alt yapının sağlanmış olması ve Endüstri 4.0'ın teknik adaptasyon süreçlerinin bunlarla birlikte koordineli yürütülmesi gerekliliği sonucuna ulaşılabilmektedir. Bu bakış açısına göre, Endüstri 4.0 süreçlerini uygulamada teknolojik unsurların belli bir olgunluk düzeyini yakalayabilmesi için, örgütsel yapılanmanın ve hazırlığın yüksek bir düzeye ulaşması gerekmektedir.

TÜBİTAK (2016: 4)'ın yayınladığı bir çalışmada, TÜBİTAK'tan Ar-Ge desteği alan 1000 civarında firmaya anket uygulanarak, Ar-Ge ve akıllı üretimle ilgili entegrasyon düzeyleri, ilgili teknolojiler bazında ulusal yetkinlikleri gibi konular değerlendirilmiş ve ülkemizdeki sanayi firmalarının dijital olgunluk seviyesinin 2. Sanayi Devrimi ile 3. Sanayi Devrimi arasında olduğu belirtilmiştir. Çalışmada, değerlendirmeye alınan firmaların sektörleri ve büyüklükleri, değerlendirme kriterleri, bu sonuca ne şekilde ve hangi analiz yöntemleriyle ulaşıldığına ilişkin detaylar paylaşılmamıştır. TÜSİAD (2017: 45-48)'in araştırmasında ise, büyük ölçekli firmaların dijital dönüşüm yetkinlik düzeylerinin ortalama olarak pilot proje uygulaması düzeyinde olduğu belirtilmiştir. Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (2018: 105-106) tarafından yapılan ve Ar-Ge merkezi olan büyük işletmelerin çoğunlukta olduğu araştırmada da plana bağlanmış dijitalleşme stratejisi olan işletmelerin oranı %37'dir ve dijital dönüşüm açısından gerekli olan yönetim, strateji ve örgütsel açılarından firmaların henüz hazır olmadığı sonucuna varılmıştır. Geçmişteki çalışmaların Endüstri 4.0 olgunluk değerlendirmesinde farklı dinamikleri ve kriterleri olması nedeniyle birbirini kıyaslamak mümkün olmasa da yapılan çalışmanın sonuçları kapsamında günümüzde büyük ölçekli imalat şirketleri için Endüstri 4.0 olgunluğu açısından önemli bir aşamanın kaydedildiğini söylemek mümkündür.

Araştırmanın sonuçları, araştırmanın uygulanmış olduğu örneklem grubu ile sınırlı olmakla birlikte, farklı örneklem gruplarında farklı sonuçların elde edilmesi mümkündür. Yapılan araştırma, ülkemizde Endüstri 4.0 süreçlerini ve teknolojilerini uygulayan işletmelerin olgunluk düzeylerini organizasyonel, kültürel, operasyonel (teknolojik) olarak tüm açılardan değerlendirerek güncel sonuçlarını kapsamlı bir

şekilde ortaya koymaktadır. Bu çalışmanın bulgularının, işletmelerin teknoloji alanındaki eksikliklerinin giderilmesi ve bir sonraki olgunluk düzeyine geçişi hızlandıracak yöntemlerin geliştirilmesi konusundaki gelecek çalışmalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca çalışma, KOBİ'lerin Endüstri 4.0 sürecinde odaklanması gereken alanları işaret ederek, yol gösterici olacaktır. İleride çalışmanın imalat sektörü harici farklı sektörlerle de uygulanması veya boyut/madde ağırlıklarının farklı yöntemlerle belirlenerek yeniden analiz edilmesi söz konusu olabilecektir.

KAYNAKÇA

- Accenture (2015). "Accenture Dijitalleşme Endeksi Türkiye Sonuçları", www.accenture.com, (Erişim Tarihi: 06.02.2022).
- Akdil, K.Y., Üstündağ, A. ve Çevikcan, E. (2018). "Maturity and Readiness Model for Industry 4.0 Strategy", *Industry 4.0: Managing The Digital Transformation*, Editor: Üstündağ, A. ve Çevikcan, E., Springer International Publishing, 61-94.
- Alcácer, V., Rodrigues, C., Carvalho, H. ve Cruz-Machado, V. (2021). "Tracking The Maturity of Industry 4.0: The Perspective of A Real Scenario", *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 116(7-8), 2161-2181.
- Bibby, L. ve Dehe, B. (2018). "Defining and Assessing Industry 4.0 Maturity Levels - Case of The Defence Sector", *Production Planning & Control*, 29(12), 1030-1043.
- Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (2018). "Türkiye'nin Sanayi Devrimi "Dijital Türkiye" Yol Haritası", https://www.gmka.gov.tr/dokumanlar/yayinlar/2023_Dijital-Turkiye-Yol-Haritasi.pdf, (Erişim Tarihi: 06.02.2022).
- Boğaziçi Üniversitesi Endüstri 4.0 Platformu (2020). "Türkiye'de Dijital Dönüşüm Değerlendirme Aracı (D3A) 2019 - 2020 Sonuç Raporu", <http://industry4zero.boun.edu.tr/wp-content/uploads/2020/07/Sonuc-Raporu-v2.pdf>, (Erişim Tarihi: 06.02.2022).
- Çallı, Ç. ve Özer Çaylan, D. (2022). "Sanayi İşletmelerinin Tedarik Zinciri Fonksiyonlarının Dijital Dönüşümü", *Verimlilik Dergisi*, Dijital Dönüşüm ve Verimlilik Özel Sayısı, 172-188.
- Devezas, T., Leitão, J. ve Sarygulov, A. (2017). "Introduction", *Industry 4.0: Entrepreneurship and Structural Change In The New Digital Landscape*, Editor: Devezas, T., Leitão, J. ve Sarygulov, A., Springer International Publishing, 1-11.
- Elitok, E. (2019). "Digital Transformation Toward Industry 4.0: A Case Study In Turkey", Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, The Graduate School of Natural And Applied Sciences of Atılım University, Ankara.
- Frank, G.A., Dalenogare Santos, L. ve Ayala Fabián, N. (2019). "Industry 4.0 Technologies: Implementation Patterns In Manufacturing Companies", *International Journal of Production Economics*, 210, 15-26.
- Ganzarain, J. ve Errasti, N. (2016). "Three Stage Maturity Model in SME's Towards Industry 4. 0", *Journal of Industrial Engineering and Management*, 9(5), 1119-1128.
- Ghobakhloo, M. (2018). "The Future of Manufacturing Industry: A Strategic Roadmap Toward Industry 4.0", *Journal of Manufacturing Technology Management*, 29(6), 910-936.
- Gökalp, E., Şener, U. ve Eren, P.E. (2017). "Development of An Assessment Model for Industry 4.0: Industry 4.0-MM", *International Conference on Software Process Improvement and Capability Determination (SPICE 2017)*, Editor: Mas, A., Mesquida, A., O'Connor, R. V., Rout, T. ve Dorling, A., Springer International Publishing, 128-142.
- Hatipoğlu, C. ve Tunacan, T. (2020). "Bilecik Organize Sanayi Bölgesinde Bulunan İşletmelerin Endüstri 4.0 Açısından Durum Değerlendirmesi", *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 12(4), 3689-3701.
- Hizam-Hanafiah, M., Soomro, M.A. ve Abdullah, N.L. (2020). "Industry 4.0 Readiness Models : A Systematic Literature Review of Model Dimensions", *Information*, 11(364), 1-13.
- Kagermann, H., Wahlster, W. ve Helbig, J. (2013). "Recommendations for Implementing the Strategic Initiative INDUSTRIE 4.0: Securing the Future of German Manufacturing Industry", <https://www.din.de/blob/76902/e8cac883f42bf28536e7e8165993f1fd/recommendations-for-implementing-industry-4-0-data.pdf>, (Erişim Tarihi: 06.02.2022).
- Lee, J., Bagheri, B. ve Kao, H. (2015). "A Cyber-Physical Systems Architecture for Industry 4.0-Based Manufacturing Systems", *Manufacturing Letters*, 3, 18-23.
- Lichtblau, K., Stich, V., Bertenrath, R., Blum, M., Bleider, M., Millack, A., Schmitt, K., Schmitz, H. ve Schröter, M. (2015). *IMPULS-Industrie 4.0-Readiness*, Aachen, Köln.
- Lorcu, F. (2015). "Örneklerle Veri Analizi SPSS Uygulamalı", Detay Yayıncılık, Ankara.
- Mittal, S., Romero, D. ve Wuest, T. (2018). "Towards A Smart Manufacturing Maturity Model for SMEs (SM3E)", *Advances in Production Management Systems-Smart Manufacturing for Industry 4.0.*, Editor: Moon, I., Lee, G. M., Park, J., Kiritsis, D., ve von Cieminski, G., Springer International Publishing, 155-163.
- Özçelik, T.Ö., Erkollar, A. ve Cebeci, H.İ. (2018). "Bir İmalat İşletmesi için Endüstri 4.0 (Dijital) Olgunluk Seviyesi Belirleme Uygulaması", 5th International Management Information Systems Conference, October 24-26 2018, Ankara.
- Pacchini, A.P.T., Lucato, W.C., Facchini, F. ve Mummolo, G. (2019). "The Degree of Readiness for the Implementation of Industry 4.0", *Computers in Industry*, 113, 1-8.

- Pirola, F., Cimini, C. ve Pinto, R. (2019). "Digital Readiness Assessment of Italian SMEs: A Case-Study Research", *Journal of Manufacturing Technology Management*, 31(5), 1045-1083.
- Plessis, C. J. du. (2017). "A Framework for Implementing Industrie 4.0 in Learning Factories", Master Thesis, Stellenbosch University, Stellenbosch.
- PWC (2016). "Industry 4.0 – Enabling Digital Operations: Self Assessment.", <https://i40-self-assessment.pwc.de/i40/landing/>, (Erişim Tarihi: 06.02.2022).
- Rockwell Automation (2014). "The Connected Enterprise Maturity Model", https://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/wp/cie-wp002_-en-p.pdf, (Erişim Tarihi: 20.03.2022).
- Salkin, C., Öner, M., Üstündağ, A. ve Çevikcan, E. (2018). "A Conceptual Framework for Industry 4.0", *Industry 4.0: Managing The Digital Transformation*, Editor: Üstündağ, A. ve Çevikcan, E., Springer International Publishing, 3-23.
- Samaranayake, P., Ramanathan, K. ve Laosirihongthong, T. (2017). "Implementing Industry 4.0 - A Technological Readiness Perspective", 2017 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), December 2017, Singapore, 529-533.
- Schumacher, A., Erol, S. ve Sihn, W. (2016). "A Maturity Model for Assessing Industry 4.0 Readiness and Maturity of Manufacturing Enterprises", *Procedia CIRP*, 52, 161-166.
- Schumacher, A., Nemeth, T. ve Sihn, W. (2019). "Roadmapping Towards Industrial Digitalization Based on An Industry 4.0 Maturity Model for Manufacturing Enterprises", *Procedia CIRP*, 79, 409-414.
- Shao, T.A. (2002). "Marketing research: An Aid to Decision Making", College Publishing, US: South-Western.
- Stock, T. ve Seliger, G. (2016). "Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0", *Procedia CIRP*, 40, 536-541.
- Şener, U., Gökalp, E. ve Eren, E. (2022). "Dijital Olgunluk İndeksi: Organizasyonların Dijital Dönüşüm Yolculuğunda Verimliliği Artırmak İçin Bir Kantitatif Yöntem", *Verimlilik Dergisi*, Dijital Dönüşüm ve Verimlilik Özel Sayısı, 17-29.
- Şimşek, M.Z. (2020). "Endüstri 4.0 Olgunluk Düzeylerinin Tespitine Yönelik Bir Araştırma: Sivas İli Örneği", Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sivas.
- TÜBİTAK (2016). "Yeni Sanayi Devrimi Akıllı Üretim Sistemleri Teknoloji Yol Haritası", https://www.tubitak.gov.tr/sites/default/files/akilli_uretim_sistemleri_tyh_v27aralik2016.pdf, (Erişim Tarihi: 06.02.2022).
- TÜSİAD (2016). "Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gereklilik Olan Sanayi 4.0 Gelişmekte olan Ekonomi Perspektifi", Yayın No: TÜSİAD-T/2016-03/576.
- TÜSİAD (2017). "Türkiye'nin Sanayide Dijital Dönüşüm Yetkinliği", Yayın No: TÜSİAD-T/2017,12 - 589.
- University of Warwick (2017). "An Industry 4 Readiness Assessment Tool", https://warwick.ac.uk/fac/sci/wmg/research/scip/reports/final_version_of_i4_report_for_use_on_websites.pdf, (Erişim Tarihi: 06.02.2022).
- Wagire, A.A., Joshi, R., Rathore, A.P.S. ve Jain, R. (2020). "Development of Maturity Model for Assessing the Implementation of Industry 4.0: Learning from Theory and Practice", *Production Planning & Control*, 32(8), 603-622.

G20 ÜLKELERİNİN UZUN DÖNEMLİ SAĞLIK GÖSTERGELERİ KULLANILARAK SINIFLANDIRILMASI VE PERFORMANSLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Ahmet SEL¹

ÖZET

Amaç: Bu çalışmada Dünya Bankası sitesinde yer alan açık veri kaynağında sağlık göstergeleri olarak bulunan 30 adet değişken kullanılmış ve G-20 ülkelerinin sağlık sistemlerinin performansları değerlendirilmiştir.

Yöntem: Sağlık göstergeleri için 2000-2018 yılları arasında toplam 19 yıllık veri kullanılmıştır. Oluşan veri sayısının fazla olmasından dolayı kümeleme analizi ile sınıflandırma yapılabilmesi adına veri madenciliği yöntemleri kullanılmıştır. Kümelerin performanslarının değerlendirilmesinde öncelikle ağırlıkların belirlenmesi için sağlık göstergeleri önem derecesine göre uzman kişiler tarafından gruplandırılmış ve sıralanmıştır. Elde edilen değerler ile çok kriterli karar verme tekniklerinden MAUT yöntemi kullanılarak kümelerin performansları değerlendirilmiştir.

Bulgular: Kümeleme analizi sonucunda ülkelerin 4 farklı kümede sınıflandıkları görülmüştür. Sağlık göstergeleri açısından "Çok Yüksek" performansa sahip olan ülkeler Çin ve Güney Kore'dir. "Yüksek" düzeyde performansa sahip olan kümede yer alan ülkeler; Almanya, Amerika, Avustralya, Fransa, İngiltere, İtalya, Japonya, Kanada ve Rusya şeklindedir. "Ortalama Üstü" düzeyde performansa sahip olan kümede yer alan ülkeler; Arjantin, Brezilya, Meksika, Suudi Arabistan ve Türkiye'dir. "Düşük" performansa sahip olan kümede yer alan ülkeler; Endonezya, Güney Afrika ve Hindistan'dır.

Özgünlük: Uygulama sonucunda ülkelerin bulunduğu kümeler arasında sağlık alanındaki yetersizlikleri açık şekilde görülebilmektedir. Böylece yapılması gereken iyileştirmeler açısından karar vericiler için ortak bir planlama alanı oluşturulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Sağlık Göstergeleri, ROC Ağırlıklandırma, MAUT Yöntemi, Veri Madenciliği, SOM Ağları.

JEL Kodları: H51, H11, C38.

CLASSIFICATION AND EVALUATION OF THE PERFORMANCE OF G20 COUNTRIES BY USING LONG-TERM HEALTH INDICATORS

ABSTRACT

Purpose: In this study, the performances of G-20 countries were evaluated by using 30 indicators under the title of health in the World Bank database.

Methodology: A total of 19 years of data were used for health indicators between 2000 and 2018. Due to the large number of data generated, data mining methods were used for classification by cluster analysis. In evaluating the performances of these clusters, firstly, health indicators are grouped and ranked by experts according to their importance. The performances of the clusters were evaluated by using the MAUT method, which is one of the multi-criteria decision making techniques.

Findings: As a result of cluster analysis, it is seen that countries are classified in 4 different clusters. The nations in the cluster with "Very High" performance in terms of health metrics, according to the report, are China and South Korea. Germany, America, Australia, France, England, Italy, Japan, Canada, and Russia are among the countries in the cluster with "High" performance levels. Argentina, Brazil, Mexico, Saudi Arabia, and Turkey are among the countries with "Above Average" results. Indonesia, South Africa, and India are among the countries in the "Poor" performance cluster.

Originality: As a consequence of, the analysis, the shortcomings in the field of health among the country clusters were clearly seen. Thus, a common planning area has been created for decision makers in terms of improvements that need to be made.

Keywords: Health Indicators, ROC Weighting, MAUT Method, Data Mining, SOM Networks.

JEL Codes: H51, H11, C38.

¹ Dr., Millî Eğitim Bakanlığı, Şehit Polis Elvan Özbay Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi, Altıntaş, Kütahya, Türkiye, selahmet43@gmail.com, ORCID: 0000-0003-1914-5878.

1. GİRİŞ

Bir ülkede yer alan sağlık sisteminin öncelikli amacı bireylerin doğrudan sağlığını iyileştirme, geliştirme ya da korunması açısından tüm faaliyetlerin, kurum ve kaynakların bütünüdür. Ayrıca bireylerin insani değerler seviyesinde hizmet almasını ve bireylerin hastane maliyetlerinden korunması sorumluluğu da vardır. Bu yüzden sağlık sistemleri iyi çalışan parasal sisteme, eğitilmiş iş gücüne, güvenilir bilgiye, en üst donanıma sahip tesislere ve ulaşım ağına ihtiyaç duymaktadır (WHO, 2000). Elde edilen bilgilerin ise en iyi şekilde değerlendirilerek sisteme geri dönüt sağlanarak sağlık sistemlerinin iyileşmesi ve veriminin artması sağlanabilir.

Ülkelerin kalkınmışlık derecesinin ve sosyoekonomik gelişmişlik düzeylerinin belirlenmesinde ekonomik, sosyal ve kültürel etmenlerin yanı sıra sağlık da önemli bir ölçüt olarak kullanılmaktadır (Temür ve Bakırcı, 2008). Ülkelerin refah seviyelerini gösteren sağlık hizmetleri tüm toplumlar için önemlidir. Teknoloji ile hızlı değişimlerin olması, toplumun eğitim düzeyinin artması doğrudan sağlık sektöründe hizmet ve maliyetlerin artmasına neden olmaktadır. Bu yüzden ülkeler sağlık hizmetlerinin etkinliğini değerlendirmek ve elde edilen bilgilerin yorumlanması ile bu alanda gelişimlerini sürdürmek istemektedir.

Her ülkenin ekonomik, politik ve kültürel elverişliliğine göre meydana getirdiği sağlık politikaları; doğumda yaşam süresini artırmak, bebek ölüm oranlarını düşürmek ve topluma yenilikçi teknolojiler içeren, yeterli kapasite ve etkinliğe sahip kaliteli sağlık hizmeti sunmaktır (Kocaman ve diğerleri, 2012). Kısacası sağlık sistemi toplumda sağlık alanında en iyi sistemi oluşturmak ve sunmaktadır. Ancak ülkelerin sağlık düzeyini etkileyen gelir seviyesi ve eğitimden yanı sıra başka faktörler de mevcuttur. Gelir ve eğitim düzeyleri benzer olan bazı ülkelerin sağlık çıktılarında farklılıkların bulunması, bu ülkelerin sağlık sistemlerinin performansı ile açıklanabilir. Sağlık sistemlerini oluşturan tasarım, içerik ve yönetimdeki bazı değişiklikler farklı sağlık çıktılarına neden olmaktadır. Bu yüzden, ülkedeki tüm karar vericilerin sağlık sisteminin performansındaki farklılığı ölçmesi, performansı etkileyen faktörleri ortaya çıkarması ve daha iyi sonuçlar verecek politikaları benimsemeleri gerekmektedir. Sağlık sistemlerinin performansı hakkında bulunacak karşılaştırılabilir ve anlamlı bilgiler, ulusal ve uluslararası düzeyde uygulanacak sağlık politikalarının bilimsel temelini güçlendirebilecektir (Murray ve Frenk, 2000).

Ülkelerin sağlık sistemi yapılarının performansı değerlendirilirken sağlık düzeyini görünür hale getiren göstergelere ihtiyaç vardır. Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD), Dünya Bankası (World Bank) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve benzeri kuruluşlar ülkelerin sağlık alanında düzeyini gösteren geçerli ve standart bilgiler ile veriler sağlamaktadır. Çalışmalarda kullanılan veriler araştırmanın içeriğine uygun olacak biçimde ilgili kuruluşların veri tabanında açık erişimli olarak yayınlanmaktadır.

Bu çalışmada yer alan G20 ülkeleri için 2000-2018 yılları arasındaki sağlık hizmetleri göstergeleri kullanılarak performansları değerlendirilmiştir. Uygulamada ülkelerin oluşturduğu kümeler arasında sağlık alanındaki farklılıklar gözlenmek istenmiştir. Böylece yapılması gereken iyileştirmeler ya da örnek alınması gereken yapılar açısından karar vericiler için ortak bir planlama alanı oluşturulması amaçlanmıştır. Araştırmada Türkiye'nin de içinde bulunduğu G20 ülkelerinin seçilmesinde, dünya ekonomisinde yaklaşık %85'i temsil etmesi ve ticaretin %75'ini gerçekleştiriyor olması etkili olmuştur. Ayrıca dünya nüfusunun 2/3'ü G20 ülkelerinde yaşamaktadır (Dışişleri Bakanlığı, 2020).

Çalışmada öncelikle verilerin elde edilmesi ile başlanmıştır. Dünya Bankası veri tabanında bulunan sağlık göstergeleri incelendiğinde 250 ayrı değişkenin yer aldığı görülmüştür. Öncelikle sağlık göstergeleri incelenerek oran ve yüzde biçiminde bulunan göstergeler çalışmaya dahil edilmiştir. Uygulamanın yapıldığı yıllarda ve G20 ülkeleri için çoğunda eksik olan göstergeler elenerek 30 gösterge kullanılmıştır. Oluşan veri sayısının fazla olmasından dolayı kümeleme analizi ile sınıflandırma yapılabilmesi adına veri madenciliği yöntemlerinden biri olan SOM (Self Organizing Maps-Kohonen Map-Özdüzenleyici Haritalar) kullanılmıştır. Elde edilen kümelerin performansların değerlendirilmesinde MAUT (Multiple Attribute Utility Theory-Çok Kriterli Karar Verme), ağırlıkların belirlenmesinde ROC Yöntemi (Rank-Order Centroid Weight Method-Merkezi Ağırlıkları Derece-Sıralama Yöntemi) kullanılmıştır. Son bölümde elde edilen kümeler karşılaştırılarak küme bazında yapılması gerekenler incelenmiştir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Literatürde bu konu hakkında yapılan çalışmalar incelendiğinde kümeleme analizi ile çok kriterli karar verme tekniklerinin aynı anda kullanıldığı görülmüştür. Sağlık göstergeleri kullanılarak literatürde illerin sınıflandırılması konusunda yapılan çalışmalar (Çelik, 2013; Tekin, 2015; Gençoğlu, 2018) olduğu görülmüştür. Genel anlamda performans değerlendirmesinden önce kümeleme analizi kullanıldığı ve oluşan kümeler ile performanslar incelenmiştir. Sağlık alanında performansların değerlendirilmesi konusunda Eren ve Ömürbek (2019), çalışmalarında Türkiye'de sağlık göstergeleri açısından 81 ili 22 sağlık değişkeni açısından sınıflandırmış ve kümelere ayırmıştır. Daha sonra elde edilen kümeler için çok

kriterli karar verme yöntemleri içerisinde yer alan MULTIMOORA yöntemiyle performans düzeyleri belirlenmiştir. Uygulama sonucunda elde edilen en iyi kümeler 2 ve 5 şeklindedir. Küme 2'de büyük ve gelişmiş iller, Küme 5'te ise gelişmekte olan iller olduğu görülmüştür. Sağlık göstergeleri açısından bu kümelerdeki illerin diğerlerine nazaran daha iyi durumda yer aldığı görülmüştür.

Literatürde ülkelerin sağlık göstergelerine göre kümeleme analizi yapılarak sınıflandırılması konusunda yapılan çalışmalar (Çetintürk ve Gençtürk, 2020; Alptekin ve Yeşilaydın, 2015; Mut ve Akyürek, 2017; Şahin, 2017; Sonğur, 2016) incelenmiştir. Ülkelerin performanslarının değerlendirilmesini konu alan çalışmalar incelendiğinde; Konca ve diğerleri (2019), G20 ülkeleri için 2012-2014 yılları arasında meydana gelen özel, kamu ve cepten oluşan sağlık harcamaları için etkinliklerini Veri Zarflama Analizi (VZA) kullanarak incelemiştir. Analiz sonucunda etkin olmayan ülkeler arasından en düşük skora sahip ülkeler; Kanada, Almanya, ABD ve Brezilya şeklinde bulunmuştur. Ölçek etkinlikleri için yapılan değerlendirmede en düşük olan ülkeler; Avustralya, Kanada ve Arjantin'dir. Teleş ve diğerleri (2018), araştırmalarında 2014 yılına ait sağlık göstergelerini kullanarak Avrupa Birliği (AB) içinde yer alan ülkelerin sağlık sistemlerini VZA yöntemi ile karşılaştırmıştır. Uygulama öncesinde kümeleme analizi yardımıyla karşılaştırılan ülkeler sınıflandırmaya tabi tutulmuştur. Analiz sonucunda, birinci küme için ülkelerin %56,25'i, ikinci küme için ülkelerin %65'inin verimli olduğu görülmüştür. Demirci ve Konca (2019), çalışmasında Türkiye ile G20 ülkeleri için sağlık sistemlerinin performansını Malmquist Toplam Faktör Verimliliği (MTFV) Endeksi yöntemi kullanarak değerlendirmiştir. Uygulama sonucunda Türkiye'nin; 2000-2010, 2010-2015 ve 2000-2015 dönemlerinde sağlık sisteminin verimliliğinin arttığı görülmüştür. Sel (2021), çalışmasında G20 ülkeleri için sağlık sistemlerinde meydana gelen gelişmelerin Covid 19 pandemisindeki etkinliğini araştırmıştır. Dünya Bankası yer alan veri tabanı sisteminde sağlık başlığında bulunan 5 gösterge girdi olarak alınmış ve Covid 19 sonucunda meydana gelen iyileşen, ölüm ve test sayıları çıktı şeklinde kullanılmıştır. Uygulama VZA yöntemi ile çıktı yönelimli değişken ve sabit getiri yöntemleri ile ölçek etkinlik skorları ve süper etkinlik değerleri bulunmuştur. Analiz sonuçları incelendiğinde ölçek etkinlik skorlarına göre Brezilya, Amerika, İngiltere, Arjantin, Çin, Fransa ve Türkiye'nin etkin olduğu görülmüştür. Bu çalışmada gösterge sayıları ve uzunluğu daha geniş tutularak geçmiş dönem sağlık yatırımlarının etkisi gözlenmiştir.

3. YÖNTEM

Bu bölümde çalışmada kullanılmış olan veri madenciliği yöntemlerinden biri olan SOM kümeleme yöntemi, performansların değerlendirilmesinde kullanılan MAUT yöntemi ile kriter ağırlıklandırma kullanılan ROC yöntemine ilişkin açıklamalara yer verilmiştir. Uygulamada kümeleme analizinin yapılabilmesi için WEKA (Waikato Environment for Knowledge Analysis) programının 3.8.4 sürümü, performans değerlendirmesinde ise Excel programı kullanılmıştır.

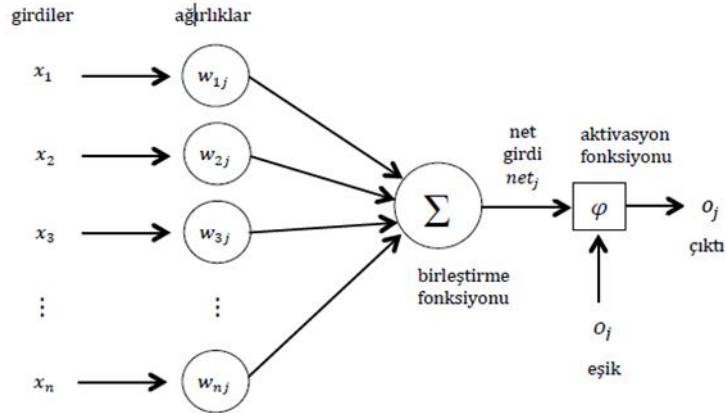
3.1. SOM Kümeleme Yöntemi

Son dönemde meydana gelen teknolojik gelişmelere paralel olarak kurumlar büyük düzeylerde veri oluşturmaktadır. Ancak verilerin işlenerek anlamlı ve yararlı bilgiye dönüşmesinde bazı zorluklar yaşanabilmektedir. Özellikle klasik istatistiksel yöntemlerin büyük boyutlardaki veriyi çözülmesi her zaman kolay olamamaktadır. Bu nedenle verilerin işlenmesi ve çözülmesi için özel yöntem ve tekniklere ihtiyaç duyulmuştur. Günümüzde veri madenciliği yöntemlerinin bu ihtiyacın karşılanması amacıyla ortaya çıktığı söylenebilir (Özkan, 2008; 4). Veri madenciliği, verinin tamamını kullanması açısından diğer istatistiksel yöntemlerden ayrılmaktadır. Bu yöntemle, klasik yollarla elde edilen küçük verilerle çalışmak yerine daha kolay değerlendirme yapabilecek, yeni bağımsız veriler tercih edilebilmektedir (Weiss ve Zhang, 2003; 426).

Veri madenciliği yöntemleri içerisinde biri de kümeleme analizidir. Kümeleme olarak da bilinen kümeleme analizi verilerde yer alan özelliklerin kullanılarak veriler arasındaki benzerlikleri bulma ve benzer veri nesnelerinin birlikte yer aldığı birbirinden ayrık ve homojen gruplar oluşturacak şekilde sınıflandırma işlemidir. Başka bir deyişle, benzer nesnelerin aynı kümede ve benzer olmayan nesnelerin ise başka bir kümede gruplanmasıdır. Veri madenciliğinin temel yöntemlerinden biri olan kümeleme analizi makine öğrenimi, pazar araştırması, kalıp tanıma, biyoinformatik, görüntü işleme, veri sıkıştırma, bilgisayar grafikleri gibi birçok alanda yaygın olarak kullanılan istatistiksel yöntemdir (Han ve diğerleri, 2012). Özellikle bu çalışmada da büyük veriler elde edilmesinden dolayı anlamlı ilişkilerin bulunması adına öncelikle veri madenciliği yöntemleri tercih edilmiştir.

Veri madenciliği yöntemlerinden biri de yapay sinir ağlarını kullanan SOM kümeleme tekniğidir. Özellikle sinir ağlarının geleneksel istatistiksel tekniklere göre avantajı, verilerin dağılımı varsayımları ile değişkenlerle ilgili varsayımlara ihtiyaç duymamasıdır. Ayrıca yapay sinir ağları, bazı değişkenlerde bulunan eksik verilerin tolere edilmesinde de etkindir. Ancak, sinir ağlarının eğitilmesinde çok sayıda verinin

gerekmesi ve ağ modelinin kurulmasındaki güçlükler, dezavantaj olarak görülebilir (Öztemel, 2003; 29). Genel olarak yapay sinir ağlarının yapısına örnek gösterim Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Yapay sinir hücresinin yapısı (Öztemel, 2003:49)

Sinir ağında yer alan çıkış katmanında düğümler rastgele seçilmiş ağırlık değerleri ile başlayarak birçok eğitimden geçer ve öz-düzenleme içinde yer alırlar. Döngüler boyunca, her giriş vektörünün buna karşılık geldiği kabul edilir ve kazanan düğümler için minimum uzaklığı veren Öklid uzaklığı Eşitlik 1 ile bulunur.

$$\|x_i - w_{nj}\| = \min \|x_i - w_{nj}\|, \quad i = 1, \dots, n \quad (1)$$

Kazanan düğüm için ağırlık vektörleri ve komşu düğümlerin ağırlık vektörü Eşitlik 2 ve Eşitlik 3 kullanılarak elde edilir.

$$\Delta w = \alpha(x_i - w_i^{eski}) \quad (2)$$

$$w_i^{yeni} = w_i + \alpha(x_i - w_i^{eski}) \quad (3)$$

x_i ; giriş vektörü için, α ; öğrenme katsayısı olarak belirtilir. Bu işlemler döngü halinde sırasıyla kriter koşulu sağlanana kadar devam eder.

Kohonen'in araştırmaları sonucunda bulunan ve Kohonen Haritası olarak bilinen SOM, yapay sinir ağları modeli olarak tanımlanır. Yapay sinir ağları bilgiyi klasik matematiksel yöntemlerden farklı şekilde yeni bir yolla işler. Öz düzenleyici harita olarak Türkçe'ye çevirilen SOM yapay sinir ağları algoritmalarının bir çeşididir. SOM yöntemi eğitimsiz öğrenme (unsupervised learning) mantığına dayanır. SOM'un yapısı birbiri içine geçmiş iki tabakadan oluşur. Bunlar girdi (input) tabakası ve Kohonen tabakasıdır (Kohonen, 2001; 159). SOM ağı, veriyi bir veya üç boyutlu uzayda da gösterebilir. SOM ağı, giriş ve çıkış katmanları olmak üzere, iki nöron katmanından oluşur. Giriş katmanı bütünüyle çıkış katmanına bağlıdır. SOM ağının çekirdeği olan çıkış katmanı, iki boyutlu harita kullanarak seyrek veri temsili baskılaması ve yoğun veri yayılımını sağlaması açısından biyolojik sistemlere benzer bir şekilde çalışır. Bunu, çıkış katmanının farklı alt alanlarını farklı bilgi kategorilerine atayarak yapılabilir. Sonuç olarak, bir ağ içerisinde işleme elemanın konumu giriş verileri kümesinde belli bir karakteristik özelliğe atanmış olur (Kiang ve diğerleri, 2006). Çalışmada kullanılan veri sayısının fazla olması yüzünden klasik istatiki yöntemler yerine veri madenciliği teknikleri kullanılmıştır. Bu yöntemler sayesinde gizli örüntü ve yeni ilişkiler sürece dahil edilebilmiştir. Ayrıca SOM kümeleme yöntemi ile önceden belli bir küme sayısı bilgisi girilmesine gerek kalmadan ideal küme sayısını belirlemektedir.

3.2. MAUT Yöntemi

Çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan MAUT yöntemi Keeney ve Fishburn (1974) tarafından geliştirilmiş olup kriterler yardımıyla hesaplanan "U" fayda fonksiyonu ile alternatifler içinden seçim yapabilmektir. Karar verici burada maksimum fayda yönünde seçim yapacağı düşünülür. Bu yöntemin uygulanması dört adımdan oluşmaktadır.

Adım 1. Karar Matrisinin (A) Oluşturulması: Karar matrisinin satırlarında alternatifler, sütunlarında ise karar vermede kullanılacak değerlendirme kriterleri yer alır. A matrisi karar verici tarafından oluşturulan başlangıç matrisidir. Karar matrisi Eşitlik 4'te verilmiştir. Bu matriste m alternatif sayısını, n kriter sayısını ifade etmektedir.

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} \quad (4)$$

Adım 2. Normalize Karar Matrisinin (R) Oluşturulması: Normalize Karar Matrisi, A matrisinin elemanlarından yararlanarak kriterlerin fayda ve maliyet durumuna göre hesaplanmaktadır (Eşitlik 5-6).

$$\text{Fayda maksimizasyonu; } r^+_{ij} = \frac{a_{ij}-l_j}{u_j-l_j} \quad (5)$$

$$\text{Maliyet minimizasyonu; } r^-_{ij} = \frac{u_j-a_{ij}}{u_j-l_j} \quad (6)$$

Burada $u_j = \max_i a_{ij}$; j. sütun (kriter) için i. satırda (alternatif) yer alan en büyük değer ve $l_j = \min_i a_{ij}$; j. sütun için i. satırda yer alan en küçük değerdir. Her bir değer için hesaplanan R matrisi Eşitlik 7'deki şekilde elde edilir:

$$R_{ij} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix} \quad (7)$$

Adım 3. Ağırlıklı Karar Matrisinin (V) Oluşturulması: Öncelikle değerlendirme faktörlerine ilişkin ağırlık değerleri (w_j) belirlenir ($\sum_{j=1}^n w_j = 1$). Daha sonra R matrisinin her bir sütunundaki elemanlar ilgili w_j değeri ile çarpılarak V matrisi oluşturulur (Eşitlik 8).

$$V_{ij} = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & w_2 r_{12} & \dots & w_n r_{1n} \\ w_1 r_{21} & w_2 r_{22} & \dots & w_n r_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ w_1 r_{m1} & w_2 r_{m2} & \dots & w_n r_{mn} \end{bmatrix} \quad (8)$$

Adım 4. Fayda Fonksiyonunun Hesaplanması ve Değerlendirme: Alternatifler arasından seçimin yapılabilmesi için alternatiflerin faydaları hesaplanır. Fayda hesaplamasında Eşitlik 9 kullanılır.

$$U_i = \sum_{j=1}^n w_j r_{ij} \quad (9)$$

Burada her bir satır ($i = 1, 2, \dots, m$) için fayda değerlerini verir. Elde edilen fayda değerleri (U_i) için alternatifler sıralanır.

3.3. ROC Yöntemi

Barron ve Barrett (1996) tarafından önerilen bu yöntem, Merkezi Ağırlıkları Derece-Sıralama Yöntemi (Rank-order centroid weight method) (ROC) olarak adlandırılmaktadır. ROC ağırlık yaklaşımı, her bir ağırlığın maksimum hatasını en aza indiren ağırlıkların bir tahminini, objektif öneme sahip rütbe sırasını koruyan tüm olası ağırlıkların merkezini bularak ağırlıklar belirlenir (Barron ve Barrett, 1996).

Bu yöntemde kriterlerin öncelikle önem derecelerine göre sıralanması gerekmektedir. Sıralama işlemi problemin yapısına göre karar vericiler tarafından yapılabileceği gibi bu konuda bir uzman olan birine de danışılabilir. Son adımda sıralamaya tabi tutulan kriterlerin ağırlıkları formül yardımıyla hesaplanır.

Uygulamada öncelikle n adet kriter için n! sayıda sıralama olduğu bilinmelidir. Kriterlerin sayısı n adet olmak üzere $w_1 \geq w_2 \geq \dots \geq w_n$ kriterlerin ağırlıkları ve $w_1 + w_2 + \dots + w_n = 1$ şeklindedir. Burada her bir $w_{i,j=1,n}$ hesaplanması Eşitlik 10 yardımıyla yapılır (Sel, 2020).

$$w_i(ROC) = \left(\frac{1}{n}\right) \sum_{j=1}^n \frac{1}{j} \quad (10)$$

3.4. Kullanılan Değişkenler

Dünya Bankası veritabanı altında sağlık göstergeleri başlığı altında 250 adet değişken bulunmaktadır. Çalışma yılında veri tabanında son güncel verinin 2018 olmasından dolayı 2000-2018 yılları arasında oran ile yüzde formatında yer alan ve eksik veriler içermeyen 30 farklı gösterge değişken olarak alınmıştır. Kullanılan değişkenler ve açıklamaları Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Çalışmada kullanılan değişkenler

<i>Kod</i>	<i>Açıklama</i>
G ₁	15 yaş üstü toplam sigara içme yaygınlığı yüzdesi
G ₂	GSYİH'ya göre mevcut sağlık harcamaları yüzdesi
G ₃	GSYİH'ya göre yurt içi genel devlet sağlık harcamaları yüzdesi
G ₄	Nüfusta en az temel içme suyu hizmeti kullanan kişilerin yüzdesi
G ₅	Nüfusta en azından temel sağlık hizmetlerini kullanan kişilerin yüzdesi
G ₆	Bir yaşındaki çocukların Hepatit B3 doz aşılama yüzdesi
G ₇	15-49 yaş arası nüfusun HIV yaygınlığı yüzdesi
G ₈	5 yaş altı 1.000 canlı doğumda ölüm oranı yüzdesi
G ₉	Yenidoğan 1000 canlı doğumda ölüm oranı yüzdesi
G ₁₀	12-23 aylık çocukların difteri, tetanoz ve boğmaca aşılama yüzdesi
G ₁₁	12-23 aylık çocukların kızamık aşılama yüzdesi
G ₁₂	1.000 kişi başına hastane yatakları yüzdesi
G ₁₃	1000 kişi başına düşen hemşireler ve ebelerin yüzdesi
G ₁₄	1000 kişi başına düşen hekimlerin yüzdesi
G ₁₅	Nitelikli sağlık personelinin katıldığı doğumların toplama göre yüzdesi
G ₁₆	20-79 yaş arası nüfusta diyabet yaygınlığı yüzdesi
G ₁₇	100.000 canlı doğumda modellenmiş tahmin anne ölüm oranı yüzdesi
G ₁₈	Yeni vakalarda tüberküloz tedavisi başarı oranı yüzdesi
G ₁₉	Tüberküloz vaka tespit oranı yüzdesi
G ₂₀	100.000 kişi başına tüberküloz sıklığı yüzdesi
G ₂₁	Nüfusta yetersiz beslenme yaygınlığı yüzdesi
G ₂₂	1000 kişi başına düşen ölüm oranı yüzdesi
G ₂₃	1.000 canlı doğumda ölüm oranı yüzdesi
G ₂₄	Kadın başına doğurganlık hızı yüzdesi
G ₂₅	Toplam nüfusta 0-14 yaş arasındaki nüfus yüzdesi
G ₂₆	Toplam nüfusta 15-64 yaş arasındaki nüfus yüzdesi
G ₂₇	Toplam nüfusta 65 yaş ve üstü nüfus yüzdesi
G ₂₈	Yıllık nüfus artış yüzdesi
G ₂₉	15 yaş üstü kişi başına toplam alkol tüketimi
G ₃₀	30-70 yaşları arasında kalp-damar hastalığı, kanser, diyabet veya Kronik Solunum Sistemi Hastalığı'dan ölüm oranı yüzdesi

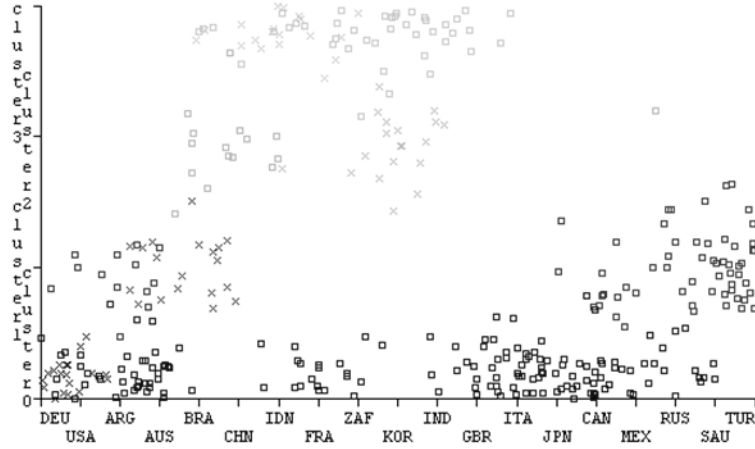
Kaynak: Dünya Bankası (2020).

4. BULGULAR

Uygulamada kümeleme analizinin yapılabilmesi için öncelikle değişkenler tanımlanmıştır. Daha sonra değişkenler kullanılarak elde edilen kümeler ile performans değerlendirmeleri karşılaştırılmıştır.

4.2. Kümeleme Analizi Sonuçları

Weka programında SOM yöntemi kullanılarak ideal küme sayısı 4 olarak bulunmuştur. G20 ülkelerinin kümelemelere dağılımı görsel olarak Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. SOM kümeleme analizi sonuçları

Şekil 2 incelendiğinde SOM yöntemine göre nihai kümeleme dağılımları Tablo 2'de verilmiştir. Kümeleme sonucunda Küme-1'de 9, Küme-2'de 5, Küme-3'te 2 ve Küme-4'te 3 ülkenin yer aldığı görülmüştür.

Tablo 2. SOM yöntemine göre ülkelerin dağılımı

Küme-1	Küme-2	Küme-3	Küme-4
Almanya	Arjantin	Çin	Endonezya
Amerika	Brezilya	Güney Kore	Güney Afrika
Avustralya	Meksika		Hindistan
Fransa	Suudi Arabistan		
İngiltere	Türkiye		
İtalya			
Japonya			
Kanada			
Rusya			

4.3. Performanslarının Değerlendirilmesi

MAUT yönteminin uygulama adımları izlenerek kümelerin performansları değerlendirilmiştir.

Adım 1 için elde edilen 4 küme için performans değerlendirmeleri için kullanılan göstergelere göre yıllara ve kümelere göre ortalamalar elde edilmiştir. Böylece 4x30 boyutunda karar matrisi (A) elde edilmiştir. Kümelere göre ortalamaların dağılımını gösteren A matrisi Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3. Kümelere göre sağlık göstergeleri ortalamaları

Gösterge	Küme-1	Küme-2	Küme-3	Küme-4	Gösterge	Küme-1	Küme-2	Küme-3	Küme-4
G ₁	27,905	22,531	27,627	24,33	G ₁₆	6,989	9,540	6,050	5,700
G ₂	9,574	6,244	5,139	4,572	G ₁₇	1,060	4,218	2,646	20,856
G ₃	6,749	3,602	2,679	1,777	G ₁₈	71,104	71,489	88,125	78,959
G ₄	99,195	97,048	93,189	86,157	G ₁₉	88,135	85,600	84,553	48,912
G ₅	98,043	89,338	85,741	55,016	G ₂₀	1,737	2,760	8,213	46,911
G ₆	79,892	91,434	92,553	63,719	G ₂₁	2,537	4,487	7,539	12,486
G ₇	0,563	0,907	1,269	6,827	G ₂₂	0,935	0,568	0,604	0,883
G ₈	0,575	1,782	1,200	5,238	G ₂₃	0,483	1,544	1,017	3,939
G ₉	0,311	0,953	0,642	2,166	G ₂₄	1,639	2,390	1,412	2,575
G ₁₀	94,661	94,147	95,263	75,965	G ₂₅	16,768	28,031	18,260	30,119
G ₁₁	92,427	95,126	95,474	74,702	G ₂₆	66,435	65,308	72,369	64,887
G ₁₂	0,061	0,026	0,067	0,015	G ₂₇	16,796	6,661	9,371	4,994
G ₁₃	0,091	0,034	0,032	0,023	G ₂₈	0,532	1,519	0,546	1,366
G ₁₄	0,031	0,022	0,017	0,005	G ₂₉	10,792	5,364	8,584	5,209
G ₁₅	99,083	96,130	99,366	78,192	G ₃₀	14,270	18,060	15,050	26,346

Adım 2. için karar matrisi (A) değerlerinin normalize edilmesinde fayda maksimizasyonu ve maliyet minimizasyonu durumları göz önünde bulundurulmaktadır. Çalışmada kullanılan sağlık göstergelerinin optimum koşulları değerlendirilerek istenilen durumlar Tablo 4'te gösterilmiştir.

Göstergeler için kümelerde yer alan ortalama değerler incelendiğinde birbirine yakın olan değerlerin aynı kümede yer aldığı görülmüştür.

Tablo 4. Göstergelerin optimum koşulları

Koşul	Göstergeler
Minimum	G ₁ , G ₇ , G ₈ , G ₉ , G ₁₆ , G ₁₇ , G ₂₀ , G ₂₁ , G ₂₂ , G ₂₃ , G ₂₉ , G ₃₀ , G ₂₂ , G ₂₃ , G ₂₉ , G ₃₀
Maksimum	G ₂ , G ₃ , G ₄ , G ₅ , G ₆ , G ₁₀ , G ₁₁ , G ₁₂ , G ₁₃ , G ₁₄ , G ₁₅ , G ₁₈ , G ₁₉ , G ₂₄ , G ₂₅ , G ₂₆ , G ₂₇ , G ₂₈

Tablo 4'te yer alan optimum koşullar dikkate alınarak hesaplanan Normalize Karar Matrisi (R) Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 5. Normalize karar matrisi (R)

Gösterge	Küme-1	Küme-2	Küme-3	Küme-4	Gösterge	Küme-1	Küme-2	Küme-3	Küme-4
G ₁	0,000	1,000	0,052	0,665	G ₁₆	0,664	0,000	0,909	1,000
G ₂	1,000	0,334	0,114	0,000	G ₁₇	1,000	0,840	0,920	0,000
G ₃	1,000	0,367	0,181	0,000	G ₁₈	0,000	0,023	1,000	0,461
G ₄	1,000	0,835	0,539	0,000	G ₁₉	1,000	0,935	0,909	0,000
G ₅	1,000	0,798	0,714	0,000	G ₂₀	1,000	0,977	0,857	0,000
G ₆	0,561	0,961	1,000	0,000	G ₂₁	1,000	0,804	0,497	0,000
G ₇	1,000	0,945	0,887	0,000	G ₂₂	0,000	1,000	0,902	0,142
G ₈	1,000	0,741	0,866	0,000	G ₂₃	1,000	0,693	0,845	0,000
G ₉	1,000	0,654	0,822	0,000	G ₂₄	0,195	0,841	0,000	1,000
G ₁₀	0,969	0,942	1,000	0,000	G ₂₅	0,000	0,844	0,112	1,000
G ₁₁	0,853	0,983	1,000	0,000	G ₂₆	0,207	0,056	1,000	0,000
G ₁₂	0,878	0,221	1,000	0,000	G ₂₇	1,000	0,141	0,371	0,000
G ₁₃	1,000	0,156	0,132	0,000	G ₂₈	0,000	1,000	0,015	0,845
G ₁₄	1,000	0,646	0,456	0,000	G ₂₉	0,000	0,972	0,395	1,000
G ₁₅	0,987	0,847	1,000	0,000	G ₃₀	1,000	0,686	0,935	0,000

Adım 3. Ağırlıklı Karar Matrisinin (V) Oluşturulması: Çalışmada öncelikle kriterler olarak kullanılan sağlık göstergeleri gruplandırma işlemine tabi tutulmuştur. Sağlık hizmetleri alanında çalışan uzmanlara danışarak göstergeleri önem derecesine göre gruplandırması ve sıralandırması istenmiştir. Alınan dönütler sayesinde uzmanların göstergeleri 7 grupta topladıkları gözlenmiştir. Gruplar ve gruplarda bulunan göstergeler Tablo 6'da gösterilmiştir. Grupların her biri ayrı bir kriter olmak üzere önem sırası K₁, K₂, K₃, K₄, K₅, K₆ ve K₇ için n=7 adet kriterin ağırlıkları w₁, w₂, w₃, w₄, w₅, w₆, w₇ olmak üzere Eşitlik 10 ile aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$w_1 = \left(\frac{1}{7}\right) \sum_{j=1}^7 \frac{1}{j} = \left(\frac{1}{7}\right) \left(\frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5} + \frac{1}{6} + \frac{1}{7}\right) = 0,3704$$

$$w_2 = \left(\frac{1}{7}\right) \sum_{j=2}^7 \frac{1}{j} = \left(\frac{1}{7}\right) \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5} + \frac{1}{6} + \frac{1}{7}\right) = 0,2276$$

$$w_3 = \left(\frac{1}{7}\right) \sum_{j=3}^7 \frac{1}{j} = \left(\frac{1}{7}\right) \left(\frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5} + \frac{1}{6} + \frac{1}{7}\right) = 0,1561$$

$$w_4 = \left(\frac{1}{7}\right) \sum_{j=4}^7 \frac{1}{j} = \left(\frac{1}{7}\right) \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{5} + \frac{1}{6} + \frac{1}{7}\right) = 0,1085$$

$$w_5 = \left(\frac{1}{7}\right) \sum_{j=5}^7 \frac{1}{j} = \left(\frac{1}{7}\right) \left(\frac{1}{5} + \frac{1}{6} + \frac{1}{7}\right) = 0,0728$$

$$w_6 = \left(\frac{1}{7}\right) \sum_{j=6}^7 \frac{1}{j} = \left(\frac{1}{7}\right) \left(\frac{1}{6} + \frac{1}{7}\right) = 0,0442$$

$$w_7 = \left(\frac{1}{7}\right) \sum_{j=7}^7 \frac{1}{j} = \left(\frac{1}{7}\right) \left(\frac{1}{7}\right) = 0,0204$$

Bulunan ağırlık değerlerinin sağlanması için toplamlarının bir olması şartı da sağlanmış bulunmaktadır.
 $w_1 + w_2 + w_3 + w_4 + w_5 + w_6 = 1$

$$0,3704 + 0,2276 + 0,1561 + 0,1085 + 0,0728 + 0,0442 + 0,0204 = 1$$

Elde edilen grupların ağırlıkları dikkate alındığında ağırlıklar her bir göstergeye eşit olarak paylaştırılmıştır. Buna göre oluşan gruplar ve ağırlıklar Tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 6. ROC yöntemi sonucunda elde edilen ağırlıklar

Önem Sırası	Grup İsmi	Göstergeler	Grup Ağırlığı	Gösterge Ağırlığı
1	Ölüm Oranları	G ₈ , G ₉ , G ₁₇ , G ₂₂ , G ₂₃ , G ₃₀	0,3704	0,0617
2	Aşılama ve Tedavi	G ₆ , G ₁₀ , G ₁₁ , G ₁₈ , G ₁₉	0,2276	0,0455
3	Hastalıkların Yaygınlığı	G ₇ , G ₁₆ , G ₂₀	0,1561	0,0520
4	Sağlık Harcama ve Kalitesi	G ₂ , G ₃ , G ₁₂ , G ₁₃ , G ₁₄ , G ₁₅	0,1085	0,0181
5	Yaşam Kalitesi	G ₄ , G ₅ , G ₂₁	0,0728	0,0243
6	Sigara Alkol Kullanımı	G ₁ , G ₂₉	0,0442	0,0221
7	Nüfus Göstergeleri	G ₂₄ , G ₂₅ , G ₂₆ , G ₂₇ , G ₂₈	0,0204	0,0041

Tablo 4'te gruplarda bulunan göstergelerin optimum koşullarının aynı olması dikkate alınarak göstergeler gruplandırılmıştır. Tablo 6'da yer alan ağırlıklar kullanılarak elde edilen Ağırlıklı Karar Matrisi (V) Tablo 7'de gösterilmiştir.

Tablo 7. Ağırlıklı karar matrisi (V)

Gösterge	Küme-1	Küme-2	Küme-3	Küme-4	Gösterge	Küme-1	Küme-2	Küme-3	Küme-4
G ₁	0,000	0,022	0,001	0,015	G ₁₆	0,035	0,000	0,047	0,052
G ₂	0,018	0,006	0,002	0,000	G ₁₇	0,062	0,052	0,057	0,000
G ₃	0,018	0,007	0,003	0,000	G ₁₈	0,000	0,001	0,046	0,021
G ₄	0,024	0,020	0,013	0,000	G ₁₉	0,046	0,043	0,041	0,000
G ₅	0,024	0,019	0,017	0,000	G ₂₀	0,052	0,051	0,045	0,000
G ₆	0,026	0,044	0,046	0,000	G ₂₁	0,024	0,020	0,012	0,000
G ₇	0,052	0,049	0,046	0,000	G ₂₂	0,000	0,062	0,056	0,009
G ₈	0,062	0,046	0,053	0,000	G ₂₃	0,062	0,043	0,052	0,000
G ₉	0,062	0,040	0,051	0,000	G ₂₄	0,001	0,003	0,000	0,004
G ₁₀	0,044	0,043	0,046	0,000	G ₂₅	0,000	0,003	0,000	0,004
G ₁₁	0,039	0,045	0,046	0,000	G ₂₆	0,001	0,000	0,004	0,000
G ₁₂	0,016	0,004	0,018	0,000	G ₂₇	0,004	0,001	0,002	0,000
G ₁₃	0,018	0,003	0,002	0,000	G ₂₈	0,000	0,004	0,000	0,003
G ₁₄	0,018	0,012	0,008	0,000	G ₂₉	0,000	0,021	0,009	0,022
G ₁₅	0,018	0,015	0,018	0,000	G ₃₀	0,062	0,042	0,058	0,000

Adım 4. Fayda Fonksiyonunun Hesaplanması ve Değerlendirme: Elde edilen Ağırlıklı Karar Matrisi (V) yardımıyla alternatifler için değerlendirme yapılır. Bunun için fayda fonksiyonu olan U_i ile her bir satır için hesaplanan değerler karşılaştırmaya tabi tutulur. MAUT yöntemi kullanılarak elde edilen performans değerlendirmelerine göre küme sonuçları ve adlandırılması Tablo 8'de gösterilmiştir.

Tablo 8. MAUT yöntemine göre kümelerin sağlık performansları

Küme	U_i	Performans
Küme-1	0,7858	Yüksek
Küme-2	0,7208	Ortalama üstü
Küme-3	0,7985	Çok Yüksek
Küme-4	0,1302	Düşük

Elde edilen performans durumuna göre kümelerin gösterge gruplarına göre küme ortalamaları Tablo 9'da gösterilmiştir. Tabloda yer alan gösterge gruplarına göre ortalamaların kümelerin oluşmasında etkili olduğu söylenebilir.

Tablo 9. Gösterge grup ortalamalarının performanslara göre dağılımı (%)

Gösterge Grupları	Çok Yüksek	Yüksek	Ortalama Üstü	Düşük	Genel Ortalama
Ölüm Oranları	3,526	2,939	4,521	9,905	5,223
Aşılama ve Tedavi	91,193	85,244	87,559	68,451	83,112
Hastalıkların Yaygınlığı	5,177	3,096	4,402	19,813	8,122
Sağlık Harcama ve Kalitesi	17,884	19,265	17,676	14,097	17,231
Yaşam Kalitesi	62,156	66,592	63,625	51,220	60,898
Sigara Alkol Kullanımı	18,106	19,348	13,947	14,769	16,543
Nüfus Göstergeleri	20,392	20,434	20,782	20,788	20,599

5. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Toplum sağlığının en büyük göstergelerinden birisi sağlık hizmetlerinin kalitesi ve işlevselliğidir. Bu yüzden bir ülkenin sağlık alanında performansı değerlendirilirken toplum ve hizmet alanındaki göstergeler aynı anda değerlendirilmelidir. Çalışmada Dünya Bankası veri tabanında sağlık başlığı altında yer alan 30 gösterge analize dahil edilmiştir. Ayrıca sağlık alanındaki yatırım ve hizmetlerin performansının ölçülmesinde birkaç yıllık veri yerine uzun süreli veriler uygulamada kullanılmıştır. Bundan dolayı 2000-2018 yılları arasında toplam 19 yıllık veri ile sağlık hizmetlerinin performansları karşılaştırılmıştır. Araştırmada ekonomik alanda güçlü G20 ülkelerinin değerlendirilmesinin başlıca nedeni ise dünya nüfusunun yaklaşık 2/3'nün bu ülkelerde yaşıyor olmasıdır.

Veri madenciliği yöntemlerinden SOM yapay sinir ağıları temelli kümeleme analizi sonucunda 4 farklı küme olduğu belirlenmiştir. Kullanılan sağlık göstergelerinin önem derecesine göre sağlık alanında uzman kişiler tarafından değerlendirilmesi sonucunda 7 farklı grupta sıralanmıştır. ROC yöntemi ile grup ağırlıkları göstergelere eşit oranda paylaştırılmıştır. Kümeleme analizi sonucunda elde edilen kümelerin performans değerlendirilmesinde de MAUT yöntemi kullanılmıştır.

Sağlık göstergeleri açısından "Çok Yüksek" performansa sahip olan kümede yer alan ülkeler; Çin ve Güney Kore'dir. Ortalamalar dikkate alındığında bu küme için gösterge grupları değerlendirildiğinde aşılama ve tedavi hizmetlerindeki üstünlükleri ile sigara alkol kullanımındaki düşük değerlerden dolayı farklılık oluşturmuştur. Ölüm oranları genel ortalamasının altında olmasına rağmen *Yüksek* performanslı kümenin değerleri kadar iyi değildir. Ayrıca bu kümedeki ülkeler için sağlık hizmetleri ve kalitesinin artırılması, hastalık yaygınlığının azaltılması ile ölüm oranlarının düşürülebileceği söylenebilir.

Sağlık göstergeleri açısından performans değerlendirmesi sonucunda *Yüksek* düzeyde performansa sahip olan kümede yer alan ülkeler; Almanya, Amerika, Avustralya, Fransa, İngiltere, İtalya, Japonya, Kanada ve Rusya şeklindedir. Ortalamalar dikkate alındığında bu küme için ölüm oranları ve hastalık yaygınlığının düşüklüğü ile sağlık harcama ve yaşam kalitesinin yüksek olmasından dolayı diğer kümelerden farklılık göstermektedir. Ayrıca aşılama ve tedavi hizmetlerinde iyileştirmelerin yapılması ile sigara alkol kullanımının düşürülmesi bu kümeye üye olan ülkelerin performansını artıracığı söylenebilir.

Sağlık göstergelerine göre *Ortalama Üstü* düzeyde performansa sahip olan kümede yer alan ülkeler; Arjantin, Brezilya, Meksika, Suudi Arabistan ve Türkiye'dir. Ortalamalar dikkate alındığında bu küme için özellikle sigara alkol kullanımı açısından diğer kümelerden farklılık gösterdiği söylenebilir. Bunun en önemli nedenlerinden biri olarak Türkiye ve Suudi Arabistan müslüman ülkeler olduğundan alkol kullanımındaki oranın düşüklüğü gösterilebilir. Gösterge grupları için değerler genel ortalamasının üstünde olmasına rağmen; aşılama ve tedavi, sağlık harcama ve kalitesi, yaşam kalitesi artırılması ile hastalıkların yaygınlığının azaltılması yönündeki faaliyetlerin kümede bulunan ülkelerin sağlık performansını artırmalarına yardımcı olacaktır.

Düşük performansa sahip olan kümede yer alan ülkeler; Endonezya, Güney Afrika ve Hindistan'dır. Ortalamalar dikkate alındığında bu ülkeler için ölüm oranları fazlalığı ile aşılama ve tedavi çalışmaları, hastalıkların yaygınlığı, sağlık harcama ve kalitesi, yaşam kalitesi göstergelerinin düşüklüğünün farklılık oluşturduğu görülmüştür. Nüfus göstergeleri harici tüm göstergelerin genel ortalamasının altında olmasından dolayı genel anlamda sağlık konusunda iyileştirmelerin yapılması bu kümede bulunan ülkeler için gerekli olduğu söylenebilir.

Benzer çalışma olan Sel (2021)'in G20 ülkelerinin sağlık sistemi gelişmelerinin Covid 19 pandemisinde gösterdikleri performansı değerlendiren çalışmasında ölçek etkinlik skorlarına göre Amerika, Arjantin, Brezilya, Çin, Fransa, İngiltere ve Türkiye etkin olarak bulunmuştur. Elde edilen sonuçlarda Çin *Çok Yüksek*; Amerika, Fransa, İngiltere "Yüksek" ve Arjantin, Brezilya, Türkiye "Ortalama Üstü" kümesinde yer almıştır. Buradan da görüldüğü üzere farklı çalışmalar için benzer sonuçlar elde edilmiştir. Geçmiş dönem sağlık yatırımlarının sağlık sistemine olan katkısı günümüzde sistemin verimli bir şekilde işlemlerini sağlamıştır. Ancak bu çalışmaların yapılmasında yer alan değişkenler için tamamı eksiksiz olarak elde edilebilirse elde edilen sonuçlar daha etkin olabilir.

Çalışma sonucunda veri madenciliği ile kümeleme analizi kullanılması uzun dönemli değerlendirmeler yapılmasını sağlamıştır. Ayrıca sağlık göstergeleri ile performansların değerlendirilmesi sonucunda ülkelerin bulunduğu kümeler arasındaki sağlık alanında yetersizlikleri açık şekilde görülebilmektedir. Böylece araştırma bulguları yapılması gereken iyileştirmeler konusunda karar vericiler için ortak bir planlama yapılabilmesi fırsatı sunmaktadır.

Gelecek çalışmalar için sağlık göstergeleri uzun dönemli kullanılarak salgın hastalıklar (Covid-19, Kolera, vb.), ölüm oranları (anne, çocuk, vb.), yaşam süreleri gibi konularda ülkelerin geçmişten günümüze gelen sağlık yatırımlarının etkinliği değerlendirilebilir.

KAYNAKÇA

- Alptekin, N. ve Yeşilaydın, G. (2015). "OECD Ülkelerinin Sağlık Göstergelerine Göre Bulanık Kümeleme Analizi ile Sınıflandırılması", *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 7(4), 137-155.
- Barron, F.H. ve Barret, B.E. (1996). "Decision Quality Using Ranked Attribute Weights", *Management Science*, 42, 1515-1523.
- Çelik, Ş. (2013). "Kümeleme Analizi ile Sağlık Göstergelerine Göre Türkiye'deki İllerin Sınıflandırılması", *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 14(2), 175-194.
- Çetintürk, İ. ve Gençtürk, M. (2020). "OECD Ülkelerinin Sağlık Harcama Göstergelerinin Kümeleme Analizi ile Sınıflandırılması", *Visionary E-Journal/Vizyoner Dergisi*, 11(26).
- Demirci, Ş. ve Konca, M. (2019). "G20 Ülkeleri ve Türkiye'nin Sağlık Sistemi Performansı: Yıllara Göre Karşılaştırmalı Bir Analiz", *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(4), 1-1.
- Dışişleri Bakanlığı, (2020). "Dış Politika, Uluslararası Kuruluşlar ve İlişkilerimiz", G-20, <http://www.mfa.gov.tr/g-20-tr.tr.mfa>, (Erişim tarihi: 22.11.2021).
- Dünya Bankası (2020), "Veritabanı, Sağlık Göstergeleri için Veriler", <https://data.worldbank.org/topic/health?end=2018,start=2000>, (Erişim tarihi: 20.11.2021).
- Gençoğlu, P. (2018). "Türkiye'de İllerin Gelişmişlik Düzeyi Dikkate Alınarak Sağlık Hizmetlerinin Kümeleme Analizi Aracılığıyla Değerlendirilmesi", *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (52), 301-324.
- Eren H. ve Ömürbek, N. (2019). "Türkiye'nin Sağlık Göstergeleri Açısından Kümelenebilirliği ve Performans Analizi", *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11(29), 421-452.
- Han, J., Kamber, M. ve Pei J. (2012). "Data Mining Concepts and Techniques", Morgan Kaufmann Publishers Inc., Waltham, USA.
- Keeney, R. ve Fishburn, P. (1974). "Seven Independence Concepts and Continuous Multiattribute Utility Functions", *Journal of Mathematical Psychology*, 11(3), 294-327
- Kiang, M.Y., Hu M.Y., Dorothy, M. ve Fisher, D.M. (2006). "An Extended Self-Organizing Map Network for Market Segmentation-A Telecommunication Example", *Decision Support Systems*, 42, 36-47.
- Kocaman, A.M., Mutlu, M., Bayraktar, D. ve Araz, Ö.M. (2012). "OECD Ülkelerinin Sağlık Sistemlerinin Etkinlik Analizi", *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 23(4), 14-31.
- Kohonen, T. (2001). "Self-Organization Maps", Springer, Berlin, Germany
- Konca, M., Gözlü, M. ve Çakmak, C. (2019). "G-20 Ülkelerinin Sağlık Harcamaları Yönünden Etkinliğinin Değerlendirilmesi", *Verimlilik Dergisi*, 2, 119-141.
- Murray, C.J.L. ve Frenk, J. (2000). "A Framework for Assessing the Performance of Health Systems", *Bulletin of the World Health Organization*, 78(6), 717-731.
- Mut, S. ve Akyürek, Ç.E. (2017). "OECD Ülkelerinin Sağlık Göstergelerine Göre Kümeleme Analizi ile Sınıflandırılması", *International Journal of Academic Value Studies*, 3(12), 411-422.
- Özkan, Y. (2008). "Veri Madenciliği Yöntemleri", Papatya Yayıncılık, İstanbul.
- Öztemel, E. (2003). "Yapay Sinir Ağları", Papatya Yayıncılık, İstanbul.
- Sel, A. (2020). "Veri Madenciliği Kümeleme Yöntemleri Kullanarak Karbon Emisyonu Göstergeleri Açısından OECD Ülkelerinin Sınıflandırılması", *Karadeniz Uluslararası Bilimsel Dergi*, 46, 169-187.
- Sel, A. (2021). "Covid 19 Pandemisinde Sağlık Sistemi Gelişmelerinin Etkinliğinin Ölçülmesi: G-20 Üzerine Bir İnceleme", *Kırklareli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10(2), 181-202.
- Sonğur, C. (2016). "Sağlık Göstergelerine Göre Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü Ülkelerinin Kümeleme Analizi", *SGD-Sosyal Güvenlik Dergisi*, 6(1), 197-224.
- Şahin, D. (2017). "Sağlık Göstergeleri Bakımından Türkiye'nin Avrupa Birliği Ülkeleri Arasındaki Yeri: İstatistiksel Bir Analiz ÇAKÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi/ Journal of Institute of Social Sciences, 8(2), 55-77.
- Tekin, B. (2015). "Temel Sağlık Göstergeleri Açısından Türkiye'deki İllerin Gruplandırılması: Bir Kümeleme Analizi Uygulaması", *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 5(2), 389-416.
- Teleş, M., Çakmak, C. ve Konca, M. (2018). "Avrupa Birliği Döngüsündeki Ülkelerin Sağlık Sistemleri Performanslarının Karşılaştırılması", *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 25(3), 811-835.
- Temür, Y. ve Bakırcı, F. (2008). "Türkiye'de Sağlık Kurumlarının Performans Analizi: Bir VZA Uygulaması", *Sosyal Bilimler Dergisi*, X(3), 261-281.
- Weiss, S.M. ve Zhang, T. (2003). "Performance Analysis and Evaluation", *The Handbook of Data Mining*, Editors: Ye, N., Erlbaum, L., Associates Publishers, London, 436-439.
- WHO (2000). "World Health Report", *Healths System: Improving Performance*, WHO Publication, Switzerland-Geneva.

YENİ BİR ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMİ: BULUT ENDEKS-BETA (BE-β)*Mehmet TOP¹, Tefik BULUT²**ÖZET**

Amaç: Çalışmanın temel amacı, Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) problemlerinin çözümü için geliştirilen Bulut Endeks-Beta (BE-β) yöntemini hem teorik hem de uygulamalı olarak tanıtmaktır. Bu kapsamda Bulut Endeks (BE) ile bu yöntemin gelişmiş versiyonu olan BE-β karşılaştırılmıştır.

Yöntem: Yöntemler, Türkiye'deki Temel Eczacılık Ürünlerinin ve Eczacılığa İlişkin Malzemelerin İmalatı sektörünün 2006-2019 dönemi finansal tablo verileri üzerinden test edilmiştir. BE-β versiyonunda işlem adımları hem kısaltılmış hem de sadeleştirilmiştir. Ayrıca her iki yöntemden elde edilen bulgular arasındaki ilişki, Spearman Sıra ve Kendall Tau Korelasyon yöntemleri ile ölçülmüştür.

Bulgular: Spearman sıra ve Kendall Tau korelasyonları sonuçlarına göre BE ve BE-β sıralamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı olmayan negatif bir ilişki vardır. Temel Eczacılık Ürünlerinin ve Eczacılığa İlişkin Malzemelerin İmalatı sektörünün 2006-2019 dönemi değerlendirildiğinde BE yöntemine göre en iyi alternatif, 57,52 BE skoruna sahip 2019 yılıdır. BE-β yönteminde ise en iyi alternatif 68,12 BE-β skoruna sahip 2014 yılıdır. BE yöntemine göre en düşük performansın gösterildiği alternatif 38,96 BE skoruna sahip 2010 yılıdır. Benzer şekilde BE-β yönteminde de en düşük performansın gösterildiği alternatif 30,72 BE-β skoruna sahip 2010 yılıdır.

Özgünlük: ÇKKV problemlerinin çözümüne yönelik dinamik ve kolay uygulanabilir özgün bir endeks ortaya konulmuştur. Ayrıca endekslerle daha alt seviyelerde çıktı üretilebilmesinden dolayı daha zengin iç görü elde edilerek derinlemesine analiz yapılabilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Çok Kriterli Karar Verme, ÇKKV, Bulut Endeksi, BE, Bulut Endeks-Beta, BE-β.

JEL Kodları: C44, C58, C61, G30.

A NEW MULTI-CRITERIA DECISION MAKING METHOD: BULUT INDEX-BETA (BI-β)**ABSTRACT**

Purpose: The main purpose of the study is to introduce Bulut Index-Beta (BI-β) method developed to solve Multi-Criteria Decision Making (MCDM) problems, both theoretically and practically. In this context, Bulut Index (BI) and BI-β, which is the advanced version of this method, were compared.

Methodology: The methods were tested on 2006-2019 period financial statement data of Manufacturing of Basic Pharmaceutical Products and Pharmaceutical Materials sector in Turkey. In BI-β method, implementation steps are both shortened and simplified. In addition, the relationship between the findings obtained from both methods was measured with Spearman Rank and Kendall Tau Correlation methods.

Findings: According to the findings of Spearman Rank and Kendall Tau correlations, there is a statistically insignificant negative correlation between BI and BI-β rankings. When 2006-2019 period of Manufacturing of Basic Pharmaceutical Products and Pharmaceutical Materials sector is evaluated, the best alternative according to BI method is the year 2019 with a BI score of 57,52. In BI-β method, the best alternative is the year 2014 having a BI-β score of 68,12. The alternative with the lowest performance according to BI method is the year 2010 with a BI score of 38,96. Similarly, the alternative with the lowest performance in BI-β method was the year 2010 with a BI-β score of 30,72.

Originality: A dynamic and an easy-to-apply unique index for solution of MCDM problems has been put forward. In addition, since outputs can be produced at sub-levels with the indices, richer insights can be obtained, and thus in-depth analysis can be performed.

Keywords: Multi-Criteria Decision Making, MCDM, Bulut Index, BI, Bulut Index-Beta, BI-β.

JEL Codes: C44, C58, C61, G30.

* Bu çalışmada T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Girişimci Bilgi Sistemi (GBS) verilerinden faydalanılmıştır.

¹ Prof. Dr., Hacettepe Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Sağlık Yönetimi Bölümü, Ankara, Türkiye, mtop@hacettepe.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9162-4238.

² Doktora Öğrencisi, Hacettepe Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Sağlık Yönetimi Bölümü, Ankara, Türkiye, buluttevfik@gmail.com, ORCID: 0000-0002-3668-7436 (Sorumlu Yazar-Corresponding Author).

1. GİRİŞ

Günlük hayatın bir parçası olan karar verme bilişsel bir süreçtir. İnsanların temel ihtiyaçlarını karşılaması veya hayatta kalması için zekâ, bilgeliği ve yaratıcılığın kullanılmasını gerektiren karar verme sürecinin doğru işletilip işletilememesinin olumlu ve olumsuz sonuçları vardır (Alexander, 2012). Kararlar gerek stabil olan gerekse stabil olmayan ortamlarda bireyler ve örgütler tarafından rasyonel veya sezgisel olarak verilmektedir. Karar verme süreci, genel olarak sırasıyla dört hayati adımdan oluşmaktadır: Problemi tanımlama, ihtiyaçları belirleme, hedefleri belirleme ve değerlendirme kriterlerini belirleme (Baker ve diğerleri, 2002). Ancak karar verirken kompleks ve çok kriterli bir karar verme süreci ile genellikle karşı karşıya kalınır. Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV), bu tür problemleri değerlendirmek için uygun bir metodoloji sunar. Problemleri yapılandırmak ve mevcut alternatiflerden en iyi olanın seçimini kolaylaştırmak için bir çerçeve oluşturan ÇKKV süreci ise altı adımdan oluşmaktadır: (1) Yetenekleri hedeflerle ilişkilendiren değerlendirme kriterlerini oluşturma, (2) hedeflere ulaşmak için alternatifleri belirleme, (3) alternatifleri kriterlere göre değerlendirme, (4) normatif bir çok kriterli analiz yöntemi uygulama, (5) en iyi alternatifin belirlenmesi, (6) nihai çözüme ulaşılmadığında optimal çözümün elde edilmesi için sürecin yinelenmesi (Opricovic ve Tzeng, 2004).

Son yıllarda ÇKKV yöntemleri giderek daha popüler hale gelmiştir (Wang ve diğerleri, 2009). ÇKKV, genellikle verinin yönetimi, veri analitiği, görselleştirme ve raporlama araçlarının birbirine entegre edildiği karar destek sistemlerinde kullanılmaktadır (Andriosopoulos ve diğerleri, 2019). Tek kriterli yaklaşımla karşılaştırıldığında, ÇKKV yöntemlerinin ayırt edici avantajı, çoklu kriterler kullanılmasında yatmaktadır (Pohekar ve Ramachandran, 2004). ÇKKV, şemsiye bir kavram olup içerisinde nitel ÇKKV, nicel ÇKKV ve karar kuralları ile ÇKKV yöntemlerini barındırmaktadır (Baltussen ve diğerleri, 2019).

ÇKKV yaklaşımları, çeşitli finansal karar verme problemlerinin çözümünde de yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Finansal kararları etkileyen çeşitli değerlendirme kriterlerinin çok boyutlu doğası finansal, ticari ve ekonomik çevrelerin karmaşıklığı ve belirsizliği, alınan finansal kararların öznel doğası, finansal kararların genel olarak kabul edilen özelliklerinden sadece birkaçını oluşturmaktadır. Sayılan bu özellikler ÇKKV modelleme çerçevesiyle uyum göstermektedir. Finansal dengenin kurulması ve yönetimi, finansal karar vermenin en önemli alanlarından birini oluşturmaktadır (Hallerbach ve Spronk, 2002; Xidonas ve diğerleri, 2009).

Örgütlerin finansal performansını değerlendirmede finansal oranların kullanılması yeni bir olgu değildir (Horrihan, 1968). Finansal karar vermede kullanılan finansal oranlar, örgütlerin bilanço, gelir tablosu ve nakit akış tablolarından elde edilir (Feng ve Wang, 2000; Wang, 2014). Finansal oranları kullanarak firma performansını değerlendirmek, iş analistleri, alacaklılar, yatırımcılar ve finans yöneticileri dahil olmak üzere karar vericiler için süregelen güçlü bir araç olmuştur. Bu finansal oranlar ile finansal tablolarda gözlemlenen salt toplam tutarlar yerine daha anlamlı sonuçların elde edilmesi amaçlanır. Finansal oranlardan oluşan oran analizi, paydaşların bir şirketin mali durumunu analiz etmesine, bir sektördeki şirketler arasında, sektörler arasında veya bir firmanın kendi içinde karşılaştırmalar yapabilmesine olanak tanır. Bu yöntem farklı büyüklükteki firmaların göreceli performansını ortaya koymak için de başvurulmaktadır (Delen ve diğerleri, 2013). Ayrıca finansal oranlar, uzun süredir işletme başarısızlıklarının iyi tahmin edicileri olarak kullanılmaktadır. Bu oranlar ile başarısız olan ve olmayan şirketler arasında başarısızlıktan birkaç yıl önce doğru bir kestirim yapılabilmektedir (Beaver, 1966; Beaver, 1968; Ohlson, 1980; Maricica ve Georgeta, 2012).

Bir finansal performans ölçüm yöntemi olan oran analizi tekniği ve bu yöntemde tanımlı bazı rasyolar son yıllarda birçok finansal karar verme problemlerinin çözümünde ÇKKV yöntemleriyle birlikte başarılı bir şekilde uygulanmıştır. Finansal karar vermede ÇKKV yöntemlerinin kullanıldığı pek çok örnek çalışma bulunmaktadır. Bunlardan ilki Xidonas ve diğerleri (2009) tarafından yapılan çalışmadır. Bu çalışmada finansal analiz temelinde hisse senedi seçimiyle ilgili kararları desteklemek için ÇKKV yöntemlerinden ELECTRE-TRI yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemle firmaların genel kurumsal performansı değerlendirilerek uygun hisse senetlerinin seçilmesi amaçlanmıştır. Doumpos ve Zopounidis (2010) tarafından yapılan bir diğer çalışmada ÇKKV yöntemi olarak PROMETHEE II kullanılarak banka derecelendirmesi yapılmıştır. Gorener ve diğerleri (2013)'nin çalışmasında ise yeni bir banka şubesi için şube seçimi kararı vermek üzere entegre bir model geliştirilmiştir. Değerlendirme kriterlerinin önceliklendirilmesinde Analitik Hiyerarşi Proses (AHP) tekniği, banka şubelerinin lokasyon alternatiflerini sıralamak için ise ÇKKV yöntemlerinden oran analizi (MOORA) yöntemi kullanılmıştır. Finansal oranları karar kriterleri olarak kullanan bir diğer çalışma Delen ve diğerleri (2013) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada finansal oranların firma performansı üzerindeki etkisini değerlendirmek için ÇKKV yöntemlerinden karar ağacı algoritmaları kullanılmıştır. Angilella ve Mazzù (2015) tarafından küçük ve orta ölçekli firmalar üzerinde yapılan bir diğer çalışmada çok kriterli kredi değerlendirme yöntemi olarak ELECTRE-TRI yöntemi kullanılmıştır. Mousavi ve Lin (2020) tarafından yapılan diğer bir çalışmada ise finansal karar vermede ÇKKV yöntemlerinden PROMETHEE

kullanılmıştır. Almeida-Filho ve diğerlerinin (2021) 657 makale üzerinde yaptığı sistematik literatür tarama çalışmasında ÇKKV modellerinin en çok kullanıldığı finansal alanlar sırasıyla şöyledir: Portföy optimizasyonu, şirket performansı, bankacılık, kredi riski/iflas, bütçeleme ve finansal planlama, yatırım değerlendirme, enerji finansmanı, sosyal sorumluluk yatırımları, diğer risk yönetimi, varlık değerlendirme, ülke riski, şirket birleşmeleri. Aynı çalışmada kriter sentezine dayalı çalışmalarda en çok kullanılan ÇKKV yöntemleri ise şöyledir: AHP, TOPSIS, VIKOR, ANP, DEMATEL, UTADIS, COPRAS, katkı modeli, MACBETH, SAW, MAUT. Bu çalışmada sentezleyici bir tercih ilişki sistemine dayalı yöntemler ise şöyledir: PROMETHEE, ELECTRE. Söz konusu çalışmada diğer ÇKKV yöntemleri ise hibrid bulanık sistemler, Veri Zarflama Analizi (VZA), hibrid GRA ve DELPHI'dir.

Finansal karar vermede çok kriterli karar verme yöntemlerinin kullanıldığı diğer çalışmalar da mevcuttur (Feng ve Wang, 2000; Doumpou ve diğerleri, 2002; Spathis ve diğerleri, 2002; Wang, 2009; Wu ve diğerleri, 2009; Bülbül ve Köse, 2011; Uygurtürk ve Korkmaz, 2012; Lee ve Lin, 2013; Ferreira ve diğerleri, 2014; Pătări ve diğerleri, 2018; Güney ve diğerleri, 2020; Locurcio ve diğerleri, 2021; Baydaş ve Elma, 2021).

Bu çalışmanın odağındaki ÇKKV yöntemi, finansal karar vermede kullanılan Bulut Endeksi (BE)'dir. BE, ilk kez Bulut (2017) tarafından kullanılmıştır. Çalışmada Türkiye'deki organize sanayi bölgelerinin finansal tablo verileri üzerinden Bulut Endeksi (BE) test edilmiştir. Çalışma kapsamında üretime geçmiş 500 hektar ve üzerindeki 23 organize sanayi bölgesinin 2012 yılına ait bilanço ve gelir tablo verileri BE yöntemiyle analiz edilmiştir. BE'de oran analizi yönteminde kullanılan likidite, finansal yapı, verimlilik ve kârlılık olmak üzere toplam 24 finansal oran, karar kriterleri, organize sanayi bölgeleri tüzel kişilikleri ise alternatifler olarak belirlenmiştir.

Yayınlanmasından sonra BE yöntemi çeşitli çalışmalarda kullanılmıştır. Bu çalışmalardan ilki, Kıran (2018) tarafından Türkiye'deki hastanelerin finansal performans analizine yönelik çalışmasıdır. Bu çalışma, Sağlık Bakanlığına bağlı ikinci ve üçüncü basamak toplam 502 sağlık kuruluşunun finansal tablo verileri üzerinden yapılmıştır. Sağlık kuruluşlarının 47'si eğitim ve araştırma hastanesi, 17'si üniversite hastanesi, 438'i ise ikinci basamak sağlık kuruluşudur. Bu çalışmada BE, Sağlık Bakanlığında kullanılması yönünde önerilmiştir. Çalışmada kârlılık, verimlilik, likidite ve büyüme oranları ile bütçe gerçekleştirme oranlarından oluşan 21 oran, karar kriterlerini, sağlık kuruluşları ise alternatifleri oluşturmaktadır. Bu çalışma, BE yönteminin 1. ve 2. seviye analiz düzeyleri kullanılarak yapılmıştır.

BE yöntemini kullanan bir diğer çalışma, Güden (2021) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada Metal Eşya Endeksine (XMESY) kayıtlı 30 şirketin 5 yıllık (2015-2019) finansal tablo verileri kullanılarak BE yöntemiyle finansal performansı analiz edilmiştir. Çalışmada firmalar alternatifleri, oran analizinde kullanılan 16 rasyo ise karar kriterlerini oluşturmaktadır. Bu çalışma, BE yönteminin 1, 2 ve 3. seviyelerinde yapılan bir çalışma olması nedeniyle önem taşımaktadır.

Çalışma kapsamında BE ile çok kriterli karar verme problemlerinin çözüme yönelik önerilen Bulut Endeks-Beta (BE-β) yöntemlerinin karşılaştırmalı uygulamalarını göstermek adına Türkiye'deki Temel Eczacılık Ürünlerinin ve Eczacılığa İlişkin Malzemelerin İmalatı sektörünün 2006-2019 dönemi finansal tablo verileri kullanılmıştır. Bu amaçla ilk olarak metodoloji bölümünde BE ile önerilen BE-β yöntemlerinin teorik çerçevesi sunulmuş, ardından yöntemlerin ortaklık ve farklılık gösteren özellikleri verilmiştir. Bulgular bölümünde ise BE ve BE-Beta yöntemlerinden elde edilen sonuçlar verildikten sonra her iki yöntemden elde edilen sıralamalar arasındaki ilişki Spearman sıra ve Kendall Tau korelasyonları ile test edilmiştir. Tartışma ve sonuç kısmında ise bu yöntemlerin kullanım alanlarına ve çalışmanın kısıtlarına yer verilmiştir.

Bu çalışmayla ÇKKV problemlerinin çözümüne yönelik dinamik ve daha kolay uygulanabilir özgün bir endeks ortaya konulması, bir bütün olarak karar vericilere alt analiz seviyelerinde de yöntemlerle çıktı üretebilme potansiyeli gösterilerek hem bütüncül hem de derinlemesine analiz yapılması amaçlanmıştır. Bahsedilen bu yönleriyle hem mevcut yöntemle hem de önerilen yöntemle bireysel ve örgütsel kararların daha verimli bir şekilde alınmasına katkı sunulması beklenilmektedir.

2. METODOLOJİ

Çalışmanın odağı, BE ile önerilen BE-β yöntemlerini seviye 1 açısından karşılaştırmaktır. Yöntemlerin karşılaştırılmasında kullanılan veri seti Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Girişimci Bilgi Sistemi'nden (GBS) alınmıştır (STB, 2021b). GBS'de firmaların ekonomik faaliyetleri, Avrupa Topluluğu'nda Ekonomik Faaliyetlerin İstatistikî Sınıflaması olan NACE Rev.2'ye göre sınıflandırılmıştır (STB, 2021a). Veri setinde imalat ana sektörü altında NACE kodu 21 olan Temel Eczacılık Ürünlerinin ve Eczacılığa İlişkin Malzemelerin İmalatı sektöründe yer alan firmaların finansal tablo verileri bulunmaktadır. Araştırmada kullanılan finansal tablolar, sektör bilanço ve gelir tablolarından oluşmaktadır. Temel Eczacılık Ürünlerinin ve Eczacılığa İlişkin Malzemelerin İmalatı sektöründe yıllara göre bilanço ve gelir tablosu veren firmaların sayısı Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Yıllara göre firmaların sayısı

Yıl	Firma Sayısı	İthalat (\$)	İhracat (\$)	Çalışan Sayısı	Firma Başına Çalışan Sayısı
2006	342	1.975.564.505	230.387.591	26.904	78,67
2007	343	2.011.306.718	281.545.719	29.820	86,94
2008	336	2.326.600.915	387.200.259	29.986	89,24
2009	320	2.090.532.160	390.923.579	31.568	98,65
2010	327	2.288.998.793	436.000.761	32.019	97,92
2011	375	2.534.196.689	522.839.658	31.591	84,24
2012	408	2.544.290.825	567.384.718	31.889	78,16
2013	493	1.676.048.704	546.739.155	31.816	64,54
2014	415	1.731.721.653	601.931.292	31.488	75,87
2015	513	2.019.383.400	699.899.774	32.912	64,16
2016	496	1.737.565.798	648.634.102	33.798	68,14
2017	465	2.191.248.399	592.781.554	37.315	80,25
2018	523	2.462.087.488	646.216.582	39.079	74,72
2019	543	2.553.811.715	718.768.697	39.740	73,19
Ortalama	421,36	2.166.753.327	541.605.065	32.852	79,62

Kaynak: STB (2021b)

Analiz aşamasında Microsoft Excel 2016 (Microsoft Corporation, 2018) ve istatistiksel analiz yazılımı SPSS'in (Statistical Package for the Social Sciences) 23. versiyonu (IBM Corp., 2015) kullanılmıştır. Analizde kullanılan kriterler ve ideal değerler Tablo 2'de verilmiştir. Tablo 2'deki kriterlerin ideal değerleri, Temel Eczacılık Ürünlerinin ve Eczacılığa İlişkin Malzemelerin İmalatı sektörünün 14 yıllık finansal rasyo analiz oranlarının ortalamalarından oluşmaktadır. Yöntemlerin uygulama aşamasında kriter ideal değerleri olarak bu ortalamalar kullanılmıştır. Diğer önemli bir konu, her iki yöntemde de kriterler ağırlıklandırılmamıştır. Finansal karar vermede rasyo analiz oranlarının kullanıldığı bazı çalışmalarda kriterlerin ağırlıklandırılmadığı veya kriterlere eşit ağırlık düzeyi tahsis edildiği görülmektedir (Wanke ve diğerleri, 2016; Kıran, 2018:83; Güden, 2021:90-91).

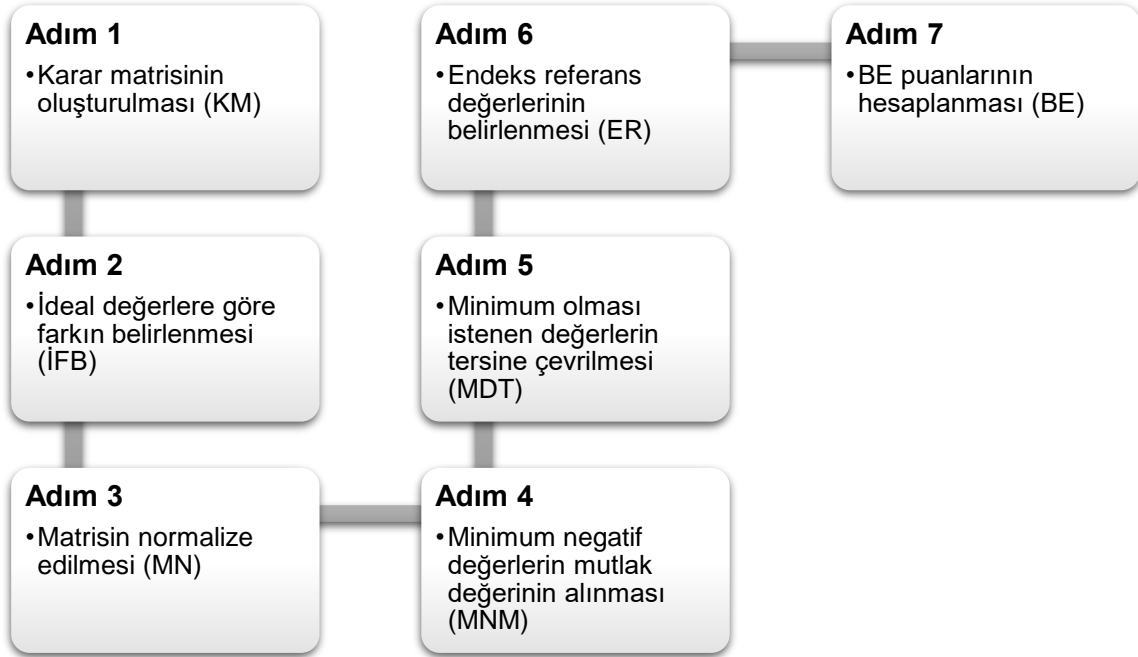
ÇKKV yöntemlerinden elde edilen sıralamaların istatistiksel olarak birbirlerinden farklı olup olmadığını ortaya koymak için parametrik olmayan Spearman sıra ve Kendall Tau korelasyonları kullanıldığı görülmektedir (Sedgwick, 2014; Ceballos ve diğerleri, 2016; Ishizaka ve Siraj, 2018; Baydaş ve Elma, 2021; Shekhovtsov, 2021; Paradowski ve diğerleri, 2021). Bu çalışmada da BE ve BE-β yöntemlerinin sıralamalarının istatistiksel olarak birbirinden farklı olup olmadığını ortaya koymak için Spearman sıra ve Kendall Tau korelasyonları kullanılmıştır.

Tablo 2. Analizde kullanılan kriterler

Kriterler	Kod	Formül	Kriterin Yönü	İdeal Değerler
Cari Oran	C ₁	Dönen Varlıklar / Kısa Vadeli Yabancı Kaynaklar	Maksimum	2,13
Asit-Test Oranı	C ₂	(Dönen Varlıklar-Stoklar) / Kısa Vadeli Yabancı Kaynaklar	Maksimum	1,53
Finansal Kaldıraç Oranı	C ₃	Toplam Yabancı Kaynak / Toplam Kaynak	Minimum	0,49
Yabancı Kaynakların Öz Kaynaklara Oranı	C ₄	Toplam Yabancı Kaynak / Öz Kaynak	Minimum	0,96
Kısa Vadeli Yabancı Kaynakların Kaynak Toplamına Oranı	C ₅	Kısa Vadeli Yabancı Kaynaklar / Toplam Kaynak	Minimum	0,30
Uzun Vadeli Yabancı Kaynakların Kaynak Toplamına Oranı	C ₆	Uzun Vadeli Yabancı Kaynaklar / Toplam Kaynak	Minimum	0,36
Duran Varlıkların Yabancı Kaynağa Oranı	C ₇	Duran Varlıklar / Toplam Yabancı Kaynak	Minimum	0,74
Duran Varlıkların Devamlı Sermayeye Oranı	C ₈	Duran Varlıklar / Devamlı Sermaye	Minimum	0,51
Stok Devir Hızı	C ₉	Satışların Maliyeti / Ortalama Stoklar	Maksimum	3,05
Net Çalışma Sermayesi Devir Hızı	C ₁₀	Net Satışlar / Net İşletme Sermayesi	Maksimum	2,70
Öz Kaynak Devir Hızı	C ₁₁	Net Satışlar / Öz Kaynaklar	Maksimum	1,78
Aktif Devir Hızı	C ₁₂	Net Satışlar / Toplam Aktifler	Maksimum	0,91
İş Hacmi Rantabilitesi	C ₁₃	Faaliyet Karı / Net Satışlar	Maksimum	0,09
Brüt Kar Marjı Oranı	C ₁₄	Brüt Satış Karı / Net Satışlar	Maksimum	0,40
İhracatın İthalatı Karşılama Oranı	C ₁₅	İhracat / İthalat	Maksimum	0,25

2.1. Bulut Endeks (BE) Yöntemi

BE uygulama adımları 7 adımda tamamlanmaktadır. Şekil 1'de BE uygulama adımlarını gösterir akış diyagramı verilmiştir (Bulut, 2017). Ardından ise uygulama adımları sırasıyla açıklanmıştır.



Şekil 1. BE akış diyagramı

Adım 1. Karar matrisinin oluşturulması (KM): Eşitlik 1'de oluşturulan karar matrisi (X_{ij}) $c \times r$ boyutlu bir matris olup bu matrisin satırlarında kriterlere, sütunlarında ise faktörlere, diğer bir ifadeyle alternatiflere yer

verilmiştir. Karar matrisinde kriterlerin değerlerinde eksik veri varsa bu durumda veri setinin yapısı dikkate alınarak eksik gözlemlere atama yapılabilir. Bu durumda istatistiksel yöntemler ve makine öğrenme yöntemleri kullanılabilir (Schafer ve Olsen, 1998; Lakshminarayan ve diğerleri, 1999; Schafer ve Kam, 2001; Sinharay ve diğerleri, 2001; Graham, 2009; Dong ve Peng, 2013; Kang, 2013; Rahman ve Islam, 2013; Silva-Ramírez ve diğerleri, 2015; Guo ve diğerleri, 2019; Carpenter ve Smuk, 2021).

$$X_{ij} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1r} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2r} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{c1} & x_{c2} & \dots & x_{cr} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Adım 2. İdeal değerlere göre farkın belirlenmesi (IFB): Bu aşamada, karar matrisi oluşturulduktan sonra kriter değerlerinin referans değerlerden farkı hesaplanır. Farkın bulunması, matrisin satırlarında yer alan kriter değerlerine ait Tablo 2'de gösterilen ideal değerlerden farkının hesaplanması esasına dayanmaktadır. Burada farkın belirlenmesinde kriterin yönünün maksimum olması istenmesi durumunda Eşitlik 2, kriterin yönünün minimum olması istenmesi durumunda ise Eşitlik 3 kullanılarak F_{ij} matrisi oluşturulur. Ortaya çıkan yeni matris Eşitlik 4'teki matristir. Eşitlik 2 ve 3'te kullanılan X_{ij} ifadesi kriter değerlerini, \bar{X}_j ifadesi ise kriter değerlerinin ortalamasını göstermektedir. Bu çalışma özelinde ideal değerler olarak kriter değerlerinin ortalamaları alınmıştır. Ancak kritere ilişkin literatürde ideal bir değer varsa bu değer de ideal değer olarak alınabilir. Bu durumda \bar{X}_j ifadesi X_j ifadesine dönüşür.

$$X_{ij} - \bar{X}_j \quad (2)$$

$$\bar{X}_j - X_{ij} \quad (3)$$

$$F_{ij} = \begin{bmatrix} f_{11} & f_{12} & \dots & f_{1r} \\ f_{21} & f_{22} & \dots & f_{2r} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ f_{c1} & f_{c2} & \dots & f_{cr} \end{bmatrix} \quad (4)$$

Adım 3. Matrisin normalize edilmesi (MN): Bu aşamada, matrisin satırlarında yer alan her bir F_{ij} değeri ($f_{11}, f_{12}, f_{13}, \dots, f_{1r}$), ait olduğu satırların ortalamasından (\bar{F}_j) farkı hesaplanır. Elde edilen değerler, her bir fark değerinin karesi alınarak toplandıktan sonra bu toplamlarının kareköküne bölünür. Bu işlemle birlikte normalizasyon işlemi yapılmış olur. Normalizasyon değerinin hesaplanması Eşitlik 5'te, normalizasyon işlemi sonucunda ortaya çıkan matris Eşitlik (6)'da gösterilmiştir.

$$S_{ij} = \frac{F_{ij} - \bar{F}_j}{\sqrt{\sum_{i=1}^k (F_{ij} - \bar{F}_j)^2}} \quad (i = 1, \dots, k \text{ ve } j = 1, \dots, n) \quad (5)$$

Eşitlik 5'teki işlemten sonra normalize edilmiş değerler matrisi oluşturulur (Eşitlik 6).

$$S_{ij} = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \dots & s_{1r} \\ s_{21} & s_{22} & \dots & s_{2r} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ s_{c1} & s_{c2} & \dots & s_{cr} \end{bmatrix} \quad (6)$$

Adım 4. Minimum negatif değerlerin mutlak değerinin alınması (MNM): Her bir satırda yer alan kriter değerleri içindeki minimum değerler, Eşitlik 7 ve 8 yardımıyla hesaplanır. Bulunan minimum değerlerin mutlak değeri Eşitlik 9 ile alındıktan sonra ortaya çıkan pozitif değer her bir satırda yer alan kriter değerlerinin her birine ilave edilerek Eşitlik 10'daki matris elde edilir. Her bir satıra ait elde edilen x_j^+ değeri her bir satırdaki s_{ij} değerleriyle toplanarak p_{ij} değerleri elde edilir. Bu işlemle birlikte her satırdaki kriter değerleri içinde en küçük negatif değer sıfıra, diğer bütün negatif değerler ise pozitif dönüşmüş olur. Bu işlemle, sonraki aşamalarda kriter değerlerinin sıfır ve üzerinde olması, endeks değerlerinin eksiden kurtarılması ve pozitif yönlü olması sağlanır.

$$X_j^- = \{\min_i s_{ij}\} \quad (7)$$

olmak üzere;

$$X_j^- = \{s_{11}^-, s_{12}^-, s_{13}^-, \dots, s_{1n}^-\} \quad (8)$$

her bir satıra ait minimum değerlerdir.

$$X_j^+ = \{|s_{11}^-, s_{12}^-, s_{13}^-, \dots, s_{1n}^-|\} \quad (9)$$

$$P_{ij} = \begin{bmatrix} s_{11} + x^+ & s_{12} + x^+ & \dots & s_{1r} + x^+ \\ s_{21} + x^+ & s_{22} + x^+ & \dots & s_{2r} + x^+ \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ s_{c1} + x^+ & s_{c2} + x^+ & \dots & s_{cr} + x^+ \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & \dots & p_{1r} \\ p_{21} & p_{22} & \dots & p_{2r} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ p_{c1} & p_{c2} & \dots & p_{cr} \end{bmatrix} \quad (10)$$

Adım 5. Minimum olması istenen değerlerin tersine çevrilmesi (MDT): Bazı kriter ideal değerlerinin literatürde düşük olmasının istenmesinden dolayı bu kriterlerin olduğu satırlardaki kriter değerleri aynı satır içerisinde ters eşleştirmesi yapılır. Diğer bir deyişle, düşük olan değer yüksek, yüksek olan değer ise düşük olur. Eşitlik 11 ile düşük olması istenen kriter değerleri genel olarak büyükten küçüğe doğru, yüksek olanlar ise küçükten büyüğe doğru sıralanarak mutlak eşleştirme sağlanır. Örnek vermek gerekirse; mevcut durumda alternatifler/faktörler K kriteri açısından değerlendirilip Eşitlik 11 uygulandığında yeni durumda Tablo 3'teki gibi kriter değerleri elde edilmiş olur.

Tablo 3. Örnek uygulama

	Mevcut Durum				Yeni Durum			
Kriter	A1	A2	A3	A4	A1	A2	A3	A4
K	1	2	3	4	4	3	2	1

$$\min_i p_{ij} \Leftrightarrow \max_i p_{ij} \quad (11)$$

Bu aşamada karar kriterleri, ağırlıklandırılacaksa mutlak eşleştirme sağlandıktan sonra p_{ij} değerleri ağırlık katsayıları (k_{ij}) ile çarpılarak Eşitlik 12'deki ağırlıklandırılmış karar matrisi elde edilir. Burada k_{ij} toplamları 1'e eşit olması gerekir. Yani, $\sum_{i=1}^n k_{ij} = 1$ 'dir.

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} k_1 x p_{11} & k_1 x p_{12} & \dots & k_1 x p_{1r} \\ k_2 x p_{21} & k_2 x p_{22} & \dots & k_2 x p_{2r} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ k_n x p_{c1} & k_n x p_{c2} & \dots & k_n x p_{cr} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1r} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2r} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{c1} & a_{c2} & \dots & a_{cr} \end{bmatrix} \quad (12)$$

Adım 6. Endeks referans değerlerinin belirlenmesi (ER): Her bir satırda yer alan kriter değerlerinden maksimum olanı, o satırdaki kriterin endeks referans değeri (R_d) olarak belirlenir. Bu işlem Eşitlik 13 ve 14 yardımıyla yapılmaktadır.

$$R_d = \{\max_i p_{ij}\} \quad (13)$$

$$R_d = \{p_{11}, p_{12}, p_{13}, \dots, p_{1n}\} \text{ her bir satıra ait maksimum değerlerdir.} \quad (14)$$

Adım 7. BE puanlarının hesaplanması (BE): Her bir satırda yer alan kriter değerlerinden maksimum olanı endeks referans değeri olarak belirlendikten sonra söz konusu endeks referans değerleri toplanarak genel endeks puanı bulunur. Beşinci adımın sonunda, her bir faktörün her bir satırda yer alan kriter değerleri toplanarak o alternatifin toplam puanı hesaplanır. Her bir alternatifin toplam puanı genel endeks puanına oranlanıp 100 ile çarpılması sonucu her bir alternatifin endeks puanı hesaplanmış olur. Burada, Eşitlik 15 endeks referans değerlerinin toplamından oluşan genel endeks puanını (\hat{I}), Eşitlik 16 alternatiflerin kriter değerlerinin toplamından oluşan alternatifin toplam puanını (O), Eşitlik 17 ise alternatif toplam puanının endeks referans değerlerinin toplamına bölünerek 100 ile çarpılması sonucu elde edilen "Bulut Endeksi (BE)" puanını göstermektedir. Burada, "Bulut" ismi, endeksi geliştiren kişinin adından gelmektedir. Elde edilen bu puanlar Seviye 1 BE puanlarını göstermekte olup araştırmacının amacına ve tasarıma bağlı olarak seviye 2 ve seviye 3'te de analiz yapılabilir.

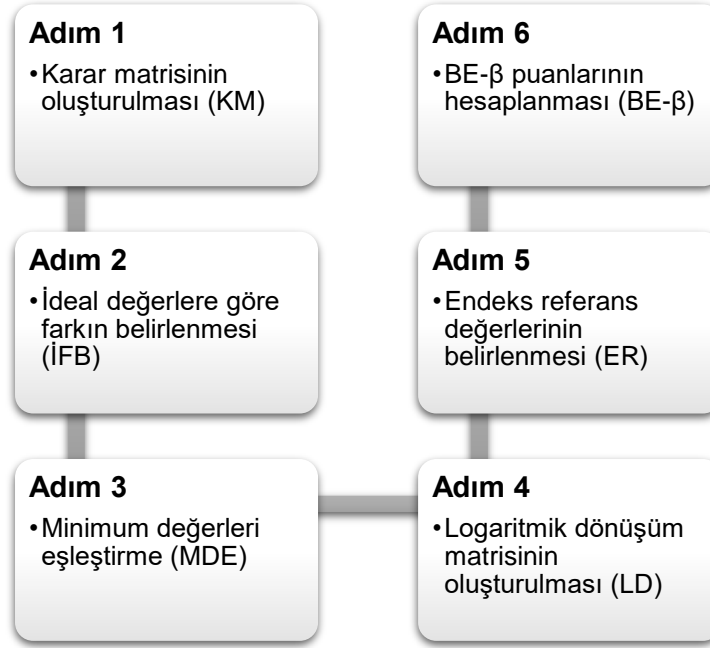
$$\hat{I} = \sum R_{di} \quad (15)$$

$$O = \sum_{i=1}^n P_{ij} \quad (16)$$

$$BE = \frac{O}{\hat{I}} \times 100 \quad (17)$$

2.2. Önerilen BE-β Yöntemi

BE-β uygulama adımları 6 adımda tamamlanmaktadır. Şekil 2'de BE-β uygulama adımlarını gösterir akış diyagramı Şekil 2'de verilmiştir. Ardından ise BE-β uygulama adımları açıklanmıştır.



Şekil 2. BE-β akış diyagramı

Adım 1. Karar matrisinin oluşturulması (KM): Eşitlik 18'de oluşturulan karar matrisi $c \times r$ boyutlu bir matris olup bu matrisin satırlarında kriterlere, sütunlarında ise faktörlere, diğer bir ifadeyle alternatiflere yer verilmiştir. Eşitlik 18'de, $i = 1, \dots, c; j = 1, \dots, r$ ve $X_{ij} \in \mathfrak{R}$. BE yönteminde olduğu gibi karar matrisinde kriterlerin değerlerinde eksik veri varsa bu durumda veri setinin yapısı dikkate alınarak eksik gözlemlere atama yapılabilir. Bu amaçla istatistiksel yöntemler ve makine öğrenme yöntemleri kullanılabilir (Schafer ve Olsen, 1998; Lakshminarayan ve diğerleri, 1999; Collins ve diğerleri, 2001; Sinharay ve diğerleri, 2001; Graham, 2009; Dong ve Peng, 2013; Kang, 2013; Rahman ve Islam, 2013; Silva-Ramírez ve diğerleri, 2015; Guo ve diğerleri, 2019; Carpenter ve Smuk, 2021).

$$X_{ij} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1r} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2r} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{c1} & x_{c2} & \dots & x_{cr} \end{bmatrix} \quad (18)$$

Adım 2. İdeal değerlere göre farkın belirlenmesi (İFB): Birinci adımda karar matrisi oluşturulduktan sonra her bir kriterin değer kümesindeki kriter değerlerinin ideal değerlerden farkının mutlak değeri hesaplanır. Bu adımda, karar matrisi oluşturulduktan sonra, karar kriterlerine ait ideal değerler belirlenir. Sürekli, kesikli olabilen ideal değerlere ilişkin olarak literatürde karar kriteri için belirlenmiş olan bir değer varsa literatürdeki değer kullanılabilir. Eğer yoksa ortalamalar, maksimum ve minimum değerler araştırmanın amacına ve tasarımına bağlı olarak ideal değer olarak alınabilir. Eşitlik 19'da L_j , literatürde her bir kriterle ilişkin ideal değer kümesini göstermektedir.

$$L_j = \{l_1, l_2, l_3, \dots, l_n\} \quad (19)$$

Literatürdeki ideal değerlerin kriter değer kümesiyle olan ilişkisini gösteren matris Eşitlik 20'de verilmiştir.

$$L_{ij} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1r} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2r} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{c1} & x_{c2} & \dots & x_{cr} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} l_1 \\ l_2 \\ \dots \\ l_c \end{bmatrix} \quad (20)$$

Literatürde kriterle ait ideal bir değer yoksa ideal değeri olmayan her bir kriter için kriter değerleri kümesinin aritmetik ortalaması hesaplanabilir. Eşitlik 21'de, \bar{X}_j , her bir kriterle ilişkin ideal değer kümesini göstermektedir.

$$\bar{X}_j = \{\bar{x}_1, \bar{x}_2, \bar{x}_3, \dots, \bar{x}_n\} \quad (21)$$

Aritmetik ortalama hesaplanarak belirlenen ideal değerlerin kriter değer kümesiyle olan ilişkisini gösteren matris Eşitlik 22'de gösterilmiştir.

$$X_{ij} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1r} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2r} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{c1} & x_{c2} & \dots & x_{cr} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \bar{x}_1 \\ \bar{x}_2 \\ \dots \\ \bar{x}_c \end{bmatrix} \quad (22)$$

İdeal değerden farkın hesaplanması, matrisin satırlarında yer alan her bir kriter değer kümesine ait değerlerden her bir kriterin ideal değerinin çıkarılması esasına dayanmaktadır. Bu işlem, Eşitlik 23 yardımıyla hesaplanmaktadır. Bu işlemle birlikte, sonraki aşamalarda kriter değerlerinin sıfır ve üzerinde olması sağlanarak endeks değerlerinin pozitif yönlü olması ve değerlendirilmesi sağlanır.

$$F_{ij} = \begin{cases} |x_{ij} - \bar{x}_j| \\ |x_{ij} - l_j| \end{cases} \quad (23)$$

Eşitlik 23'ün uygulanmasından sonra elde edilen yeni matris Eşitlik 24'teki matristir. Bu işlem, her bir kriterin ideal değeri dikkate alınarak her bir kriterin değer kümesindeki her bir elemanın ideal değerlere göre ne kadarlık bir sapma oluşturduğunu ortaya koymak amacıyla yapılmaktadır.

$$F_{ij} = \begin{bmatrix} f_{11} & f_{12} & \dots & f_{1r} \\ f_{21} & f_{22} & \dots & f_{2r} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ f_{c1} & f_{c2} & \dots & f_{cr} \end{bmatrix} \quad (24)$$

Adım 3. Minimum değerleri eşleştirme (MDE): F_{ij} matrisinde kriter yönü maksimum olan kriterlerin değerleri Eşitlik 27'deki M_{ij} matrisinde korunur. Ancak kriterin negatif yönlü ve kriter değerinin minimum olması isteniyorsa kriterlere ait ideal değerlerin literatürde veya konu alanında minimum olması istenirse kriterlerin olduğu satırlardaki değerlerin mutlak değeri hesaplanır. Daha sonra, her bir kriter kümesi içinden maksimum kriter değeri belirlenir ve bulunan bu değer, mutlak değeri alınan kriter değer kümesi elemanlarının her birinden farkı alınarak elde edilen sonucun tekrar mutlak değeri hesaplanır. Bahsedilen bu işlemlerde Eşitlik 25 ve 26, Eşitlik 27'deki matriste işleme alınarak M_{ij} matrisi elde edilir.

$$Y_j^- = \{ \max_i f_{ij} \} \quad (25)$$

olmak üzere,

$$Y_j^- = \{ f_1^-, f_2^-, f_3^-, \dots, f_r^- \} \quad (26)$$

her bir satırdaki karar kriterlerine ait maksimum değerler kümesidir.

$$M_{ij} = \begin{bmatrix} y_1 - f_{11} & y_1 - f_{12} & \dots & y_1 - f_{1r} \\ y_2 - f_{21} & y_2 - f_{22} & \dots & y_2 - f_{2r} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ y_c - f_{c1} & y_c - f_{c2} & \dots & y_c - f_{cr} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} m_{11} & m_{12} & \dots & m_{1r} \\ m_{21} & m_{22} & \dots & m_{2r} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ m_{c1} & m_{c2} & \dots & m_{cr} \end{bmatrix} \quad (27)$$

Adım 4. Logaritmik dönüşüm matrisinin oluşturulması (LD): Bu adımda, M_{ij} matrisinin satırlarında yer alan her bir kriterin değer kümesindeki elemanların her biri +1 tamsayı değeri ile toplanır. Bu işlem yapıldıktan sonra, matrisinin satırlarında yer alan her bir kriter değer kümesindeki elemanların her birinin doğal logaritma (\ln)'sı hesaplanarak Q_{ij} matrisi elde edilir. Burada, $\ln(x) = \log(x)$ olmak üzere, $\ln(0) = \text{Tanımsız}$ ve $\ln(1) = 0$ olduğu için M_{ij} matris değerlerine +1 tamsayı değeri ilave edilmiştir. Bu sayede işleme alınan kriter değerlerinin doğal logaritması hesaplanarak elde edilen Q_{ij} matris değerlerinin 0'ın üzerinde değerlendirilmesi sağlanmıştır. Bahsedilen bu işlemlere Eşitlik 28 uygulanarak Eşitlik 29'daki matris elde edilmiştir.

$$Q_{ij} = \ln(m_{ij} + 1) \quad (28)$$

$$M_{ij} = \begin{bmatrix} \ln(m_{11} + 1) & \ln(m_{12} + 1) & \dots & \ln(m_{1r} + 1) \\ \ln(m_{21} + 1) & \ln(m_{22} + 1) & \dots & \ln(m_{2r} + 1) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \ln(m_{c1} + 1) & \ln(m_{c2} + 1) & \dots & \ln(m_{cr} + 1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} q_{11} & q_{12} & \dots & q_{1r} \\ q_{21} & q_{22} & \dots & q_{2r} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ q_{c1} & q_{c2} & \dots & q_{cr} \end{bmatrix} \quad (29)$$

Bu aşamada, doğal logaritmayla dönüştürülmüş Q_{ij} matrisi elde edildikten sonra, karar kriterleri ağırlıklandırılacaksa belirlenmiş ağırlık katsayıları (w_{ij}) ile çarpılarak Eşitlik 30'daki ağırlıklandırılmış karar matrisi (A_{ij}) elde edilir. W , ağırlık katsayısı olarak belirlenmiştir. $W \in \mathfrak{R}$ ve $\sum_{i=1}^n w_i = 1$. Burada, $W = \{w_1, w_2, w_3, \dots, w_n\}$ kriterlerin ağırlık katsayıları kümesini göstermektedir.

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} w_1 x q_{11} & w_1 x q_{12} & \dots & w_1 x q_{1r} \\ w_2 x q_{21} & w_2 x q_{22} & \dots & w_2 x q_{2r} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_n x q_{c1} & w_n x q_{c2} & \dots & w_n x q_{cr} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1r} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2r} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{c1} & a_{c2} & \dots & a_{cr} \end{bmatrix} \quad (30)$$

Adım 5. Endeks referans değerlerinin belirlenmesi (ER): Her bir kriter değer kümesi içinde yer alan değerlerden maksimum olanı, o kritere ait endeks referans değeri (R_r) olarak belirlenir. Bu işlem Eşitlik 31 ve 32 yardımıyla hesaplanır.

$$R_r = \{ \max_i a_{ij} \} \quad (31)$$

olmak üzere,

$$R_{ri} = \{ a_{11}, a_{12}, a_{13}, \dots, a_{1n} \} \quad (32)$$

matrisin satırlarında yer alan kriterlere ait maksimum değerler kümesini göstermektedir.

Bu durumda, karar kriter sayısı kadar endeks referans değeri elde edilmiş olur. Kriter sayısı C_n olmak üzere, $C_n \times 1$ boyutunda endeks referans değerleri matrisi ortaya çıkar. Elde edilen bu matriste, her bir kritere ait maksimum değerler yer alır. $A_{ci} = \{ a_{11}, a_{12}, a_{13}, \dots, a_{cr} \}$ matrisin sütunlarında yer alan alternatiflere ait kriter değerleri kümesindeki elemanları göstermektedir.

Adım 6. BE- β puanlarının hesaplanması (BE- β): Adım 5'te matrisin her bir satırındaki kriter değerleri kümesi içinde maksimum olan kriter değeri endeks referans değeri olarak belirlendikten sonra, bu adımda her bir kritere ait endeks referans değerleri toplanarak endeks referans skoru (b_{ri}) hesaplanır.

Ağırlıklandırılmış karar matrisinin oluşturulduğu 5. adımın sonunda, her bir alternatifin kriter değerleri toplanarak her bir alternatifin sınıf içi skoru (t_{ci}) hesaplanır. Burada, sınıf içi skorun hesaplanması, endeks referans skorunun belirlenmesi işleminden bağımsız olarak yapılır.

Burada, Eşitlik 33, endeks referans skoru (b_{ri})'nu, Eşitlik 34, her bir alternatifin sınıf içi skoru (t_{ci})'nu göstermektedir. Eşitlik 35 ise Bulut Endeks-Beta ($BE - \beta$) skorunu göstermektedir. Elde edilen bu skorlar alternatiflerin seviye 1 $BE - \beta$ skorlarını göstermektedir. Araştırmanın amacına ve tasarıma bağlı olarak BE yönteminde olduğu gibi seviye 2 ve seviye 3'te de analiz yapılabilir.

$$b_{ri} = \sum_{i=1}^n R_{ri} \quad (33)$$

$$t_{ci} = \sum_{i=1}^n A_{ci} \quad (34)$$

$0 \leq BE - \beta \leq 100$ olmak üzere;

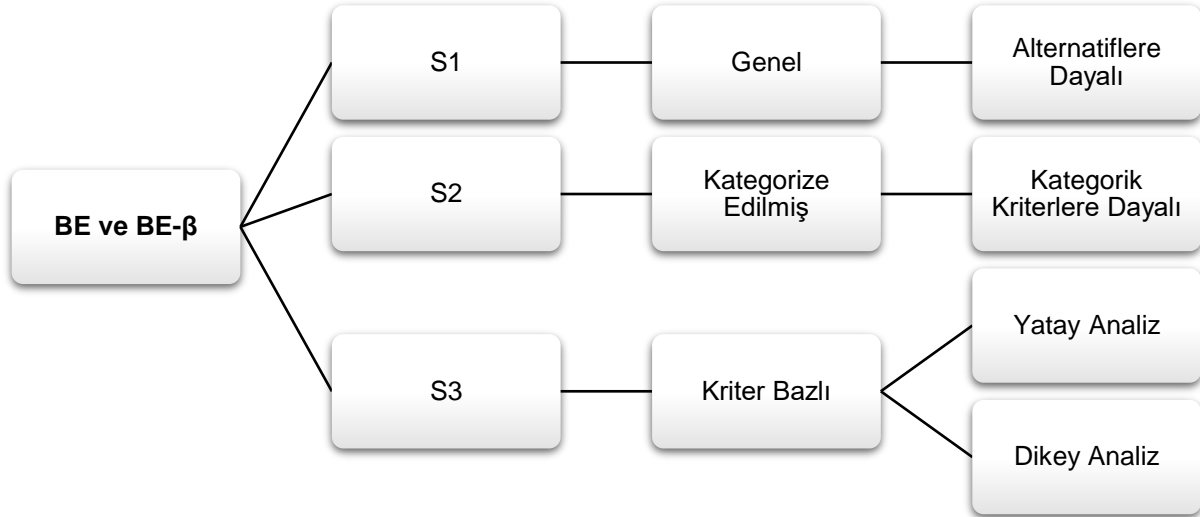
$$BE - \beta = \frac{t_{ci}}{b_{ri}} \times 100 \quad (35)$$

her bir alternatifin $BE - \beta$ puanını göstermektedir.

2.3. Yöntemlerin Ortak ve Farklılık Gösteren Özellikleri

Geliştirilen endeksler, şu ana kadar finansal karar verme problemlerinin çözümünde kullanılsa da diğer ÇKKV problemlerinin çözümünde de sektör ayrımı olmaksızın rahatlıkla kullanılabilir.

Araştırmanın tasarımına ve amacına bağlı olarak BE ve BE- β yöntemlerinde analiz seviyeleri değişiklik gösterebilmektedir. Endeksler, eş zamanlı olarak farklı seviyelerdeki analizlere olanak tanıdığı için farklı seviyelerde sonuçlar üretilerek derinlemesine analiz yapılabilir. Her iki yöntemde de analiz seviye 1'de tamamlanacağı gibi 1. ve 2. seviyelerde de tamamlanabilir. Ya da her 3 seviyede analiz yapılabilir ve böylece uçtan uca ayrıntılı analiz yapılarak derin iç görüler elde edilebilir. Her iki yöntemde de 2. ve 3. seviyelerde 1. seviyede üretilen tablo verileri (matrisleri) kullanılmaktadır. Bu anlamda 2. ve 3. seviye 1. aşama verilerine bağımlıdır. Endeks yapısı itibarıyla dinamik bir özellik gösterdiğinden kendini kriter değerleri içerisinde en iyi olan (optimal) referans değerlerine göre güncellemektedir. Bahsedilen bu yönleriyle endekslerin literatüre önemli bir katkı sunması beklenmektedir. Endeksler ile karar vericiye, seviye (S) 1, 2 ve 3 olmak üzere 3 farklı seviyede eş zamanlı olarak statik ve dinamik çıktı üretme olanağı tanınır. BE yönteminde 5. adım, BE- β yönteminde ise 4. adımdan sonra S2 ve S3 olmak üzere diğer seviyelerdeki analizlerde eş zamanlı çıktı üretilmektedir. Bu noktada, yapılması gereken şey, araştırmaya konu kriterlerin ve gerekliyse bu kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesidir. Her iki endekste Şekil 3'te görüleceği üzere karar vericiye, seviye 1, 2 ve 3 olmak üzere 3 farklı seviyede eş zamanlı olarak statik ve dinamik çıktı üretme olanağı tanınır.



Şekil 3. Çıktı üretme seviyeleri

BE yönteminde Şekil 3'te seviye 2'ye ilişkin kategorize edilmiş BE skorlarının hesaplanmasında sırasıyla şöyle bir yol izlenir; 5. adımda kategorize edilmiş kriterlerin değerleri, 6. adımda elde edilen kategorize edilmiş kriterlerin endeks referans değerlerine oranlanır. Elde edilen bu değerler, 100 ile çarpılarak kategorize edilmiş BE (KBE) puanları hesaplanmış olur. Şekil 1'de, seviye 3'te her bir kriter bazında üretilen BE sonuçları ile hem alternatifler arasında hem de kriterler bazında her bir alternatifin kendi içerisinde değerlendirilmesine olanak sağlanır. Bu seviyede, kriter bazlı BE skorlarının hesaplanmasında şöyle bir yol izlenir: BE'nin 5. adımında her bir kriter değer kümesinin değerleri, BE'nin 6. adımında her bir kritere ilişkin elde edilen endeks referans değerlerine oranlanıp 100 ile çarpılır ve kriter bazında BE skorları hesaplanmış olur. Böylece, kriter bazlı olarak hem yatay hem de dikey analiz sonuçları elde edilir. Yatay analizde (YA), endeks referans değerlerine kıyasla matrisin solundan sağına doğru gidildikçe kriter bazında hangi alternatifin en iyi olduğu görülür. Dikey analizde (DA) ise endeks referans değerlerine kıyasla matriste yukarıdan aşağıya gidildikçe her bir alternatifin en iyi olduğu kriter belirlenir.

Şekil 1'e göre BE-β yönteminde ise kategorize edilmiş BE-β skorlarının hesaplanmasında sırasıyla şöyle bir yol izlenir: 4. adımda kategorize edilmiş kriterlerin değerleri, 5. adımda elde edilen kategorize edilmiş kriterlerin endeks referans değerlerine oranlanır. Elde edilen bu değerler, 100 ile çarpılarak kategorize edilmiş BE-β (KBE-β) skorları hesaplanmış olur. Diğer seviye işlemleri BE yönteminde olduğu gibidir. BE-β yönteminde BE yönteminden farklı olarak kriter değerleri doğal logaritmayla normalize edilmiştir.

2.4. İstatistiksel Testler

İki sıralamanın sırasının doğruluğunun istatistiksel olarak karşılaştırılmasında en yaygın kullanılan yaklaşımlardan ikisi, Spearman sıra ve Kendall Tau korelasyonlarıdır (Salabun ve Urbaniak, 2020). Spearman sıra korelasyon katsayısı, bir değişkenin diğer değişken tarafından açıklanan sıra varyansının yüzdesi olarak ifade edilmektedir (Spearman, 1987; Baydaş ve Elma, 2021). Kendall'in Tau korelasyon katsayısı ise iki sıralama grubu arasındaki uyum derecesini göstermektedir (Long ve Cliff, 1997).

Sıra korelasyon yöntemlerinin birkaç ortak özelliği vardır. Sıfır korelasyon katsayısı, değişkenler arasında "ilişki yok" anlamına gelir ve +1.0 veya -1.0 değeri sırasıyla "mükemmel uyum" veya "mükemmel ters uyum" anlamına gelir (Forthofer ve Lehnen, 1981). Spearman veya Kendall korelasyon katsayılarının yüksek olması, iki değişken arasında monotonik bir ilişki olduğunu gösterir (Puth ve diğerleri, 2015).

BE ve BE-Beta yöntemlerinin sıralamalarının istatistiksel olarak birbirinden farklı olup olmadığını ortaya koymak için Spearman sıra ve Kendall Tau korelasyonları kullanılmıştır. Spearman sıra korelasyonu Eşitlik 36'da verilmiştir (Taylor, 1987; Salabun ve Urbaniak, 2020). Eşitlikte d_i , eşleştirilmiş sıralamalardaki farkı, n ise sıralamadaki elemanların sayısını göstermektedir.

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{n(n^2 - 1)} \quad (36)$$

Kendall Tau korelasyonu ise Eşitlik 37'de sunulmuştur (Kendall, 1938; Cartwright, 1957; Hamed, 2011; Puth ve diğerleri, 2015; Shekhovtsov, 2021). Burada P , uyumlu çiftlerinin sayısını, Q uyumsuz çiftlerin sayısını, N ise eleman çiftlerinin sayısını göstermektedir.

$$\tau = 2 \times \frac{P-Q}{N(N-1)} \quad (37)$$

Çalışma kapsamında Spearman sıra ve Kendall Tau korelasyonları için belirlenen yokluk hipotezi şöyledir: H_0 : BE ve BE- β skorları arasında monotonik bir ilişki yoktur. Burada Spearman sıra ve Kendall Tau korelasyonlarına ait H_0 hipotezi ayrı ayrı test edilmiştir.

3. BULGULAR

Bu kısımda teorik çerçeve bölümünde anlatılan BE ve BE- β yöntemlerinin adım adım uygulama bulgularına yer verilmiştir. İlk olarak her iki yöntemde ortak olan karar matrisi (KM) Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. BE ve BE- β yöntemlerinde karar matrisi (KM)

Kriter	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
C ₁	2,06	2,02	1,98	2,10	2,23	2,25	2,58	2,34	2,36	2,05	2,01	1,99	1,83	2,03
C ₂	1,49	1,50	1,44	1,54	1,66	1,59	1,92	1,66	1,73	1,44	1,43	1,41	1,21	1,37
C ₃	0,49	0,46	0,49	0,45	0,43	0,47	0,45	0,51	0,49	0,49	0,50	0,53	0,55	0,51
C ₄	0,98	0,86	0,97	0,81	0,77	0,87	0,83	1,03	0,95	0,98	1,00	1,15	1,20	1,06
C ₅	0,34	0,33	0,34	0,31	0,30	0,29	0,26	0,25	0,25	0,30	0,30	0,32	0,35	0,32
C ₆	0,30	0,25	0,31	0,24	0,23	0,34	0,36	0,53	0,45	0,39	0,40	0,46	0,44	0,40
C ₇	0,60	0,73	0,68	0,77	0,75	0,77	0,75	0,82	0,83	0,79	0,78	0,68	0,66	0,68
C ₈	0,45	0,50	0,51	0,50	0,47	0,50	0,46	0,56	0,54	0,55	0,56	0,53	0,55	0,52
C ₉	3,71	3,81	3,33	3,62	3,42	3,28	3,38	2,57	2,74	2,58	2,68	2,72	2,32	2,49
C ₁₀	3,10	3,16	3,12	3,11	2,72	2,71	2,23	2,16	2,08	2,49	2,59	2,69	2,92	2,79
C ₁₁	2,22	1,97	2,01	1,92	1,79	1,80	1,65	1,47	1,39	1,54	1,58	1,83	1,87	1,89
C ₁₂	1,12	1,06	1,02	1,07	1,01	0,96	0,90	0,72	0,72	0,78	0,79	0,85	0,85	0,92
C ₁₃	0,04	0,07	0,09	0,09	0,09	0,03	0,04	0,05	0,07	0,11	0,14	0,15	0,16	0,21
C ₁₄	0,36	0,39	0,42	0,41	0,41	0,37	0,36	0,39	0,39	0,40	0,41	0,41	0,40	0,43
C ₁₅	0,12	0,14	0,17	0,19	0,19	0,21	0,22	0,33	0,35	0,35	0,37	0,27	0,26	0,28

BE yönteminin 2. aşamasında ideal değerlere göre farkın hesaplanması sonucu oluşturulan İFB matrisi Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. BE yönteminde ideal değerlere göre fark matrisi (İFB)

Kriter	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
C ₁	-0,07	-0,11	-0,15	-0,03	0,10	0,12	0,45	0,21	0,23	-0,08	-0,12	-0,14	-0,30	-0,10
C ₂	-0,04	-0,03	-0,09	0,02	0,13	0,07	0,39	0,13	0,20	-0,09	-0,09	-0,12	-0,32	-0,16
C ₃	-0,01	0,03	0,00	0,04	0,05	0,02	0,04	-0,02	0,00	-0,01	-0,01	-0,05	-0,06	-0,03
C ₄	-0,02	0,10	-0,01	0,15	0,19	0,09	0,13	-0,07	0,02	-0,02	-0,04	-0,19	-0,24	-0,10
C ₅	-0,04	-0,02	-0,03	-0,01	0,00	0,02	0,05	0,05	0,05	0,01	0,00	-0,02	-0,04	-0,01
C ₆	0,06	0,12	0,06	0,12	0,13	0,03	0,01	-0,16	-0,09	-0,03	-0,03	-0,10	-0,07	-0,04
C ₇	0,14	0,01	0,05	-0,04	-0,02	-0,04	-0,01	-0,08	-0,09	-0,05	-0,05	0,06	0,07	0,05
C ₈	0,06	0,01	0,01	0,01	0,05	0,01	0,06	-0,04	-0,02	-0,04	-0,05	-0,02	-0,04	0,00
C ₉	0,67	0,76	0,28	0,58	0,38	0,23	0,33	-0,48	-0,31	-0,46	-0,37	-0,33	-0,73	-0,55
C ₁₀	0,40	0,45	0,41	0,40	0,02	0,01	-0,48	-0,54	-0,63	-0,21	-0,12	-0,01	0,21	0,09
C ₁₁	0,44	0,18	0,23	0,14	0,00	0,02	-0,14	-0,31	-0,39	-0,24	-0,20	0,05	0,09	0,11
C ₁₂	0,21	0,15	0,11	0,15	0,10	0,05	-0,01	-0,19	-0,20	-0,13	-0,12	-0,06	-0,06	0,01
C ₁₃	-0,06	-0,03	-0,01	-0,01	-0,01	-0,06	-0,05	-0,05	-0,03	0,02	0,05	0,06	0,06	0,11
C ₁₄	-0,04	-0,01	0,02	0,02	0,02	-0,03	-0,03	0,00	-0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,03
C ₁₅	-0,13	-0,11	-0,08	-0,06	-0,06	-0,04	-0,02	0,08	0,10	0,10	0,13	0,02	0,02	0,04

BE- β yönteminin 2. aşamasında ideal değerlere göre farkın hesaplanması sonucu oluşturulan İFB matrisi ise Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. BE-β yönteminde ideal değerlere göre fark matrisi (İFB)

Kriter	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
C ₁	0,07	0,11	0,15	0,03	0,10	0,12	0,45	0,21	0,23	0,08	0,12	0,14	0,30	0,10
C ₂	0,04	0,03	0,09	0,02	0,13	0,07	0,39	0,13	0,20	0,09	0,09	0,12	0,32	0,16
C ₃	0,01	0,03	0,00	0,04	0,05	0,02	0,04	0,02	0,00	0,01	0,01	0,05	0,06	0,03
C ₄	0,02	0,10	0,01	0,15	0,19	0,09	0,13	0,07	0,02	0,02	0,04	0,19	0,24	0,10
C ₅	0,04	0,02	0,03	0,01	0,00	0,02	0,05	0,05	0,05	0,01	0,00	0,02	0,04	0,01
C ₆	0,06	0,12	0,06	0,12	0,13	0,03	0,01	0,16	0,09	0,03	0,03	0,10	0,07	0,04
C ₇	0,14	0,01	0,05	0,04	0,02	0,04	0,01	0,08	0,09	0,05	0,05	0,06	0,07	0,05
C ₈	0,06	0,01	0,01	0,01	0,05	0,01	0,06	0,04	0,02	0,04	0,05	0,02	0,04	0,00
C ₉	0,67	0,76	0,28	0,58	0,38	0,23	0,33	0,48	0,31	0,46	0,37	0,33	0,73	0,55
C ₁₀	0,40	0,45	0,41	0,40	0,02	0,01	0,48	0,54	0,63	0,21	0,12	0,01	0,21	0,09
C ₁₁	0,44	0,18	0,23	0,14	0,00	0,02	0,14	0,31	0,39	0,24	0,20	0,05	0,09	0,11
C ₁₂	0,21	0,15	0,11	0,15	0,10	0,05	0,01	0,19	0,20	0,13	0,12	0,06	0,06	0,01
C ₁₃	0,06	0,03	0,01	0,01	0,01	0,06	0,05	0,05	0,03	0,02	0,05	0,06	0,06	0,11
C ₁₄	0,04	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,03
C ₁₅	0,13	0,11	0,08	0,06	0,06	0,04	0,02	0,08	0,10	0,10	0,13	0,02	0,02	0,04

BE yönteminin 3. aşamasında oluşturulan normalize edilmiş MN matrisi Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. BE yönteminde normalize edilmiş matris (MN)

Kriter	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
C ₁	-0,36	-0,56	-0,78	-0,17	0,50	0,59	2,30	1,06	1,16	-0,40	-0,62	-0,72	-1,51	-0,49
C ₂	-0,22	-0,15	-0,49	0,09	0,74	0,37	2,23	0,73	1,15	-0,51	-0,54	-0,66	-1,84	-0,89
C ₃	-0,20	0,80	-0,11	1,26	1,64	0,67	1,09	-0,62	0,06	-0,21	-0,38	-1,43	-1,77	-0,80
C ₄	-0,14	0,81	-0,05	1,21	1,52	0,69	1,06	-0,57	0,12	-0,15	-0,33	-1,49	-1,91	-0,78
C ₅	-1,17	-0,77	-0,98	-0,27	0,05	0,57	1,46	1,67	1,54	0,19	0,02	-0,49	-1,38	-0,45
C ₆	0,68	1,30	0,63	1,35	1,45	0,28	0,06	-1,80	-0,98	-0,29	-0,35	-1,10	-0,79	-0,45
C ₇	2,08	0,10	0,79	-0,55	-0,24	-0,56	-0,21	-1,29	-1,39	-0,78	-0,71	0,84	1,13	0,78
C ₈	1,71	0,35	0,22	0,35	1,24	0,29	1,56	-1,08	-0,64	-1,06	-1,26	-0,55	-1,06	-0,07
C ₉	1,31	1,50	0,55	1,14	0,74	0,45	0,66	-0,95	-0,61	-0,91	-0,72	-0,64	-1,43	-1,09
C ₁₀	1,09	1,25	1,13	1,10	0,04	0,02	-1,31	-1,49	-1,72	-0,59	-0,33	-0,03	0,59	0,24
C ₁₁	1,92	0,80	1,00	0,62	0,02	0,09	-0,59	-1,36	-1,69	-1,03	-0,87	0,22	0,37	0,49
C ₁₂	1,59	1,10	0,83	1,15	0,74	0,38	-0,08	-1,43	-1,48	-1,00	-0,92	-0,45	-0,49	0,05
C ₁₃	-1,08	-0,55	-0,11	-0,17	-0,11	-1,15	-0,97	-0,92	-0,53	0,31	0,87	1,04	1,20	2,17
C ₁₄	-1,88	-0,43	0,92	0,73	0,85	-1,32	-1,51	-0,09	-0,26	-0,03	0,60	0,69	0,24	1,49
C ₁₅	-1,57	-1,28	-0,96	-0,71	-0,67	-0,48	-0,27	0,98	1,24	1,23	1,55	0,30	0,21	0,44

BE-β yönteminin 3. aşamasında oluşturulan eşleştirilmiş minimum değerleri gösteren MDE matrisi Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8. BE- β yönteminde eşleştirilmiş minimum değerler matrisi (MDE)

Kriter	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
C ₁	0,07	0,11	0,15	0,03	0,10	0,12	0,45	0,21	0,23	0,08	0,12	0,14	0,30	0,10
C ₂	0,04	0,03	0,09	0,02	0,13	0,07	0,39	0,13	0,20	0,09	0,09	0,12	0,32	0,16
C ₃	0,05	0,03	0,05	0,02	0,00	0,04	0,02	0,04	0,06	0,05	0,05	0,01	0,00	0,03
C ₄	0,22	0,14	0,24	0,09	0,05	0,15	0,11	0,17	0,23	0,22	0,20	0,05	0,00	0,14
C ₅	0,02	0,03	0,02	0,05	0,05	0,04	0,01	0,00	0,00	0,05	0,05	0,04	0,01	0,04
C ₆	0,10	0,05	0,11	0,04	0,03	0,14	0,16	0,00	0,07	0,14	0,13	0,06	0,09	0,12
C ₇	0,00	0,13	0,08	0,10	0,12	0,10	0,12	0,05	0,05	0,09	0,09	0,08	0,06	0,09
C ₈	0,00	0,05	0,06	0,05	0,02	0,05	0,01	0,02	0,04	0,02	0,02	0,04	0,02	0,06
C ₉	0,67	0,76	0,28	0,58	0,38	0,23	0,33	0,48	0,31	0,46	0,37	0,33	0,73	0,55
C ₁₀	0,40	0,45	0,41	0,40	0,02	0,01	0,48	0,54	0,63	0,21	0,12	0,01	0,21	0,09
C ₁₁	0,44	0,18	0,23	0,14	0,00	0,02	0,14	0,31	0,39	0,24	0,20	0,05	0,09	0,11
C ₁₂	0,21	0,15	0,11	0,15	0,10	0,05	0,01	0,19	0,20	0,13	0,12	0,06	0,06	0,01
C ₁₃	0,06	0,03	0,01	0,01	0,01	0,06	0,05	0,05	0,03	0,02	0,05	0,06	0,06	0,11
C ₁₄	0,04	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,03
C ₁₅	0,13	0,11	0,08	0,06	0,06	0,04	0,02	0,08	0,10	0,10	0,13	0,02	0,02	0,04

BE yönteminin 4. aşamasında minimum negatif değerlerin mutlak değerinin alınması sonucunda oluşturulan MNM matrisi Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9. BE yönteminde minimum negatif değerlerin mutlak değer matrisi (MNM)

Kriter	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
C ₁	1,16	0,95	0,74	1,35	2,02	2,10	3,81	2,58	2,67	1,11	0,89	0,80	0,00	1,03
C ₂	1,62	1,69	1,36	1,93	2,58	2,22	4,07	2,57	2,99	1,33	1,30	1,18	0,00	0,95
C ₃	1,57	2,57	1,66	3,03	3,41	2,44	2,86	1,16	1,83	1,57	1,39	0,34	0,00	0,97
C ₄	1,77	2,72	1,86	3,12	3,43	2,60	2,97	1,34	2,03	1,76	1,58	0,42	0,00	1,12
C ₅	0,21	0,61	0,39	1,11	1,42	1,95	2,84	3,05	2,92	1,56	1,40	0,89	0,00	0,93
C ₆	2,48	3,10	2,43	3,15	3,25	2,08	1,86	0,00	0,82	1,51	1,45	0,70	1,01	1,35
C ₇	3,48	1,50	2,19	0,85	1,15	0,84	1,18	0,11	0,00	0,61	0,68	2,24	2,52	2,17
C ₈	2,97	1,61	1,48	1,61	2,50	1,55	2,82	0,18	0,62	0,20	0,00	0,71	0,20	1,19
C ₉	2,74	2,93	1,98	2,56	2,16	1,88	2,08	0,48	0,82	0,51	0,71	0,78	0,00	0,34
C ₁₀	2,81	2,96	2,85	2,82	1,76	1,74	0,41	0,23	0,00	1,13	1,39	1,69	2,31	1,96
C ₁₁	3,60	2,48	2,69	2,31	1,70	1,78	1,10	0,32	0,00	0,65	0,82	1,90	2,06	2,18
C ₁₂	3,07	2,58	2,31	2,63	2,22	1,86	1,40	0,04	0,00	0,48	0,56	1,03	0,99	1,53
C ₁₃	0,07	0,60	1,04	0,98	1,04	0,00	0,17	0,23	0,62	1,46	2,02	2,19	2,35	3,32
C ₁₄	0,00	1,44	2,80	2,61	2,72	0,56	0,37	1,79	1,62	1,85	2,48	2,57	2,12	3,36
C ₁₅	0,00	0,28	0,60	0,85	0,90	1,09	1,29	2,54	2,80	2,79	3,12	1,87	1,77	2,00

BE- β yönteminin 4. aşamasında MDE matrisinin doğal logaritması alınarak oluşturulan LD matrisi Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10. BE-β yönteminde logaritmik dönüşüm matrisi (LD)

Kriter	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
C ₁	0,07	0,10	0,14	0,03	0,09	0,11	0,37	0,19	0,20	0,08	0,12	0,13	0,26	0,09
C ₂	0,04	0,03	0,08	0,02	0,12	0,06	0,33	0,12	0,18	0,09	0,09	0,11	0,28	0,14
C ₃	0,05	0,03	0,05	0,02	0,00	0,04	0,02	0,04	0,05	0,05	0,04	0,01	0,00	0,03
C ₄	0,20	0,13	0,21	0,08	0,05	0,14	0,10	0,16	0,20	0,20	0,18	0,05	0,00	0,13
C ₅	0,02	0,03	0,02	0,04	0,05	0,04	0,01	0,00	0,00	0,05	0,05	0,04	0,01	0,04
C ₆	0,10	0,04	0,10	0,04	0,03	0,13	0,15	0,00	0,07	0,13	0,12	0,06	0,09	0,12
C ₇	0,00	0,12	0,08	0,10	0,11	0,10	0,12	0,05	0,04	0,08	0,09	0,08	0,06	0,08
C ₈	0,00	0,05	0,05	0,05	0,02	0,05	0,01	0,02	0,04	0,02	0,02	0,04	0,02	0,06
C ₉	0,51	0,57	0,25	0,46	0,32	0,21	0,29	0,39	0,27	0,38	0,31	0,28	0,55	0,44
C ₁₀	0,34	0,37	0,35	0,34	0,02	0,01	0,39	0,43	0,49	0,19	0,11	0,01	0,19	0,08
C ₁₁	0,37	0,17	0,21	0,13	0,00	0,02	0,13	0,27	0,33	0,21	0,18	0,05	0,08	0,11
C ₁₂	0,19	0,14	0,11	0,14	0,09	0,05	0,01	0,17	0,18	0,12	0,12	0,06	0,06	0,01
C ₁₃	0,06	0,03	0,01	0,01	0,01	0,06	0,05	0,05	0,03	0,02	0,04	0,05	0,06	0,11
C ₁₄	0,04	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,03
C ₁₅	0,12	0,10	0,08	0,06	0,05	0,04	0,02	0,08	0,10	0,10	0,12	0,02	0,02	0,04

BE yönteminin 5. aşamasında P_{ij} matrisinde yer alan minimum olması istenen değerlerin tersine eşleştirilmesi sonucu oluşturulan MDT matrisi Tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 11. BE yönteminde minimum ideal değerlerin ters matrisi (MDT)

Kriter	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
C ₁	1,16	0,95	0,74	1,35	2,02	2,10	3,81	2,58	2,67	1,11	0,89	0,80	0,00	1,03
C ₂	1,62	1,69	1,36	1,93	2,58	2,22	4,07	2,57	2,99	1,33	1,30	1,18	0,00	0,95
C ₃	1,66	1,16	1,57	0,34	0,00	1,39	0,97	2,57	1,57	1,83	2,44	3,03	3,41	2,86
C ₄	1,86	1,34	1,77	0,42	0,00	1,58	1,12	2,72	1,76	2,03	2,60	3,12	3,43	2,97
C ₅	2,92	1,95	2,84	1,40	0,93	0,61	0,39	0,00	0,21	0,89	1,11	1,56	3,05	1,42
C ₆	1,01	0,82	1,35	0,70	0,00	1,45	1,51	3,25	3,10	1,86	2,08	3,15	2,48	2,43
C ₇	0,00	0,85	0,68	1,50	1,18	2,17	1,15	2,52	3,48	2,24	2,19	0,61	0,11	0,84
C ₈	0,00	0,20	1,19	0,62	0,20	0,71	0,18	2,82	1,61	1,61	2,97	1,55	2,50	1,48
C ₉	2,74	2,93	1,98	2,56	2,16	1,88	2,08	0,48	0,82	0,51	0,71	0,78	0,00	0,34
C ₁₀	2,81	2,96	2,85	2,82	1,76	1,74	0,41	0,23	0,00	1,13	1,39	1,69	2,31	1,96
C ₁₁	3,60	2,48	2,69	2,31	1,70	1,78	1,10	0,32	0,00	0,65	0,82	1,90	2,06	2,18
C ₁₂	3,07	2,58	2,31	2,63	2,22	1,86	1,40	0,04	0,00	0,48	0,56	1,03	0,99	1,53
C ₁₃	0,07	0,60	1,04	0,98	1,04	0,00	0,17	0,23	0,62	1,46	2,02	2,19	2,35	3,32
C ₁₄	0,00	1,44	2,80	2,61	2,72	0,56	0,37	1,79	1,62	1,85	2,48	2,57	2,12	3,36
C ₁₅	0,00	0,28	0,60	0,85	0,90	1,09	1,29	2,54	2,80	2,79	3,12	1,87	1,77	2,00

BE-β yönteminin 5. aşaması ve BE yönteminin 6. aşaması Tablo 12'de verilmiştir. BE-β yönteminin 6. ve BE yönteminin 7. adımlarının sonuçları Tablo 13'te verilmiştir.

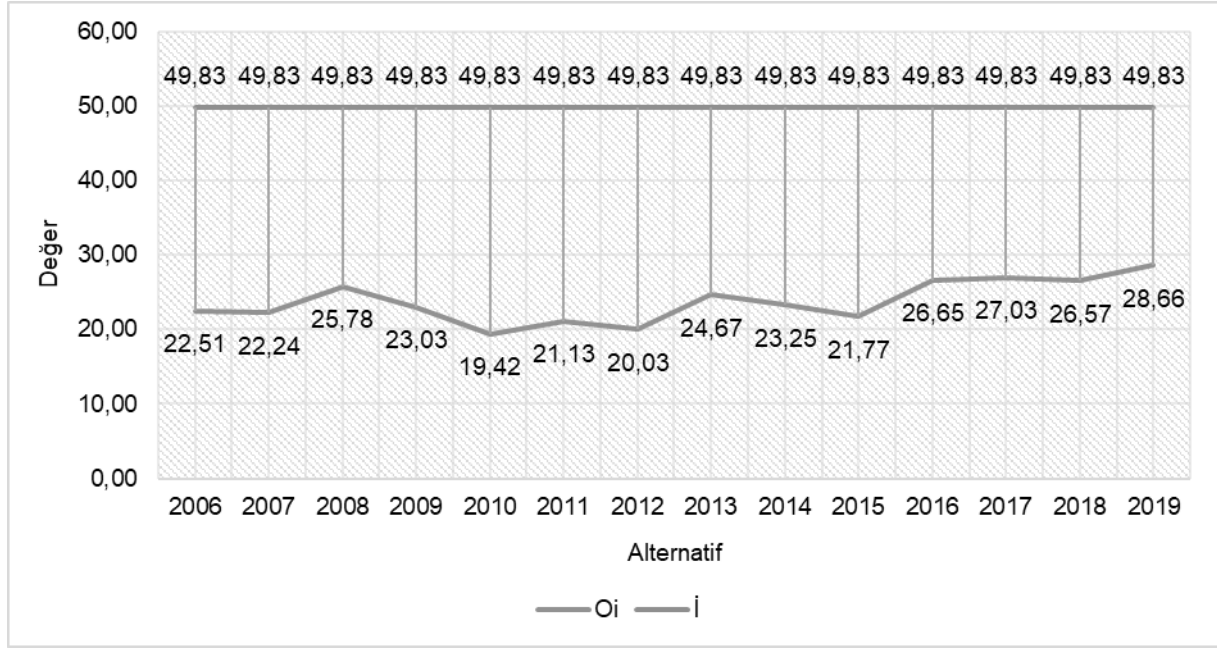
Tablo 12. BE- β (Adım 5) ve BE (Adım 6)

<i>BE-β</i>		<i>BE</i>	
<i>Kriter</i>	<i>R_{ri}</i>	<i>Kriter</i>	<i>R_{di}</i>
C ₁	0,37	C1	3,81
C ₂	0,33	C2	4,07
C ₃	0,05	C3	3,41
C ₄	0,21	C4	3,43
C ₅	0,05	C5	3,05
C ₆	0,15	C6	3,25
C ₇	0,12	C7	3,48
C ₈	0,06	C8	2,97
C ₉	0,57	C9	2,93
C ₁₀	0,49	C10	2,96
C ₁₁	0,37	C11	3,60
C ₁₂	0,19	C12	3,07
C ₁₃	0,11	C13	3,32
C ₁₄	0,04	C14	3,36
C ₁₅	0,12	C15	3,12
<i>b_{ri}</i>	3,23	<i>İ</i>	49,83

Tablo 13. BE- β ve BE değerleri

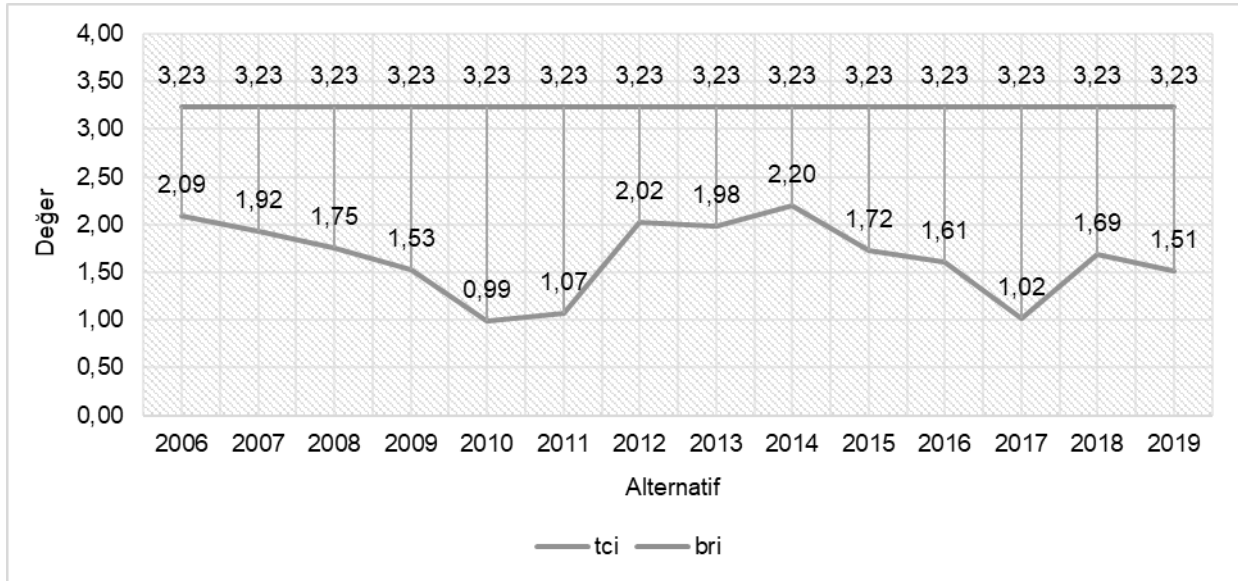
<i>Alternatif</i>	<i>BE</i>				<i>BE-β</i>			
	<i>O_i</i>	<i>İ</i>	<i>BE_t Puanı</i>	<i>Sıralama</i>	<i>t_{ci}</i>	<i>b_{ri}</i>	<i>BE-β</i>	<i>Sıralama</i>
2006	22,51	49,83	45,17	9	2,09	3,23	64,81	2
2007	22,24	49,83	44,62	10	1,92	3,23	59,57	5
2008	25,78	49,83	51,73	5	1,75	3,23	54,33	6
2009	23,03	49,83	46,21	8	1,53	3,23	47,43	10
2010	19,42	49,83	38,96	14	0,99	3,23	30,72	14
2011	21,13	49,83	42,40	12	1,07	3,23	33,24	12
2012	20,03	49,83	40,19	13	2,02	3,23	62,57	3
2013	24,67	49,83	49,51	6	1,98	3,23	61,28	4
2014	23,25	49,83	46,66	7	2,20	3,23	68,12	1
2015	21,77	49,83	43,69	11	1,72	3,23	53,32	7
2016	26,65	49,83	53,49	3	1,61	3,23	49,89	9
2017	27,03	49,83	54,25	2	1,02	3,23	31,60	13
2018	26,57	49,83	53,33	4	1,69	3,23	52,32	8
2019	28,66	49,83	57,52	1	1,51	3,23	46,79	11

BE yönteminin 7. aşamasında elde edilen sonuçlar, Şekil 4'te verilmiştir. BE eşitliğinin paydası (İ) referans değerlerin toplamından oluştuğundan eşitliğin payında yer alan alternatiflerin puanları (O) referans değerleri toplamına en yakın olan alternatif, BE puanı en yüksek olan alternatif olarak değerlendirilmektedir. Bu sayede kriterlerin endeks referans değerleri ve alternatiflerin kriter değerleri değiştiği durumda otomatik olarak endeks kendini güncellemiş olmaktadır. Bu özellik endekse aynı zamanda dinamik bir özellik de kazandırmaktadır.



Şekil 4. BE yönteminde uzaklıklar

BE- β yönteminin 6. aşamasında elde edilen sonuçlar, Şekil 5'te verilmiştir. BE yönteminin dinamik özelliği BE- β yönteminde de mevcuttur.



Şekil 5. BE- β yönteminde uzaklıklar

Şekil 4'e göre BE bulguları BE yönteminde alternatif toplam puanı (O), referans değerleri toplamına (İ) ne kadar yaklaşırsa o kadar en iyi duruma yaklaşılmış şeklinde yorumlanabilir. Benzer yorum, BE- β yöntemi için de geçerlidir. Diğer bir ifadeyle, BE- β yönteminde sınıf içi skoru (t_{ci}), endeks referans skoruna (b_{ri}) en çok yaklaşan alternatif, en iyi alternatif olarak değerlendirilmektedir. Bu yorumlara bakılarak Şekil 4 ve Şekil 5'e göre Türkiye'deki Temel Eczacılık Ürünlerinin ve Eczacılığa İlişkin Malzemelerin İmalatı sektörünün 2006-2019 dönemi değerlendirildiğinde öne çıkan bulgular şöyledir:

- BE yöntemine göre en iyi alternatif 57,52 BE skoruna sahip 2019 yılıdır. Bu alternatif aynı zamanda toplam puanı (O), referans değerleri toplamına (İ) uzaklığın en düşük olduğu alternatiftir. BE- β yönteminde ise en iyi alternatif 68,12 BE- β skoruna sahip 2014 yılıdır. Bu alternatif ise sınıf içi skoru (t_{ci}), endeks referans skoruna (b_{ri}) en çok yaklaşan alternatiftir.
- BE yöntemine göre en düşük performansın gösterildiği alternatif 38,96 BE skoruna sahip 2010 yılı iken, benzer şekilde BE- β yönteminde de en düşük performansın gösterildiği alternatif 30,72 BE- β skoruna

sahip 2010 yılıdır. Her iki yöntemden elde edilen bulgular birlikte değerlendirildiğinde endeks referans değerleri toplamına uzaklık değerinin en yüksek olduğu alternatifler olduğu görülmektedir.

BE ve BE- β yöntemlerinden elde edilen sıralamaların birbirlerinden farklı olup olmadıkları da Spearman sıra ve Kendall's Tau korelasyonları kullanılarak istatistiksel olarak ortaya konulmuştur. Spearman sıra korelasyonu sonuçlarına göre BE ve BE- β yöntemleri sıralamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı olmayan negatif zayıf bir ilişki vardır ($r_s(12) = -0,116$, $p = 0,692$, $N=14$). Dolayısıyla H_0 hipotezi reddedilememiştir. Benzer şekilde Kendall's Tau korelasyonu sonuçlarına göre BE ve BE-Beta yöntemleri skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı olmayan negatif zayıf bir ilişki vardır ($\tau = -0,121$, $p = 0,547$, $N=14$). Bu nedenle H_0 hipotezi reddedilememiştir.

4. TARTIŞMA ve SONUÇ

Çalışma kapsamında BE ve önerilen BE- β yöntemleri karşılaştırılarak uygulama sonuçları gösterilmiştir. Yöntemler, Temel Eczacılık Ürünlerinin ve Eczacılığa İlişkin Malzemelerin İmalatı sektörünün 14 yıllık finansal rasyo analiz oranları üzerinden test edilmiştir.

BE yöntemine göre en iyi finansal performansa sahip alternatif 2019 yılı iken BE- β yönteminde en iyi alternatif 2014 yılıdır. BE yöntemine göre en düşük finansal performansın gösterildiği alternatif 2010 yılıdır. Benzer şekilde BE- β yönteminde de en düşük performansın gösterildiği alternatif 2010 yılıdır. Her iki yöntemden elde edilen bulgular birlikte değerlendirildiğinde endeks referans değerleri toplamına uzaklık değerinin en yüksek olduğu alternatifler en düşük performans gösteren alternatifler, endeks referans değerleri toplamına uzaklık değerinin en düşük olduğu alternatifler ise en iyi performans gösteren alternatifler olduğu görülmektedir.

Her iki yöntemden elde edilen sıralamalar arasındaki ilişki, Spearman sıra ve Kendall Tau korelasyon yöntemleri ile değerlendirilmiş olup Spearman sıra ve Kendall Tau korelasyonları sonuçlarına göre BE ve BE- β sıralamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı olmayan negatif zayıf bir ilişki olduğu görülmektedir.

BE ve onun gelişmiş versiyonu olan BE- β yönteminde işlem adımları kısaltılarak kullanım kolaylığı sunulmuştur. BE ve BE- β yöntemleri, statik ve dinamik nitelik taşıyan ve ideal değerleri mevcut olan ya da hesaplanan çok kriterli karar verme problemlerinin çözümünde sektör ayrımı gözetilmeksizin kolaylıkla kullanılabilir. Yöntemlerin kullanılabileceği alanlar şöyle özetlenebilir: Sıralama, seçim, etkinlik ve verimlilik ölçümleri, performans değerlendirmesi, risk tahmini, optimal çözüm.

Her iki yöntemin endeks olarak tasarlanması ve her iki yöntemden 2. ve 3. seviyelerde de çıktı üretilebilmesi, bu yöntemleri diğer ÇKKV yöntemlerinden farklı kılmaktadır. Yöntemlerin endeks olarak geliştirilmesi, endeks sonuçlarının karar verici tarafından kolaylıkla anlaşılmasına katkı sunmaktadır. Karar vericiye 2. ve 3. seviyelerde de çıktı üretimi ise karar probleminin derinlemesine analiz edilmesine olanak tanımaktadır.

Çalışma kapsamında BE ve BE- β yöntemlerinin yalnızca seviye 1 açısından karşılaştırılması bu çalışmanın kısıtlarından ilkinin oluşturmaktadır. Bu nedenle BE ve BE- β yöntemlerinin seviye 2 ve 3 açısından bulgularına bu çalışmada yer verilmemiştir. Dolayısıyla gelecek araştırmalarda her iki yöntemin seviye 2 ve 3 açısından karşılaştırılmasıyla daha derin iç görüler elde edilebilir. Diğer bir kısıt ise yöntemlerin finansal analiz dışında ve diğer sektörlerin karar verme problemlerinin çözümünde henüz kullanılmıy olmalarıdır. Bu amaçla, diğer sektörlerde ve finansal analiz dışında kalan alanlarda da her iki yöntemin karşılaştırmalı uygulama sonuçlarının ortaya konulması önem arz etmektedir. Her ne kadar bu çalışmanın odak noktasını oluşturmasa da bir diğer kısıt BE ve BE- β yöntemlerinin 1. seviye sonuçlarının diğer ÇKKV yöntemleri ile karşılaştırılmamış olmasıdır. Bu nedenle gelecek araştırmalarda BE ve BE- β yöntemlerinin 1. seviye sonuçlarının diğer ÇKKV yöntemleriyle karşılaştırılmasının faydalı olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- Alexander, M. (2012). "Decision-Making Using the Analytic Hierarchy Process (AHP) and SAS/IML". URL: <https://www.lexjansen.com/nesug/nesug12/po/po04.pdf>, (Erişim tarihi: 24.09.2021).
- Almeida-Filho, A.T., Lima Silva, D.F. ve Ferreira, L. (2021). Financial Modelling with Multiple Criteria Decision Making: A Systematic Literature Review, *Journal of the Operational Research Society*, 72 (10), 2161-2179.
- Andriosopoulos, D., Doumpos, M., Pardalos, P.M. ve Zopounidis, C. (2019). "Computational Approaches and Data Analytics in Financial Services: A Literature Review", *Journal of the Operational Research Society*, 70 (10), 1581-1599.
- Angilella, S. ve Mazzù, S. (2015). "The Financing of Innovative SMEs: A Multicriteria Credit Rating Model", *European Journal of Operational Research*, 244 (2), 540-554.
- Baker, D., Bridges, D., Hunter, R., Johnson, G., Krupa, J., Murphy, J. ve Sorenson, K. (2002). "Guidebook to Decision-Making Methods", WSRC-IM-2002-00002, Department of Energy, USA.
- Baltussen, R., Marsh, K., Thokala, P., Diaby, V., Castro, H., Cleemput, I., Garau, M., Iskrov, G., Olyaeemanesh, A., Mirelman, A., Mobinizadeh, M., Morton, A., Tringali, M., Van Til, J., Valentim, J., Wagner, M., Youngkong, S., Zah, V., Toll, A., Jansen, M., Bijlmakers, L., Oortwijn, W. ve Broekhuizen, H. (2019). "Multicriteria Decision Analysis to Support Health Technology Assessment Agencies: Benefits, Limitations, and the Way Forward", *Value Health*, 22 (11), 1283-1288.
- Baydaş, M. ve Elma, O.E. (2021). "An Objective Criteria Proposal for the Comparison of MCDM and Weighting Methods in Financial Performance Measurement: An Application in Borsa Istanbul", *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, 4(2), 257-279.
- Beaver, W.H. (1966). "Financial Ratios as Predictors of Failure", *Journal of Accounting Research*, 4, 71-111.
- Beaver, W.H. (1968). "Alternative Accounting Measures as Predictors of Failure", *The Accounting Review*, 43(1), 113-122.
- Bulut, T. (2017). "Organize Sanayi Bölgeleri (OSB'ler) Tüzel Kişiliklerinin Finansal Performans Analizine Yönelik Endeks Önerisi: Bulut Performans Endeksi", *Verimlilik Dergisi*, 3, 29-57.
- Bülbül, S. ve Köse, A. (2011). "Türk Gıda Şirketlerinin Finansal Performansının Çok Amaçlı Karar Verme Yöntemleriyle Değerlendirilmesi", *Atatürk Üniversitesi İİBF Dergisi*, Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu Özel Sayısı, 25, 71-97.
- Carpenter J.R. ve Smuk, M. (2021). "Missing Data: A Statistical Framework for Practice", *Biometrical Journal*, 2021 Jun, 63(5), 915-947.
- Cartwright, D.S. (1957). "A Computational Procedure for Tau Correlation", *Psychometrika*, 22, 97-104.
- Ceballos, B., Lamata, M.T. ve Pelta, D.A. (2016). "A Comparative Analysis of Multi-Criteria Decision-Making Methods", *Progress in Artificial Intelligence*, 5, 315-322.
- Collins, L.M., Schafer, J.L. ve Kam, C.M. (2001). "A Comparison of Inclusive and Restrictive Strategies in Modern Missing Data Procedures", *Psychological Methods*, Dec, 6 (4), 330-351.
- Delen, D., Kuzey, C. ve Uyar, A. (2013). "Measuring Firm Performance Using Financial Ratios: A Decision Tree Approach", *Expert Systems with Applications*, 40, 3970-3983.
- Dong, Y. ve Peng, C.Y.J. (2013). "Principled Missing Data Methods for Researchers", *SpringerPlus*, 2, 222.
- Doumpos, M. ve Zopounidis, C. (2010). "A Multicriteria Decision Support System for Bank Rating", *Decision Support Systems*, 50(1), 55-63.
- Doumpos, M., Kosmidou, K., Baourakis, G. ve Zopounidis, C. (2002). "Credit Risk Assessment Using a Multicriteria Hierarchical Discrimination Approach: A Comparative Analysis", *European Journal of Operational Research*, 138(2), 392-412.
- Feng, C.M. ve Wang, R.T. (2000). "Performance Evaluation for Airlines Including the Consideration of Financial Ratios", *Journal of Air Transport Management*, 6(3), 133-142.
- Feng, S., Xinsong, M., Zhiyong, L., Zeshui, X. ve Dongliang, C. (2018). "An Extended Intuitionistic Fuzzy TOPSIS Method Based on a New Distance Measure with an Application to Credit Risk Evaluation", *Information Sciences* 428, 105-119.
- Ferreira, F.A.F., Santos, S.P., Marques, C.S.E. ve Ferreira, J. (2014). "Assessing Credit Risk of Mortgage Lending Using MACBETH: A Methodological Framework", *Management Decision*, 52(2), 182-206.
- Forthofer, R.N. ve Lehnen, R.G. (1981). "Rank Correlation Methods", *Public Program Analysis*, Springer, Boston, M.A.
- Görener, A., Dinçer, H. ve Hacıoğlu, U. (2013). "Application of Multi-Objective Optimization on the Basis of Ratio Analysis (MOORA) Method for Bank Branch Location Selection", *International Journal of Finance & Banking Studies*, 2147-4486, 2(2), 41-52.

- Graham, J.W. (2009). "Missing Data Analysis: Making it Work in the Real World", *Annual Review of Psychology*, 60, 549-576.
- Guo, Z., Wan, Y. ve Ye, H. (2019). "A Data Imputation Method for Multivariate Time Series Based on Generative Adversarial Network", *Neurocomputing*, 360, 185-197.
- Güden, M. (2021). "Metal Eşya Endeksine Kayıtlı Şirketlerin Finansal Performanslarının Bulut Endeks Performans Yöntemiyle Değerlendirilmesi", Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Aydın.
- Güney, Y., Hernandez-Perdomo, E. ve Rocco, C.M. (2020). "Does Relative Strength in Corporate Governance Improve Corporate Performance? Empirical Evidence Using MCDA Approach", *Journal of the Operational Research Society*, 71(10), 1593-1618.
- Hallerbach, W.G. ve Spronk, J. (2002). "The Relevance of MCDM for Financial Decisions", *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 11, 187-195.
- Hamed, K.H. (2011). "The Distribution of Kendall's Tau for Testing the Significance of Cross-Correlation in Persistent Data", *Hydrological Sciences Journal*, 56(5), 841-853.
- Horrigan, J.O. (1968). "A Short History of Financial Ratio Analysis", *The Accounting Review*, 43(2), 284-294.
- IBM Corp. Released (2015). "IBM SPSS Statistics for Windows", Version 23.0, Armonk, IBM Corp., N.Y.
- Ishizaka, A. ve Siraj, S. (2018). "An Experimental Comparative Study of Three Methods", *European Journal of Operational Research*, 264(2), 462-471.
- Kang, H. (2013). "The Prevention and Handling of the Missing Data", *Korean Journal of Anesthesiology*, 64(5), 402-406.
- Kendall, M.G. (1938). "A New Measure of Rank Correlation", *Biometrika*, 30(1/2), 81-93.
- Kıran, Ş. (2018). "Sağlık kurumları finansal Çizelge analizlerinde kullanılabilir anahtar finansal oranların belirlenmesi: Bir performans endeksi önerisi", Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Lakshminarayan, K., Harp, S.A. ve Samad, T. (1999). "Imputation of Missing Data in Industrial Databases", *Applied Intelligence*, 11, 259-275.
- Lee, P.T-W. ve Lin, C-W. (2013). "The Cognition Map of Financial Ratios of Shipping Companies Using DEMATEL and MMDE", *Maritime Policy & Management*, 40(2), 133-145.
- Locurcio, M., Tajani, F., Morano, P., Anelli, D. ve Manganelli, B. (2021). "Credit Risk Management of Property Investments through Multi-Criteria Indicators", *Risks*, 9(6), 106.
- Long, J.D. ve Cliff, N. (1997). "Confidence Intervals for Kendall's Tau", *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 50, 31-41.
- Maricica, M. ve Georgeta, V. (2012). "Business Failure Risk Analysis Using Financial Ratios", *Procedia- Social and Behavioral Sciences*, 62, 728-732.
- Microsoft Corporation (2018). "Microsoft Excel". URL: <https://office.microsoft.com/excel>.
- Mousavi, M.M. ve Lin, J. (2020). "The Application of PROMETHEE Multi-Criteria Decision Aid in Financial Decision Making: Case of Distress Prediction Models Evaluation", *Expert Systems with Applications*, 159, 113438.
- Ohlson, J.A. (1980). "Financial Ratios and the Probabilistic Prediction of Bankruptcy", *Journal of Accounting Research*, 18(1), 109-131.
- Opricovic, S. ve Tzeng, G. (2004). "Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS", *European Journal of Operational Research*, 156, 445-455.
- Paradowski, B., Shekhovtsov, A., Baczkiewicz, A., Kizielewicz, B. ve Sałabun, W. (2021). "Similarity Analysis of Methods for Objective Determination of Weights in Multi-Criteria Decision Support Systems", *Symmetry* 2021, 13, 1874.
- Pätäri, E., Karell, V., Luukka, P. ve Yeomans, J.S. (2018). "Comparison of the Multicriteria Decision-Making Methods for Equity Portfolio Selection: The U.S. Evidence", *European Journal of Operational Research*, 265(2), 655-672.
- Pohekar, S.D. ve Ramachandran, M. (2004). "Application of Multi-Criteria Decision Making to Sustainable Energy Planning, A Review", *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 8, 365-381.
- Puth, M., Neuhäuser, M. ve Ruxton, G.D. (2015). "Effective Use of Spearman's and Kendall's Correlation Coefficients for Association between two Measured Traits", *Animal Behaviour*, 102, 77-84.
- Rahman, M.G. ve Islam, M.Z. (2013). "Missing Value Imputation Using Decision Trees and Decision Forests by Splitting and Merging Records: Two Novel Techniques", *Knowledge-Based Systems*, 53, 51-65.
- Saıabun, W. ve Urbaniak, K. (2020). "A New Coefficient of Rankings Similarity in Decision-Making Problems", In: Krzhizhanovskaya V. et al. (eds) Computational Science-ICCS 2020, *Lecture Notes in Computer Science*, 12138.

- Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (STB), (2021a). "Girişimci Bilgi Sistemi (GBS)". URL: https://gbs.sanayi.gov.tr/docs/GBS_Metaveri.pdf. (Erişim Tarihi: 17.10.2021).
- Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (STB), (2021b). "Girişimci Bilgi Sistemi (GBS)", (Erişim Tarihi: 24.09.2021).
- Schafer, J.L. ve Olsen, M.K. (1998). "Multiple Imputation for Multivariate Missing-Data Problems: A Data Analyst's Perspective", *Multivariate Behavioral Research*, 33(4), 545-571.
- Sedgwick, P. (2014). Spearman's Rank Correlation Coefficient, *The BMJ*, 349, g7327.
- Shekhovtsov, A. (2021). "How Strongly Do Rank Similarity Coefficients Differ Used in Decision Making Problems?", *Procedia Computer Science*, 192, 4570-4577.
- Sinharay, S., Stern, H.S. ve Russell, D. (2001). "The Use of Multiple Imputation for the Analysis of Missing Data", *Psychol Methods*, 6(4), 317-29.
- Silva-Ramírez, E., Pino-Mejías, R. ve López-Coello, M. (2015). "Single Imputation with Multilayer Perceptron and Multiple Imputation Combining Multilayer Perceptron and K-Nearest Neighbours for Monotone Patterns", *Applied Soft Computing*, 29, 65-74.
- Spathis, C., Kosmidou, K. ve Doumpos, M. (2002). "Assessing Profitability Factors in the Greek Banking System: A Multicriteria Methodology", *International Transactions in Operational Research*, 9, 517-530.
- Spearman, C. (1987). "The Proof and Measurement of Association between Two Things", *The American Journal of Psychology*, 100 (3/4), 441-471.
- Taylor, J.M.G. (1987). "Kendall's and Spearman's Correlation Coefficients in the Presence of a Blocking Variable", *Biometrics*, 43(2), 409-416.
- Uygurtürk, H. ve Korkmaz, T. (2012). "Finansal Performansın TOPSIS Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi ile Belirlenmesi: Ana Metal Sanayi İşletmeleri Üzerine Bir Uygulama", *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 7(2), 95-115.
- Wang, J-J., Jing, Y-Y., Zhang, C-F. ve Zhao, J-H. (2009). "Review on Multi-Criteria Decision Analysis Aid in Sustainable Energy Decision-Making", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13(9), 2263-2278.
- Wang, Y. (2009). "Combining Grey Relation Analysis with FMCGDM to Evaluate Financial Performance of Taiwan Container Lines", *Expert Systems with Applications*, Part 1, 36(2), 2424-2432.
- Wang, Y. (2014). "The Evaluation of Financial Performance for Taiwan Container Shipping Companies by Fuzzy TOPSIS", *Applied Soft Computing*, 22, 28-35.
- Wanke, P., Abul Kalam Azad, M.D. ve Barros, C.P. (2016). "Predicting Efficiency in Malaysian Islamic Banks: A Two-Stage TOPSIS and Neural Networks Approach", *Research in International Business and Finance*, 2016, 36, 485-498.
- Wu, W., Sukoco, B.M., Li, C., ve Chen, S.H. (2009). "An Integrated Multi-Objective Decision-Making Process for Supplier Selection with Bundling Problem", *Expert Systems with Applications*, 36(2), 2327-2337.
- Xidonas, P., Mavrotas, G. ve Psarras, J.E. (2009). "A Multicriteria Methodology for Equity Selection Using Financial Analysis", *Computers & Operations Research*, 36(12), 3187-3203.

TARIMSAL ETKİNLİK DÜZEYİNİN COĞRAFİK BÖLGELER İTİBARIYLA FARKLILAŞMASI: VERİ ZARFLAMA METAFRONTİER YAKLAŞIMI*Alamettin BAYAV¹, Orhan GÜNDÜZ², Bahri KARLI³**ÖZET**

Amaç: Bu çalışmada, İBBS 3 sınıflaması itibarıyla illerin 2015-2019 yıllarına ait beş yıllık panel verisi kullanılarak Türkiye coğrafi bölgelerinin tarımsal etkinlikleri tahmin edilmiş ve karşılaştırılmıştır.

Yöntem: Bölgesel teknik etkinlikler ve metafrontier teknik etkinlikler veri zarflama analizi (VZA) ile hesaplanmış, buradan hareketle metateknoloji oranları belirlenmiştir.

Bulgular: Girdi odaklı ölçeğe göre değişen getiri varsayımı altında veri zarflama metafrontier yaklaşımı ile belirlenen etkinliklerin bölgesel olarak farklılaştığı belirlenmiştir. En yüksek teknik etkinlik %91,6 ile Akdeniz Bölgesi'nde, en düşük ise %73,0 ile Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde belirlenmiştir. Metateknoloji oranı açısından değerlendirildiğinde Doğu Anadolu Bölgesi en yüksek orana (%77,9) sahip olmuştur. Doğu Anadolu Bölgesi'ni %73,3 ile Karadeniz, %72,9 ile Güneydoğu Anadolu, %64,0 ile Akdeniz, %51,5 ile Ege Bölgeleri takip etmiştir. En düşük metateknoloji oranı %46,7 ile İç Anadolu Bölgesi'nde tespit edilmiştir.

Özgünlük: Bu çalışmanın literatüre iki açıdan önemli katkı yapacağı düşünülmektedir. Birincisi coğrafi bölgeler düzeyinde tarımsal üretim değerinin değerlendirildiği ilk çalışma olması, ikincisi ise tarımsal teknolojik farklılığı dikkate alan ve daha pratik yorumlanmasını sağlayan metafrontier yöntemini kullanıyor olmasıdır.

Anahtar Kelimeler: Teknik Etkinlik, Metateknoloji Oranı, Veri Zarflama Analizi, Türkiye.

JEL Kodları: O13, O33, Q10.

VARIATION OF AGRICULTURAL EFFICIENCY LEVEL BY GEOGRAPHICAL REGIONS: DATA ENVELOPMENT METAFRONTIER APPROACH**ABSTRACT**

Purpose: In this study, the agricultural efficiency of the geographical regions of Turkey was estimated and compared by using five-year panel data of the provinces for the years 2015-2019 as of NUTS 3.

Methodology: Regional technical efficiency and metafrontier technical efficiency were calculated by data envelopment analysis (DEA), and metatechnology rates were determined.

Findings: The results showed that the highest technical efficiency was determined in The Mediterranean Region with 91.6%, and the lowest in the Southeast Anatolia region with 73.0%. In terms of metatechnology ratio, the Eastern Anatolia Region had the highest rate (77.9%). The Eastern Anatolia Region was followed by the Black Sea Region with 73.3%, the Southeastern Anatolia Region with 72.9% and Mediterranean Region with 64.0%. The lowest metatechnology ratio was found in the Central Anatolia Region with 46.7%.

Originality: It is thought that this study will contribute to the literature in two ways. The first contribution of this study to the literature is that it is the first study to evaluate the agricultural production value at the geographical region level. The second is that it uses the metafrontier method, which takes into account the agricultural technological difference and provides a more practical interpretation.

Keywords: Technical Efficiency, Metatechnology Ratio, Data Envelopment Analysis, Turkey.

JEL Codes: O13, O33, Q10.

* Bu çalışma, 15-17 Eylül 2021 tarihlerinde çevrimiçi olarak düzenlenen XIV. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi'nde özet olarak sunulan "Tarımsal Etkinlik Düzeyinin Coğrafi Bölgeler İtibarıyla Farklılaşması: Veri Zarflama Metafrontier Analizi" başlıklı bildirin genişletilmiş ve yeniden düzenlenmiş halidir.

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Isparta, Türkiye, alamettinbayav@hotmail.com, ORCID: 0000-0002-8093-2988 (Sorumlu Yazar-Corresponding Author).

² Prof. Dr., Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Malatya, Türkiye, orhan.gunduz@ozal.edu.tr, ORCID: 0000-0002-2357-0802.

³ Prof. Dr., Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Isparta, Türkiye, bahrikarli@isparta.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9734-1781.

1. GİRİŞ

Tüm ülkelerde gıda arzının temel kaynağı tarımdır. Artan gıda talebinin karşılanamaması durumunda ekonominin büyüme oranının olumsuz etkileneceği açıktır. Hızlı nüfus artışı ve şehirleşme nedeniyle tüketici tercihindeki değişiklikler gibi faktörler birçok ülkede gıdaya olan talebi artırmaktadır. Bu durum işletme düzeyinde kaynak kullanımının geliştirilmesi ve buna paralel olarak da arz sisteminin geliştirilmesinin önemli olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, tarım sektörünün gıda arzının artırılması ülkelerin ekonomik büyümesi açısından önemlidir. Ayrıca gelir ve buna bağlı talep artışının, mevcut arz imkânları ile karşılanıp karşılanamayacağı tartışmaları da sıklıkla dillendirilen bir konu haline gelmiştir.

Gayrisafi Yurtiçi Hasılaya 2019 yılında %6,42, istihdama %18,15'lik katkısıyla tarım Türkiye'de önemli bir sektördür (TÜİK, 2021). Türkiye'de tarım sektörü büyüme eğilimindedir. Bu büyümeyi sürekli hale getirmek için verimlilik ve etkinliği artırmaya yönelik politika geliştirme çabaları devam etmektedir.

Diğer sektörlerde olduğu gibi tarım sektöründe de iç ve dış pazardaki rekabetin artması kıt kaynakların etkin kullanımını ön plana çıkarmakta, dolayısıyla etkinliğin ve verimliliğin ölçülmesi büyük önem taşımaktadır. Özellikle tarımın gıda ile ilişkili olması performans kavramını daha da önemli kılmaktadır.

Tarımsal verimlilik, büyüme ve kaynak kullanımı, sürdürülebilir üretim ve kârlılığının temel unsuru olarak değerlendirilmektedir. Tarım işletmelerinde verimlilik ve sürdürülebilirliğin sağlanması üretim girdilerinin etkin kullanılmasıyla mümkündür. Gelişmiş ülkelerin yanı sıra Türkiye'de de üretim ve verimin artırılabilmesi için aşırı kaynak kullanımı söz konusu olmakta ve bu durum doğal kaynakların tahribatına ve çevreye önemli derecede olumsuz etki yapmaktadır. Bu zararlar kaynakların etkin kullanımı ile azaltılabilir (Gündüz ve diğerleri, 2011).

Kaynak kullanımında ve üretimde etkinlik konusu, çok sayıda bilimsel çalışmada ele alınmıştır. Özellikle Charnes ve diğerleri (1978) tarafından veri zarflama analizinin (VZA) geliştirilmesinden sonra etkinlik ve verimlilik çalışma sayıları hızla artmıştır. Başta sağlık, eğitim ve tarım sektörleri olmak üzere birçok alanda etkinlik ve verimlilik çalışmaları yapılmaktadır. Üretim kaynaklarının sınırlı olması bu kaynakların etkin kullanılmasını tüm ülke ekonomileri için gerekli kılmaktadır. Bu nedenle benzer girdileri kullanarak benzer çıktıları elde eden işletmelerin hangilerinin etkin çalıştığını bulmak önemlidir. Bu amaçla parametrik stokastik sınır analizi (SSA) ve parametrik olmayan veri zarflama analizi (VZA) yaygın olarak kullanılan performans ölçüm yöntemleridir.

Etkinlik ve verimlilik çalışmaları uzun zamandır ekonomistlerin ilgisini çekmektedir. Bu kapsamda çok sayıda VZA (Gül, 2005; Odeck, 2007; Bayramoğlu ve Gündoğmuş, 2008; Sevim ve Bali, 2008; Ceyhan ve Hazneci, 2010; Dağistan, 2010; Gündüz ve diğerleri, 2010, 2011; Poudel ve diğerleri, 2015; Murtaza ve Thapa, 2017; Candemir, 2020, Çekiç ve diğerleri, 2020; Uzumdumlu ve diğerleri, 2021) ve SSA'yı (Bozoğlu ve Ceyhan, 2007; Rahman, 2010; Guesmi ve diğerleri, 2012; Theriault ve Serra, 2013; Gündüz ve diğerleri, 2016; Hazneci ve Ceyhan, 2017; Abdallah ve Abdul-Rahman, 2017; Canan ve diğerleri, 2018; Siagian ve Soetjpto, 2020; Sari ve diğerleri, 2021) içeren çalışmalar yapılmıştır.

Farklı coğrafyalarda, ekolojilerde veya sınıflarda tarımsal faaliyet yürüten işletmelerin teknoloji kullanımına bağlı farklılıklar nedeniyle, aynı kategori içerisinde değerlendirilmesi, rekabete yönelik değerlendirmelerde yanlış yorumlamalara neden olacaktır. Bu nedenle ortak bir üretim sınırı altında hesaplanan etkinlikler, farklı üretim sınırları altında faaliyet gösterenlerle karşılaştırılmaz. Buradan hareketle O'Donnell ve diğerleri (2008) farklı bölge ve/veya ülkelerdeki işletmelerin farklı üretim fırsatlarıyla karşılaştığını, teknik olarak bu işletmelerin, farklı uygulanabilir girdi-çıktı kombinasyonlarından seçimler yaptığını bildirmiştir. Teknolojik set olarak adlandırılan bu kombinasyonların her bölge için farklı olabileceğini ve bu tür farklılıkların üretim sınırını ayırarak farklı gruptaki işletmelerin etkinliklerini belirleyen araştırmalara izin verebileceğini vurgulamıştır.

Türkiye'de tarımsal alanda bölgesel farklılıkları dikkate alan birkaç etkinlik çalışması yapılmıştır. Armağan ve diğerleri (2010)'nin yapmış olduğu çalışmada İBBS 1 düzeyinde 12 bölgeye ait 1994-2003 yıllarına ait on yıllık veri kullanılmıştır. Bitkisel üretim değeri çıktı olarak, traktör sayısı, tarımsal alan, tarımsal istihdam ve kullanılan gübre miktarı girdi olarak değerlendirilmiştir. Çalışmada İBBS 1 düzeyinde incelenen 10 yıllık dönemde Batı Marmara, Ege, Akdeniz ve Doğu Karadeniz Bölgesi dışındaki bölgelerde teknik etkinlik ve toplam faktör verimliliğinde düşüş olduğu bildirilmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde bu düşüşün Türkiye geneline yansıdığı vurgulanmıştır. Özden ve Armağan (2012) tarafından yapılan çalışmada İBBS 1 bölge düzeyinde 2000-2010 yıllarını kapsayan 11 yıllık veriler kullanılarak tarımsal etkinlikler hesaplanmıştır. SSA'nın kullanıldığı çalışmada Cobb Douglas üretim fonksiyonu kullanılmıştır. Kurulan modelde çıktı olarak tarımsal üretim değeri, girdi olarak ise tarımsal alan, hayvan sayısı, iş gücü sayısı ve traktör sayısı alınmıştır. Sonuçta yıllar bazında ve genel olarak hesaplanan teknik etkinliklerin yıllık ortalama %4 azaldığı tespit edilmiştir. Ege ve Akdeniz Bölgelerinde teknik etkinliğin en yüksek ve

ortalama teknik etkinliğin %50,7 olduğu bildirilmiştir. Erdoğan ve Samut (2013), 81 il düzeyinde (İBBS 3) VZA yöntemini kullanarak etkinlikleri belirlemiştir. Dört girdi ve bir çıktının ele alındığı çalışmada; girdi olarak birim alana düşen traktör sayısı, tarım yapılan alanın toplam tarımsal alana oranı, birim alana düşen tarımsal iş gücü ve birim alana düşen tarımsal enerji kullanımı, çıktı olarak birim alana tarımsal gelir miktarı dikkate alınmıştır. İki aşamalı olarak yapılan çalışmada ilk olarak teknik etkinlik hesaplanmış, ikinci aşamada bölgeler arası farklılığı belirlemek amacıyla varyans analizi uygulanmıştır. Ortalama teknik etkinliğin %75 bulunduğu çalışmada, Doğu Anadolu Bölgesi'nin diğer bölgelere göre daha yüksek teknik etkinlik skoruna sahip olduğu belirlenmiştir. Duda ve diğerleri (2015) 2002-2004 yıllarında anket yoluyla elde ettikleri verilerle NUTS1 bölge düzeyinde SSA yardımıyla teknik etkinlikleri hesaplamıştır. Tarımsal verimlilikte batı bölgelerinin daha etkin olduğu ve etkinlik sıralamasının 2002 ve 2004 yıllarında değiştiği bildirilmiştir. Batı Marmara, Ege ve Doğu Marmara Bölgelerinin 2002 ve 2004 yıllarında ilk üç sırayı paylaştığı tespit edilmiştir. Yazarlar, sıralamada en çarpıcı sonucun 2002 yılında 6. sıradan 2004 yılında 11. sıraya düşen Güney Doğu Anadolu Bölgesi'nde yaşandığına vurgu yapmıştır.

Bölgeler arasındaki farklılıkları göz ardı etmek, bölge etkinlikleri hakkında yanlış tahminlere ve dolayısıyla yanıltıcı politika uygulamalarına yol açabilir. Son yıllarda bölgesel farklılıkları dikkate alarak yapılan çalışmaların sayısı artmıştır (Moreira ve Bravo-Ureta, 2010; Özden ve Di'os-Palomares, 2016; Owusu ve diğerleri, 2017; Belgin, 2019; Li ve diğerleri, 2019; Win ve diğerleri, 2021; Gündüz ve diğerleri, 2021).

Türkiye'de tarımsal işletmelerin etkinliklerinin belirlenmesine yönelik birçok çalışma yapılmıştır. Ancak bu çalışmaların büyük çoğunluğunda VZA ve SSA kullanılmıştır. Metafrontier fonksiyonu kullanılarak yapılan etkinlik analizlerinin sayıları oldukça sınırlıdır. Bu çalışma ile Türkiye'de ilk kez coğrafi bölge özellikleri dikkate alınarak etkinlikler belirlenmiştir. Böylelikle coğrafi bölgeler için belirlenen etkinlik sınırı ile teknoloji seviyesine olan uzaklığı da belirlenmiştir. Bu amaçla, Türkiye'ye ait 2015-2019 yıllarını kapsayan verilerle coğrafi bölgeler düzeyinde metafrontier metodolojisini kullanarak tarımsal üretim etkinliği hesaplanmıştır. Bu çalışmada coğrafi olarak, bölgesel varyasyonun tarımsal üretim üzerindeki etkisini daha iyi anlamak için, tarımsal üretim teknolojilerinin bölgeler arasında nasıl farklılaştığı belirlenmeye çalışılmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde çalışmanın amacına ulaşmak için kullanılan veriler ve yöntemler ayrıntılı olarak anlatılmıştır. Bulguların verildiği üçüncü bölümde 2015-2019 yıllarını kapsayan beş yıllık süreçte her il için teknik etkinlik, metafrontier teknik etkinlik ve metateknoloji oranları hesaplanmış ve yorumlanmıştır. Son olarak dördüncü bölümde elde edilen araştırma bulguları özetlenmiş ve bu bulgular ışığında değerlendirmeler yapılarak, önerilerde bulunulmuştur.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Bu çalışmada materyal olarak Türkiye'nin 81 iline ait 2015-2019 yıllarını kapsayan beş yıllık bitkisel ve hayvansal toplam üretim değeri, tarım alanları, kullanılan gübre miktarları, traktör sayıları ve hayvan sayısına karşılık gelen büyükbaş hayvan birimi (BBHB) verileri kullanılmıştır. Literatürde bu göstergelerin kullanıldığı çalışmalar mevcuttur. Örneğin Armağan ve diğerlerinin (2010) yaptığı çalışmada da toplam faktör verimliliğinin hesaplanmasında bitkisel üretim değeri, tarımsal alan ve traktör sayısı değişkeni kullanılmıştır. Benzer şekilde Özden ve Armağan (2012) da çalışmalarında tarımsal üretim değeri, tarımsal alan ve traktör sayısı göstergelerini kullanmıştır. Çalışmada kullanılan veriler Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) veri tabanından ve Tarım ve Orman Bakanlığı (TOB) kayıtlarından elde edilmiştir.

Değerlendirmeler Türkiye coğrafi bölgelerine göre yapılmıştır. Coğrafi bölgeler ve 81 ilin bu bölgelere dağılımı şöyledir: Akdeniz Bölgesi (8 il), Doğu Anadolu Bölgesi (14 il), Ege Bölgesi (8 il), Güneydoğu Anadolu Bölgesi (9 il), İç Anadolu Bölgesi (13 il), Karadeniz Bölgesi (18 il) ve Marmara Bölgesi (11 il) (Tablo 1).

Tablo 1. İllerin coğrafi bölgelere göre dağılımı

	<i>Doğu Anadolu Bölgesi</i>	<i>Ege Bölgesi</i>	<i>Güneydoğu Anadolu Bölgesi</i>	<i>İç Anadolu Bölgesi</i>	<i>Karadeniz Bölgesi</i>	<i>Marmara Bölgesi</i>
Akdeniz Bölgesi	Ağrı	Afyonkarahisar	Adıyaman	Aksaray	Amasya	Balıkesir
Adana	Ardahan	Aydın	Batman	Ankara	Artvin	Bilecik
Antalya	Bingöl	Denizli	Diyarbakır	Çankırı	Bartın	Bursa
Burdur	Bitlis	İzmir	Gaziantep	Eskişehir	Bayburt	Çanakkale
Hatay	Elâzığ	Kütahya	Kilis	Karaman	Bolu	Edirne
Isparta	Erzincan	Manisa	Mardin	Kayseri	Çorum	İstanbul
Kahramanmaraş	Erzurum	Muğla	Siirt	Kırıkkale	Düzce	Kırklareli
Mersin	Hakkâri	Uşak	Şanlıurfa	Kırşehir	Giresun	Kocaeli
Osmaniye	İğdir		Şırnak	Konya	Gümüşhane	Sakarya
	Kars			Nevşehir	Karabük	Tekirdağ
	Malatya			Niğde	Kastamonu	Yalova
	Muş			Sivas	Ordu	
	Tunceli			Yozgat	Rize	
	Van				Samsun	
					Sinop	
					Tokat	
					Trabzon	
					Zonguldak	

2.2. Yöntem

Etkinlik ve verimlilik kavramı ilk olarak Debreu (1951) tarafından ele alınmış ve Farrell (1957) tarafından bir üretim sınırı kullanılarak genişletilmiştir. Etkinliğin ölçülmesindeki metodolojiyi ilk olarak Farrell (1957), etkinliği girdi-çıkıtı perspektifinden tanımladığı çalışmasında özetlemiştir. Farrell'e (1957) göre çıktığı odaklı yaklaşımda, bir işletmenin teknik etkinliği, mevcut girdi ve teknoloji seviyesinde üretebileceği maksimum çıktı kabiliyetidir. Alternatif olarak girdi odaklı yaklaşımda, bir işletmenin teknik etkinliği, mevcut girdi fiyatları ve çıktı miktarında bir değişiklik olmaksızın, kullanılan girdiyi en aza indirme yeteneği olarak tanımlanabilir. Etkinlik, karar verme birimlerinin gözlemlenen konumundan ulaşmak için bir ölçüt olarak kabul edilen üretim sınırına olan uzaklığına oranı olarak tanımlanmaktadır (Farrell, 1957; O'Donnell ve diğerleri, 2008). Teknik etkinlik kavramı, bir grup içindeki tüm karar verme birimlerinin karşılaştığı kısıtlamalar göz önüne alındığında, üreticinin kaynak israfından kaçınma yeteneğini yansıtır (Goyal ve diğerleri, 2018).

Aynı teknoloji kullanımı altında farklı bölgelerde faaliyet gösteren işletmelerin teknik etkinliği, üretim birimlerinin farklı girdi-çıkıtı kombinasyonları arasından seçim yapması nedeniyle, aynı üretim sınırı altında karşılaştırılması uygun değildir (O'Donnell ve diğerleri, 2008). Her bir grubun farklı teknolojiler altında faaliyet gösterdiği ve dolayısıyla üretim sınırlarının farklı olduğu şüphesi olduğunda, analizin amacı farklı grupların (örneğin bölgeler, ülkeler) verimliliğini karşılaştırmak olduğunda metafrontier yararlı bir kavramdır (Barnes ve Revoredo-Giha, 2011).

VZA, firmaların, üretim birimlerinin veya karar verme birimlerinin girdi ve çıktılarına ilişkin verileri kullanan bir doğrusal programlama metodolojisidir. Bu sınır yüzeyi, örnekteki her bir birim için bir dizi doğrusal programlama probleminin çözümüyle oluşturulur. Her birimin teknik yetersizlik derecesi gözlenen veri noktası ile sınır arasındaki mesafe ile ölçülür. Basit bir ifadeyle, VZA her birimin performansını tüm birimler için en iyi uygulamayla karşılaştırmaya çalışır. En iyi uygulama, çıktı yapısı ve ayrıca incelenen birimin girdi yapısı dikkate alındıktan sonra belirlenir. Daha sonra, birimin en iyi uygulamasına olan uzaklığına göre teknik etkinlik elde edilir. VZA, girdi odaklı veya çıktı odaklı olabilir. İki ölçü, ölçeğe göre sabit getiri söz konusu olduğunda aynı teknik etkinlik değerlerine sahipken, ölçeğe göre değişken getiri geçerli olduğunda teknik etkinlik değerleri değişmektedir.

Çalışmada ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında girdi odaklı VZA yöntemi kullanılmıştır. Zayıf yönlerinin olmasına rağmen, VZA'nın seçilmesinin en büyük nedeni çok sayıda girdi ve çıktının birlikte kullanılabilirliği ve doğrusal programlama yöntemini kullanarak anlamlı sonuçlar üretmesidir. Ayrıca ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında girdi odaklı VZA'nın kullanılması, tarımsal üretimde çıktıdan ziyade girdi üzerinde kontrol yeteneğinin daha fazla olması ve azalan verimler kanununun geçerli olmasından kaynaklanmıştır. Banker ve diğerleri (1984) tarafından önerilen ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında girdiye yönelik yaklaşım aşağıdaki gibi formüle edilebilir (Eşitlik 1-5):

$$\text{Min}_{\theta, \lambda} \theta \quad (1)$$

s. t.

$$-y_i + Y\lambda \geq 0, \quad (2)$$

$$\theta x_i - X\lambda \geq 0 \quad (3)$$

$$N1'\lambda = 1 \quad (4)$$

$$\lambda \geq 0, \quad (5)$$

Burada; Y , N sayıda karar verme birimi (KVB) için çıktı matrisini; θ 0-1 aralığında bir değer alan girdi odaklı teknik etkinlik değerini; X , N sayıda KVB için girdi matrisini; λ , i . KVB'nin emsallerinin doğrusal kombinasyonunu tanımlayan ağırlıkların $N \times 1$ vektörünü; y_i , i . KVB'nin çıktısını ve x_i , i . KVB'nin girdi miktarını gösterir. Her doğrusal programlama λ ve θ vektörlerini üretir. θ vektörü, i . birim için teknik etkinlik puanı hakkında bilgi sağlarken λ vektörü i biriminin eşleri hakkında bilgi sağlar.

VZA'da Cooper ve diğerleri (2006:106) temel kural olarak (the rule of thumb) KVB sayısının modelde kullanılan değişken sayısının üç katından fazla olması gerektiğini bildirmiş ve temel kuralı Eşitlik 6'daki gibi formüle etmiştir:

$$n \geq \max \{mxs, 3(m + s)\} \quad (6)$$

Eşitlik 6'da n KVB sayısını, m girdi sayısını, s ise çıktı sayısını ifade etmektedir. KVB sayısının az, kullanılan girdi ve çıktı sayısının fazla olması etkin KVB'nin sayısının artmasına neden olmakta ve literatürde ayırma gücü problemi olarak ifade edilen etkin KVB'nin sıralanması sorununu ortaya çıkarmaktadır (Desposit, 2002). Bu sorunun çözümü için süper etkinlik, çapraz etkinlik, çok kriterli veya çok amaçlı VZA modelleri gibi birçok yöntemin geliştirildiği bildirilmiştir (Ghasemi ve diğerleri, 2018). Bu çalışmada coğrafi bölgelerdeki iller KVB olarak ele alındığından, Karadeniz Bölgesi hariç diğer bölgelerde Eşitlik 6'ya göre temel kural şartı sağlanamamaktadır. Bu nedenle Andersen ve Petersen (1993) tarafından önerilen süper etkinlik yaklaşımı kullanılmıştır. Bölgelere ait etkinlik değerleri hesaplanan süper etkinlik skorları oranlanarak bulunmuştur.

Metafrontier için y , $M \times 1$ boyutunda negatif olmayan çıktıyı ve x , $N \times 1$ boyutunda negatif olmayan girdiyi ifade eden vektörleri göstermektedir. Bu durumda çıktıları üretmek için tüm girdileri dikkate alan metateknoloji seti Eşitlik 7'deki gibi tanımlanabilir (O'Donnel ve diğerleri, 2008):

$$T = \{(x, y) : x \geq 0; y \geq 0\} \quad (7)$$

Eşitlik 7'de x ve y metateknoloji seti ile ilişkili girdi ve çıktı setleridir. Örneğin, çıktı kümesi herhangi bir girdi vektörü x için Eşitlik 8'deki gibi tanımlanır:

$$P(x) = \{y : (x, y) \in T\} \quad (8)$$

Bu sınıra ait çıktı seti metafrontier olarak tanımlanmakta ve Färe ve Primont (1995) tarafından belirlenen standart düzenlilik özelliklerini karşılamaktadır. Böylelikle çıktılarına ait meta uzaklık fonksiyonu Eşitlik 9'daki gibi olacaktır.

$$D(x, y) = \inf_{\theta} \{\theta > 0 : (y/\theta) \in P(x)\} \quad (9)$$

Eşitlik 9, bir girdi vektörü verilen bir KVB'nin çıktı vektörünü genişletebileceği maksimum değere ulaşacak ve $D(x, y) = 1$ olduğunda etkin olarak ifade edilecektir. Kısmi sınırlar için, farklı teknolojilerde üretimde bulunan n adet grup olduğunu varsayalım ($n = 1, 2, \dots, N$). Grup n 'de yer alan KVB'leri x girdisi ile y çıktısını üretmektedir. Bu durumda n grubunun teknolojisi, uzaklık fonksiyonu ve girdi çıktı setleri Eşitlik 10-12'deki gibi yazılabilir (O'Donnel ve diğerleri, 2008):

$$T^k = \{(x, y) : x \geq 0; y \geq 0\} \quad (10)$$

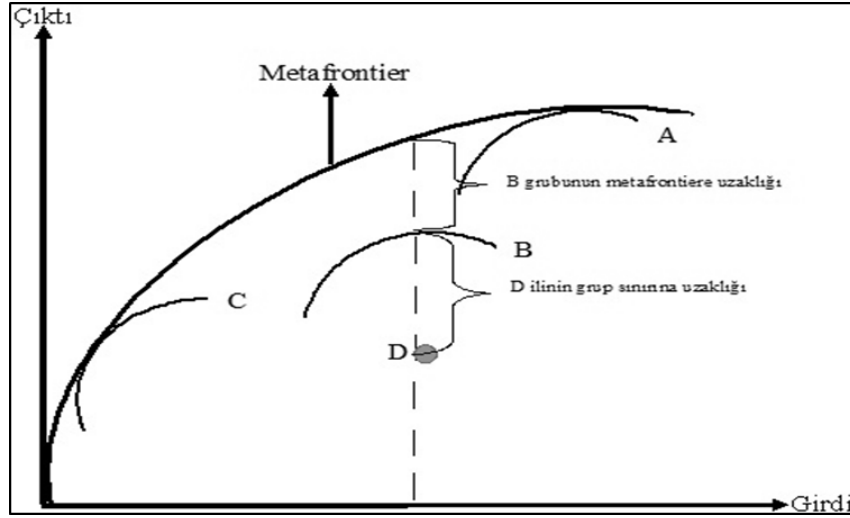
$$P^k(x) = \{y : (x, y) \in T^k\} \quad (11)$$

$$D^k(x, y) = \inf_{\theta} \{\theta > 0 : (y/\theta) \in P^k(x)\} \quad (12)$$

Metafrontier, son yıllarda hem yatay kesit hem de panel verilerin teknolojik varyasyonunu açıklayan bir yaklaşım haline gelmiştir. Spesifik olarak k grubundaki işletmeler için metateknoloji oranı Eşitlik 13'teki gibi tanımlanır:

$$\text{MTR}^k(x, y) = \frac{D(x, y)}{D^k(x, y)} = \frac{TE(x, y)}{TE^k(x, y)} \quad (13)$$

Burada y çıktıyı, x girdiyi, MTR^k k . grubun metateknoloji oranını, TE^k k . grubun teknik etkinliğini ve TE ise metafrontier teknik etkinliğini ifade etmektedir. Şekil 1, metafrontieri grafiksel olarak açıklamaktadır.



Şekil 1. Metafrontierin grafiksel gösterimi (O'Donnell ve diğerleri (2008)'nden uyarlanmıştır)

Çalışmada bölgelerin tarımsal etkinliği coğrafi bölge düzeyinde tahmin edilmiştir. Modelde bir çıktı ve dört girdi kullanılmıştır. Çıktı olarak bitkisel ve hayvansal üretim değerinin toplamından oluşan tarımsal üretim değeri (TL) kullanılmıştır. Ayrıca tarım alanı (ha), azot, fosfor ve potasyum gübrelerinin toplamından oluşan kullanılan gübre miktarı (ton), traktör sayısı (adet) ve hayvan sayısına karşılık gelen büyükbaş hayvan birimi (BBHB) girdi olarak kullanılmıştır. Tarımsal üretim değeri, 2015 yılı baz alınarak tarım ürünleri üretici fiyat endeksine göre deflate edilmiştir. BBHB değerlerinin hesaplanmasında 4342 sayılı Mera Kanunu'nda belirtilen katsayı değerleri esas alınmıştır. Karadeniz Bölgesi ve metateknoloji etkinliklerinin hesaplanmasında Coelli (1996) tarafından geliştirilen DEAP 2.1 bilgisayar programı kullanılmıştır. Diğer bölgelere ait süper etkinlik değerlerinin hesaplanmasında EMS (Efficiency Measurement System) programı kullanılmıştır.

3. BULGULAR

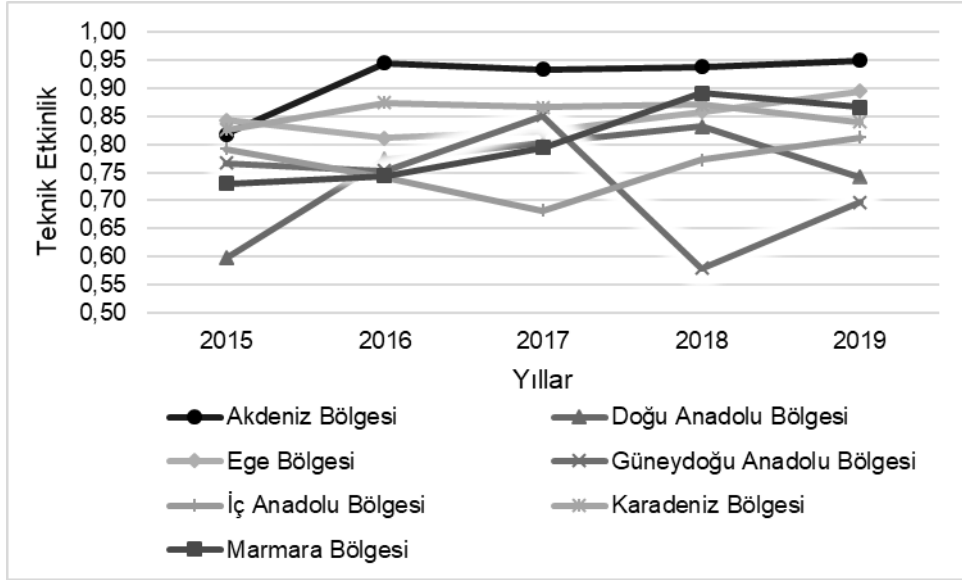
2015-2019 yıllarını kapsayan beş yıllık süreç için her yıl ve her il için teknik etkinlik ve metateknoloji oranları hesaplanmıştır. Modelde kullanılan değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 2'de verilmiştir. Tarımsal üretim değeri bakımından Akdeniz Bölgesi lider konumundadır. Akdeniz Bölgesi'ni İç Anadolu ve Ege Bölgeleri takip etmektedir. En düşük tarımsal üretim değerine sahip bölge Doğu Anadolu Bölgesi'dir.

Tablo 2. Değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler*

Bölge	Tarımsal Üretim Değeri (Milyon TL)	Tarımsal Alan (1.000 ha)	Kullanılan Gübre Miktarı (1.000 ton)	Traktör Sayısı (1.000 adet)	BBHB (1.000 birim)
Akdeniz	28512,31 (1107,71)	2270,69 (45,63)	384,75 (49,86)	165,44 (4,90)	1116,64 (85,18)
Doğu Anadolu	9692,65 (287,99)	2435,29 (24,13)	84,38 (10,22)	83,33 (7,24)	2424,80 (157,31)
Ege	22236,50 (769,81)	2769,98 (15,27)	288,58 (22,89)	272,27 (11,85)	1783,61 (169,47)
Güneydoğu Anadolu	15849,08 (1257,00)	2983,54 (86,82)	446,79 (45,26)	68,41 (2,13)	1371,68 (210,20)
İç Anadolu	28058,24 (1702,00)	7874,64 (155,48)	642,36 (82,63)	277,96 (6,72)	2331,99 (262,80)
Karadeniz	19852,60 (2321,26)	2762,19 (34,02)	226,00 (19,28)	218,75 (4,05)	1265,29 (101,23)
Marmara	18167,62 (606,25)	2357,83 (23,19)	384,12 (56,78)	219,38 (2,87)	1286,80 (57,85)
Genel	20338,43 (6688,87)	3350,60 (2011,41)	351,00 (176,50)	186,51 (84,53)	1654,40 (536,19)
Toplam	142369,00	23454,16	2456,98	1305,54	11580,81

*Parantez içindeki değerler, standart sapmaları göstermektedir. (Kaynak: Tarım ve Orman Bakanlığı, 2021; TÜİK, 2021).

Yıllara göre bölgesel ortalama etkinlik skorlarının grafiksel gösterimi Şekil 2'de verilmiştir. Tüm bölgelerin teknik etkinlik değerleri %50'den büyüktür. Akdeniz Bölgesi yıllar ortalamasına göre en yüksek teknik etkinliğe sahip bölge olmuştur. Akdeniz Bölgesi teknik etkinliği 2015 yılından sonra artmış ve diğer yıllarda çok küçük farklarla birbirine yakın seyretmiştir. Karadeniz Bölgesi Akdeniz Bölgesi'ne benzer bir seyir göstermiştir. Marmara Bölgesi 2018 yılına kadar artış eğiliminde olmasına rağmen 2019 yılında küçük bir düşüş yaşamıştır. Güneydoğu Anadolu Bölgesi teknik etkinliği 2017 yılına kadar artış eğilimi göstermiş, 2018 yılında keskin bir düşüş yaşanmış olmasına rağmen 2019 yılında yine yükselme eğilimi göstermiştir. 2018 yılında yaşanan bu düşüşün bölgede yaşanan kuraklıktan kaynaklandığı düşünülmektedir. En düşük teknik etkinlik değeri 2018 yılında %58 ile Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde, en yüksek teknik etkinlik değeri ise 2019 yıllarında %95 ile Akdeniz Bölgesi'nde hesaplanmıştır.



Şekil 2. Bölgelerin yıllara göre ortalama teknik etkinlikleri

Bölgelere göre teknik etkinlik, metafrontier ve metateknoloji oran tahminleri Tablo 3'te özetlenmiştir. Sonuçlar bölgelerin kendi etkinlik sınırında yüksek teknik etkinliğe sahip olduğunu göstermektedir. Nitekim yıllar ortalaması dikkate alındığında en yüksek teknik etkinliğe %91,6'lık oranla Akdeniz Bölgesi'nin, en düşük teknik etkinliğe sahip bölgenin ise %73'lük oranla Güneydoğu Anadolu bölgesinin olduğu görülmektedir. Akdeniz Bölgesi'nde bulunan illerin etkinlik değerleri %82,8 ile %100 arasında, Güneydoğu Anadolu Bölgesi illerine ait teknik etkinlik skorları ise %61,2 ile %81,6 arasında değişmiştir. Bu sonuçlar dikkate alındığında ortalama olarak Akdeniz Bölgesi illerinin aynı çıktı seviyesini %8,4 daha az girdi kullanarak elde edebileceklerini söylemek mümkündür. Benzer şekilde Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ndeki iller de ortalama girdilerini %27 oranında azaltarak aynı çıktıyı elde edebilirler.

Hesaplanan metateknoloji oranları Doğu Anadolu Bölgesi hariç diğer bölgelerde bölgesel sınırlara göre düşük oranlarda seyretmiştir. Bölgesel sınıra göre en düşük ortalama ikinci teknik etkinlik skoruna (%74,9) sahip Doğu Anadolu Bölgesi metateknoloji oranı bakımından en yüksek değere sahip olmuştur. En düşük metateknoloji oranı İç Anadolu Bölgesi'nde hesaplanmıştır. Doğu Anadolu Bölgesi için hesaplanan metateknoloji oranı %77,9'dur. Bu oran, Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki illerin Doğu Anadolu Bölgesi teknolojisi kullanılarak ortalama üretilebilecek maksimum çıktının, aynı girdilerle metafrontier tarafından temsil edilen teknolojiye göre üretilebilecekleri maksimum çıktının yaklaşık %77,9'u olduğu anlamına gelmektedir. Bölgesel sınırdaki %91,6'lık yüksek bir teknik etkinliğe sahip Akdeniz Bölgesi, %60,1'lik düşük bir metafrontier teknik etkinliğine sahiptir. Bunun nedeni Akdeniz Bölgesi'nin düşük bir metateknoloji oranına sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Nitekim Akdeniz Bölgesi için hesaplanan metateknoloji oranı %64'tür. Bu oran Akdeniz Bölgesi teknolojisinde mümkün olan maksimum çıktının, metafrontier tarafından temsil edilen teknolojiye göre elde edilebilecek çıktının yalnızca %64'ü olduğunu gösterir.

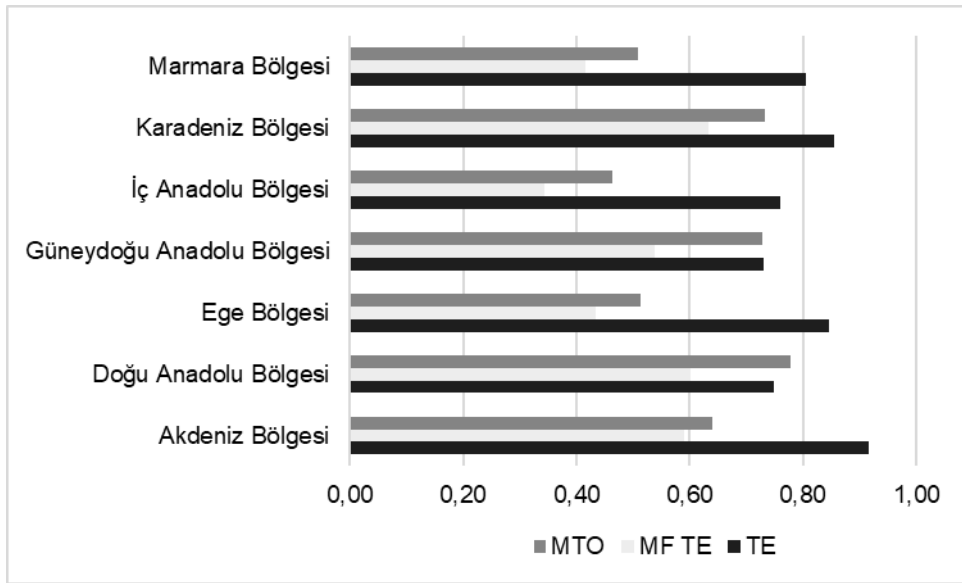
Tablo 2'de farklı bölgeler için hesaplanan metateknoloji oranları, İç Anadolu Bölgesi'nin Türkiye'nin diğer bölgelerinden daha kısıtlayıcı koşullar altında tarımsal üretim yaptığını göstermektedir. İç Anadolu Bölgesi'nin ortalama metateknoloji oranı %46,7'dir. Bu sonuç metafrontier teknolojisinde İç Anadolu Bölgesi'ndeki illerin ortalama olarak üretebilecekleri maksimum çıktının %46,7'sini üretebileceğini ortaya koymaktadır. Bu oran büyükten küçüğe doğru sırasıyla Doğu Anadolu Bölgesi, Karadeniz Bölgesi,

Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Akdeniz Bölgesi, Ege Bölgesi ve Marmara Bölgesi için %77,9, %73,3, %72,9, %64,0, %51,5 ve %50,9'dur.

Metafrontier teknik etkinlik değerlerine bakıldığında bazı bölgelerde maksimum değerlerin %100 olduğu görülmektedir. Akdeniz, Doğu Anadolu, Güneydoğu Anadolu, Karadeniz ve Marmara Bölgeleri'nin maksimum değerleri %100'dür. Bu değer anlamı söz konusu bölgelerde bulunan en az bir ilin metafrontier üzerinde üretim yaptığıdır. Yani bu bölgelerin üretim sınırı metafrontier üretim sınırına teğettir.

Bir üretim sınırını tahmin etmek için bir grup işletmenin verilerini kullandıktan sonra, grup içindeki işletmelerin göreceli performansını ölçmek yaygın ve basittir. Bununla birlikte, çoğu zaman işletmelerin gruplar arasındaki performanslarının ölçülmesine büyük ilgi duyulmaktadır. Ne yazık ki, bu tür karşılaştırmalar sadece farklı işletme grupları için sınırların aynı olduğu sınırlayıcı özel durumda anlamlıdır. Genel bir kural olarak, bir sınıra göre ölçülen etkinlik seviyeleri başka bir sınıra göre ölçülen etkinlik seviyeleri ile karşılaştırılmaz (O'Donnell ve diğerleri, 2008). Bu şekilde farklı üretim sınırına sahip işletmelerin karşılaştırılması metafrontier fonksiyonunun kullanılması ile mümkündür. Bu açıdan değerlendirildiğinde metafrontier fonksiyonunun kullanımı karşılaştırmalarda önemli avantajlar sağlamaktadır.

Şekil 3'te bölgelere göre ortalama teknik etkinlik, metafrontier teknik etkinlik ve metateknoloji oranları grafiksel olarak verilmiştir. Grafik incelendiğinde bölgesel farklılıkların, metateknoloji oranları ve metafrontier teknik etkinlik değerlerinde daha belirgin olduğu görülmektedir. Doğu Anadolu Bölgesi hariç, bölgesel sınırlara göre yüksek seyreden teknik etkinlik değerleri metafrontier teknik etkinlikte ve metateknoloji oranlarında daha düşük değerler almıştır. Bu sonuçlar farklı teknolojiler altında üretim yapan KVB'lerin etkinliklerinin değerlendirilmesinde bölgesel sınırların kullanılmasının hatalı sonuçlara yol açacağını göstermektedir.



Şekil 3. Bölgelere göre teknik etkinlik, metafrontier teknik etkinlik ve metateknoloji oranları

Tablo 3. Coğrafi bölgelerin teknik etkinlik, metafrontier ve metateknoloji oranları

DMU	Teknik Etkinlik (TE)							Metafrontier Teknik Etkinlik (MF TE)							Metateknoloji Oranı (MTO)						
	A	B	C	D	E	F	G	A	B	C	D	E	F	G	A	B	C	D	E	F	G
1	0,828	0,613	0,775	0,672	0,833	0,642	0,796	0,599	0,313	0,294	0,363	0,266	0,419	0,341	0,723	0,512	0,380	0,540	0,320	0,653	0,429
2	1,000	0,914	0,786	0,697	0,847	1,000	0,936	1,000	0,914	0,424	0,408	0,316	0,898	0,447	1,000	1,000	0,539	0,584	0,373	0,898	0,478
3	0,908	0,930	0,792	0,759	0,826	1,000	0,746	0,419	0,918	0,373	0,714	0,261	0,632	0,550	0,461	0,987	0,471	0,940	0,316	0,632	0,737
4	0,943	0,579	0,867	0,643	0,745	0,949	0,680	0,460	0,517	0,662	0,547	0,262	0,546	0,435	0,488	0,892	0,764	0,851	0,351	0,575	0,640
5	0,835	0,702	0,950	0,742	0,714	0,541	0,737	0,626	0,459	0,247	0,632	0,525	0,390	0,252	0,749	0,654	0,260	0,853	0,734	0,720	0,342
6	0,948	0,684	0,800	0,702	0,638	0,401	0,810	0,328	0,396	0,379	0,316	0,284	0,262	0,325	0,346	0,580	0,474	0,450	0,445	0,652	0,401
7	0,984	0,614	0,882	0,612	0,766	0,967	0,775	0,944	0,529	0,797	0,480	0,304	0,646	0,219	0,960	0,860	0,904	0,784	0,397	0,668	0,282
8	0,885	1,000	0,917	0,924	0,828	0,822	0,863	0,345	1,000	0,297	0,924	0,308	0,733	0,343	0,389	1,000	0,324	1,000	0,372	0,892	0,397
9		0,625		0,816	0,677	1,000	0,762		0,440		0,456	0,668	0,904	0,433		0,704		0,559	0,987	0,904	0,568
10		0,684			0,763	1,000	0,750		0,373			0,384	0,675	0,244		0,546			0,503	0,675	0,326
11		0,700			0,647	0,533	1,000		0,529			0,398	0,386	1,000		0,756			0,616	0,724	1,000
12		0,728			0,809	0,970			0,306			0,263	0,822			0,421			0,325	0,848	
13		0,981			0,785	1,000			0,981			0,226	1,000			1,000			0,288	1,000	
14		0,737				1,000			0,737				0,409			1,000				0,409	
15						0,854							0,601							0,704	
16						0,759							0,439							0,578	
17						1,000							1,000							1,000	
18						0,953							0,630							0,661	
Ortalama	0,916	0,749	0,846	0,730	0,760	0,855	0,805	0,590	0,601	0,434	0,538	0,343	0,633	0,417	0,640	0,779	0,515	0,729	0,467	0,733	0,509
Standart Sapma	0,064	0,145	0,067	0,095	0,072	0,196	0,094	0,259	0,255	0,194	0,192	0,126	0,225	0,218	0,255	0,210	0,219	0,198	0,204	0,159	0,214
Minimum	0,828	0,579	0,775	0,612	0,638	0,401	0,680	0,328	0,306	0,247	0,316	0,226	0,262	0,219	0,346	0,421	0,260	0,450	0,288	0,409	0,282
Maksimum	1,000	1,000	0,950	0,924	0,847	1,000	1,000	1,000	1,000	0,797	0,924	0,668	1,000	1,000	1,000	1,000	0,904	1,000	0,987	1,000	1,000

A: Akdeniz Bölgesi, B: Doğu Anadolu Bölgesi, C: Ege Bölgesi, D: Güneydoğu Anadolu Bölgesi, E: İç Anadolu Bölgesi, F: Karadeniz Bölgesi, G: Marmara Bölgesi

4. SONUÇ

Tarımsal üretimde farklı bölgelerin teknoloji kullanımına bağlı olarak teknik etkinlik ve verimlilik farklılaşabilmektedir. Bu çalışmanın amacı, 2015-2019 döneminde 81 ilden oluşan yedi coğrafi bölge arasındaki teknoloji kullanımına bağlı farklılıkları analiz etmektir. Bu amaçla Türkiye coğrafi bölgeler ayırımına göre bölgelerin etkinlikleri karşılaştırılmıştır. Metafrontier yaklaşımının kullanıldığı bu çalışma literatüre iki önemli katkı yapmaktadır. Bunlardan ilki Türkiye tarımsal üretim değerinin coğrafi bölgeler düzeyinde değerlendiren ilk çalışmadır. İkincisi tarımsal teknolojik heterojenliği göz önüne alarak önyargılı değerlendirmeyi önleyen ve sonuçların daha pratik yorumlanmasını sağlayan metafrontier yöntemini kullanıyor olmasıdır.

Veri zarflama metafrontier yaklaşımıyla yapılan analizlerde bölgelerin etkinliklerinin farklılaştığı tespit edilmiştir. Sonuçlar bölgesel üretim heterojenliğinin olduğunu göstermektedir. Genel olarak, sonuçlar tüm bölgelerin üretimlerini bölgesel sınıra yakın gerçekleştirdiğini göstermektedir. Ancak bölgelerin bu tarımsal performansı yanıltıcıdır çünkü iller ülkenin genel sınırından ziyade kendi bölgesel sınırlarına daha yakındır. Örneğin Akdeniz Bölgesi bölgesel etkinlik sonuçlarına göre en yüksek teknik etkinliğe sahip olmasına rağmen, MTO sonuçlarına göre bu özelliğini koruyamamıştır. MTO sonuçlarına göre %77,9'luk orana sahip Doğu Anadolu Bölgesi metafrontiere en yakın bölge olmuştur. Tüm bölgelerde bölgesel sınıra göre yüksek olan teknik etkinlikler, metafrontier teknik etkinliklerde düşük bulunmuştur. Bunun nedeni metafrontier teknik etkinlik hesaplanmasında 81 ilin birlikte değerlendirilmesinden kaynaklanmaktadır. Bölgesel sınırdaki ise sadece bölge sınırında bulunan iller değerlendirilmiştir.

Sonuçlara göre bölgeler arasında etkinlik farklılıkları vardır. MTO'nun farklı olması bu sonucu doğurmuştur. VZA ile metafrontier teknik etkinliğin farklı olması metafrontier fonksiyonunun kullanılmasını gerekli kılmıştır. Bu farklılığın nedenlerinin araştırılması gerekmektedir. Özellikle teknoloji ve kaynak israfını önlemek için yönetsel gelişmeler sağlanmalıdır. Bölgeler için oluşturulan kalkınma stratejileri bölgeler arası farklılığı giderecek nitelikte olmalıdır. Bunun için de bölgesel iş birliği ve iletişimin desteklenmesi gerekmektedir. Tarımsal yeni üretim teknolojilerinin coğrafi bölgeler arasında ve bölgeler içinde yaygınlaştırılması için tarımsal yayıma daha fazla önem verilmelidir. Ekolojik farklılıklar tarımsal teknolojinin yayılmasını sınırladığında, kırsal kalkınma gibi farklı politikalara yönelmek gerekmektedir.

Tarım sektöründe sürdürülebilir kalkınmayı gerçekleştirmek için devletin farklı bölgelerin gerçek koşullarına göre farklı politikalar yapması gerekmektedir. Etkinlik skorları ve metateknoloji oranları incelenerek önde giden bölgeleri takip etmek ve bunun nedenlerinin belirlenebilmesi için çaba harcanması gerekmektedir. Türkiye tarımında teknik etkinliği ve metateknoloji oranını etkileyen faktörlerin daha iyi anlaşılması için daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir. Bu nedenle hem kamu hem de özel sektör için tarımsal teknoloji kazanımına yönelik yatırımların yapılması ve metateknoloji oranını artırmak için araştırma ve geliştirme çalışmalarının desteklenerek teknolojik yeniliklerin teşvik edilmesi önemsenmektedir.

Sonuç olarak bu çalışma, farklı coğrafyalarda, ekolojilerde veya sınıflarda tarımsal faaliyet yürüten KVB'lerinin teknoloji kullanımına bağlı farklılıklar nedeniyle, aynı kategori içerisinde değerlendirilmesinin rekabete yönelik değerlendirmelerde yanlış yorumlamalara neden olacağını ve aynı üretim sınırında bulunmayan KVB'lerin karşılaştırmalarının metafrontier yaklaşımı ile karşılaştırmaları gerektiğini ortaya koymuştur. Ancak çalışmanın kısıtları da bulunmaktadır. Çalışmada en önemli kısıt tarımsal üretime etki eden tüm unsurların ele alınmamış olmasıdır. Modele diğer unsurların eklenmesi sonuçları değiştirebilecektir. Diğer önemli bir kısıt ise beş yıllık gibi kısa bir dönem verilerinin kullanılmış olmasıdır. Tarımsal üretimin çok büyük doğal risklerle karşı karşıya olduğu düşünüldüğünde beş yıllık verilerin kullanılmış olması yanlı sonuçlara neden olabileceği değerlendirilmelidir.

Yukarıda sayılan kısıtlar aslında yeni yapılacak çalışmalara da yol gösterici niteliktedir. Özellikle tarımsal üretime etki eden değişkenler modele eklenerek ve daha uzun zaman serisi kullanılarak çalışmalar yapılabilir. Ayrıca alt sektörler (meyve, sebze, tahıl gibi) ve ürünler bazında yapılacak çalışmalar, etkinlik ve verimlilik bakımından daha sağlıklı sonuçlara ulaşılmasını sağlar. Gelecekte yapılabilecek çalışmalara son tavsiye bölgesel farklılıkların belirlenmesinde stokastik metafrontier yaklaşımının da kullanılabilirliği.

KAYNAKÇA

- Abdallah, A. ve Abdul-Rahaman, A. (2017). "Technical Efficiency of Maize Farmers in Ghana: A Stochastic Frontier Approach", *International of Innovation and Scientific Research*, 29(2), 110-118.
- Andersen, P. ve Petersen, N.C. (1993). "A Procedure for Ranking Efficient Units in Data Envelopment Analysis", *Management Science*, 39(10), 1261-1264.
- Armağan, G., Özden, A. ve Bekçioğlu, B. (2010). "Efficiency and Total Factor Productivity of Crop Production at NUTS1 Level in Turkey: Malmquist Index Approach", *Qual Quant*, 44, 573-581.
- 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.
- Barnes, A.P. ve Revoredo-Giha, C. (2011). "A Metafrontier Analysis of Technical Efficiency of Selected European Agricultures", *International Congress, Zurich-Switzerland*, 1-12.
- Bayramoğlu, Z. ve Gündoğmuş, E. (2008). "Cost Efficiency on Organic Farming: A Comparison Between Organic and Conventional Raisin-Producing Households in Turkey", *Spanish Journal of Agricultural Research*, 6(1), 3-11.
- Belgin, Ö. (2019). "Analysing R&D Efficiency of Turkish Regions Using Data Envelopment Analysis", *Technology Analysis & Strategic Management*, 31(11), 1341-1352.
- Bozoğlu, M. ve Ceyhan, V. (2007). "Measuring the Technical Efficiency and Exploring the Inefficiency Determinants of Vegetable Farms in Samsun Province, Turkey", *Agricultural Systems*, 94(3), 649-656.
- Canan, S., Abacı, N., Ceyhan, V. ve Demiryürek, K. (2018). "Samsun İli Çarşamba İlçesinde Kivi Yetiştiren Tarım İşletmelerinin Üretim Etkinliği", *Mediterranean Agricultural Sciences*, 31(3), 249-254.
- Candemir, S. (2020). "Ekmeklik Buğday Üretiminde Enerji Kullanımı ve Etkinlik Analizi: Kahramanmaraş İli Örneği", *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7(4), 896-903.
- Ceyhan, V. ve Hazneci, K. (2010). "Economic Efficiency of Cattle-Fattening Farms in Amasya Province, Turkey", *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9(1), 60-69.
- Charnes, A., Cooper, W.W. ve Rhodes, E. (1978). "Measuring the Efficiency of Decision-Making Units", *European Journal of Operational Research*, 2, 429-444.
- Coelli, T.J. (1996). "A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Program", CEPA Working Papers No. 8/96, Department of Econometrics, University of New England, Armidale.
- Cooper, W.W., Seiford, L.M. ve Tone, K. (2006). "Introduction Data Envelopment Analysis and Its Uses with DEA-Solver Software and References", Springer, USA.
- Çekiç, B., Menten, C. ve Atıcı, K.B. (2020). "Türkiye Tarım Sektöründe Ürünler Bazında Etkinlik Değerlendirmesi", *Verimlilik Dergisi*, 1, 117-141.
- Dağıstan, E. (2010). "Determination of Technical Efficiency in Wheat (*Triticum Aestivum* L.) Production of Turkey: A Case Study of Çukurova Region", *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 8(2), 354-358.
- Debreu, G. (1951). "The Coefficient of Resource Utilization", *Econometrica*, 19(3), 273-292.
- Despotis, D.K. (2002). "Improving the Discriminating Power of DEA: Focus on Globally Efficient Units", *Journal of the Operational Research Society*, 53(3), 314-323.
- Dudu, H., Çakmak, E. ve Öcal, N. (2015). "Drivers of Farm Efficiency in Turkey: A Stochastic Frontier Analysis", *World Journal of Applied Economics*, 1(1), 45-63.
- Erdoğan, H. ve Samut, P.K. (2013). "Analysis of the Efficiency Determinants of Turkey's Agriculture Sector by Two-Stage Data Envelopment Analysis (DEA)", *Ege Akademik Bakış*, 13(1), 21-28.
- Färe, R. ve Primont, D. (1995). "Multi-Output Production and Duality: Theory and Applications", Kluwer, Boston.
- Farrell, M.J. (1957). "The Measurement of Productive Efficiency", *Royal Statistical Society*, 120(3), 253-290.
- Ghasemi, M.R., Ignatius, J. ve Rezaeic, B. (2018). "Improving Discriminating Power in Data Envelopment Models Based on Deviation Variables Framework", *European Journal of Operational Research*, 278(2), 442-447.
- Goyal, J., Singh, R., Kaur, H. ve Singh, K. (2018). "Intra-industry Efficiency Analysis of Indian Textile Industry: A Meta-frontier DEA Approach", *International Journal of Law and Management*, 60(6), 1448-1469.
- Guesmi, B., Terra, S., Kallas, Z. ve Gil Roig, J.M. (2012). "The Productive Efficiency of Organic Farming: The Case of Grape Sector in Catalonia", *Spanish Journal of Agricultural Research*, 10(3), 552-566.
- Gül, M. (2005). "Technical Efficiency and Productivity of Apple Farming in Antalya Province of Turkey", *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 8(11), 1533-1540.
- Gündüz, O., Ceyhan, V., Esengün, K. ve Dağdeviren, M. (2010). "Kayısı Yetiştiriciliği Yapan İşletmelerde Ekonomik Etkinlik: Darende İlçesi Örneği", *Türkiye IX. Tarım Ekonomisi Kongresi, Şanlıurfa*, 135-142.

- Gündüz, O., Ceyhan, V. ve Esengün, K. (2011). "Measuring the Technical and Economic Efficiencies of the Dry Apricot Farms in Turkey", *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 9(1), 319-324.
- Gündüz, O., Şili, Ş. ve Ceyhan, V. (2016). "Farm Level Technical Efficiency Analysis and Production Costs in Tomato Growth: A Case Study from Turkey", *Custos e @gronegocio on line*, 12(3), 26-38.
- Gündüz, O., Aslan, A., Ceyhan, V. ve Bayramoğlu, Z. (2021). "Measuring the Metafrontier Efficiencies and Technology Gaps of Dried Apricot Farms in Different Agro-Ecological Zones", *Custos e @gronegocio on line*, 17(1), 63-87.
- Hazneci, K. ve Ceyhan, V. (2017). "TR83 Bölgesinde Buğday Tohumluğu Üretiminde Teknik Etkinlik ve Etkinliği Belirleyen Faktörler", *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 32(2), 181-188.
- Li, Y., Chiu, Y. ve Lin, T. (2019). "The Operating Efficiency of Financial Holding and Nonfinancial Holding Banks-Epsilon-Based Measure Metafrontier Data Envelopment Analysis Model", *Managerial and Decision Economics*, 40(5), 488-499.
- Moreira, V.H. ve Bravo-Ureta B.E., (2010). "Technical Efficiency and Metatechnology Ratios for Dairy Farms in Three Southern Cone Countries: A Stochastic Meta-Frontier Model", *Journal of Productivity Analysis*, 33(1),33-45.
- Murtaza, G. ve Thapa, G.B. (2017). "Factors Affecting Technical Efficiency of Small-Scale Apple Farms in Balochistan Plateau, Pakistan", *Journal of Mountain Science*, 14(4), 782-794.
- Odeck, J. (2007). "Measuring Technical Efficiency and Productivity Growth: A Comparison of SFA and DEA on Norwegian Grain Data", *Applied Economics*, 39(20), 2617-2630.
- O'Donnell, C.J., Rao, D.S.P. ve Battese, G.E. (2008). "Metafrontier Frameworks for the Study of Firm-Level Efficiencies and Technology Ratios", *Empirical Economics*, 34(2), 231-255.
- Owusu, V., Donkor, E. ve Owusu-Sekyere, E. (2017). "Accounting for the Gender Technology Gap Amongst Smallholder Rice Farmers in Northern Ghana", *Journal of Agricultural Economics*, 69(2), 439-457.
- Özden, A. ve Armağan, G. (2012). "Türkiye Tarımında NUTS 1 Bölgeleri Açısından Etkinlik Karşılaştırması (2000-2010)", *10. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi*, Konya, 764-771.
- Özden, A. ve Di'os-Palomares, R. (2016). "Is the Olive Oil an Efficient Sector? A Meta Frontier Analysis Considering the Ownership Structure", *New Medit*, 15(3), 2-9.
- Poudel, K.L., Yamamoto, N. ve Thomas, G.J. (2015). "Comparing Technical Efficiency of Organic and Conventional Coffee Farms in Nepal Using Data Envelopment Analysis (DEA) Approach", *Organic Agriculture*, 5, 263-275.
- Rahman, S. (2010). "Women's Labour Contribution to Productivity and Efficiency in Agriculture: Empirical Evidence from Bangladesh", *Journal of Agricultural Economics*, 61(2), 318-342.
- Sari, D.W., Hidayat, F.N. ve Abdul, I. (2021). "Efficiency of Land Use in Smallholder Palm Oil Plantations in Indonesia: A Stochastic Frontier Approach", *Forest and Society*, 5(1), 75-89.
- Sevim, C. ve Bali, Ö. (2008). "Avrupa Birliği Üyesi ve Aday Ülkelerin Tarımsal Etkinliklerinin Karşılaştırılması", *Verimlilik Dergisi*, 3, 21-39.
- Siagian, R.A. ve Soetjipito, W. (2020). "Cost Efficiency of Rice Farming in Indonesia: Stochastic Frontier Approach", *Agricultural Socio-Economics Journal*, 20(1), 7-14.
- Theriat, V. ve Serra, R. (2014). "Institutional Environment and Technical Efficiency: A Stochastic Frontier Analysis of Cotton Producers in West Africa", *Journal of Agricultural Economics*, 65(2), 383-405.
- Tarım ve Orman Bakanlığı (2021). "Bitkisel Üretim", <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim>, Erişim Tarihi:05.05.2021).
- TÜİK (2021). "İstatistik Veri Portalı", <https://data.tuik.gov.tr>, (Erişim Tarihi:05.05.2021).
- Uzumdumlu, A.S., Tamşen, M. ve Bilgiç, A. (2021). "Comparison of Organic and Conventional Wheat in terms of Efficiency and Cost in Turkey: A Case Study of Erzurum Province", *Custos e @gronegocio on line*, 17(1), 217-238.
- Win, T., Sari, D.W. ve Haryanto, T. (2021). "Energy Efficiency of Indonesia's Sugar Industry Based on Economic Framework: Stochastic Metafrontier Analysis", *Jurnal Akuntansi*, 11(1), 53-66.

TÜRKİYE ELEKTRİK DAĞITIM ŞİRKETLERİNİN ETKİNLİK VE VERİMLİLİK ANALİZİ

Meryem EMRE AYSİN¹, Gürkan ÇALMAŞUR²

ÖZET

Amaç: Bu çalışmada özelleştirme programına alınan Türkiye elektrik dağıtım şirketleri performansının etkinlik ve verimlilik açısından incelenmesi hedeflenmektedir.

Yöntem: Veri zarflama analizi ve Malmquist Toplam Faktör Verimliliği İndeksi kullanılarak etkinlik ve verimlilik analizi yapılmıştır. Etkinlik ölçümünde, ölçeğe göre sabit getiriye dikkate alan girdi odaklı CCR modeli ve ölçeğe göre değişen getiriye dikkate alan girdi odaklı BCC modelleri denenmiştir. Malmquist Toplam Faktör Verimliliği İndeksi ile ilgili dönemde toplam faktör verimliliklerindeki değişim ve bu değişimin kaynakları açıklanmıştır.

Bulgular: Verimlilik 2013 yılında en düşük, 2016 yılında ise en yüksek seviyededir. En büyük toplam faktör verimliliği artışı 2013-2014, düşüşü ise 2014-2015 döneminde gerçekleşmiştir. Sektörün bir bütün olarak toplam faktör verimliliği artışı yıllık ortalama %10,5'tir. Çalışma sonuçları, karar birimlerinin etkisiz çalıştığını ve dağıtım şirketlerinin hizmet verdikleri bölgelerdeki refah düzeyi farklılıklarının etkinlik üzerinde belirgin bir etkisi bulunmadığını göstermektedir.

Özgünlük: Çalışmada elektrik dağıtım şirketlerinin hem etkinlik hem de verimlilikleri 2012-2018 dönemi için incelenmiştir. Enerji sektörünün önemi sebebiyle bu konu araştırılmaya değer görülmüştür. Çalışma bu nedenlerle özgün nitelik taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Elektrik Dağıtım, Etkinlik, Verimlilik, Veri Zarflama Analizi, Malmquist Toplam Faktör Verimliliği.

JEL Kodları: C61, D24, Q42.

EFFICIENCY AND PRODUCTIVITY ANALYSIS OF TURKISH ELECTRICITY DISTRIBUTION COMPANIES

ABSTRACT

Purpose: This study aims to investigate the performance of Turkey's electricity distribution companies added the privatization program from the point of efficiency and productivity

Methodology: Efficiency and productivity analyses were conducted using Data Envelopment Analysis and Malmquist Total Factor Productivity Index. For the measurement of efficiency, the input-oriented CCR model, which considers the constant return to scale, and the input-oriented BCC models, which consider the variable return to scale, have been tried. The change in total factor productivity and the sources of this change in the related period were explained by Malmquist Total Factor Productivity Index.

Findings: Efficiency has its lowest level in 2013 and highest level in 2016. The greatest increase in total factor productivity occurred in 2013-2014, and greatest decrease occurred in the period of 2014-2015. The average increase in total factor productivity of the sector as a whole is 10,5% annually. The results of the study indicate that the decision units work inefficiently and that the differences in the welfare level of the regions served by the distribution companies do not have a significant effect on the efficiency.

Originality: In the study both efficiency and productivity of the electricity distribution companies are examined for the period 2012-2018. Due to the importance of the energy sector this subject is worth investigating. For these reasons, the study has originality.

Keywords: Electricity Distribution, Efficiency, Productivity, Data Envelopment Analysis, Malmquist Total Factor Efficiency.

JEL Codes: C61, D24, Q42.

¹ Arş. Gör., Erzurum Teknik Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, Erzurum, Türkiye, meryem.aysin@erzurum.edu.tr, ORCID: 0000-0003-1188-8239 (Sorumlu Yazar-Corresponding Author).

² Doç. Dr., Erzurum Teknik Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, Erzurum, Türkiye, gurkan.calmasur@erzurum.edu.tr, ORCID: 0000-0002-8515-5719.

1. GİRİŞ

Performans ölçümü, kurumların hedefleri doğrultusunda elde edilen ürün, hizmet ve sonuçları ele alan bir değerlendirme sürecidir. Bu analitik süreç, verilerin toplanması, analiz edilmesi ve raporlanması gibi süreçlerin sistemli bir şekilde gerçekleştirilmesini ifade eder (Lorcu, 2010). Kurumlar, çeşitli kısıtlar altında üretim yaparlar. Üretimde kullanılacak ürünün ham maddesinin azlığı ve üretici firmanın maliyet olanağı bu kısıtlardan bazılarıdır. Bu alanlarda üretim yapan kurumlar, kaynaklarını etkin ve verimli kullanmalıdır. Optimizasyon, bu sektörlerde kritik önem taşımaktadır.

Kurumların, işletmelerin veya firmaların performansı kalite, etkililik, etkinlik ve verimlilik gibi birçok boyutu içerir (Yolalan, 1993: 6). Etkinlik ve verimlilik, performans ölçümlerinde sıklıkla kullanılan kavramlardır. Kaynakların sınırlı, isteklerin de sınırsız olduğu bir dünyada kaynakların etkin ve verimli kullanılması elzemdir. Dolayısıyla bireylerin, kurumların ve hatta siyasal karar düzeylerine kadar herkesin bu kavramların bilincinde olarak hareket etmesi gerekir (Altan ve diğerleri, 2015).

Etkinlik ve verimlilik kavramları farkında olmadan yanlış kullanılabilir. Verimlilik veya üretkenlik kavramı en basit tanımı ile çıktının girdiye oranıdır. Bu tanıma göre verimlilik göreceli bir kavram değildir ve firmaların tek başına verimlilikleri hesaplanabilir. Firmaların etkinliği ise genel anlamda tüketilen girdilerin en fazla çıktıyı üretebilme başarısıdır. Farklı firmaların uygulamış oldukları politikaların etkinlik açısından başarısı etkinliğin gözlemlenmesi ve dolayısıyla ölçülmesi ile mümkün olmaktadır (Tarım, 2001: 5-11).

Verimlilik, üretimde kullanılan girdilerin süreç sonunda elde edilen çıktılara oranıdır. Bu oranlama üretimde kullanılan üretim faktörünün ismi ile anılır. Eğer üretimde kullanılan iş gücü ile verimlilik hesaplanıyorsa iş gücü verimliliği, sermaye üzerinden hesaplanıyorsa sermaye verimliliği denir ki bu verimlilik ölçütleri kısmi faktör verimliliği olarak adlandırılır. Üretim faktörleri birlikte değerlendirildiğinde toplam faktör verimliliği elde edilir. Üretim sürecinde kullanılan bu faktörlerin miktarındaki artışın yanı sıra verimliliklerinde de artış gerçekleşiyorsa toplam üretim aynı yönde değişir. Kısmi verimlilik veya toplam faktör verimliliğindeki artışlar üretim artışının kaynağı olarak ifade edilebilir (Ünsal, 2020).

Etkinlik ölçme yöntemlerini üç başlık altında incelemek mümkündür:

- Rasyo analizinde her bir oran verimlilikle ilgili boyutlardan yalnızca birini dikkate alır. Bu nedenle bazı oranlar işletmeyi çok başarılı olarak tespit ederken bazıları işletmenin başarısız olduğunu gösterir. Dolayısıyla tek boyutlu bu yöntem, farklı oranları ağırlıklandırıp tek bir ölçüt veremez. Bu yöntemde tek girdi ve tek çıktı değişkenleri arasındaki ilişki incelendiği için bu değişkenlerin dışındaki etkinlik unsurları dikkate alınmamaktadır. Bu yönüyle bu yöntem performans ölçümünde yeterli görülmemektedir (Kaya ve Aktan, 2011; Bayram, 2016).
- Parametrik yöntemlerin kullanıldığı etkinlik analizlerinde üretim fonksiyonuna ait matematiksel kalıbın bilindiği varsayılır. Bu yöntem fonksiyonel formu bilinen sınıra ait parametreleri tahminler. Tahmin edilen her gözlemin bu sınıra olan uzaklığını ölçer (Çakmak ve diğerleri, 2008: 34).
- Parametrik olmayan yöntemler ise parametrik yöntemlerin alternatifi olarak ortaya çıkmıştır. Bu yöntem, matematiksel programlamalar kullanır. Çok sayıda girdi ve çok sayıda çıktı içerebilir. Uygulamasının kolay olduğunu söylemek mümkündür (Baysal ve diğerleri, 2005).

Etkinlik ve verimlilik analizlerinde sıklıkla tercih edilen parametrik olmayan yöntemlerden biri Veri Zarflama Analizi'dir (VZA). Bu yöntemin kullanıldığı araştırmalar genellikle finans sektöründe (Cingi ve Tarım, 2000; Çolak ve Altan, 2002; Webb, 2003; Atan, 2003; Torun ve Özdemir, 2015), otomotiv sektöründe (Yılmaz ve diğerleri, 2002; Bakırcı, 2006; Karaduman, 2006; Çoban, 2007; Lorcu, 2010; Chen, 2011; Zhiyuan ve Shanjun, 2011), imalat sektöründe (Deliktaş, 2002; Aytemiz, 2006; Pehlivanlıoğlu, 2011), elektrik enerjisi sektörünün performans analizlerinde (Bağdadioğlu ve diğerleri, 1996; Zhang ve Bartels, 1998; Giannakis ve diğerleri, 2005; Von Hirschhausen ve diğerleri, 2006; Hess ve Cullman, 2007; Bağdadioğlu ve diğerleri, 2007; Cullman ve Hirschhausen, 2008; Sadjadi ve Omrani, 2008; Pérez ve Tovar, 2009; Lo ve diğerleri, 2011; Düzgün, 2011; Çelen, 2013; Çelen, 2016; Dönmezçelik, 2014; Koçak ve Boran, 2019; Güler ve diğerleri, 2007) sıklıkla kullanılmaktadır. Elektrik enerjisi sektörü ayrıca parametrik bir yöntem olan stokastik sınır yaklaşımı ile de incelenmektedir (Goto ve Tsutsui, 2008; Sadjadi ve Omrani, 2008; Şenyücel, 2012; Yenioğlu ve Toklu, 2020).

Türkiye elektrik enerjisi sektörünü inceleyen çalışmalardan Bağdadioğlu ve diğerleri (1996), 70 elektrik dağıtım şirketinin etkinliğini incelemiştir. Çalışmanın yapıldığı dönemde Türkiye'de dağıtım hizmeti hem kamu hem özel şirketler tarafından verilmektedir. Sonuçlar, kamu ve özel dağıtım şirketlerinin etkinlik skorlarında önemli fark olmadığını kanıtlamıştır. Bağdadioğlu (2007) ise Türkiye elektrik dağıtım sektöründeki reform ve birleşmelerin etkinlik ve verimlilik üzerindeki etkilerini incelemiştir. Sonuçlar, birleşmelerin etkinlik üzerinde pozitif bir etkisi olduğunu ortaya koymuştur. Düzgün (2011: 165), elektrik

dağıtım şirketlerinin etkinlik ve verimlilik analizinde büyük şirketlerin küçük şirketlere göre kaynak kullanımında daha etkin olduğunu ortaya koymuştur. Sonuçlar ayrıca sosyoekonomik açıdan refah düzeyi yüksek bölgelerdeki şirketlerin, refah düzeyi düşük bölgelere kıyasla daha etkin çalıştığını göstermiştir. Çelen (2013), iki aşamalı çalışmada önce dağıtım şirketlerinin etkinlik değerlerini hesaplamış, daha sonra bu skorları bağımlı değişken olarak ele almış ve tobit modelden yararlanarak çevresel iş değişkenlerinin bu skora olan etkisini incelemiştir. Elde edilen sonuçlar, çevrenin müşteri yoğunluğunun ve özel mülkiyetin verimliliği pozitif yönde etkilediğini kanıtlamıştır. Yazarın 2016 yılında yaptığı çalışmada ise yine aynı dönem için şirketlerin teknik etkinlik değerleri parametrik olmayan bir yöntem olan stokastik sınır analizi ile incelenmiş ve bu amaçla stokastik sınır analizi modelinden türetilmiş farklı model tanımlamaları kullanılmıştır. Sonuçlar denenen tüm modellerde piyasada ölçeğe göre artan getirinin olduğunu ve teknolojik ilerlemenin makul-orta düzeyde olduğunu ispatlamıştır. Dönmezçelik (2014: 83-86), dağıtım şirketlerinin mali ve teknik etkinliklerini incelemiş, Charnes-Cooper-Rhodes modeli (CCR) etkinlik skorlarını Banker-Charnes-Cooper (BCC) model sonuçlarından düşük bulmuştur. Analiz sonuçları elektrik dağıtımında faaliyet gösteren şirketlerin etkinliklerinin yıllar içinde değiştiğini ve bu şirketlerin optimum ölçek kurma noktasında başarılı olmadıklarını göstermiştir. Koçak ve Boran (2019), Türkiye’de 81 ildeki elektrik tüketimini tüketici bazında incelemiştir. Etkin olan il sayısı CCR modeline göre 15, BCC modeline göre 26 olup BCC modelinin daha ılımlı olduğu, sanayinin az olduğu bölgelerde etkinlik skorunun daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Yenioğlu ve Toklu (2020: 98-99), olasılık teorisinden yararlandıkları çalışmalarında klasik VZA modellerine göre daha esnek olan stokastik VZA’da simetrik hata yapısı kullanarak karşılaştırmalı analizler yapmışlardır. Dağıtım şirketlerinin deterministik ve şans kısıtlı stokastik VZA modellerine simetrik hata yapısının dahil edilmesiyle performans analizi yapılmış, sonuçlar daha önceki deterministik VZA çalışmaları ile karşılaştırılmıştır. Şans kısıtlı stokastik etkinliğin değerlendirilmesinde hata payının yüksek olduğu görülmüştür. Çalışma sonuçları, refah düzeyi yüksek bölgelerde hizmet veren şirketlerin, refah düzeyi düşük bölgelerde hizmet veren şirketlere göre daha etkin çalıştıklarını, maliyetlerini daha iyi yönettiklerini kanıtlamıştır.

Zhang ve Bartels (1998), Avustralya, İsveç ve Yeni Zelanda’daki elektrik dağıtım endüstrilerinin etkinliğini incelemiştir. Analizlerde monte carlo simülasyonu kullanılmış, ortalama etkinliğin örneklem büyüklüğü ile ilişkisi ortaya konulmuştur. Simülasyon sonuçları, örneklem büyüklüğü arttıkça tahmini teknik etkinliğin azalma, örneklem büyüklüğü azaldıkça etkinliğin artma eğiliminde olduğunu göstermiştir. Giannakis ve diğerleri (2005), Birleşik Krallık’taki elektrik dağıtım şirketlerini incelemiştir. Araştırma, maliyet tasarrufunun azaltılmasına, yatırım verimliliği ve hizmet kalitesinin artırılmasına yönelik yapılan reformlar sonrası kalite odaklı bir kıyaslama yapılmasını hedeflemiştir. Bu amaçla kamu hizmetlerinin teknik etkinliği incelenmiş, kaliteyi içeren Malmquist indeksi kullanılarak zaman içindeki verimlilik analiz edilmiştir. Bulgular, düşük maliyet yapısına sahip olan firmaların yüksek hizmet kalitesi sunmasına gerek olmadığını, maliyet modelleri verimlilik puanlarının kalite tabanlı modellerle yüksek korelasyonu olmadığını göstermiştir. Ayrıca hizmet kalitesindeki iyileşmelerin, sektörün toplam verimliliğini olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir. Von Hirschhausen ve diğerleri (2006), 553 Alman elektrik dağıtım şirketinden 307’sinin etkinliğini incelemiştir. Çalışma sonuçları çok küçük şirketlerin bir maliyet avantajına sahip olduğunu ve düşük müşteri yoğunluğunun etkinliği önemli ölçüde değiştirdiğini göstermiştir. Cullmann ve diğerleri (2007), Doğu Avrupa elektrik dağıtım şirketlerinin etkinliklerini incelemiştir. Sonuçlar, Polonya dağıtım şirketlerinin hala çok küçük olduğunu, Çek Cumhuriyeti’nin en yüksek verimliliğe sahip olduğunu, Slovakya ve Macaristan’ın orta düzeyde etkinliğe sahip olduğunu göstermiştir. Ayrıca, özelleştirmenin dört ülkede de teknik etkinlik üzerinde olumlu bir etkisi olduğu sonuçlar arasında yer almaktadır. Goto ve Tsutsui (2008), büyük ölçekli ABD elektrik enerjisi tesislerinin etkinliğini incelemiştir. Araştırmada deregülasyonun bu tesisler üzerindeki etkisi incelenmiş, üretim, iletim/dağıtım ve genel yönetim gibi üç ayrı fonksiyonun etkinliği ve bunların her biri üzerindeki deregülatör etkileri analiz edilmiştir. Çalışma bulguları, deregülasyonun üretim ve genel uygulama fonksiyonlarının etkinliği üzerinde önemli düzeyde etkisi olduğunu gösterirken, iletim/dağıtım fonksiyonunda herhangi bir etkisi olmadığını ortaya koymuştur. Lo ve diğerleri (2011), Tayvan’da faaliyet gösteren elektrik dağıtım bölgesinin göreceli verimliliğini araştırmış, etkinsiz çalışan bölgelerde ölçek etkinliğinin teknik etkinlikten daha düşük olduğunu ortaya koymuştur.

Elektrik enerjisi, küresel anlamda en çok tüketilen ve çeşitli alanlarda kullanılan enerji türüdür. Küreselleşme, nüfus artışı ve teknolojiye yaşanan gelişmelerle birlikte elektrik talebi artmıştır. Artan bu talep, yenilenebilir enerji çeşitliliğinin artırılmasına yönelik çalışmalarla ve enerjinin/elektriğin etkin ve verimli bir şekilde kullanılması ile karşılanabilir (Bekmez ve Manga, 2013; Karagöl ve Tür, 2017: 7). Bu konuda az sayıda çalışmanın yapılması ve konunun önemi sebebi ile Türkiye elektrik enerjisi sektöründe dağıtım faaliyeti gösteren 21 elektrik dağıtım şirketinin performansı 2012-2018 dönemi için ampirik olarak araştırılacaktır. Performans ölçütü olarak etkinlik ve verimlilik kavramları kullanılacaktır. Etkinlik, VZA ile incelenecek girdi odaklı CCR ve girdi odaklı BCC modelleri ayrı ayrı denenecek, sonuçlar karşılaştırılacaktır. Toplam faktör verimliliğindeki değişime Malmquist Toplam Faktör Verimliliği indeksi ile tespit edilerek bu değişimin kaynakları incelenecektir. Çalışma bu nedenlerle özgün nitelik taşımaktadır.

Çalışmanın giriş bölümünü takiben ikinci bölümde Türkiye elektrik sektörü ve dağıtım şirketleri ile ilgili genel bir çerçeve çizilecektir. Üçüncü bölümde performans ölçütü olarak tercih edilen etkinlik ve verimlilik kavramlarının, VZA ve Malmquist Toplam Faktör Verimliliği indeksinin incelenmesi planlanmaktadır. Dördüncü bölümde ise analiz sonuçları ve bulgular irdelenecek ve sonuç bölümünde çalışma değerlendirmeye tabi tutularak tartışılacaktır.

2. TÜRKİYE ELEKTRİK SEKTÖRÜ

Elektik enerjisi, günlük hayatımızın ve üretimin her alanında kullanılmaktadır. Nüfusun, tüketimin, üretimin ve sanayileşmenin artmasıyla birlikte elektrik enerjisi sektörü oldukça önem kazanmıştır. Bu sektör, diğer sektörlerle büyük ölçüde etkileşim halindedir. Türkiye’de elektrik enerjisi üretim ve dağıtımının mülkiyeti kamunun elinde bulunsa da elektrik dağıtım sektörü özelleştirilmiş ve devletin elektrik dağıtım hizmeti sona ermiştir. Devlet yeni düzenleme ile birlikte serbestleşen piyasada denetleyici ve düzenleyici rol oynamaktadır. Serbestleşme sonrası elektrik dağıtım hizmeti bağımsız ve sözleşmeli şirketler tarafından verilmeye başlamış ve sektörde rekabetin önü açılmıştır.

Elektrik hizmetlerinin 1970 yılında Türkiye Elektrik Kurumu (TEK) tarafından yürütülmesine karar verilene kadar geçen dönemde DSİ, İller Bankası, Etibank ve yerel idareler hizmet vermiş, dağıtım şirketleri ise yerel idarelerin kontrolünde faaliyetlerini sürdürmüştür. 1982 yılında yerel idarelerin yönetiminde olan dağıtım hizmeti TEK’e devrolmuş ve 1984 yılında 3096 sayılı Kanun’un yürürlüğe girmesine kadar devam etmiştir. 1993 yılında Türkiye Elektrik Dağıtım A.Ş. (TEDAŞ) kurulana kadar sektör kamu tekeli niteliği taşımıştır (Düzgün, 2011: 61).

Elektrik üretim, iletim, dağıtım ve arz aşamalarından geçmekte ve en son tüketiciye ulaşmaktadır. Bu enerjiyi depolamak mümkün değildir. Elektrik talebinin esnekliği düşüktür ve enerji talebi hemen karşılanmalıdır (Başaran ve Bağdadioğlu, 2010). Elektrik dağıtım hizmeti, tüketiciye dağıtım şirketleri tarafından verilmektedir. Türkiye, elektrik dağıtım ve perakende satış sektöründe rekabetçi piyasa şartlarının oluşturulması ve çeşitli reformların uygulanması için kamu mülkiyetindeki işletmeler, yeniden yapılandırılmıştır. Bu amaçla TEDAŞ 02.04.2004 tarih ve 2004/22 sayılı Özelleştirme Yüksek Kurulu Kararı ile özelleştirme kapsam ve programına alınmıştır. Bu programla birlikte dağıtım bölgeleri yeniden belirlenmiş ve Türkiye 21 dağıtım bölgesine ayrılmıştır (TEDAŞ, 2013). Bu bölgelere ve hizmet verdikleri illere ait bilgiler Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Elektrik dağıtım şirketleri

Dağıtım Şirketleri	Dağıtım Şirketlerinin Hizmet Verdiği İller	Dağıtım Şirketleri	Dağıtım Şirketlerinin Hizmet Verdiği İller	Dağıtım Şirketleri	Dağıtım Şirketlerinin Hizmet Verdiği İller
Dicle Elektrik Dağıtım A.Ş	Diyarbakır, Şanlıurfa, Batman, Siirt, Şırnak	Mardin, Meram Elektrik Dağıtım A.Ş	Konya, Kırşehir, Niğde, Karaman	Aksaray, Nevşehir, Sakarya Elektrik Dağıtım A.Ş	Sakarya, Düzce, Bolu, Kocaeli
Vangölü Elektrik Dağıtım A.Ş	Van, Bitlis, Muş, Hakkâri	Başkent Elektrik Dağıtım A.Ş	Ankara, Kırıkkale, Çankırı, Karabük, Zonguldak, Bartın, Kastamonu	Osmangazi Elektrik Dağıtım A.Ş	Eskişehir, Bilecik, Uşak, Afyonkarahisar
Aras Elektrik Dağıtım A.Ş	Erzurum, Ağrı, Iğdır, Bayburt	Erzincan, Ardahan, Akdeniz Elektrik Dağıtım A.Ş	Antalya, Burdur	Isparta, Boğaziçi Elektrik Dağıtım A.Ş	İstanbul Avrupa Yakası
Çoruh Elektrik Dağıtım A.Ş	Giresun, Trabzon, Rize, Artvin	Gediz Elektrik Dağıtım A.Ş	İzmir, Manisa	Kayseri Elektrik Dağıtım A.Ş	Kayseri
Fırat Elektrik Dağıtım A.Ş	Elazığ, Tunceli, Bingöl	Malatya, Uludağ Elektrik Dağıtım A.Ş	Bursa, Çanakkale	Balıkesir, Yalova, ADM Elektrik Dağıtım A.Ş	Aydın, Denizli, Muğla
Çamlıbel Elektrik Dağıtım A.Ş	Tokat, Sivas, Yozgat	Trakya Elektrik Dağıtım A.Ş	Edirne, Kırklareli	Tekirdağ, Akedaş Elektrik Dağıtım A.Ş	Kahramanmaraş, Adıyaman
Toroslar Elektrik Dağıtım A.Ş	Adana, Hatay, Gaziantep, Kilis	Mersin, Osmaniye, Anadolu Yakası Elektrik Dağıtım A.Ş	İstanbul Yakası	Anadolu Yeşilirmak Elektrik Dağıtım A.Ş	Sinop, Samsun, Ordu, Amasya, Çorum

Elektrik enerjisi toplumun ortak mallarından biridir ve doğal kaynaklardan elde edilmektedir. Elektrik enerjisi, birincil enerji kaynaklarının dönüştürülmesi ile elde edilir ki bu kaynaklar sonsuz değildir. Bu nedenle elektrik enerjisi sektöründe faaliyet gösteren birimlerin üretim, dağıtım ve yatırım kararlarını doğru alması, kıt kaynakları israf etmeden kullanması toplum refahı ve ülke çıkarları açısından son derece önemlidir. Bu çalışmada, ülkelerin gelişmişlik düzeyleri ve toplum refahı ile yakın ilişkisi bulunan, kaynak kıtlığı sebebiyle çeşitli politikalar geliştirilen alanlardan biri olan elektrik enerjisi sektörünün etkinlik ve verimliliğinin incelenmesi hedeflenmektedir. Bu amaçla, Türkiye’de faaliyet gösteren 21 elektrik dağıtım şirketinin etkinlik ve verimlilikleri 2012-2018 dönemi için ampirik olarak incelenecektir.

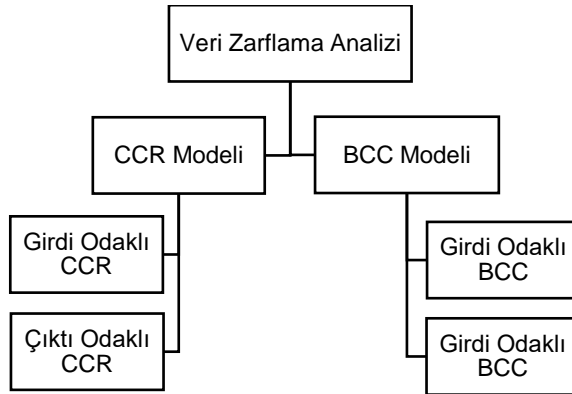
3. YÖNTEM

Bu çalışmada elektrik enerjisi sektörünün performansı etkinlik ve verimlilik açısından incelenecek ve sonuçlar alan yazınla karşılaştırılarak tartışılacaktır. Etkinlik analizlerinde parametrik olmayan bir yöntem olan VZA kullanılacaktır. Ayrıca Malmquist toplam faktör verimliliği indeksi ile verimlilikteki değişim ve bu değişim kaynakları irdelenecektir.

3.1. Veri Zarflama Analizi

VZA, Farrell’in (1957) teknik etkinlik yöntemini dikkate alarak Charnes ve diğerleri tarafından 1978 yılında geliştirilmiştir (Charnes ve diğerleri, 1978). Bu yöntemle çok sayıda girdi ve çıktı değişkeni kullanılarak benzer mal ve hizmet üreten firma veya kurumların etkinlikleri incelenebilmektedir. Bu yöntem, girdi ve çıktı değişkenlerinin ortak bir ölçüde indirgenemediği durumlarda karar verme birimlerinin toplam faktör verimliliğini ölçmeyi sağlayan doğrusal programlama esasına dayanır (Özden, 2008). Parametrik olmayan bir terim olması ile kastedilen bir üretim teknolojisi için sonlu sayıda parametresi olan ve Cobb Douglas üretim fonksiyonu gibi fonksiyonel formu verilebilir bir yapıya sahip olmamasıdır (Karacaer, 1998: 11). Bu model, karar birimlerine kendi etkinliklerini maksimum yapabileme imkânı tanır. Her bir karar birimi üretim sürecinde kullandığı girdi ve çıktıları seçerken faydasını maksimum yapacağını düşündüğü değişkenleri seçer. Karar verme birimleri göreceli olarak daha yüksek performans gösterdikleri girdi veya çıktıların ağırlığını artırıp daha düşük performans gösterdikleri girdi ve çıktı değişkenlerinin ağırlıklarını azaltmayı seçebilmektedir (Ahıska, 2003).

VZA’da girdi ve çıktı miktarları farklı olan benzer karar birimleri birbiriyle kıyaslanır, göreceli etkinlik değerleri belirlenir (Mello ve diğerleri, 2002). Bu sebeple karar birimlerinin benzer mal ve hizmetleri benzer şekilde üretmeleri, aynı hedefe yönelik üretim yapıları ve benzer pazar şartları altında faaliyet sürdürüyor olmaları gerekir (Karsak ve İşcan, 2000). Bu yöntem matematiksel programlamaya dayanan parametresiz bir karar verme tekniğidir (Ahıska, 2003). VZA, ölçüğe göre getirinin türüne göre CCR ve BCC, bu iki model de kendi içinde girdi ve çıktı odaklı olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Asandului ve diğerleri, 2014).



Şekil 1. Ölçeğe göre getirinin türüne göre VZA modelleri

Girdi odaklı VZA, belirli bir çıktının minimum maliyetle üretilebilmesini, çıktı odaklı VZA ise belirli bir girdiyle maksimum çıktı elde edilebileceğini gösterir (Charnes ve diğerleri, 1981). Girdi odaklı modellerde belirli bir çıktı miktarını üretebilmek için girdiler minimuma indirilir. Çıktı odaklı modellerde ise belirli miktarda girdi kullanılır ve bu girdilerin kullanılması ile çıktı maksimum hale getirilir (Asandului ve diğerleri, 2014). VZA modelleri primal ve dual olmak üzere iki farklı formda kullanılabilir. Dual model primal modelle karşılaştırıldığında daha az matematiksel işlem gerektirir. Ayrıca dual modeller önemli yönetsel bilgiler sağlamaktadır (Cinemre, 2004: 107-108). Bu çalışmada Charnes ve diğerleri (1978) tarafından geliştirilen ölçüğe göre sabit getiriyi ve ölçüğe göre değişken getiriyi dikkate alan girdiye yönelik dual model kullanılmıştır.

VZA modelinde n tane karar verme biriminin m tane farklı girdisi ve s tane farklı çıktısı olduğu ve j 'inci karar biriminin i 'inci girdi miktarı $x_{ij} \geq 0$, r 'inci çıktı miktar $Y_{rj} \geq 0$ olduğu durumda, girdi odaklı VZA Eşitlik 1-3'teki gibi tanımlanabilir (Özden, 2008: 170-171).

$$Enb \frac{u_1.Y_{1k} + u_2.Y_{2k} + \dots + u_s.Y_{sk}}{v_1.X_{1k} + v_2.X_{2k} + \dots + v_m.X_{mk}} = Enb \frac{\sum_{r=1}^s u_r.Y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_i.X_{ik}} \quad (1)$$

$$\frac{u_1.Y_{1j} + u_2.Y_{2j} + \dots + u_s.Y_{sj}}{v_1.X_{1j} + v_2.X_{2j} + \dots + v_m.X_{mj}} \leq 1 \rightarrow \frac{\sum_{r=1}^s u_r.Y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i.X_{ij}} \leq 1; j = 1, \dots, n \quad (2)$$

$$v_1, v_2, \dots, v_m \geq 0, u_1, u_2, \dots, u_s \geq 0 \quad (3)$$

Enb enbüyüklemeyi, *Enk* ise enküçüklemeyi ifade eder. u_r karar verme biriminin r . çıktıya verdiği faktör ağırlığını, v_i karar verme biriminin i . girdiye verdiği faktör ağırlığını gösterir. Y_{rk} , verimliliği ölçen karar birimine ait r . çıktı miktarını ifade eder. X_{ik} verimliliği ölçen karar birimine ait girdi miktarını, Y_{rj} j . karar birimine ait r . çıktı miktarını, X_{ij} ise j . karar birimine ait i . girdi miktarını ifade eder.

Bu çalışmada ölçeğe göre sabit getiriye dikkate alan girdi odaklı CCR ve ölçeğe göre değişen getiriye dikkate alan girdi odaklı BCC modelleri kullanılacaktır. BCC modelini CCR modelinden ayıran tek fark BCC modeline $e\lambda = \lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n = 1$ kısıtının eklenmemesidir (Cooper ve diğerleri, 2011: 12; Seiford ve Zhu, 1999). Bu kısıt dual çarpan problemlerine ek bir değişken tanıtır. Ölçeğe göre değişen getiriye dikkate alan bu model, $\lambda_j \geq 0$ şartı ile birlikte, n adet karar verme biriminin farklı kombinasyonlarının, içbükey bir verimlilik üst sınırı çizgisi dâhilinde gerçekleştirilmesine imkân vermektedir (Cooper ve diğerleri, 2011: 9-11). Dual formda girdi odaklı CCR modeli Eşitlik 4-6'daki gibi ifade edilmektedir (Cooper ve diğerleri, 2011: 9; Özden, 2008).

$$Enk\theta_k; \sum_{j=1}^n \lambda_{jk} X_{ij} \leq \theta_k X_{ik} \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_{jk} Y_{rj} \geq Y_{rk} \quad (5)$$

$$\lambda_{jk} \geq 0 \quad (6)$$

Dual formda girdi odaklı BCC modeli Eşitlik 7-10'daki gibi ifade edilmektedir (Özden, 2008: 174).

$$Enb \sum_{r=1}^s u_r Y_{rk} - u_k \quad (7)$$

$$\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} - u_k \leq 0 \quad (8)$$

$$\sum_{i=1}^m v_i X_{jk} = 1 \quad (9)$$

$$u_r, v_i \geq \varepsilon > 0, u_k \text{ serbest} \quad (10)$$

Çalışmada etkinliğin yanı sıra toplam faktör verimliliğindeki değişim ve bu değişim kaynakları incelenecektir. Malmquist toplam faktör verimliliği indeksi, etkinlikte meydana gelen değişimi bir bütün olarak ele almaktadır. Bu indeks, üretim süreçlerinin sonunda elde edilen çıktılar ile üretimde kullanılan girdiler oranını ifade eder. Girdi birimi başına daha fazla çıktı üreten bir firma daha üretkendir. Ancak farklı birçok 'girdi birimi' göz önünde bulundurulduğunda farklı seçenekler, farklı üretkenlik kavramlarına karşılık gelir (Murray, 2016).

Malmquist toplam faktör verimliliği indeksi, panel verilerin kullanıldığı, belirli bir zaman aralığında üretkenliği ölçmek ve ardındaki sebepleri incelemek için kullanılan yöntemlerdendir (Keskin Benli, 2006). Bu indeks iki gözlem için toplam faktör verimliliğinde meydana gelen değişimin belirli bir teknolojiye olan uzaklığını ölçer. Bu uzaklık fonksiyonu çok girdi ve çıktıyı içeren üretim teknolojisi, maliyet minimizasyonu ve kâr maksimizasyonu hedeflerini belirtmeden, tanımlamada kullanılan bir araçtır (Tarım, 2001). Farrell (1957), parçalı doğrusal teknoloji kullanarak teknik verimliliğin ölçülmesini önermiştir. Doğrusal programlama, bir "en iyi uygulama" sınır teknolojisi oluşturur. Farrell'in verimlilik ölçüsü, Malmquist verimlilik indeksi için teorik temeli sağlayan Shephard'ın uzaklık fonksiyonunun tersidir. Üretim teknolojisi, t zaman periyodu için çoklu girdi ve çıktı vektörlerinin kümesi olarak temsil edilir (Umetsu ve diğerleri, 2003). İndeksin elde edilebilmesi için uzaklık fonksiyonlarının tanımlanması gerekir. Uzaklık fonksiyonları girdi ve çıktı uzaklıkları olarak sınıflandırılabilir. t zamanında çok girdili ve çok çıktılı üretim teknolojisi olduğu ve bu üretim teknolojisinin S^t olarak tanımlandığı durumda çıktı uzaklık fonksiyonları ve bu fonksiyonlardan elde edilen Malmquist toplam faktör verimliliği indeksi formülasyonu Eşitlik 11'de (Rezitis, 2006), çıktı uzaklık fonksiyonu ise Eşitlik 12'de verilmiştir.

$$S^t = \{(x^t, y^t) : x^t, y^t \text{ üretir}\}, t = 1, \dots, T \quad (11)$$

$$D_0^t(x^t, y^t) = \inf\{\theta : (y^t / \theta) \in S^t\}, t = 1, \dots, T \quad (12)$$

$M_0^t(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t)$ ve $M_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t)$ t ve $t + 1$ zamandaki verimlilikleri ölçen malmquist indeksleridir. Färe ve diğerleri (1989), Malmquist toplam faktör verimliliği indeksini iki malmquist indeksin geometrik ortalaması olarak tanımlar ve aşağıdaki şekilde formüle eder (Eşitlik 13).

$$M_0(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = [M_0^t(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) \times M_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t)]^{1/2} \quad (13)$$

$$= \left[\frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)} \times \frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{1/2}$$

Toplam faktör verimliliğindeki değişim indeksi, teknik etkinlikteki değişim değeri ile teknolojik değişim değerinin çarpımına eşittir (Angelidis ve Lyroudi, 2005). TED teknik etkinlikteki değişmeyi, TD teknolojiye bağlı değişmeyi ifade eder. Bu indekslere ait fonksiyonlar Eşitlik 14'te verilmiştir (Rezitis, 2006).

$$TED = \frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)}; TD = \left[\frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \times \frac{D_0^t(x^t, y^t)}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{1/2} \quad (14)$$

3.2. Girdi ve Çıktı Değişkenlerinin Belirlenmesi

Etkinlik ve verimliliğin VZA analizinde ilk adım, karar verme birimlerine ait girdi ve çıktı değişkenlerinin seçimidir. Karar birimlerinin gözlem kümesi açısından "homojen" olması gerekmektedir (Bektaş, 2007: 27).

Elektrik enerjisi sektörünü VZA ile etkinlik ve verimlilik açısından inceleyen çalışmalarda en çok kullanılan değişkenler Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Alan yazında sık kullanılan girdi ve çıktı değişkenleri

<i>Girdi Değişkenleri</i>	<i>Çıktı Değişkenleri</i>
İşletme Maliyetleri-Giderleri	Dağıtılan Enerji miktarı
Personel Sayısı	Abone Sayısı
Trafo Kapasitesi	Hizmet Alanı
Şebeke-Hat Uzunluğu	Maksimum Talep

Kaynak: Jamas and Pollitt (2001), Giannakis ve diğerleri (2005).

Girdi ve çıktı değişkenlerinin belirlenmesinde, alanda yapılan çalışmalardan (Bağdadioğlu ve diğerleri, 2016; Jamas and Pollitt, 2001; Giannakis ve diğerleri, 2005; Düzgün, 2011: 116) faydalanılmış, sektörün etkinlik ve verimliliğini etkileyeceği düşünülen değişkenler seçilmiştir. Çalışmada kullanılacak girdi ve çıktı değişkenleri Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Çalışmada kullanılacak girdi ve çıktı değişkenleri

<i>Girdi Değişkenleri</i>	<i>Çıktı Değişkenleri</i>
Personel Sayısı (Adet)	Net Tüketim (MWh)
Hat Uzunluğu (km)	Abone Sayısı (Adet)

Personel sayısı (adet) ve hat uzunluğu (km) girdi değişkenleri olarak modele dahil edilmiştir. Personel sayısı emek girdisi, hat uzunluğu ise sermaye girdisi olarak değerlendirilmiştir. Dağıtılan elektrik miktarını ifade eden net tüketim (MWh) ve abone sayısı (adet) çıktı değişkenleri olarak kullanılmıştır. Elektrik dağıtım hizmetlerinin büyük bir kısmı (ölçüm hizmetleri, fatura kesme, müşteri ilişkileri gibi) abone sayısı ile ilişkilidir. Net tüketimin tek çıktı olarak kullanıldığı durumda abone sayısının az ya da daha çok olduğu firmalar arasında haksız rekabet olmaması açısından abone sayısı da çıktı değişkeni olarak modele dahil edilmiştir (Çelen, 2016). Çalışmada kullanılan değişkenlere ait veriler TEDAŞ resmi internet sitesinde yer alan bilgi edinme bölümünden temin edilmiştir. Alan yazında bu sektörü inceleyen çalışmalarda girdi odaklı yöntemlerin tercih edildiği görülmüştür. Elektrik dağıtım hizmeti veren şirketler girdi değişkenlerine müdahale edebiliyorken çıktı değişkenleri üzerinde çok fazla müdahale imkânları bulunmamaktadır. Bu nedenle çalışmada girdi odaklı yöntemlerin kullanılması uygun görülmüştür.

4. BULGULAR

Bu çalışmanın temel amacı 2012-2018 dönemi için Türkiye elektrik sektörünün etkinlik ve verimliliğini analiz etmektir. Etkinliğin ölçülmesinde VZA yönteminden yararlanılmış ve verimliliğin incelenmesinde Malmquist toplam faktör verimliliği indeksi kullanılmıştır. Elektrik dağıtım şirketlerinin etkinliğinin ölçülmesinde girdi odaklı CCR modeli ve girdi odaklı BCC modelleri denenmiş ve teknik etkinlikleri incelenmiştir. Bu modellerde karar birimleri etkin ya da etkin olmayan şekilde sınıflandırılmaktadır. Etkinlik skorunun 1 olması karar biriminin etkin, 1'den küçük olması etkisiz olduğunu ifade eder. CCR modeline ait sonuçlar Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Girdi odaklı CCR model sonuçları

<i>Dağıtım Şirketleri</i>	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	<i>Ortalama</i>
Dicle	0,382	0,360	0,378	0,388	0,384	0,380	0,374	0,378
Van Gölü	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Aras	0,865	0,760	0,751	0,770	0,788	0,811	0,774	0,788
Çoruh	0,677	0,543	0,556	0,566	0,610	0,600	0,585	0,591
Fırat	0,752	0,662	0,696	0,707	0,710	0,715	0,720	0,709
Çamlıbel	0,845	0,732	0,793	0,806	0,909	0,830	0,809	0,818
Toroslar	0,170	0,174	0,170	0,171	0,172	0,173	0,179	0,173
Meram	0,295	0,307	0,320	0,323	0,323	0,325	0,331	0,318
Başkent	0,148	0,164	0,155	0,156	0,157	0,157	0,166	0,158
Akdeniz	0,309	0,330	0,319	0,319	0,323	0,323	0,323	0,321
Gediz	0,203	0,207	0,206	0,207	0,209	0,210	0,211	0,208
Uludağ	0,240	0,232	0,213	0,213	0,215	0,215	0,220	0,221
Trakya	0,584	0,604	0,634	0,639	0,648	0,640	0,645	0,628
Anadolu Yakası	0,251	0,253	0,245	0,239	0,296	0,270	0,252	0,258
Sakarya	0,369	0,382	0,397	0,395	0,390	0,385	0,385	0,386
Osmangazi	0,407	0,391	0,398	0,398	0,402	0,398	0,398	0,399
Boğaziçi	0,133	0,134	0,140	0,142	0,159	0,146	0,142	0,142
Kayseri Elektrik	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Adm	0,419	0,416	0,418	0,391	0,470	0,433	0,397	0,421
Akedaş	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Yeşilirmak	0,652	0,661	0,656	0,623	0,790	0,707	0,671	0,680
Ortalama	0,510	0,491	0,497	0,498	0,522	0,510	0,504	0,505

Tablo 4 incelendiğinde, 21 dağıtım şirketinin üçünün (Vangölü, Kayseri ve Akedaş Elektrik Dağıtım A.Ş.) tüm yıllarda etkin olduğu tespit edilmiştir. Bu şirketler en düşük abone sayısına sahip olan şirketlerdir. Yıl ortalamaları dikkate alındığında etkin olmayan 18 şirketten Boğaziçi Elektrik Dağıtım A.Ş.'nin en etkinsiz şirket olduğu görülmüştür. Bu şirket abone sayısının en fazla olduğu şirkettir. Yıl bazında ortalama etkinlik değeri incelendiğinde 0,491 ile 2013 yılının en düşük, 0,522 ortalama ile 2016 yılının en yüksek etkinlik ortalamasına sahip olduğu saptanmıştır. BCC model sonuçlarına ise Tablo 5'te yer verilmiştir.

Tablo 5 incelendiğinde, 4 dağıtım şirketinin (Vangölü, Kayseri, Akedaş ve Yeşilirmak Elektrik Dağıtım A.Ş.) tüm yıllarda etkin olduğu görülmüştür. Etkin olmayan 17 şirketten Boğaziçi Elektrik A.Ş.'nin etkinlik skoru CCR modeli sonuçlarıyla paralel olarak en düşük ortalamaya sahip şirket olarak tespit edilmiştir. Yıl bazında ortalama etkinlik değeri dikkate alındığında 0,511 ortalama ile 2013 yılı en düşük, 0,534 skor ile 2016 en yüksek ortalamaya sahip yıllar olarak bulunmuştur. Etkinlik skorları değişse de en yüksek ve en düşük etkinlik skorlarına ait yıllar CCR ve BCC modellerinde farklılık göstermemiştir. CCR modelinde etkinsiz olan Yeşilirmak Elektrik Dağıtım A.Ş. bu modelde etkin bulunmuştur.

Tablo 5. Girdi Odaklı BCC model sonuçları

<i>Dağıtım Şirketleri</i>	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Ortalama
Dicle	0,382	0,360	0,378	0,388	0,384	0,380	0,374	0,378
Van Gölü	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Aras	0,865	0,760	0,751	0,770	0,788	0,811	0,774	0,788
Çoruh	0,677	0,543	0,556	0,566	0,610	0,600	0,585	0,591
Fırat	0,752	0,662	0,696	0,707	0,710	0,715	0,720	0,709
Çamlıbel	0,845	0,732	0,793	0,806	0,909	0,830	0,809	0,818
Toroslar	0,170	0,174	0,170	0,171	0,172	0,173	0,179	0,173
Meram	0,295	0,307	0,320	0,323	0,323	0,325	0,331	0,318
Başkent	0,148	0,164	0,155	0,156	0,157	0,157	0,166	0,158
Akdeniz	0,309	0,330	0,319	0,319	0,323	0,323	0,323	0,321
Gediz	0,203	0,207	0,206	0,207	0,209	0,210	0,211	0,208
Uludağ	0,240	0,232	0,213	0,213	0,215	0,215	0,220	0,221
Trakya	0,584	0,604	0,634	0,639	0,648	0,640	0,645	0,628
Anadolu Yakası	0,251	0,253	0,245	0,239	0,296	0,270	0,252	0,258
Sakarya	0,369	0,382	0,397	0,395	0,390	0,385	0,385	0,386
Osmangazi	0,407	0,391	0,398	0,398	0,402	0,398	0,398	0,399
Boğaziçi	0,133	0,134	0,140	0,142	0,159	0,146	0,142	0,142
Kayseri Elektrik	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Adm	0,480	0,493	0,502	0,490	0,519	0,503	0,468	0,494
Akedaş	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Yeşilirmak	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Ortalama	0,529	0,511	0,518	0,520	0,534	0,528	0,523	0,523

Tablo 6'da ise ortalama toplam faktör verimliliğindeki değişme ve bu değişimin kaynakları yer almaktadır. Toplam faktör verimliliği değişme indeksi (TFVD) 1'den büyük ise toplam faktör verimliliğinde artış, 1'den küçük ise azalış söz konusudur. Toplam faktör verimlilik indeksi teknik etkinlikte değişme (TED) ve teknolojiye değişme (TD) indekslerinden oluşur. Teknik etkinlikteki değişme de pür etkinlikteki değişme (PED) ve ölçek etkinliğindeki değişmeden (ÖED) oluşur. Ölçek etkinliğindeki değişme, firmanın uygun ölçekte üretim faaliyetinde bulunma başarısını göstermektedir. TED, üretim sınırını yakalama etkisini TD ise üretim sınırının yer değiştirmesini ifade eder (Rezits, 2006). TED'in 1'den büyük olması, firmanın üretim sınırını yakalama başarısını, TD'nin 1'den büyük olması ise üretim sınırının yukarı kaydığını gösterir. Ayrıca, TED'in bileşenlerinden PED ve ÖED'nin 1'den büyük olması, ilgili firmanın yönetsel etkinlik ve uygun ölçekte üretim yapma konusundaki başarısını gösterir (Deliktaş, 2002; Deliktaş, 2006; Karacabey, 2002). Dönemler itibarıyla toplam faktör verimliliğindeki değişme ve bu değişimin kaynakları Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Ortalama toplam faktör verimliliklerindeki değişme ve bu değişimin kaynakları

<i>Dönemler</i>	TED	TD	PED	ÖED	TFVD
2012-2013	0,947	0,930	1,000	0,947	0,881
2013-2014	1,075	1,948	1,000	1,075	2,093
2014-2015	0,937	0,785	1,000	0,937	0,736
2015-2016	1,049	1,076	1,000	1,049	1,129
2016-2017	0,977	1,422	1,000	0,977	1,389
2017-2018	0,992	0,863	1,000	0,992	0,856
Ortalama	0,995	1,111	1,000	0,995	1,105

TED= Teknik Etkinlikteki Değişme, TD= Teknolojik Değişme, PED= Pür Etkinlikteki Değişme, ÖED= Ölçek Etkinliğindeki Değişme, TFVD= Toplam Faktör Verimliliğindeki Değişim

Dönemler itibarıyla teknik etkinlikte değişme kaydetmeyen yıl bulunmamaktadır. Elektrik dağıtım şirketleri içinde en büyük toplam faktör verimliliği artışı yıllık ortalama %109,3 ile 2013-2014 döneminde gerçekleşmiştir. Bu artış %94,8 teknolojiye değişmede yaşanan artış, %7,5 teknik etkinlikteki artış kaynaklıdır. Teknik etkinlikteki artış ise ölçek etkinliğindeki pozitif değişmeden kaynaklanmaktadır. Dağıtım şirketleri içinde en büyük toplam faktör verimliliği azalışı ise yıllık ortalama %26,4 ile 2014-2015 döneminde gerçekleşmiştir. Bu azalışın teknik etkinlik değişim indeksindeki ortalama %6,3 oranında azalış ve

teknolojideki değişimde yaşanan %21,5 azalıştan kaynaklandığı söylenebilir. 2014-2015 döneminde sektörün bütününde teknik etkinlik indeksinde ortaya çıkan %6,3 azalmanın kaynağını da ölçek etkinlikteki negatif yönlü değişme oluşturmaktadır. Tablo 7'de şirketler itibarıyla toplam faktör verimliliğindeki değişme ve bu değişimin kaynakları verilmiştir.

Tablo 7. Malmquist faktör verimliliği indeksi: Şirketler özeti

<i>Dağıtım Şirketleri</i>	<i>TED</i>	<i>TD</i>	<i>PED</i>	<i>ÖED</i>	<i>TFVD</i>
Dicle	0,997	1,309	1,000	0,997	1,304
Van Gölü	1,000	1,315	1,000	1,000	1,315
Aras	1,009	1,272	1,000	1,009	1,283
Çoruh	1,012	1,244	1,000	1,012	1,259
Fırat	1,002	1,286	1,000	1,002	1,289
Çamlıbel	1,006	1,248	1,000	1,006	1,256
Toroslar	1,008	1,296	1,000	1,008	1,306
Meram	1,019	1,273	1,000	1,019	1,297
Başkent	1,019	1,268	1,000	1,019	1,291
Akdeniz	1,008	1,258	1,000	1,008	1,268
Gediz	1,007	1,282	1,000	1,007	1,290
Uludağ	0,985	1,269	1,000	0,985	1,251
Trakya	1,016	1,265	1,000	1,016	1,285
Anadolu Yakası	1,007	1,155	1,000	1,007	1,163
Sakarya	1,007	1,239	1,000	1,007	1,248
Osmangazi	0,858	0,555	1,000	0,858	0,476
Boğaziçi	1,011	1,122	1,000	1,011	1,135
Kayseri Elektrik	1,000	1,092	1,000	1,000	1,092
Adm	0,996	1,055	1,000	0,996	1,051
Akedaş	1,000	1,105	1,000	1,000	1,105
Yeşilirmak	0,936	0,338	1,000	0,936	0,317
Ortalama	0,995	1,111	1,000	0,995	1,105

Tablo 7 incelendiğinde, Türkiye elektrik dağıtım şirketleri bütününde yıllık ortalama %10,5 oranında bir toplam faktör verimliliği artışı olduğu görülmektedir. Bu artışın kaynağını teknik etkinlik değişim indeksindeki ortalama %0,5 azalış ve %11,1 oranında teknolojide yaşanan olumlu gelişmeler oluşturmaktadır. Yıllık ortalama %0,5 oranında gerçekleşen negatif teknik etkinlik değişiminin kaynağını ise yıllık ortalama %0,5 oranında negatif ölçek etkinlikteki değişimi ile açıklamak mümkündür. Şirketler itibarıyla VANGÖLÜ, KAYSERİ ELEKTRİK, AKEDAŞ teknik etkinlikte değişme kaydetmemiştir. Teknik etkinlikteki değişme indeksine göre tüm şirketlerin %62'sinin yıllık ortalama teknik etkinliğinde ilerleme olduğu, %14'ünde herhangi bir değişiklik olmadığı, %24'ünün teknik etkinliğinde gerileme olduğu görülmektedir. Pür etkinlikte değişme yaşanmadığı için şirketlerin teknik etkinliklerinde yaşanan değişimleri firmanın uygun ölçekte üretim faaliyetinde bulunma başarısını ifade eden ölçek etkinliğinde yaşanan değişimlerle açıklamak mümkündür.

5. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Gelişen teknoloji ve sanayileşmeyle birlikte elektrik enerjisi bütün dünyada en çok tüketilen enerjilerden biri haline gelmiştir. Elektrik elde edildiği kaynağın kıtlığı, diğer sektörlerde olduğu gibi bu sektörde de sürdürülebilir politika uygulamalarını ve etkin kaynak kullanımını zorunlu hale getirmektedir. Bu çalışma, elektrik dağıtım şirketlerinin performansını araştırmıştır. Burada sunulan sonuçlar, 2012-2018 dönemi boyunca sektörün etkinlik ve verimliliğini ortaya koymuştur. Bu amaçla Türkiye elektrik sektöründe faaliyet gösteren 21 dağıtım şirketine ait veriler kullanılmıştır. Personel Sayısı (Adet) ve Hat Uzunluğu (km) girdi değişkenleri, Net Tüketim (MWh) ve Abone Sayısı (Adet) çıktı değişkenleri olarak tercih edilmiştir. Etkinlik ölçümünde VZA tercih edilmiştir. Çalışmada ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında etkinlik değerlerini hesaplayan girdi odaklı CCR modeli ve ölçeğe göre değişen getiriye dikkate alan girdi odaklı BCC modelleri denenmiş ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. CCR ve BCC model sonuçları genel olarak benzerlik gösterse de ADM Elektrik Dağıtım A.Ş. ve Yeşilirmak Dağıtım A.Ş.'nin etkinlik skorları modellerde farklılık göstermiştir. Yıl bazında ortalama etkinlik değeri dikkate alındığında etkinlik skoru CCR modeline göre 0,505, BCC modeline göre 0,523'tür. Çalışma sonuçları karar birimlerinin etkisiz çalıştığını göstermektedir.

Toplam faktör verimliliği indeksi, neoklasik büyüme modelinde uzun vadeli büyümenin itici gücü olarak kabul edilmektedir (Murray, 2016). Bu nedenle sektördeki dağıtım şirketlerinin verimlilikleri analiz edilmiştir. Bu indeksle verimlilikteki değişimler ve bu değişimin kaynakları incelenmiştir. Bir bütün olarak incelendiğinde sektörün yıllık ortalama verimlilik artışı %10,5 oranında gerçekleşmiştir. En büyük toplam faktör verimliliği artışı 2013-2014, düşüşü ise 2014-2015 döneminde gerçekleşmiştir. Bu artış ve düşüş teknolojideki ve teknik etkinlikteki değişimlerle açıklanabilir. Pür etkinlikte değişme yaşanmadığı için şirketlerin teknik etkinliklerinde yaşanan değişimleri firmanın uygun ölçekte üretim faaliyetinde bulunma başarısını ifade eden ölçek etkinliğinde yaşanan değişimlerle açıklamak mümkündür.

Alan yazın çalışmaları, etkinlik ve verimliliğin sadece piyasa fiyatlarına ve rekabete dayalı olmadığını teknoloji kullanımının da önemli olduğunu, hizmet kalitesi artışının verimliliği artıracağını, kayıp kaçak oranındaki artışların sektörün etkinliğini azalttığını ortaya koymuştur. Uzun yıllar doğal tekel niteliğinde olan sektör dağıtım şirketlerine ayrılmış böylelikle kaynakların daha etkin kullanılması arzu edilmiş olsa da bu alandaki çalışmalar genel olarak sektörün hem ölçüğe göre değişen getiriyi dikkate alan modellerde hem de ölçüğe göre sabit getiriyi dikkate alan modellerde etkin olmadığını ve optimum ölçekli tesisin kurulmadığını ortaya koymuştur. Ayrıca bu sektörü inceleyen çalışmaların çok büyük bir kısmı girdi odaklı modelleri tercih etmiştir. Bunun nedeni de dağıtım şirketlerinin hizmet verdikleri bölgelerde tüm abonelere hizmet götürmek zorunda olması ve çevresel faktörleri değiştirme gücünü elinde bulunduramaması ile açıklanmıştır. Araştırmamız kurulan model ve sonuçlar açısından literatürle uyumluluk göstermektedir. Çalışmamızda elektrik enerjisi sektöründe etkinlik ve verimlilik ile refah seviyesi, coğrafi bölge ve gelişmişlik arasında bir ilişki bulunmamıştır. Alan yazın çalışmalarının bir kısmı pozitif korelasyon olduğunu öne sürmüştür. Çalışmamız bu açıdan literatürden farklılık göstermiştir.

Sektörün etkinlik ve verimliliği, ülke kaynaklarının ve milli servetin korunması açısından oldukça önemlidir. Etkinlik ve verimlilik yalnızca ekonomik unsurlara bağlı değildir. Üretim ve dağıtımda yeni teknolojiye entegre olunması, aynı miktarda kaynak kullanılmasına karşın kapasiteyi ve üretim miktarını artıracaktır. Bu nedenle dağıtım şirketleri, kısa vadede maliyetin artacağı kaygısını göz ardı etmeli ve uzun vadede etkinliği, verimliliği ve dolayısıyla üretimi artıracak teknolojilere yatırım yapmalıdır. Çalışmamız dağıtım şirketlerine mevcut durumlarını göstermekte ve rakipleriyle karşılaştırma yapabilme imkânı sunmaktadır. Bu doğrultuda şirketler yeni hedefler belirleyebilir ve rekabetçi politikalar geliştirebilirler. Araştırmamız 2012-2018 dönemini kapsamaktadır. Sonuçlar farklı zaman dilimlerinde değişiklik gösterebilir. Bu nedenle benzer çalışmaların farklı dönemlerde yapılması önerilmektedir.

KAYNAKÇA

- Ahıska, S.Ş. (2003). "Les Applications De L'analyse D'enveloppement De Donnees Imprecises", Yüksek Lisans Tezi, Galatasaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Altan, Ş., Atan, M. ve Tokpınar, S. (2015). "Sektörel Etkinlik Ölçümü: Girdi Çıktı Tablosu ve Veri Zarflama Analizi ile Bir Uygulama", *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 7(2), 214-234.
- Angelidis, D. ve Lyroudi, K. (2005). "The Magnitude of off Balance Sheet Activities for the Evaluation of Banking Productivity", *International Conference on Finance*, September 2-4, Copenhagen, Denmark.
- Asandului, L., Roman, M. ve Fatulescu, P. (2014). "The Efficiency of Healthcare Systems in Europe: A Data Envelopment Analysis Approach", *Procedia Economics and Finance*, 10, 261-268.
- Atan, M. (2003). "Türkiye Bankacılık Sektöründe Veri Zarflama Analizi ile Bilançoya Dayalı Mali Etkinlik ve Verimlilik Analizi", *Ekonomik Yaklaşım*, 14(48), 71-86.
- Aytemiz, S.K. (2006). "Ticaretin Serbestleşmesi ve Türkiye İmalat Sanayinde Toplam Faktör Verimliliği", *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 7(2), 71-93.
- Bağdadioglu, N., Price, C.M.W. ve Weyman-Jones, T.G. (1996). "Efficiency and Ownership in Electricity Distribution: A Non-Parametric Model of the Turkish Experience", *Energy Economics*, 18(1-2), 1-23.
- Bağdadioglu, N., Price, C.W. ve Weyman-Jones, T. (2007). "Measuring Potential Gains from Mergers among Electricity Distribution Companies in Turkey Using A Non-Parametric Model", *The Energy Journal*, 28(2), 82-110.
- Bakırcı, F. (2006). "Sektörel Bazda Bir Etkinlik Ölçümü: VZA ile Bir Analiz", *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 20(2), 199-217.
- Başaran, A. ve Bağdadioglu, N. (2010). "Türkiye Elektrik Sektöründe Reform Süreci, Regülasyon ve Rekabet Politikası", *Sosyoekonomi*, 12(12), 137-148.
- Bayram, N. (2016). "Veri Zarflama Analizi ve Toplam Faktör Verimliliği: Aracı Kurumlar Üzerine Bir Uygulama", *Verimlilik Dergisi*, (2), 7-44.
- Baysal, M., Alçılar, B., Çerçioğlu, H. ve Toklu, B. (2005). "Türkiye'deki Devlet Üniversitelerinin 2004 Yılı Performanslarının, Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Belirlenip Buna Göre 2005 Yılı Bütçe Tahsislerinin Yapılması", *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(1), 67-73.
- Bekmez, S. ve Manga, M. (2013). "Türkiye'nin Elektrik Tüketimine Karşı Olan Bağımlılığı ve Verimliliği: Esneklik ve VAR Analizi", *Verimlilik Dergisi*, (3), 41-63.
- Bektaş, A. (2007). "Ankara'daki Özel Liselerin Etkinliğinin Veri Zarflama Analizi ile Ölçümü", Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Charnes, A., Cooper, W.W. ve Rhodes, E. (1978). "Measuring the Efficiency of Decision Making Units", *European Journal of Operational Research*, 2, 429-444.
- Charnes, A., Cooper, W.W. ve Rhodes, E. (1981). "Evaluating Program and Managerial Efficiency: An Application of Data Envelopment Analysis to Program Follow Through", *Management Science*, 27(6), 668-697.
- Chen, Y. (2011). "Productivity of Automobile Industries Using the Malmquist Index: Evidence from the Last Economic Recession", *Journal of Centrum Cathedra*, 4(2), 165-181.
- Cinemre, N. (2004). "Doğrusal Programlama", Beta Basım Yayım, İstanbul.
- Cingi, S. ve Tarım, A. (2000). "Türk Banka Sisteminde Performans Ölçümü Dea - Malmquist TFV İndeksi Uygulaması", TBB Yayını, Ankara.
- Cooper, W.W., Seiford, L.M. ve Zhu, J. (2011). "Data Envelopment Analysis: History, Models, and Interpretations, In Handbook on Data Envelopment Analysis", 1-39, Springer, Boston.
- Cullman, A. (2007). "Efficiency Analysis of East European Electricity Distribution in Transition", *Journal of Productivity Analysis*, 123, 17-75.
- Cullmann, A. ve Yon Hirschhausen, C. (2008). "Efficiency Analysis of East European Electricity Distribution in Transition: Legacy of the Past?", *Journal of Productivity Analysis*, 29(2), 155.
- Çakmak, E.H., Dudu, H. ve Öcal, N. (2008). "Türk Tarım Sektöründe Etkinlik: Yöntem ve Hanehalkı Düzeyinde Nicel Analiz", ODTÜ Yayınları, Ankara.
- Çelen, A. (2013). "Efficiency and Productivity (TFP) of the Turkish Electricity Distribution Companies: An Application of Two-Stage (DEA&Tobit) Analysis", *Energy Policy*, 63, 300-310.
- Çelen, A. (2016). "Technical Efficiency İn Turkish Electricity Distribution Market: An Application of Stochastic Frontier Analysis (SFA)", *Ekonomik Yaklaşım*, 27(101), 161-183.
- Çoban, O. (2007). "Türk Otomotiv Sanayiinde Endüstriyel Verimlilik ve Etkinlik", *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 29, 17-36.

- Çolak, Ö.F. ve Altan, Ş. (2002). "Toplam Etkinlik Ölçümü: Türkiye'deki Özel ve Kamu Bankaları için Bir Uygulama", *İktisat İşletme ve Finans*, 196, 45-55.
- Deliktaş, E. (2002), "Türkiye Özel Sektör İmalat Sanayiinde Etkinlik ve Toplam Faktör Verimliliği Analizi", *ODTÜ Gelişme Dergisi*, 29(3-4), 247-284.
- Deliktaş, E. (2006). "İzmir Küçük, Orta ve Büyük Ölçekli İmalat Sanayiinde Üretim Etkinliği ve Toplam Faktör Verimliliği Analizi", *Working Papers in Economics*, Working Paper No: 06/03, 1-45.
- Dönmezçelik, O. (2014), "Türkiye'deki Elektrik Dağıtım Şirketlerinin Etkinliğinin Veri Zarflama Analizi ile İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Düzgün, M. (2011). "Veri Zarflama Analiziyle Elektrik Dağıtım Şirketlerinin Etkinlik ve Verimlilik Analizi", Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Farrell, M.J. (1957). "The Measurement of Productive Efficiency", *Journal of the Royal Statistical Society Series A (General)*, 120(3), 253-281.
- Färe, R., Grosskopf, S., Lindgren, B. ve Roos, P. (1994). "Productivity Developments in Swedish Hospitals: A Malmquist Output Index Approach", *In Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Applications*, Springer: Dordrecht, 253-272.
- Giannakis, D., Jamasb, T. ve Pollitt, M. (2005). "Benchmarking and Incentive Regulation of Quality of Service: An Application to The UK Electricity Distribution Networks", *Energy Policy*, 33(17), 2256-2271.
- Goto, M. ve Tsutsui, M. (2008). "Technical Efficiency and Impacts of Deregulation: An Analysis of Three Functions in US Electric Power Utilities During the Period From 1992 Through 2000", *Energy Economics*, 30(1), 15-38.
- Güler, E., Kandemir, S.Y. ve Açikkalp, E. (2020). "Türkiye'deki Enerji Dağıtım Şirketlerinin Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi ile Değerlendirilmesi", *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 7(1), 66-79.
- Hess, B. ve Cullmann, A. (2007). "Efficiency Analysis of East and West German Electricity Distribution Companies-Do the "Ossis" Really Beat the "Wessis?", *Utilities Policy*, 15(3), 206-214.
- Jamasb, T. ve Pollitt, M. (2001). "Benchmarking and Regulation: International Electricity Experience", *Utilities Policy*, 9, 107-130.
- Karacabey, A.A. (2002). "Türk Bankalarındaki Üretim Değişiklikleri ve Nedenleri", *İktisat, İşletme ve Finans*, 17(191), 68-78.
- Karacaer, Ş. (1998). "Antalya Yöresindeki 4 ve 5 Yıldızlı Otellerde Toplam Etkinlik Ölçümü: Bir Veri Zarflama Analizi Uygulaması", Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Karaduman, A. (2006). "Data Envelopment Analysis and Malmquist Total Factor Productivity (TFP) Index: An Application to Turkish Automotive Industry", Yüksek Lisans Tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Karagöl, E.T. ve Tür, M.R. (2017). "Türkiye'de Elektrik Enerjisi", SETA.
- Karsak, E. ve İşcan, E.F. (2000). "Çimento Sektöründe Görelî Faaliyet Performanslarının Ağırlık Kısıtlamaları ve Çapraz Etkinlik Kullanarak Veri Zarflama Analizi ile Değerlendirilmesi", *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 11(3).
- Kaya, P. ve Aktan, H.E. (2011). "Türk Tarım Sektörü Verimliliğinin Parametrik Olmayan Bir Yöntemle Analizi", *Journal of Alanya Faculty of Business/Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, 3(1), 261-282.
- Keskin Benli, Y. (2006). "İstanbul Menkul Kıymetler Borsası İmalat Sanayi için Etkinlik ve Toplam Faktör Verimliliği Analizi", Seçkin Yayıncılık, Ankara.
- Koçak, İ. ve Boran, K. (2016). Türkiye'deki İllerin Elektrik Tüketim Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi ile Değerlendirilmesi", *Politeknik Dergisi*, 22(2), 351-365.
- Lo, F.Y., Chien, C.F. ve Lin, J.T. (2001). "A DEA Study to Evaluate the Relative Efficiency and Investigate the District Reorganization of the Taiwan Power Company", *IEEE Transactions on Power Systems*, 16(1), 170-178.
- Lorcu, F. (2010). "Malmquist Toplam Faktör Verimlilik İndeksi: Türk Otomotiv Sanayi Uygulaması", *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 39(2), 276-289.
- Mello, J.C.C.B.S.D., Lins, M.P.E. ve Gomes, E.G. (2002). "Construction of a Smoothed DEA Frontier", *Pesquisa Operacional*, 22, 183-201.
- Murray, A. (2016). "Partial Versus Total Factor Productivity Measures: An Assessment of Their Strengths and Weaknesses", *International Productivity Monitor*, (31), 113.
- Özden, Ü. (2008). "Veri Zarflama Analizi (VZA) ile Türkiye'deki Vakıf Üniversitelerinin Etkinliğinin Ölçülmesi", *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 37(2), 167-185.
- Pehlivanoğlu, F. (2011). "Doğu Marmara İmalat Sanayi'nde Etkinlik ve Verimlilik (Veri Zarflama Yöntemi İle Bir Analiz)", Doktora Tezi, Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kocaeli.

- Pérez-Reyes, R. ve Tovar, B. (2009). "Measuring Efficiency and Productivity Change (PTF) in The Peruvian Electricity Distribution Companies After Reforms", *Energy Policy*, 37(6), 2249-2261.
- Rezitis, A.N. (2006). "Productivity Growth in the Greek Banking Industry: A Non-Parametric Approach", *Journal of Applied Economics*, 9(1), 119-138.
- Sadjadi, S.J. ve Omrani, H. (2008). "Data Envelopment Analysis with Uncertain Data: An Application for Iranian Electricity Distribution Companies", *Energy Policy*, 36(11), 4247-4254.
- Seiford, L.M., ve Zhu, J. (1999). "An Investigation of Returns to Scale in Data Envelopment Analysis", *Omega*, 27(1), 1-11.
- Şenyücel, O. (2012). "Türkiye'de Elektrik Dağıtımında Hizmet Kalitesi ve Etkinlik Ölçümü", Rekabet Kurumu, Ankara.
- Tarım, A. (2001). "Veri Zarflama Analizi: Matematiksel Programlama Tabanlı Görelî Etkinlik Ölçüm Yaklaşımı", *Sayıştay Yayınları*, 15, 5-40, Ankara.
- TEDAŞ, https://www.tedas.gov.tr/#!tedas_bilgiedinme., (Erişim tarihi: 11.03.2021).
- Torun, N.K. ve Özdemir, A. (2015). "Türk Bankacılık Sektörünün 2008 Küresel Finansal Krizi Sürecinde Veri Zarflama Analizi ile Etkinlik Analizi", *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (33), 129-142.
- Umetsu, C., Lekprichakul, T. ve Chakravorty, U. (2003). "Efficiency and Technical Change in the Philippine Rice Sector: A Malmquist Total Factor Productivity Analysis", *American Journal of Agricultural Economics*, 85(4), 943-963.
- Ünsal, M.E. (2020). "Ekonomik Büyümenin Kaynağı Olarak İşgücü Verimliliği, Sermaye Verimliliği ve Toplam Faktör Verimliliği: Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Ülkelerden Yeni Kanıtlar", *Verimlilik Dergisi*, (3), 7-23.
- Von Hirschhausen, C., Cullmann A. ve Kappeler, A. (2006). "Efficiency Analysis of German Electricity Distribution Utilities–Non-parametric and Parametric Tests", *Applied Economics*, 38(21), 2553-2566.
- Webb, R. (2003). "Levels of Efficiency in UK Retail Banks: A Deep Window Analysis", *International Journal of The Economics of Business*, 10(3), 305-322.
- Yenioğlu, Z.A. ve Toklu, B. (2020). "Stokastik Veri Zarflama Analizi ile Etkinlik Ölçümü: Türkiye Elektrik Dağıtım Şirketlerinin Karşılaştırmalı Analizi", *Politeknik Dergisi*, 24(1), 87-101.
- Yılmaz, C., Özdil, T. ve Akdoğan, G. (2002). "Seçilmiş İşletmelerin Toplam Etkinliklerinin Veri Zarflama Yöntemi ile Ölçülmesi", *Manas Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(4), 174-183.
- Yolalan, R. (1993). "İşletmeler Arası Görelî Etkinlik Ölçümü", Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları: 483, Ankara.
- Zhang, Y. ve Bartels, R. (1998). "The Effect of Sample Size on the Mean Efficiency in DEA with an Application to Electricity Distribution in Australia, Sweden and New Zealand", *Journal of Productivity Analysis*, 9(3), 187-204.
- Zhiyuan, G. ve Shanjun, W. (2011). "The Efficiency Evaluation of Chinese Automobile Enterprise Based on the DEA Model", *Business Management and Electronic Information (BMEI)*, 1, 671-674.

ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME TEKNİKLERİYLE BANKALARIN FİNANSAL PERFORMANSLARININ KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ

Mehmet KARAHAN¹, Lokman KIZKAPAN²

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı, 2020 yılında Türkiye’de faaliyet göstermekte olan ve aktif büyüklük sıralamasına göre en fazla kâr oranına sahip olan ilk beş bankanın dört çeyrek dönemine ait finansal performanslarını karşılaştırmalı olarak analiz etmektir.

Yöntem: Bankalar birliğince dönemsel olarak yayınlanan dokuz kritere ait aktif büyüklük verilerinden yararlanarak kriter ağırlık hesapları Entropi, performans hesaplamaları TOPSIS ve PROMETHEE yöntemleriyle yapılarak ilk beş bankanın dört çeyrek dönem için finansal performansları karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Bulgular: Bu çalışmada elde edilen bulgular farklı yöntemlerle karşılaştırılarak bu yöntemlerin karar verme sürecine ne ölçüde katkı sağladığı ve ne kadar tutarlı oldukları belirlenmeye çalışılmıştır. TOPSIS ve PROMETHEE yöntemlerine göre yapılan finansal performans sıralamasında birinci ve ikinci bankalar aynı ikinci ve üçüncü bankalar yer değiştirmiş durumdadır. Yapılan yıllık genel değerlendirmeye göre; banka performanslarının ikinci çeyrekte (pandemi sürecinin başlangıcı) birinci olan Ziraat Bankası haricinde ani bir performans düşüşü yaşadığı, takip eden çeyrekte Vakıfbank’ın nispeten toparlanma gösterdiği, diğer bankaların aynı kayıpları yıl sonuna kadar sürdürdüğü görülmektedir.

Özgünlük: Geleneksel yöntemlerle yalnızca performans sıralaması şeklinde yapılan değerlendirmelerden farklı olarak yapılan bu çalışmada kriter üstünlükleri yönüyle de bankaların performans değerlendirmeleri yapılarak finansal performans çalışmalarına farklı bir bakış açısı sağlanmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Finansal Performans, Entropi, TOPSIS, PROMETHEE GAIA.

JEL Kodları: : D53, F65, L25, C44.

COMPARATIVE ANALYSIS OF FINANCIAL PERFORMANCES OF BANKS BY MULTI CRITERIA DECISION MAKING METHODS

ABSTRACT

Purpose: The aim of this study is to comparatively analyze the financial performances of the top five banks operating in Turkey in 2020 for four quarters, which have the highest profit ratio in terms of asset size.

Methodology: By using the asset size data of nine criteria published periodically by the Banks Association, criterion weight calculations were made with Entropy, performance calculations were made with TOPSIS and PROMETHEE methods, and the financial performances of the first five banks for four quarters were examined comparatively.

Findings: By comparing the findings obtained in this study with different methods, it was tried to determine to what extent these methods contributed to the decision-making process and how consistent they were. In the financial performance ranking made according to the TOPSIS and PROMETHEE methods, the first and second banks are the same, the second and third banks have been replaced. According to the annual general evaluation; in the second quarter (the beginning of the pandemic process), bank performances experienced a sudden decrease in performance, except for Ziraat Bank, which came first, Vakıfbank showed a relative recovery in the following quarter and other banks continued the same losses until the end of the year.

Originality: In this study, which is different from the evaluations made by traditional methods only in the form of performance rankings, it has been tried to provide a different perspective on financial performance studies by making performance evaluations of banks in terms of criteria superiority.

Keywords: Financial Performances, Entropy, TOPSIS, PROMETHEE GAIA.

JEL Codes: D53, F65, L25, C44.

¹ Doç. Dr., Fırat Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Elazığ, Türkiye, m.karahan@firat.edu.tr, DOI: 0000-0002-0402-0020 (Sorumlu Yazar-Corresponding Author).

² Doktora Öğrencisi, Fırat Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Teknoloji ve Bilgi Yönetimi ABD, Elazığ, Türkiye, kizkapanlokman@gmail.com, ORCID: 0000-0001-9327-2125

1. GİRİŞ

Küreselleşen dünyada ayakta kalmak isteyen kuruluşların en önemli özellikleri performanslarını sürekli olarak ölçmeleri ve ortaya çıkan sonuçları objektif olarak değerlendirmeleridir. Bu şekilde işletmeler sektörlerinde hangi konumda olduklarını görmekte, gerekiyorsa bazı tedbirler alabilmektedir. Günümüzde yaşanan çetin rekabet ortamı, finansal sistemin en önemli unsurlarından, bankaların performansının sürekli olarak kontrol altında tutulmasını kaçınılmaz kılmıştır (Ecer, 2013). Böylelikle bankaların etkili ve daha verimli çalışması mümkün olabilmektedir. Ayrıca, ülke ekonomilerinin gelişimini ciddi oranlarda etkileyen finans sektöründeki ileri rekabet şartları, bankaların mevcut kaynaklarının verimli bir şekilde kullanılmasını gerektirmektedir (Nguyen ve diğerleri, 2020). Bu kapsamda, bankaların performans değerlendirmeleri ve elde edilen sonuçlara göre verimliliklerini artıracak bazı tedbirler alması ve yeni stratejiler belirlemesi oldukça önemlidir.

Ülke ekonomilerinin istikrarlı bir şekilde büyümesi ve finans sektörünün güçlü olmasının sağlanmasında en önemli mali kurumların başında bankacılık sektörü gelmektedir. Finansal piyasalar içinde en büyük paya sahip olan bankalar kredi, fon ve mevduat yöntemleri ile piyasalara önemli katkılar sunmaktadır. Türkiye’de finans piyasalarının aktif büyüklüğünün %82’lik kısmını bankalar oluşturmaktadır (Sarsıcı ve Ekşi, 2020). Finansal sistemin başlıca katılımcılarından olan bankaların başarılı bir şekilde işleyip işlemediğini değerlendirmek için bankaların etkinlik ve performanslarının ölçülmesi gerekmektedir. Bu kapsamda; bankaları birbirleriyle kıyaslamak, kararların gerçek verilere dayanarak alınmasını sağlamak, problemleri tanımlanarak çözüm önerileri sunmak, gelişmesi mümkün olan ve rekabet öncülüğü sağlayacak yeni alanlar belirlemek, sektördeki konumlarını saptamak ve gelişmelerini değerlendirmek gerekmektedir (Sarı, 2020).

Teknolojinin hızla gelişmesi karşısında etkilenen kurumların başında bankalar gelmektedir. Finansal sektörünün en önemli aktörlerinden biri olan bankaların yüksek rekabet koşullarında daha iyi ve kaliteli hizmetler sunabilmesi, söz konusu gelişmiş teknolojiye uyumlarıyla paraleldir. Bu kadar önemli olan bankaların finansal performanslarının yönetimi, finans sektörünün etkinlik ve verimliliğini de artırmada önemli bir rol üstlenecektir.

İşletme performansının yönetilmesi; işletmenin sermaye ve finansal yapısının analiz edilmesi, ölçüm, değerlendirme ve yorumlama işlemlerini içerir. Performans ölçümü, işletme eylemlerinin etkin olarak yapıp yapılmadığını tespit etmeyi amaçlamaktadır. İşletmeler finansal analizler yoluyla hissedarlarına, yöneticilerine ve kamuoyuna, firmayla alakalı genel bilgileri vererek şirketi finansal olarak analiz etmeyi ve tanıtımını kolaylaştırmaktadır. Performans, firmaların belirli hedefler doğrultusunda planlanmış ve tasarlanmış faaliyetleri sonucunda elde edilen çıktıların sayısal veya nitel olarak elde edilmesi şeklinde tanımlanabilir (Yılmaz ve Ünsar, 2007; Karaman, 2009).

Banka performanslarının değerlendirilmesinde günümüzde artık finansal kriterlerle birlikte niteliksel ve niceliksel bilgiler birlikte ele alınmakta, bundan dolayı, sübjektif değerlendirmelerin yapıldığı bu süreçte, birden fazla kriterin etkileşim içerisinde bulunduğu birbiriyle çelişebilen farklı alternatiflerin var olması sebebiyle, karar vericiler genellikle çok kriterli karar verme yöntemlerine yönelmektedir (Zlaugotne ve diğerleri, 2021). Çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleri bu tür problemlerin çözümünde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Bu bağlamda yapılan bu çalışmada, Türkiye’de faaliyet göstermekte olan ve aktif büyüklük sıralamasına göre en başarılı beş bankanın finansal performanslarının Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) ve Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations (PROMETHEE) yöntemleriyle karşılaştırmalı olarak analizi amaçlanmaktadır. Böylelikle bankaların performanslarındaki değişimler ayrıntılı olarak incelenerek gerekli düzeltmeler yapılabilecek, PROMETHEE GAIA sayesinde de bankaların kriterler yönüyle eksik ve fazla yönlerinin incelenmesi mümkün olacaktır. Elde edilen bu sonuçların performans yöneticilerine önemli destekler sağlaması beklenmektedir.

Çalışmada ele alınan kriterlerin ağırlıklandırılması Entropi yöntemiyle yapılmış, ilgili yazında mevcut olan sıralama yöntemlerindeki zorluklar göz önünde tutularak en son geliştirilen yöntemlerden birisi olan PROMETHEE yöntemiyle bankaların performans değerlendirmeleri yapılmıştır. Literatürdeki benzer bazı çalışmalardan farklı olarak bu yöntemin GAIA düzlemi üzerinde üç boyutlu grafiksel görüntü sunması sayesinde alternatif bankaların kriter üstünlükleri yönüyle birbirleriyle karşılaştırılmaları ve yorumlamaları yapılabilecektir.

Türk Bankacılık Sistemi’nde yer alan bankaların 2020 yılı 4 dönemine ait (pandemi sürecinin başlangıç dönemini de kapsamaktadır) finansal performanslarının karşılaştırmalı olarak değerlendirildiği bu çalışma 5 bölümden oluşmaktadır. Çalışmanın başlangıcında performans yönetimi ve bankacılık sektörü için

performansın öneminden bahsedilmiş, performans değerlendirme metodlarından çok kriterli karar verme teknikleri hakkında kısa bir bilgi verilmiştir. İkinci bölümde konuyla ilgili literatürde yapılan çalışmalar incelenmiştir. Üçüncü bölümde bankaların performans değerlendirmeleri Entropiyle ağırlıklandırılmış TOPSIS yöntemiyle yapılmıştır. Dördüncü bölümde bankaların finansal performansları bu kez PROMETHEE yöntemiyle yapılmış ve PROMETHEE GAIA sayesinde bankaların kriterler yönüyle üstünlük sıralamaları da belirlenmiştir. Çalışmanın beşinci bölümünde bankaların 2020 yılı dört çeyrek dönemine ait aktif büyüklük sıralaması, TOPSIS sıralaması ve PROMETHEE sıralamaları karşılaştırmalı olarak analiz edilmiş, elde edilen bulgular sonuç kısmında tartışılmış ve ileride yapılacak çalışmalara ilişkin bazı önerilerde bulunulmuştur.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Literatür tararomasında; bankaların finansal performans analizi üzerine yapılan çalışmalar, daha sonra araştırma probleminin çözümünde kullanılan TOPSIS ve PROMETHEE yöntemlerinin kullanıldığı çalışmalar, öncelikle Türkiye’de yapılanlar ve sonra yurtdışında yapılan çalışmalar şeklinde gruplandırılarak aşağıda özetlenmiştir.

Sarı (2020) tarafından yapılan bankaların performans ölçümü çalışmasında; kamuya ait, özel ve yabancı sermayeli olan, toplam 11 bankanın, 13 kritere göre performans sıralaması ÇKKV yöntemlerinden TOPSIS ve PROMETHEE teknikleriyle karşılaştırmalı analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda bankaların 2017 yılı performansları her iki yöntem için de aynı olup 2016 yılı performans sıralaması, Ziraat Bankası, Akbank ve İş Bankası şeklindedir. İki yöntemde de ilk üç sıra aynıdır. 2015 yılı sonuçlarına göre ise her iki yöntemde göre; Ziraat Bankası, Akbank, Garanti Bankası ve İş Bankası ilk dört sırayı paylaşmış, ancak iki yöntemde göre Garanti ve İş Bankasının sıralamaları kendi aralarında yer değişmiştir. Çalışmada elde edilen banka sıralamaları hem kendi aralarında karşılaştırılmış, hem de temel performans kriterlerinden aktif kârlılık ve öz kaynak kârlılığı kriterlerine yakınlıkları yönleriyle karşılaştırılmışlardır. Bu sonuçlara göre, PROMETHEE ve TOPSIS yöntemlerinin bankaların performans ölçüm yeterliliğine sahip olduğu yorumu yapılmıştır.

Öndeş ve diğerleri (2020)’nin yapmış olduğu, Türkiye’deki ticari bankalarla katılım bankalarının ELECTRE (Elimination and Choice Translating Reality) yöntemiyle performans analizi çalışmasında, katılım bankaları ile ticari bankaların performansları karşılaştırılmıştır. Çalışmanın örneklemini üç katılım bankası ve 4 ticari banka olup bu bankaların 2013-2016 yılları arasındaki finansal oranları, şube sayıları ve öz kaynak kârlılıklarına ait verileri karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Çalışmanın sonucunda, katılım bankalarından Kuveyt Türk’ün Türkiye Finans ve Şekerbank’a karşı, Albaraka Türk Bankası’nın Şekerbank’a karşı, Türkiye Ekonomi Bankası’nın Türkiye Finans Bankası’na göre ve ING Bank’ın ise Türk Finansbank’a göre net üstünlüğünün olduğu ileri sürülmüştür.

Özkan (2020) yaptığı çalışmasında, Türkiye’deki beş katılım bankasının 2016-2018 dönemine ait etkinlik ve verimlilik oranları temel alınarak ÇKKV yöntemlerinden TOPSIS yöntemiyle performans sıralamaları yapılmıştır. Çalışmada bu beş katılım bankasının performans düzeyleri karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre finansal performans yönüyle ilk üç sıradaki banka sırasıyla; QNB Finansbank, Kuveyt Türk ve Albaraka Türk olarak gerçekleşmiştir. Sıralamada, Ziraat Bankası’nın performansı düşük olmuş ve beş banka arasından puanı pozitif ideale en yakın olan banka, QNB Finansbank olmuştur. Bu sonuca göre QNB Finansbank’ın yatırım ve finansman kararlarında örnek alınabilecek bir banka olduğu değerlendirilmiştir.

Eren ve Çelik (2020)’in Türk bankacılık sektöründe yaptıkları finansal performans ölçümü çalışmasında, BIST 100’de faaliyet gösteren 11 bankanın 2006-2019 dönemi için aktif kalitesi, sermaye yeterliliği, likidite ve kârlılıkları, ÇKKV yöntemlerinden TOPSIS yöntemiyle karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda, finansal performans açısından en iyi performansı gösteren bankanın Yapı Kredi Bankası olduğu ileri sürülmüştür.

Özdemir ve diğerleri (2020)’nin çalışmasında bankaların kamuoyu ile paylaşılan finansal raporlarının yıllar itibarıyla mukayeseli olarak değerlendirilmesi, finansal performanslarının ve borsa performanslarının karşılaştırmalı olarak irdelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada panel veri analizi yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre, “net gelir” ve “net faiz geliri” piyasa performansı ile pozitif yönde anlamlı bir ilişki gösterdiği, “net faiz geliri” her iki vekil için negatif bir ilişki olduğu bildirilmiştir. Bu sonuçlar, tüm şirket türleri için finansal performansın temel bir göstergesi olan “net gelir” dışında, bankacılık sektörü için sektör özel oranlarının daha büyük önem taşıdığı ileri sürülmüştür.

Ayçin ve Orçun (2019) yaptıkları çalışmada, Türkiye’deki mevduat bankalarının performanslarını, Entropiyle ağırlıklandırılmış MAIRCA yöntemiyle değerlendirmişlerdir. Bu bağlamda, banka şubesi 500 adet ve üzerinde olan on mevduat bankasının performansı, 2016 ve 2017 yılları için ve “toplam aktifler, toplam krediler ve alacaklar, toplam mevduat, toplam öz kaynaklar, şube sayısı ve çalışan sayısı” kriterlerine göre

incelenmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre; 2016 yılında performansı en iyi bankaların sırasıyla; Ziraat Bankası, İş Bankası ve Garanti Bankası olduğu belirlenmiştir. 2017 yılında ise performansı en iyi bankalar sırasıyla; Ziraat Bankası, İş Bankası ve Ekonomi Bankası olarak belirlenmiştir. Ayrıca, 2016 ve 2017 yıllarının en başarılı bankası, Ziraat Bankası, en başarısızının ise Vakıflar Bankası olduğu ileri sürülmüştür.

Kendirli ve diğerlerinin (2019) yaptığı çalışmada, Türkiye'deki katılım bankaları ve ticari bankaların kriz öncesi (2005-2008), kriz dönemi (2008-2011) ve kriz sonrası (2011-2015) dönemlerine ait verileri kullanılarak analiz edilmiştir. Araştırma kapsamında, toplam 13 bankanın mali performansı dönemsel olarak değerlendirilmiştir. Sonuç olarak da Türkiye'nin diğer ülkelere göre beklenenden daha iyi performans gösterdiği ve bunun nedeninin de 2001 krizinde yaşanan olumsuzluklardan alınan derslerin etkili olduğu ileri sürülmüştür.

Yıldırım ve Demirci'nin (2017) banka performansının TOPSIS-M uygulaması ile değerlendirilmesi çalışmasında; Türkiye'de faaliyet gösteren kamu ve özel sermayeli 10 bankanın performans değerlendirilmesi, yeni bir ÇKKV yöntemiyle yapılmıştır. TOPSIS ve TOPSIS-Mahalanobis yöntemleri kullanılarak bankalar finansal performanslarına göre sıralanmıştır. Ayrıca aktif büyüklüğü ve öz sermaye kârlılığı kriterleriyle de banka performansları değerlendirilmiş ve TOPSIS ve TOPSIS-M yöntemleri karşılaştırılmıştır. Analiz sonuçlarına göre TOPSIS-M yönteminin banka performansı değerlendirmede ve sıralamada daha kullanışlı ve etkin olduğu ileri sürülmüştür.

Altunöz'ün (2017) yaptığı çalışmada, 2007-2016 dönemi için Borsa İstanbul'da işlem görmekte olan on iki bankanın finansal performans değerlendirilmesi yapılmıştır. Çalışmada, öncelikle bulanık AHP yöntemiyle kriterler karşılaştırılmış, kriterlerin önem ve ağırlıkları hesaplanmıştır. Daha sonra, bankaların bulanık MOORA yöntemiyle önem dereceleri göz önüne alınarak finansal performans sıraları belirlenmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre; performansı en yüksek banka "İş Bankası" en alt sıradaki ise "ICBCT" bankasıdır. Buna ilaveten, bankalardan kârlılık oranları, likidite oranları ile sermaye ve bilanço oranları yüksek olanların, performanslarının da daha yüksek olacağı ileri sürülmüştür.

Çalışkan ve Eren'in (2016) yaptıkları çalışmada; aktif büyüklüklerine göre üç kamu mevduat bankası, altı yabancı sermayeli banka, altı özel mevduat bankası ve iki kamu yatırım bankası, toplamda 17 bankanın 2010-2014 yılı performansı AHP ve PROMETHEE yöntemleri ile değerlendirilmiştir. İlk önce kriter ağırlıkları eşit kabul edilerek banka performansları PROMETHEE yöntemiyle değerlendirilmiş, sonraki uygulamadaysa ağırlık hesapları AHP ile yapılmış banka performansları yine PROMETHEE yöntemiyle hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, her iki uygulamaya göre de en iyi finansal performans sahibi Ziraat Bankası'dır.

Gökalp'in (2015) çalışmasında, PROMETHEE yöntemi kullanılarak Türk kamu bankaları, özel bankalar ve yabancı bankaların kriz öncesi ve sonrası dönemdeki finansal performanslarının karşılaştırılması amaçlanmıştır. Çalışmada bankalar 2006 ile 2012 yılları arasında analiz edilmektedir. Mali krizin etkilerini belirlemek için iki döneme ayrılır: kriz öncesi dönem (2006-2008) ve kriz sonrası (2009-2012) dönem. Çalışmada banka performansını değerlendirmek için beş ana ve on iki alt mali oran seçilmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, kamu bankalarının son mali krizden önemli ölçüde etkilendiği ortaya çıkmıştır. Ayrıca, 2006-2008 dönemi için en iyi alternatif olarak kamu bankaları seçilmiş, ancak 2009-2012 döneminde kamu bankalarının son sıraya gerilediği ve yabancı bankaların birinci sıraya yükseldiği ileri sürülmüştür.

Güneysu ve diğerlerinin (2015) yaptıkları çalışmada, Türk bankacılık sistemi içinde faaliyet yapan ticari bankaların 2010-14 yıllarındaki finansal performanslarını, 16 finansal oran yardımı ile ve ÇKKV yöntemleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Bu bağlamda ilk önce kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesinde AHS yöntemi kullanılmış ve daha sonra bankaların performans değerlendirmeleri GİA (Gri İlişkisel Analiz) yöntemiyle yapılmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre; kamu bankalarından Ziraat Bankası'nın, özel bankalardan Adabank ve yabancı bankalardan ise JPMorgan Chase Bank'ın en yüksek performansı gösterdiği ileri sürülmüştür.

Dilmaç ve diğerlerinin (2015) çalışmasında Türk Bankacılık Sektöründe faaliyet gösteren ticari bankaların finansal performansları ile mali yapıları arasındaki ilişkinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla 22 ticari bankanın 1998-2015 yılları arasında çeyrek dönemlik mali tablolarından yararlanılarak, bankaların finansal performans ölçütleri ile mali yapı bileşenleri arasındaki ilişki panel veri analizi ile incelenmiştir. Çalışmadan elde edilen bulgulara göre öz kaynakların banka kârlılığını diğer bileşenlere göre daha fazla fakat olumsuz yönde etkilediği tespit edilmiştir. Öte yandan kriz dönemleri ile banka kârlılık ve performansı arasındaki ilişkiye bakıldığında ise kriz dönemlerinde banka kârlılıklarının olumlu etkilendiği ileri sürülmüştür.

Bağcı ve Rençber'in (2014) yaptığı çalışmada, kamu bankaları ile özel bankalar arasındaki kârlılık performansları karşılaştırılmıştır. Analizde PROMETHEE yöntemi kullanılmış, üç kamu ve on özel banka örneklem olarak seçilmiş ve analizde 2006-2012 yıllarına ait bankalar birliğinin yayınladığı verilere kullanılmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre; kamu bankalarından performansı en yüksek banka Halk Bankası, özel bankalar içerisinde ise Denizbank olduğu ve tümünü içerisine alan değerlendirmeye göre de kamu bankalarının daha iyi olduğu, Halk Bankası'nın en kârlı banka olduğu ileri sürülmüştür.

Önder ve diğerlerinin (2013) Türk bankalarının 2002-2011 dönemindeki finansal performanslarını değerlendirmek üzere yaptıkları çalışmada; AHP ve TOPSIS yöntemini kullanmışlardır. Çalışmada Türkiye Bankalar Birliği web sayfasında yayınlanan verilerden yararlanılmış ve bankaların performans sıralaması TOPSIS yöntemiyle yapılmıştır. Çalışma sonucuna göre; Akbank 2007-2011 ve 2009-2011 yılları arasında en iyi performans gösteren bankadır. Öte yandan, 2001 mali krizi hemen sonrasında sonuncu (16.) sırada yer alan Garanti Bankası, 2011 yılında diğer bankalardan daha yüksek performans göstererek en üst sıraya yükseldiği ileri sürülmüştür.

Sakarya ve AYTEKİN (2013) yaptıkları çalışmada, İMKB'de işlem görmekte olan mevduat bankalarının performansları ile hisse senedi gelirleri arası ilişkileri ölçmeyi amaçlamışlardır. Çalışmada, İMKB'de işlem gören kamu, özel ve yabancı sermayeli mevduat bankalarından seçilen on tanesi, 2007-2011 dönemine ait finansal verileri yardımıyla performans değerlendirmesi, PROMETHEE yöntemiyle yapılmıştır. Çalışma sonucunda; genel olarak hiçbir bankanın finansal performans açısından tek başına tüm yıllarda en iyi ya da en kötü sırada yer almadığı görülmüş, en iyi finansal performansı yabancı sermayeli bir mevduat bankasının sergilediği, ikinciliği ise bir kamu bankasının elde ettiği ileri sürülmüştür. Çalışma kapsamında incelenen beş yıllık periyotta Finans Bank, Türkiye Halk Bankası, Akbank ve Garanti Bankası'nın genel itibarıyla üst sıralarda yer aldığı, buna karşın Tekstil Bankası, Alternatif Bank, Türkiye Ekonomi Bankası ile Yapı ve Kredi Bankası'nın ise alt sıralarda yer aldığı ileri sürülmüştür.

Khan ve Al Maktoumi (2020) yaptıkları çalışmada, Umman bankalarının 2013-2019 dönemindeki performanslarını eleştirel bir şekilde analiz etmiş ve varlık yönetimi, banka büyüklüğü ve operasyonel verimliliğin banka performansı üzerindeki etkilerini incelemiştir. Çalışma sonucunda elde edilen bulgulara göre; analizi yapılan ticari bankaların operasyonel verimliliğinin, varlık getirisi üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca bankaların oran analizini kullanarak finansal performans aktif büyüklüğünü ölçmesi, varlık ve öz sermaye yönetimlerini gerçekleştirmelerinin de mümkün olduğu ileri sürülmüştür.

Nguyen ve diğerleri (2020), yaptıkları çalışmada, Vietnam Menkul Kıymetler Borsası'nda işlem gören 12 şirketin finansal performansını değerlendirmek üzere etkili bir karar destek modelinin belirlenmesi amaçlanmış, hesaplamalarda 18 finansal kriter kullanılmış ve bu kriter ağırlıkları standart sapma yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır. Şirketlerin finansal performans sıralaması ise Gri İlişkisel Analiz (GİA) tekniğiyle yapılmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre kaldıraç oranlarının perakende şirketlerinin finansal performansı üzerinde önemli bir etkisinin bulunduğu ve paydaşlara uzun vadeli yatırım tavsiyeleri verdiği ileri sürülmüştür. Ayrıca, çalışmada en verimli ve en kötü şirketler belirlenmiş, GİA modelinin gelecekteki araştırmalarda başka sektörlerde de uygulanabileceği ifade edilmiştir.

Hassan ve Adam (2014) yaptıkları çalışmada, Irak'ın Erbil şehrindeki bir Yatırım ve Finans Bankası'nın 2009-2013 dönemindeki finansal performansını finansal oranlar analizi yöntemiyle incelemiştir. Çalışmadan elde edilen bulgulara göre; Erbil Bankası'nın finansal durumunun olumlu olduğu ve bazı finansal faktörlerinin bankanın finansal performansını etkilediği belirlenmiştir. Ayrıca, Erbil Bankası'nın genel finansal performansının likidite oranları, aktif kalite oranları veya kredi performansı, kârlılık oranları açısından iyileşmekte olduğu ileri sürülmüş ve bankanın kârlılığını artıracak ve bankanın finansal performansını iyileştirecek bazı bankacılık işlemlerinin geliştirilmesi ve iyileştirilmesine ilişkin bir dizi öneri sunulmuştur.

Almazari (2011) yaptığı çalışmada, Ürdün'deki yedi ticari bankanın 2005-2009 dönemi için finansal performansını basit regresyon kullanarak analiz etmeye çalışmıştır. Çalışma sonucunda, toplam mevduat, kredi, varlık ve öz kaynak toplamı yüksek olan bankaların her zaman daha iyi kârlılık performansına sahip olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca finansal performans ile varlık büyüklüğü, varlık kullanımı ve operasyonel verimlilik arasında pozitif bir ilişki olduğu tespit edilmiş ve finansal performansın bağımsız faktörlerden büyük ölçüde etkilendiği regresyon analizi ile de doğrulanmıştır. Çalışmanın, banka yöneticilerine finansal performanslarını iyileştirmeleri ve etkin finansal sistemi teşvik edecek politikalar oluşturmaları için bir yardım kaynağı olabileceği ileri sürülmüştür.

Yukarıda TOPSIS ve PROMETHEE yöntemlerinin karar verme problemlerinin çözümünde kullanımına dair gösterilen örneklerde de görüldüğü gibi bu yöntemler çok geniş kapsamlı olarak değişik alanlarda başarılı bir şekilde kullanılabilir. Yukarıda gösterilen çalışmalardan farklı olarak yaptığımız çalışmada bankaların kriter ağırlıkları yönüyle üstünlükleri tartışılarak PROMETHEE yöntemi

özelliklerinden yürüyen ağırlıklar özelliğinden yararlanılmış, farklı senaryolarla kriter ağırlıklarının değiştirilmesinin sonuçları nasıl değiştirdiği gözlemlenmiş ve tartışılmıştır.

3. BANKALARIN FİNANSAL PERFORMANS ANALİZİ UYGULAMASI

3.1. Araştırmada Kullanılan Yöntem ve Veri Seti

Türkiye’de faaliyet göstermekte olan ve aktif büyüklük sıralamasına göre en fazla kâr oranına sahip olan ilk beş sıradaki bankanın performans analizi, literatürde bu tür analizlerde çokça kullanılan ve kabul gören ÇKKV tekniklerinden TOPSIS ve PROMETHEE yöntemleriyle yapılacak olup analizde kullanılacak kriterler; bankaların toplam aktifleri, toplam kredileri, toplam mevduatları, toplam öz kaynakları, ödenmiş sermayeleri, net dönem kâr/zararları, bilanço dışı hesapları, şube sayıları ve çalışan sayılarıdır. Çalışmada kullanılan bu veriler, Türkiye Bankalar Birliği’nin web sitesinde dönemsel olarak yayınlanmakta olup bu kaynaktan 2020-2021 yıllarında alınmış ve düzenlenerek dört tablo haline getirilmiştir. Analizlerde kullanılan kriterlerin seçiminde literatürdeki çalışmalardan (Demireli, 2010; Ecer, 2013; Ömürbek ve Kınay, 2013; Çalışkan ve Eren, 2016) ve TBB web sayfasında (<http://www.tbb.org.tr>) yayınlanan finansal rasyolardan faydalanılmıştır.

Tablo 1. Birinci çeyrek 31 Mart 2020 tarihli bankaların aktif büyüklükleri

Kriterler	Ziraat Bankası	İş Bankası	Halk Bankası	Vakıflar Bankası	Garanti Bankası	
Toplam Aktifler	695.438	511.926	491.214	463.704	417.416	
Toplam Krediler	480.869	317.126	347.943	329.488	270.020	
Toplam Mevduat	490.053	308.028	327.205	268.969	266.698	
Toplam Kaynaklar	Öz	67.597	58.531	32.910	33.466	54.874
Ödenmiş Sermaye	6.100	4.500	1.250	5.500	4.200	
Net Kar/Zararı	Dönem	1.871	1.456	825	1.716	1.631
Bilanço Hesaplar	Dışı	2.714.374	1.534.738	1.895.413	5.294.797	2.232.020
Şube Sayısı (Adet)	1.757	1.265	1.006	940	912	
Çalışan Sayısı (Adet)	24.642	23.930	18.823	16.743	18.811	

Kaynak: TBB (2021)

Tablo 1’de, Türkiye’de faaliyet gösteren ve 2020 yılı birinci çeyreğinde, aktif büyüklük sıralamasına göre ilk beş sırada bulunan bankaların dokuz kriterine ait bilgiler görülmekte olup bu bilgilere göre; 2020 yılı birinci çeyreğinde toplam aktiflere göre (695.438) birinci sırada Ziraat Bankası ve beşinci sırada ise (417.416) Garanti Bankası’nın olduğu görülmektedir. Düzenlenen bu tablo 2020 yılı birinci çeyreğine ait olup diğer üç döneme ait tablolar da aynı şekilde düzenlenerek analiz çalışmasına dâhil edilmiştir.

3.2. Bankaların Kriter Ağırlıklarının Entropi Yöntemiyle Hesaplanması

ÇKKV yöntemlerinde kriterlerin önem düzeyini gösteren ağırlıklandırma işlemi genellikle objektif ağırlıklandırma ve sübjektif ağırlıklandırma olarak iki türlü yapılmaktadır. Sübjektif yöntemler kullanılarak yapılan ağırlıklandırma işleminde karar vericilerin tercihleri ya da kararları ön plana çıkarken, objektif yöntemlerde ise karar vericilerin tercihleri dikkate alınmaksızın Entropi yöntemi veya çoklu objektif programlama gibi matematiksel modeller kullanılmaktadır (Deng ve diğerleri, 2000; Shemshadi ve diğerleri, 2011).

Objektif ağırlıklandırma yöntemlerinden biri olan Entropi yöntemi kavramı ilk defa 1865 yılında Rudolf Clausius tarafından öne sürülmüş olup termodinamikte düzensizlik ve dağınıklığın bir ölçütü olarak kullanılmıştır. Bu kavram, 1948 yılında Claude E. Shannon tarafından farklı bir kullanıma kavuşarak enformasyon entropisi halini almıştır (Toprak ve Çanakçıoğlu, 2019).

Entropi, olasılık teorisi kullanılarak formüle edilen bilgilerdeki belirsizliğin bir ölçüsüdür. Entropi yönteminde kriterlere ilişkin objektif ağırlıkların hesaplanmasında doğrudan veriler üzerinden hareket edilmekte ve sadece karar matrisine ihtiyaç duyulmaktadır. Dolayısıyla bu ağırlıklandırma yönteminde karar vericilerin kişisel yargı ve düşüncelerinin göz ardı edilmesi yöntemin güçlü yönünü ortaya koymaktadır (Işık, 2019; Meyliana ve diğerleri, 2015).

Çalışmanın bu kısmında 2020 yılının birinci çeyreğine ait dokuz kriterin ağırlıklarının hesabı yapılacaktır. Konuyla ilgili literatürde örneklerin bazılarında (Demireli, 2010; Saldanlı ve Sırma, 2014) kriterlere eşit ağırlıklar verilerek (1/kriter sayısı) ağırlıklar belirlenmekte, bazılarındaysa Entropi veya AHP yöntemleriyle belirlenmektedir. Genel olarak bu yöntemlerin birçok araştırmada başarılı bir şekilde kullanılmakta olduğu görülmektedir. Bu yüzden, yapılan bu araştırmadaki kriter ağırlıklandırılmalarının Entropi yöntemiyle yapılmasının uygun olduğuna karar verilmiştir.

2020 yılı birinci çeyreğinde, aktif büyüklük sıralamasına göre ilk beş sırada bulunan bankaların dokuz kriterine ait ağırlık hesaplamaları Entropi yöntemiyle yapılacak olup dokuz kriterin ağırlıkları (W_{ij}) dört aşamada hesaplanmaktadır. Entropi ölçüsü ile kriterlere ilişkin objektif ağırlıkların belirlenmesinde izlenen aşamalar sırasıyla aşağıda gösterilmiştir.

Karar Matrisinin Normalizasyonu: Birinci çeyrekte dokuz kriterine göre ilk beş sırada bulunan bankaların aktif büyüklüklerine göre oluşturulan tablonun en alt satırında görüldüğü gibi toplamları alınmakta ($\sum_{i=1}^m a_{ij}$) ve a_{ij} değerleri ile bölünerek karar matrisi üzerinden Entropi birinci adım hesaplamaları Eşitlik 1'e göre Excel ortamında yapılarak karar matrisinin normalizasyonu (P_{ij}) gerçekleştirilmiş ve Tablo 2 oluşturulmuştur.

$$P_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^m a_{ij}}, \forall j \quad (1)$$

Tablo 2. Karar matrisinin normalizasyonu

Alternatifler	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	K_8	K_9
Ziraat Bankası	0,270	0,275	0,295	0,273	0,329	0,25	0,199	0,299	0,239
İş Bankası	0,198	0,182	0,185	0,237	0,243	0,194	0,112	0,215	0,232
Halk Bankası	0,190	0,199	0,197	0,133	0,067	0,110	0,139	0,171	0,183
Vakıflar Bankası	0,180	0,189	0,162	0,135	0,135	0,229	0,387	0,160	0,163
Garanti Bankası	0,162	0,155	0,161	0,222	0,226	0,217	0,163	0,155	0,183

Tablo 2'de görülen karar matrisinin normalizasyon işlemi gerçekleştirildikten sonra Entropi ağırlık hesaplamasının ikinci adımına geçilmiştir (K_1 : Toplam aktifler, K_2 : Toplam krediler, K_3 : Toplam mevduat, K_4 : Toplam öz kaynaklar, K_5 : Ödenmiş sermaye, K_6 : Net dönem kâr/zarar, K_7 : Bilanço dışı hesaplar, K_8 : Şube sayısı, K_9 : Çalışan sayısı).

Entropi Değeri ve E_j Matrisinin Oluşturulması: Normalizasyonu gerçekleştirilen karar matrisinin entropi ve E_j değerini hesaplamak üzere, Eşitlik 2'den yararlanılarak Excel ortamında gerekli hesaplamalar yapılmış ve Tablo 3'de gösterilen E_j matrisi oluşturulmuştur.

$$E_j = \left(\frac{-1}{\ln(m)} \right) \sum_{i=1}^m [P_{ij} \ln P_{ij}] ; \forall j \quad (2)$$

Tablo 3. E_j matrisinin oluşturulması

Alternatifler	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	K_8	K_9
Ziraat Bankası	-0,353	-0,355	-0,360	-0,355	-0,366	-0,346	-0,321	-0,361	-0,342
İş Bankası	-0,321	-0,310	-0,312	-0,341	-0,344	-0,318	-0,246	-0,331	-0,339
Halk Bankası	-0,316	-0,321	-0,320	-0,268	-0,182	-0,243	-0,274	-0,302	-0,311
Vakıflar Bankası	-0,308	-0,315	-0,295	-0,271	-0,270	-0,337	-0,367	-0,293	-0,295
Garanti Bankası	-0,295	-0,289	-0,294	-0,334	-0,336	-0,332	-0,296	-0,289	-0,311
Toplam	-1,593	-1,590	-1,581	-1,569	-1,498	-1,577	-1,504	-1,576	-1,598

Tablo 3'te, beş alternatif banka ve dokuz kriterine göre oluşturulan E_j matrisi görülmekte olup tablonun en alt satırında ise kriter değerleri toplamları alınmıştır ($\sum_{i=1}^m a_{ij}$). Daha sonra, entropiyle kriterler ağırlıkları hesaplamalarının üçüncü adımına geçilmiştir.

e_j ve d_j Değerlerinin Belirlenmesi: Entropi ağırlık hesaplaması üçüncü aşamasında e_j değerinin hesabı Eşitlik 3'e göre Excel ortamında, dokuz kriterine ait hesaplanan değerler Tablo 4'de gösterilmiştir. e_j değerini hesaplamak için bu dokuz kriter değerleri toplanarak e_j değeri belirlenmiştir (Toplam $e_j=0,621334935$).

$$e_j = -k \sum_{j=1}^m r_{ij} \ln(r_{ij}) \quad (3)$$

Tablo 4. e_j değerinin hesaplanması

	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	K_8	K_9
e_j	0,989992	0,987890	0,982426	0,974593	0,930455	0,979671	0,934307	0,979055	0,992917

e_j değerini belirledikten sonra d_j değerinin hesaplanması için Eşitlik 4'ten yararlanılarak işlemlere devam edilmiş ve Tablo 5 oluşturulmuştur.

$$d_j = 1 - E_j; \forall j \quad (4)$$

Tablo 5. d_j değerinin hesaplanması

	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	K_8	K_9
d_j	0,0100	0,0121	0,0176	0,0254	0,0695	0,0203	0,0657	0,0209	0,0071

Tablo 5'te görüldüğü gibi formül yardımıyla her bir kritere ait değerler hesaplandıktan sonra bu dokuz değer toplanarak d_j değeri hesaplanmıştır (Toplam d_j : 0,249).

Kriterlerin Ağırlık Değerlerinin Hesaplanması: Kriter ağırlıkları hesabının son aşamasında Eşitlik 5'e göre gerekli hesaplamalar Excel ortamında yapılarak Tablo 6 oluşturulmuştur.

$$W_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j}; \forall j \quad (5)$$

Tablo 6. Kriterlere ait ağırlık değerlerinin hesaplanması

	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	K_8	K_9
W_{ij}	0,040	0,049	0,071	0,102	0,280	0,082	0,264	0,084	0,028

Tablo 6'da görüldüğü gibi kriterlere ait tüm ağırlık değerleri 0 ile 1 arasında olup toplamı da 1,00'e eşittir. Bu sonuç hesaplamaların doğru yapıldığının kanıtıdır. Bankalara ait birinci çeyrek kriter ağırlıkları hesaplama yöntemi tekrarlanarak diğer üç çeyreğe ait kriter ağırlıkları da hesaplanarak analiz devam ettirilmiştir.

3.3. TOPSIS Yöntemi ile Bankaların Finansal Performans Sıralaması

TOPSIS yöntemi, ideal çözüme benzerliğe göre tercih sıralaması yapan çok kriterli karar verme yöntemlerinden biridir. Bu yöntem, ideal çözüme ve negatif ideal çözüme olan mesafelerini hesaplayarak alternatifleri sıralamaya çalışır ve aynı anda ideal çözüme en yakın, negatif ideal çözüme en uzak mesafeye sahip olması gereken optimum alternatifi seçer (Demireli ve Tükenmez, 2012; Pangaribuan ve Beniyanto, 2018; 2: Chen, 2021).

TOPSIS yöntemi; ekonomi, yönetim, muhasebe, finans, pazarlama, planlama, üretim, sağlık, ulaştırma, eğitim, mühendislik gibi birçok alanda kullanılmakta olup metodun avantajı; her değişken ya da alternatifin kendi değerini alması ve böylece alternatifler ve kriterler arasındaki farklılıklarla ilgili daha sağlıklı ve güvenilir yorumlar yapılarak ve gerçekçi sonuçlara ulaşılabilmesidir. TOPSIS metodu 6 adımdan oluşmaktadır. İlk adımda rasyolar yardımıyla karar matrisleri oluşturulmakta, karar matrisi oluşturulurken satır ve sütunlar farklı kavramları ifade etmektedir. Satırlar, üstünlükleri belirlemek için kullanılan karar noktalarını gösterirken, sütunları sıralamak, seçim yapmak ve kısaca son kararı vermek için kullanılan değerlendirme faktörlerini göstermektedir (Esmer ve Bağcı, 2016). Aşağıda gösterilen karar matrisindeki m satırları alternatifleri, sütunlardaki değerler de kriterleri ifade etmektedir (Tzeng ve Huang, 2011: 95).

Birinci adım: Amaçların belirlenmesi, değerlendirme kriterlerinin tanımlanması ve karar matrisinin oluşturulması Eşitlik 6 yardımıyla yapılmakta ve Tablo 7'deki karar matrisi oluşturulmaktadır.

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & a_{mn} \end{bmatrix} \quad (6)$$

Tablo 7. 2020 yılı 1.çeyrek için karar matrisinin oluşturulması

Alternatifler	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	K_8	K_9
Ziraat Bankası	695.438	480.869	490.053	67.597	6.100	1.871	2.714.374	1.757	24.642
İş Bankası	511.926	317.126	308.028	58.531	4.500	1.456	1.534.738	1.265	23.930
Halk Bankası	491.214	347.943	327.205	32.910	1.250	825	1.895.413	1.006	18.823
Vakıflar Bankası	463.704	329.488	268.969	33.466	2.500	1.716	5.294.797	940	16.743
Garanti Bankası	417.416	270.020	266.698	54.874	4.200	1.631	2.232.020	912	18.811
Ağırlıklar	0,040	0,049	0,071	0,102	0,280	0,082	0,264	0,084	0,028

Tablo 7’de 2020 yılı 1.çeyreğinde ilk beş sıradaki bankanın, dokuz aktif büyüklük kriterine ait verilerden oluşturulan karar matrisi görülmektedir. Tablonun en alt satırına ise Entropi yöntemiyle hesaplanan dokuz kritere ait ağırlık değerleri yazılmıştır.

İkinci Adım: Karar matrisini oluşturan performans değerleri farklı kriterlere göre birbirinden farklı birim ya da büyüklükleri ifade ettiği için değerlendirme işlemine karar matrisini standardize edilerek devam etmek gerekir. Karar matrisinin standardize edilmesi için standardize edilmiş performans skorları r_{ij} (Eşitlik 7) ile gösterilmek üzere R standardize karar matrisi (8 nolu) eşitliğinden faydalanılarak elde edilir.

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m a_{kj}^2}} \quad (7)$$

İşlemin devamında r_{ij} elemanlarından oluşan R_{ij} matrisi (Eşitlik 8) aşağıda yer almaktadır.

$$R_{ij} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & r_{mn} \end{bmatrix} \quad (8)$$

Yukarıdaki eşitlikler ile Excel ortamında yapılan hesaplamalar sonucunda elde edilen değerlerden oluşturulan normalize edilmiş karar matrisi Tablo 8’de gösterilmiştir.

Tablo 8. 2020 yılı 1.çeyrek için normalize karar matrisi

Alternatifler	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	K_8	K_9
Ziraat Bankası	0,5928	0,6038	0,6404	0,5881	0,6699	0,5422	0,3988	0,6452	0,5292
İş Bankası	0,4364	0,3982	0,4025	0,5093	0,4942	0,4220	0,2255	0,4646	0,5139
Halk Bankası	0,4187	0,4369	0,4276	0,2863	0,1373	0,2391	0,2785	0,3694	0,4042
Vakıflar Bankası	0,3953	0,4137	0,3515	0,2912	0,2746	0,4973	0,7779	0,3452	0,3596
Garanti Bankası	0,3558	0,3390	0,3485	0,4774	0,4613	0,4727	0,3279	0,3349	0,4040

Tablo 8’de görüldüğü gibi karar matrisi oluşturulduktan sonra matris içindeki her bir değerın kareleri alınarak bu değerlerin toplamından oluşan matris içindeki toplam değerleri elde edilir ve her bir değerın ait olduğu sütun toplamının kareköküne bölünerek normalize standart karar matrisi oluşturulur.

Üçüncü adım: Analizde kullanılacak dokuz kritere ait ağırlık değerleri Entropi ile hesaplanarak belirlendikten sonra, Eşitlik 9’da görüldüğü gibi matristeki değerlerle ağırlıklar çarpılarak Tablo 9’daki ağırlıklı standart karar matrisi oluşturulur.

$$V_{ij} = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & w_2 r_{12} & w_n r_{1n} \\ w_1 r_{21} & w_2 r_{22} & w_n r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ w_1 r_{m1} & w_2 r_{m2} & w_n r_{mn} \end{bmatrix} \quad (9)$$

Tablo 9. 2020 yılı 1.çeyrek için ağırlıklandırılmış standart karar matrisi

Alternatifler	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	K_8	K_9
Ziraat Bankası	0,0237	0,0296	0,0455	0,0600	0,1876	0,0445	0,1053	0,0542	0,0148
İş Bankası	0,0175	0,0195	0,0286	0,0519	0,1384	0,0346	0,0595	0,0390	0,0144
Halk Bankası	0,0167	0,0214	0,0304	0,0292	0,0384	0,0196	0,0735	0,0310	0,0113
Vakıf Bank	0,0158	0,0203	0,0250	0,0297	0,0769	0,0408	0,2054	0,0290	0,0101
Garanti Bank	0,0142	0,0166	0,0247	0,0487	0,1292	0,0388	0,0866	0,0281	0,0113

Tablo 9’da 2020 yılı birinci çeyrek için hesaplanan ağırlıklandırılmış standart karar matrisi tablosunun oluşturulmasının ikinci adımında elde edilen her bir kriter değerinin matrise ait ağırlık kriter oranıyla çarpılmasıyla elde edilen sonuçlar gösterilmiştir.

Dördüncü Adım: İdeal (A^*) ve Negatif İdeal (A^-) çözümlerin oluşturulması adımdır. İdeal çözüm (A^*), ağırlıklı normalleştirilmiş karar matrisinin en iyi performans değerlerinden oluşurken negatif ideal çözümü (A^-), en kötü değerlerden oluşur. İdeal çözümler için aşağıdaki eşitlikler kullanılarak hesaplamalar yapılmaktadır. Her iki denklemde de (10 nolu) J fayda (maksimizasyon), J' ise maliyet (minimizasyon) değerini göstermektedir.

$$A^* = \{(max v_{ij} | j \in J), (min v_{ij} | j \in J')\}, \quad A^- = \{(min v_{ij} | j \in J), (max v_{ij} | j \in J')\} \quad (10)$$

Tablo 10. İdeal ve negatif ideal çözüm değerlerinin elde edilmesi

Kriterler	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	K_8	K_9
İdeal Karar Noktası	0,0237	0,0296	0,0455	0,0600	0,1876	0,0445	0,2054	0,0542	0,0148
Negatif Karar Noktası	0,0142	0,0166	0,0247	0,0292	0,0384	0,0196	0,0595	0,0281	0,0101

Tablo 10'da görüldüğü gibi, bir üst adımda elde edilen çözüm değerleri arasından ideal çözüm aralıkları yani her bir kriter içerisindeki en büyük değer alınır. Negatif çözüm değerleri için ise yine çözüm içindeki en küçük değerler alınarak elde edilen sonuçlar yazılır.

Beşinci Adım: Ayırım ölçülerinin hesaplanması aşamasında, J alternatifinin ideal çözümden uzaklığı, ideal ayırım (S_i^*) ve negatif ideal çözümden uzaklığı negatif ideal ayırımı (S_i^-), değerleri Eşitlik 11'den yararlanılarak hesaplanmış ve Tablo 11'de gösterilmiştir.

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2} \quad \text{ve} \quad S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (11)$$

Tablo 11. 2020 yılı 1. çeyrek ideal ve negatif ideal noktalara olan uzaklık değerleri

Bankalar	İdeal Uzaklık	Negatif İdeal Uzaklık
Ziraat Bankası	0,1000809	0,1651996
İş Bankası	0,1565452	0,1044040
Halk Bankası	0,2051427	0,0163244
Vakıflar Bankası	0,1200562	0,1523478
Garanti Bankası	0,1380716	0,0985329

Tablo 11'de ideal ve negatif ideal noktalara olan uzaklık değerleri belirlenirken, ilk olarak ağırlıklandırılmış karar matrisi satırındaki her bir değer ideal ve negatif ideal değerlerden çıkarılmıştır. İkinci olarak çıkarılan değerlerin karesi alınmış ve üçüncü aşamada ise tüm satırlar toplanarak toplanan değerlerin karekökü hesaplanmış ve işlem sonuçları tabloya yazılmıştır.

Altıncı adım: Bu adımda ayırım ölçüleri yardımıyla finansal performans puanları (C) bulunur ki, bu puanlar 0 ile 1 arasında değişkenlik göstermektedir. C puanlarını bulmak üzere Eşitlik 12'den yararlanılmaktadır.

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^*} \quad 0 \leq C_i^* \leq 1 \quad i = 1 \dots n \quad (12)$$

Karar matrisi oluşturulduktan sonra, TOPSİS metoduna ait altı adımdan oluşan formülasyon aracılığıyla alternatif beş bankanın finansal performans sıralaması hesaplanmış ve elde edilen sıralama Tablo 12'de gösterilmiştir.

Tablo 12. TOPSİS 2020 yılı birinci çeyrek finansal skorları

Sıra	Bankalar	Skorlar
1	Ziraat Bankası	0,62
2	Vakıflar Bankası	0,56
3	Garanti Bankası	0,42
4	İş Bankası	0,40
5	Halk Bankası	0,07

Tablo 12'de görüldüğü gibi yapılan hesaplamalar sonucunda elde edilen bulgular 0 ile 1 puan aralığında olmaktadır. Elde edilen bu puanların sifıra yakın olması performansın düşük olduğuna, bire yaklaştıkça da yüksek olduğuna işaret etmektedir. Kısacası, sıfır puana yaklaştıkça banka performansları düşmekte, 1 puana yaklaştıkça bankaların performansları yükselmektedir.

Yukarıda bahsedilen TOPSİS yöntemiyle yapılan performans analizinin altı adımdan oluşan işlemleri birinci çeyrek için yapılmış ve banka sıralaması Tablo 12'de gösterilmiştir. Daha sonra 2020 yılının ikinci, üçüncü ve dördüncü çeyrekleri için de aynı işlem basamakları uygulanarak bir yıllık sonuçlar elde edilmiştir.

3.4. PROMETHEE Yöntemi ile Finansal Performans Analizi

PROMETHEE, PROMETHEE I (Kısmi Sıralama) ve PROMETHEE II (Tam Sıralama) ana aşamalarıyla belirlenir (Brans ve Vincke, 1985: Şenkayas ve Hekimoğlu, 2013). PROMETHEE yöntemi karar noktalarının değerlendirme faktörlerine göre ikili kıyaslamalarına dayanır. PROMETHEE yönteminin çoklu karar verme yöntemlerinden temel farkı, değerlendirme faktörlerinin birbirleri arasında ilişki düzeyini

gösteren önem ağırlıklarının yanı sıra, her bir değerlendirme faktörünün kendi iç ilişkisini de dikkate almasıdır (Budak, 2014; 28).

Mareschall ve Smet (2009) tarafından karar vericinin alternatifleri değerlendirmesi için, yöntemin uygulanmasında kullanılabilecek altı farklı tercih fonksiyonu sunulmuştur (Behzadian ve diğerleri, 2010; Hattat, 2019; 24; Pangaribuan ve Beniyanto, 2018). Tercih fonksiyonları Tablo 13'te sunulmuştur.

Tablo 13. Tercih fonksiyonları

Tip	Fonksiyon	Parametre	Kullanım Amacı
Birinci Tip (Olağan)	$P(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0 \\ 1, & x > 0 \end{cases}$	-	Kriterler için herhangi bir tercih söz konusu olmadığı durumda
İkinci Tip (U-Tip)	$P(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 1 \\ 1, & x > 1 \end{cases}$	1	Kriterlerin bir l parametre değerinden yüksek olması tercih edildiği durumda
Üçüncü Tip (V Tipi)	$P(x) = \begin{cases} \frac{x}{m}, & x \leq m \\ 1, & x > m \end{cases}$	m	Kriterlerin bir ortalamaya göre değerlendirilip bu değer altındaki değerler de ihmal edilmek istenmiyorsa
Dördüncü Tip (Seviyeli)	$P(x) = \begin{cases} 0, & x \leq q \\ \frac{1}{2}, & q < x \leq q + p \\ 1, & x > q + p \end{cases}$	q, p	Kriterler için belirli bir değer aralığı belirlenecekse
Beşinci Tip (Lineer)	$P(x) = \begin{cases} 0, & x \leq s \\ \frac{x-s}{r}, & s \leq x \leq s+r \\ 1, & x \geq s+r \end{cases}$	s, r	Kriterlerin içerisinde ortalama üstündeki değerleri tercih etme durumunda
Altıncı Tip (Gaussian)	$P(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0 \\ 1 - e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}}, & x \geq 0 \end{cases}$	σ	Kriterleri ortalamadan sapmaya göre tercih etmek istediği durumda

Kaynak: (Tzeng ve Huang (2011: 97); Bağcı ve Rençber (2014: 41))

PROMETHEE yöntemine ait 7 adımdan aşağıda verilmiştir (Uzun ve Kazan, 2016):

Veri Matrisinin Oluşturulması: Bu aşamada karar vericinin alternatifleri belirlemesi gerekmektedir. Daha sonra alternatiflerin sahip olması gereken kriterler belirlenir ve kriterlerin önem dereceleri tespit edilerek sayısal atamalar yapılır. Belirlenen alternatifler, kriterler, kriter ağırlıkları ve alternatiflerin ilgili kriterlere göre aldığı değerler bir veri matrisinde tablo haline getirilir. Oluşturulacak veri matrisinde $w=(w_1, w_2, \dots, w_k)$ ağırlıkları, $c=(f_1, f_2, \dots, f_k)$ kriterleri, $A=(a, b, c, \dots)$ değerlendirilen alternatifleri temsil etmektedir (Tablo 14).

Tablo 14. Veri matrisi

Kriterler	A	B	C	-	
f ₁	f ₁ (a)	f ₁ (b)	f ₁ (c)	-	w ₁
f ₂	f ₂ (a)	f ₂ (b)	f ₂ (c)	-	w ₂
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
F _k	f _k (a)	f _k (b)	f _k (c)	-	w _k

Kriterler İçin Tercih Fonksiyonların Tanımlanması: Bu aşamada kriterler için tercih fonksiyonları belirlenir. Yöntemin uygulanmasında 6 farklı tercih fonksiyonu olduğu önceden belirtilmiştir.

Ortak Tercih Fonksiyonlarından Hareketle Her Alternatif Çifti İçin Ortak Tercih Fonksiyonlarının Belirlenmesi: a, b alternatifleri için ortak tercih fonksiyonu şöyledir (Eşitlik 13-15):

$$P(a, b) = \begin{cases} 0, & f(a) \leq f(b) \\ p[f(a), f(b)], & f(a) > f(b) \end{cases} \quad (13)$$

$$p[f(a), f(b)] = p(x) \quad (14)$$

$$p(x) = f(a) - f(b) \quad (15)$$

Tercih İndekslerinin Belirlenmesi: Bu aşamada belirlenen ortak tercih fonksiyonlarından hareketle her alternatif çifti için tercih indeksleri belirlenir. Alternatif kümesinde w_i ($i=1,2,\dots,k$) ağırlığına sahip k kriter ile değerlendirilen a ve b alternatiflerinin tercih indeksleri şu şekilde hesaplanır (Eşitlik 16):

$$\pi(a, b) = \frac{\sum_{i=1}^k w_i x p_i(a, b)}{\sum_{i=1}^k w_i} \quad (16)$$

Alternatifler için Pozitif (Φ^+) ve Negatif (Φ^-) Üstünlüklerin Belirlenmesi: a alternatifi pozitif ve negatif üstünlük şu şekilde belirlenir (Eşitlik 17-18):

$$\Phi^+(a) = \sum \pi(a, x) \quad x = (b, c, d, \dots) \quad (17)$$

$$\Phi^-(a) = \sum \pi(x, a) \quad x = (b, c, d, \dots) \quad (18)$$

PROMETHEE I ile Alternatifler için Kısmi Önceliklerin Belirlenmesi: Kısmi öncelikler alternatiflerin birbirlerine göre tercih edilme durumlarını, birbirinden farksız alternatifleri ve birbirleriyle karşılaştırılmayacak alternatiflerin belirlenmesini sağlar. a ve b gibi herhangi iki alternatifi kısmi öncelikleri şu şekilde belirlenir:

Aşağıdaki koşullardan herhangi biri sağlanıyorsa a alternatifi b alternatifine tercih edilir (Eşitlik 19-21).

$$\Phi^+(a) > \Phi^+(b) \text{ ve } \Phi^-(a) < \Phi^-(b) \quad (19)$$

$$\Phi^+(a) > \Phi^+(b) \text{ ve } \Phi^-(a) = \Phi^-(b) \quad (20)$$

$$\Phi^+(a) = \Phi^+(b) \text{ ve } \Phi^-(a) < \Phi^-(b) \quad (21)$$

Aşağıdaki koşul sağlanıyorsa a alternatifi b 'den farksızdır (Eşitlik 22).

$$\Phi^+(a) = \Phi^+(b) \text{ ve } \Phi^-(a) = \Phi^-(b) \quad (22)$$

Aşağıdaki koşullardan herhangi biri sağlanıyorsa a alternatifi b alternatifi ile karşılaştırılmaz (Eşitlik 23-24).

$$\Phi^+(a) > \Phi^+(b) \text{ ve } \Phi^-(a) > \Phi^-(b) \quad (23)$$

$$\Phi^+(a) < \Phi^+(b) \text{ ve } \Phi^-(a) < \Phi^-(b) \quad (24)$$

Yedinci Adım PROMETHEE II ile Alternatifler İçin Tam Önceliklerin Belirlenmesi: Hesaplanan tam öncelik değerleri ile bütün alternatifler aynı düzlemde değerlendirilerek tam sıralama belirlenmiş olur (Eşitlik 25).

$$\Phi(a) = \Phi^+(a) - \Phi^-(a) \quad (25)$$

a ve b gibi iki alternatif için hesaplanan tam öncelik değeri hesaplanan tam öncelik değerine bağlı olarak aşağıdaki kararlar alınır:

$\Phi(a) > \Phi(b)$ ise a alternatifi b 'den üstündür. $\Phi(a) = \Phi(b)$ ise a b 'den farksızdır.

PROMETHEE yöntemi ve GAIA (geometrik düzlemde üç boyutlu grafik gösterimi) elde etmek için alternatif bankalar ve karar kriterlerinin yer aldığı başlangıç tablosu oluşturularak Tablo 15'de gösterilmiştir.

Tablo 15. Alternatifler ve kriter değerleri (2020 yılı 1.çeyrek başlangıç tablosu)

Alternatifler	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	K_8	K_9
Ziraat Bankası	695.438	480.869	490.053	67.597	6.100	1.871	2.714.374	1.757	24.642
İş Bankası	511.926	317.126	308.028	58.531	4.500	1.456	1.534.738	1.265	23.930
Halk Bankası	491.214	347.943	327.205	32.910	1.250	825	1.895.413	1.006	18.823
Vakıflar Bankası	463.704	329.488	268.969	33.466	2.500	1.716	5.294.797	940	16.743
Garanti Bankası	417.416	270.020	266.698	54.874	4.200	1.631	2.232.020	912	18.811
Ağırlıklar	0,040	0,049	0,071	0,102	0,280	0,082	0,264	0,084	0,028

Burada belirtilen başlangıç tablosu sadece öğretici bir maksatla verilmiş olup tablonun devamında PROMETHEE yönteminin safhaları takip edilerek PROMETHEE II net akım değerlerine ulaşılır.

4. ARAŞTIRMANIN BULGULARI

Çalışmanın uygulamasında öncelikle Entropi yöntemiyle kriter ağırlıkları hesaplanmış, sonra TOPSIS ve PROMETHEE yöntemiyle alternatiflerin performans sıralaması yapılmıştır. Daha sonra bu iki yöntemle yapılan sıralamalar karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Yapılan bu analizlerden elde edilen bulgular aşağıda sırasıyla sunulmuş ve gerekli yorumlamaları yapılmıştır.

4.1. Bankaların Kriter Ağırlıklarının Entropi Yöntemiyle Hesaplanmasına Ait Bulgular

Entropi yöntemiyle yapılan kriter ağırlığı hesaplamaları sonucunda; Toplam aktifler kriteri ağırlığı 0,040, Toplam krediler kriteri ağırlığının 0,049, Toplam mevduat kriteri ağırlığının 0,071, Toplam öz kaynaklar 0,102, Ödenmiş sermaye 0,280, Net dönem kâr/zarar 0,082, Bilanço dışı hesaplar 0,264, Şube sayısı 0,084 ve Çalışan sayısı kriteri ağırlığı 0,028 bulunmuştur. Bu bulgulara göre, banka performanslarını en çok K_5 (ödenmiş sermaye) kriterinin etkilediği, bunu K_7 (bilanço dışı hesaplar) kriterinin takip ettiği ve en düşük ağırlığa ise K_9 (çalışan sayısı) kriterinin sahip olduğu yorumu yapılmıştır.

4.2. TOPSIS Yöntemi ile Bankaların Finansal Performans Sıralamasına Ait Bulgular

TOPSIS yöntemiyle hesaplanan bankaların performans sıralamasına ait dört çeyreklik yani bir yıllık performans sıralaması bulguları Tablo 16'de gösterilmiştir.

Tablo 16. 2020 yılı için performans ortalamaları (sıralı)

Sıra	Banka	1.Çeyrek	2.Çeyrek	3.Çeyrek	4.Çeyrek	Ort.
1	Ziraat Bankası	0,62	0,75	0,60	0,63	0,650
2	Vakıflar Bankası	0,56	0,37	0,50	0,49	0,480
3	Garanti Bankası	0,42	0,17	0,17	0,17	0,232
4	İş Bankası	0,40	0,18	0,16	0,169	0,228
5	Halk Bankası	0,07	0,06	0,06	0,05	0,060

Not: Yukarıdaki tabloda; 1.Çeyrek 31 Mart dönemini, 2. Çeyrek 30 Haziran dönemini, 3.Çeyrek 30 Eylül dönemini, 4.Çeyrek 31 Aralık dönemini göstermektedir.

Tablo 16'da görüldüğü gibi bankaların dört dönemde gösterdikleri performans ortalamaları alınarak başarı sıralamaları yıl bazında yapılmıştır. Elde edilen bu değerlere göre; yıl sonu itibarıyla en yüksek ortalama sırasıyla Ziraat Bankası, Vakıflar Bankası, Garanti Bankası, İş Bankası ve Halk Bankası şeklinde oluşmuştur.

Tablo 16'da görülebileceği gibi birinci çeyrek 31 Mart döneminde; Ziraat Bankası'nın skoru (0,62) en yüksek iken Vakıflar Bankası'nın skoru (0,56) ikinci sırada ve Garanti Bankası'nın skoru (0,42) ise 3. sıradadır. İkinci çeyrek 30 Haziran döneminde; 1. sırada Ziraatbank (0,75), ikinci sırada Vakıflarbank (0,37) ve 3. sırada İşbank (0,18) bulunmaktadır. Üçüncü çeyrek 30 Eylül döneminde; 1.sırada Ziraat Bankası (0,60), 2.sırada Vakıflar Bankası (0,50) ve 3. sırada Garanti Bankası (0,17) bulunmaktadır. Dördüncü çeyrek 31 Aralık döneminde; 1.sırada Ziraat bankası (0,49), 2.sırada Vakıflar Bankası (0,49), 3.sırada İş Bankası (0,17) bulunmaktadır.

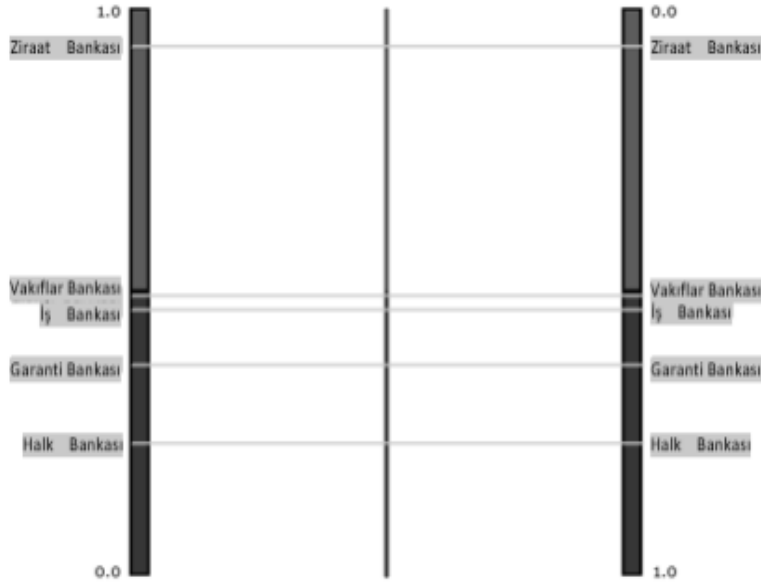
Çalışma sonucunda, 2020 yıl sonunda Türkiye'de faaliyet gösteren ve aktif büyüklük sıralamasına göre en yüksek kâr oranına sahip olan ilk beş bankanın üçer aylık dönemlerine (dört çeyrek) ait finansal performans değerlendirmelerinin dördünü kapsayan, genel bir değerlendirme yapılacak olursa;

- Birinci çeyrekte ilk sırada bulunan *Ziraat Bankası*; ikinci çeyrekte bir miktar artış göstermiş, üçüncü ve dördüncü çeyrekte bir miktar azalmayla birinci çeyrekteki değerine yakın ve yıl boyu istikrarlı bir performans sergilemiştir.
- Birinci çeyrekte ikinci sırada bulunan *Vakıflar Bankası*; ikinci çeyrekte ciddi bir düşüş yaşamış, üçüncü ve dördüncü çeyrekte de toparlanma yaşayarak istikrarlı performansını devam ettirmiştir.
- Birinci çeyrekte üçüncü sırada bulunan *Garanti Bankası* ikinci çeyrekte önemli bir performans kaybı yaşayarak dördüncü sıraya inmiş, üçüncü çeyrekte ise bir miktar toparlanma yaşayarak üçüncü sıraya çıkmış ve dördüncü çeyrekte bir miktar kayıp yaşayarak tekrar dördüncü sıraya düşmüştür.
- Birinci çeyrekte dördüncü sırada bulunan *İş Bankası*, ikinci çeyrekte önemli performans kaybı yaşamasına karşın üçüncü sıraya yükselmiş, üçüncü çeyrekte bir kademe inerek dördüncü sıraya düşmüş ve dördüncü çeyrekte tekrar bir kademe yükselişle üçüncü sıraya çıkmıştır.
- Birinci çeyrekte beşinci sırada bulunan *Halk Bankası*, ikinci, üçüncü ve dördüncü çeyrekte de beşinci sırada kalmaya devam etmiş, yıl boyu performansında önemli bir değişiklik yaşanmamıştır.

4.3. PROMETHEE Yöntemi ile Finansal Performans Analizine Ait Bulgular

4.3.1. PROMETHEE I (Kısmi Sıralama)

PROMETHEE I grafiğinde hangi seçeneğin tercih edileceği gösterilmektedir. Buna göre PROMETHEE I sonuçları Şekil 1'deki grafikte gösterilmiştir.



Şekil 1. PROMETHEE I (kısmi sıralama)

Grafikte bankalar için hesaplanan pozitif ve negatif değerler görülmektedir. Soldaki sütun her bir banka için pozitif üstünlük değerini sağdaki sütun ise her bir bankanın negatif üstünlük değerini göstermektedir. Buna göre her iki sütunda da üst bölgede yer alan banka diğerlerine göre kısmi önceliğe sahiptir. Örneğin, Ziraat Bankası diğer bankalara göre daha baskındır ve kısmi önceliğe sahiptir. Aynı şekilde Vakıflar Bankası'nın, İş Bankası'na göre, Garanti Bankası'nın, Halk Bankası'na göre daha baskın olduğu söylenebilir.

Alternatiflerin PROMETHEE II tam sıralamasına göre sıralandığı bir tabloya Flow Table denilmektedir. Bu tabloda; Phi, Phi+ ve Phi- skorlar görüntülenmektedir (VPSolutions, 2013: 115). PROMETHEE akış tablosunda, PROMETHEE II hesabı sonucunda bulunan pozitif üstünlüklerden (Phi+) negatif üstünlüklerin (Phi-) çıkarılması sonucunda elde edilen net üstünlük değerleri (Phi) bulunmaktadır. Tablo 17'deki PROMETHEE akış tablosunda bankaların net Phi puanına göre performans sıralaması görülmektedir.

Tablo 17. PROMETHEE akış tablosu

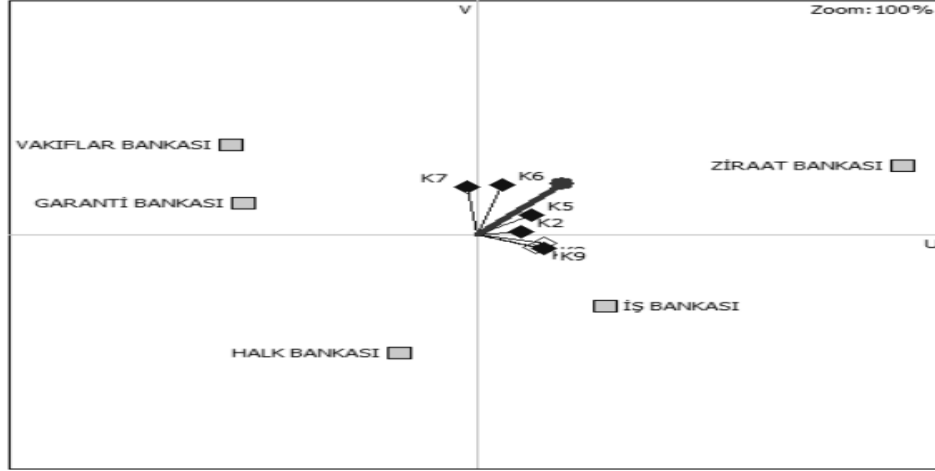
Sıra	Bankalar	Phi	Phi+	Phi-
1	Ziraat Bankası	0,8680	0,9340	0,0660
2	Vakıflar Bankası	-0,0115	0,4943	0,5058
3	İş Bankası	-0,0625	0,4688	0,5313
4	Garanti Bankası	-0,2580	0,3710	0,6290
5	Halk Bankası	-0,5360	0,2320	0,7680

Tablo 17'de görüldüğü üzere çalışmaya dâhil edilen alternatifler arasında birinci sırada bulunan Ziraat Bankası'nın net üstünlüğü (Phi=0,8680) hepsinden büyüktür. Seçilmiş kriterlere göre sadece Ziraat Bankası pozitif değerlendirilebilmektedir. Diğer bankaların net üstünlükleri ise negatif olarak sıralanmaktadır.

4.3.2. PROMETHEE GAIA

GAIA düzlemi, ÇKKV problemlerinin çözümünü iki boyutlu olarak ifade etmede kullanılır. GAIA düzlemdeki yatay eksene yakın ve kalın kırmızı olan doğru, optimal sonucu ifade etmekte olup bu doğruya yakın olan kriterlerin ağırlıklarının daha fazla olduğu değerlendirilir. İnce çizgilerle gösterilen kriterlere yakın olan finansal araçlar ise ele alınan kriter için öncelikli olarak tercih edilmesi gereken kriterlerdir (Şahin ve Akkaya, 2013). GAIA grafik gösterimi ekranında sağ altta, GAIA düzlemindeki bilgilerin yüzdesi gösterilir. GAIA düzleminde kullanılan renkler yeşil ise tatmin edici bir kalite seviyesinde olduğunu gösterir. Kırmızı renk ise çok düşük bir kalite seviyesi olduğunu gösterir (VPSolutions, 2013; 116: Karahan ve Peşmen, 2020).

Yukarıda elde edilen sonuçlar neticesinde, bankaların performans sıralamaları tespit edilmiş ve karar vericinin olası hatalarını azaltmak için de GAIA düzleminin görsel grafik özelliğinden yararlanılmıştır. Böylelikle görsel bir zenginlik elde edilmiş ve alınan kararların düzlem üzerinde görülür olması mümkün olmuş ve yapılacak yorumların daha kolay ve zengin olması sağlanmıştır.



Şekil 2. Bankaların kriterlere göre GAIA grafik gösterimi

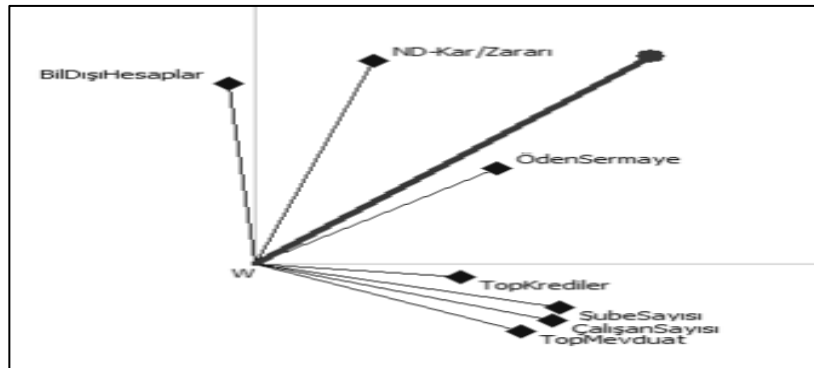
Şekil 2’de görüldüğü gibi, GAIA düzleminde alternatif bankalar yeşil kare kutucuklar şeklinde, kriterler ise mavi çizgili vektör olarak, optimum durumu gösteren karar çubuğu ise kırmızı renkte gösterilmiştir. PROMETHEE ölçümünün kalitesini ifade eden Quality değeri %81 olarak belirlenmiştir. Bu değer %70’ten aşağı olması sağlıklı bir sonuç olarak, %70’den büyük olması ise sağlıklı bir sonuç olarak değerlendirilmektedir.

Grafikte görüldüğü gibi hiçbir kriterin yazılı olmadığı doğru (kırmızı çubuk) optimum durumu göstermektedir. Bu doğruya yakın olan alternatif bankaların yakın oldukları kriterlere göre üstünlük sıralaması görsel olarak değerlendirilebilmektedir. Buna göre; bankaların büyüklük sıralaması Ziraat Bankası, Vakıflar Bankası, İş Bankası, Garanti Bankası ve Halk Bankası şeklinde yapılabilir.

İnce mavi çizgilerle gösterilen kriterlere yakın olan bankalar, ele alınan kriter için daha üstün olduğu yorumu yapılabilir. Örneğin Net Dönem Kâr/Zararı kriterine ait mavi çizgiye en yakın noktada olan Ziraat Bankası’nın bu kriter yönüyle performansının daha yüksek olduğu ve daha avantajlı olduğu yorumu yapılabilir. Çalışan sayısı kriterine en yakın noktada bulunan İş Bankası’nın ise, bu kriter yönüyle daha iyi performansa sahip olduğu yorumu yapılabilir.

Vakıflar Bankası ve Garanti Bankası’nın GAIA geometrik düzlemi üzerinde aynı istikamette ve nispeten birbirine yakın konumda olmalarından dolayı profillerinin de birbirine yakın olduğu ve bilanço dışı hesaplar kriteri yönüyle daha iyi durumda oldukları yorumu yapılabilir. Eğer alternatiflerin buldukları konum birbirinden uzak noktalarda ise üstün oldukları kriterler yönüyle de aralarındaki farkın büyüdüğü söylenebilir.

Şekil 3’te ise bankaların performansını yükseltmede söz konusu dokuz kriterin ağırlıklarını gösteren GAIA grafik gösterimi verilmiştir. Buna göre; kırmızı çizgiye yakın ve daha uzun olan ve performansı daha çok etkileyen kriter, net dönem kâr/zarar kriteri ve ödenen sermaye kriterleridir yorumu yapılabilir.



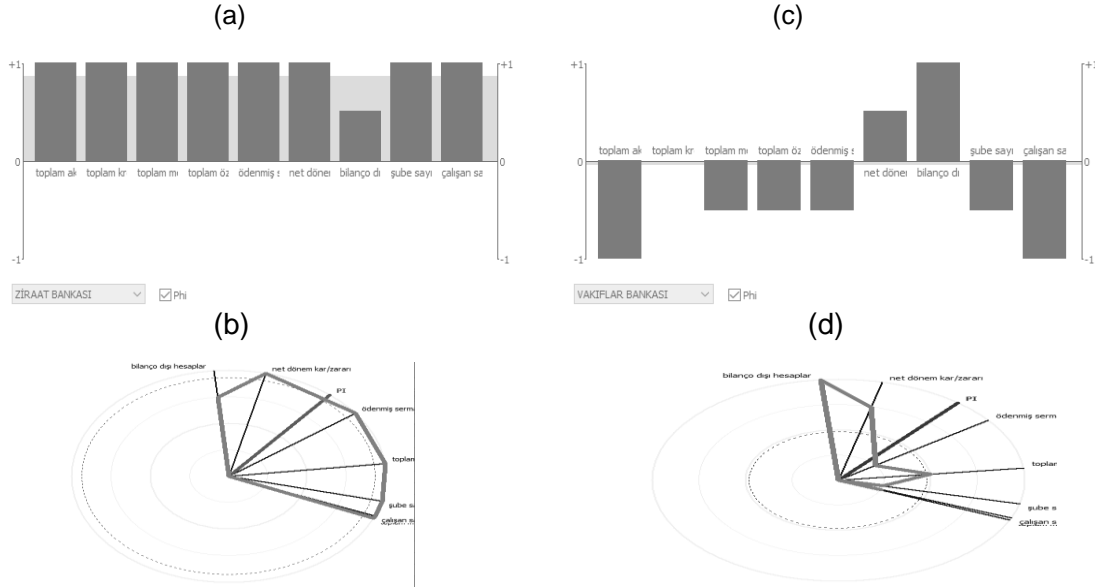
Şekil 3. Kriterlerin GAIA grafik gösterimi

Şekil 3’te rekabet eksenlerini gösteren vektörlerin uzun olması bu kriterlerin alternatif belirlemede ayrıştırıcı özelliği olduğunu ve karar çubuğunu etkilemedeki öneminin fazla olduğunu göstermektedir. Eğer kriterlerin ayrıştırma gücü az ise kriter vektör uzunluğu kısa olacaktır. Örneğin, Net Dönem Kâr/Zararı kriterinin rekabeti etkilemedeki öneminin fazla olduğu söylenebilir. Şube sayısı, çalışan sayısı ve toplam

mevduat kriterleri birbiriyle aynı istikamette ve nispeten birbirlerine yakın konumda olduğundan üç kriterin birbiriyle uyumlu olduğunu söylemek mümkündür. Aynı şekilde bilanço dışı hesaplar ve toplam mevduat kriterleri birbiriyle zıt doğrultuda buldukları için iki kriterin değerleri arasındaki farkın büyük olduğu ifade edilebilir.

4.3.3. Alternatiflerin Kriterler Yönüyle Üstünlüklerinin Karşılaştırılması

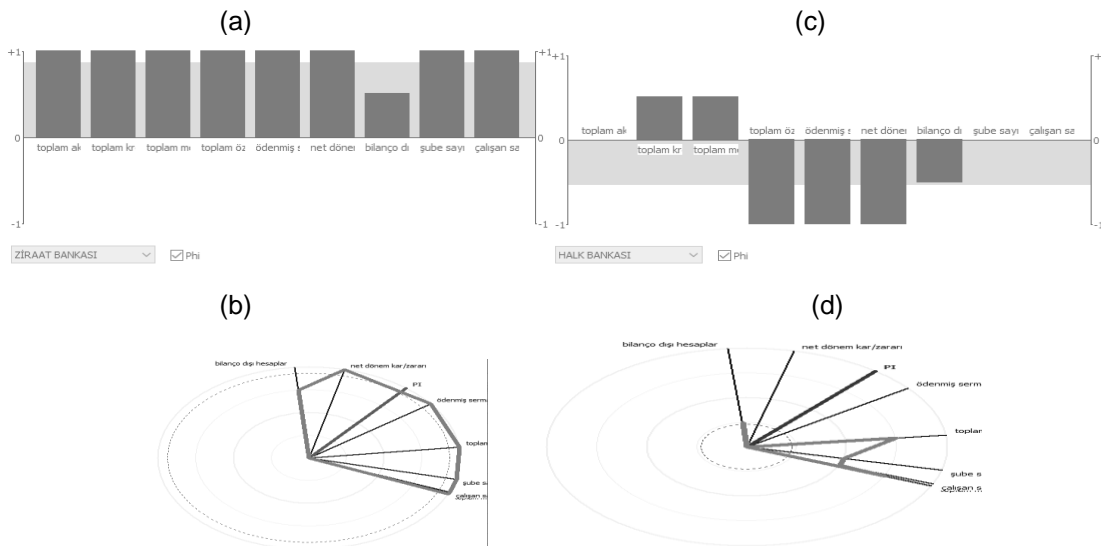
Analizin bu kısmında GAIA düzlemi üstünde birbirine en yakın noktada bulunan alternatiflerin de profillerinin birbirine benzediğini göstermek üzere, Ziraat Bankası ve İş Bankası alternatiflerinin dokuz kritere göre finansal performansları karşılaştırılmış, grafik olarak Şekil 4'te gösterilmiştir.



Şekil 4. Ziraat Bankası ve Vakıflar Bankası (en yakın) karşılaştırması

Şekil 4'te görüldüğü gibi Ziraat Bankası ve Vakıflar Bankası alternatiflerinin profilleri GAIA düzlemi üzerinde birbirine yakın noktada olduğundan bu bankaların profilleri de birbirine en yakın benzerliktedir. Ziraat Bankası (a) dokuz kriterde pozitif üstünlüğe sahiptir. Vakıflar Bankası (c) ise iki kriterde (net dönem kâr/zararı ve bilanço dışı hesaplar) pozitif üstünlüğe, üç kriterde (toplam aktifler, toplam öz kaynaklar, ödenmiş sermaye, şube sayısı ve çalışan sayısı, toplam mevduat) negatif yönde üstünlüğe ve bir kriterde (toplam krediler) ise sıfır üstünlüğe sahip olduğu görülmektedir.

Bu karşılaştırmanın tam tersine, GAIA düzleminde birbirlerine en uzak noktalarda bulunan Ziraat Bankası ve Halk Bankası alternatiflerinin dokuz kritere göre karşılaştırmalarının gösterildiği grafikler de Şekil 5'te gösterilmiştir.



Şekil 5. Ziraat Bankası ve Halk Bankası'nın (en uzak) karşılaştırılması

Şekil 5'te görüldüğü gibi GAIA düzlemi üzerinde birbirine en uzak noktalarda bulunan Ziraat Bankası ve Halk Bankası profilleri birbirinden farklıdır. Bu iki bankanın finansal performansları birbirlerinin tam tersidir. Yani, Ziraat Bankası pozitif yönlü üstünlüğe sahipken Halk Bankası negatif yönlü bir üstünlüğe sahiptir.

Yukarıda bahsedilen PROMETHEE yöntemiyle yapılan performans analizinin işlemleri 2020 yılı birinci çeyreği için yapılmış, ikinci, üçüncü ve dördüncü çeyrekler için de aynı hesaplamalar yapılmıştır.

4.4. Bankaların Aktif Büyüklük, TOPSIS ve PROMETHEE Bulgularının Karşılaştırması

Bankaların 2020 yılı aktif büyüklükleri ile TOPSIS ve PROMETHEE yöntemleriyle elde edilen finansal performans sıralaması bulguları Tablo 18'de ayrı ayrı ve karşılıklı olarak gösterilmiştir. Tablo 18'e göre her iki yöntemle yapılan analizde benzer sonuçlar olduğu görülmektedir. Bu durum yöntemler arasında uyumlu sonuçların olduğunu ve yapılan analizlerin tutarlılığını göstermektedir. Bu sonuçlara göre;

- 1. ve 3. çeyrekteki sıralamalarda her iki yöntemde de birinci, ikinci ve beşinci sıradaki bankaların aynı olduğu üçüncü ve dördüncü sıradaki bankaların sıralamasının değiştiği,
- 2. çeyrekteki sıralamada birinci, dördüncü ve beşinci sıradaki bankaların aynı olduğu ikinci ve üçüncü sıradaki bankaların sıralamasının değiştiği görülmektedir.
- 4. çeyrekteki sıralamada ise her iki yöntemde de aynı sonuçların elde edildiği görülmektedir.
- Yıllık ortalamalara göreyse banka sıralamalarında herhangi bir değişiklik olmadığı görülmektedir.

Tablo 18. TOPSIS ve PROMETHEE sonuçlarının 2020 yılı için karşılaştırması

<i>Dönem</i>	<i>Sıra</i>	<i>Aktif Büyüklük</i>	<i>TOPSIS</i>	<i>PROMETHEE</i>
1. Çeyrek (31 Mart 2020)	1	Ziraat Bankası	Ziraat Bankası	Ziraat Bankası
	2	İş Bankası	Vakıflar Bankası	Vakıflar Bankası
	3	Halk Bankası	Garanti Bankası	İş Bankası
	4	Vakıflar Bankası	İş Bankası	Garanti Bankası
	5	Garanti Bankası	Halk Bankası	Halk Bankası
2. Çeyrek (30 Haziran 2020)	1	Ziraat Bankası	Ziraat Bankası	Ziraat Bankası
	2	Halk Bankası	Vakıflar Bankası	İş Bankası
	3	İş Bankası	İş Bankası	Vakıflar Bankası
	4	Vakıflar Bankası	Garanti Bankası	Garanti Bankası
	5	Garanti Bankası	Halk Bankası	Halk Bankası
3. Çeyrek (30 Eylül 2020)	1	Ziraat Bankası	Ziraat Bankası	Ziraat Bankası
	2	Halk Bankası	Vakıflar Bankası	Vakıflar Bankası
	3	Vakıflar Bankası	Garanti Bankası	İş Bankası
	4	İş Bankası	İş Bankası	Garanti Bankası
	5	Garanti Bankası	Halk Bankası	Halk Bankası
4. Çeyrek (31 Aralık 2020)	1	Ziraat Bankası	Ziraat Bankası	Ziraat Bankası
	2	Vakıflar Bankası	Vakıflar Bankası	Vakıflar Bankası
	3	Halk Bankası	İş Bankası	İş Bankası
	4	İş Bankası	Garanti Bankası	Garanti Bankası
	5	Garanti Bankası	Halk Bankası	Halk Bankası

5. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Ülkelerin ekonomik büyümesinde başlıca faktörlerden birisi ve finansal sektörün en önemli aktörü bankacılık sistemi olarak karşımıza çıkmaktadır. Bankacılık sektöründeki istikrar, ülke ekonomisinin performans ve gelişmesine büyük katkı sağlamaktadır. Ülkelerin ekonomik büyümesinde başlıca faktörlerden birisi ve finansal sektörün en önemli aktörü bankacılık sistemi olarak karşımıza çıkmaktadır. Bankacılık sektöründeki istikrar, ülke ekonomisinin performans ve gelişmesine büyük katkılar sağlamaktadır.

Bu çalışmada; Türkiye'de faaliyet gösteren ve aktif büyüklük sıralamasına göre en başarılı beş bankanın 2020 yılı Mart, Haziran, Eylül ve Aralık dönemlerinde gerçekleşen finansal performanslarını TOPSIS ve PROMETHEE yöntemleriyle karşılaştırmalı olarak analizleri yapılmıştır. Çalışmada elde edilen bulgular farklı yöntemlerle karşılaştırılarak bu yöntemlerin karar verme sürecine ne ölçüde katkı sağladığı, ne kadar tutarlı oldukları belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırma kapsamında dokuz ölçüm kriteri belirlenmiştir.

Bu kriterlerin bulgularına göre bankaların kriterler ağırlıkları sırasıyla; *ödenmiş sermaye* (Khan ve Maktoumi, 2020'de benzer sonuç elde etmiştir), *bilanço dışı hesaplar*, net dönem kâr/zararı, toplam öz kaynaklar, şube sayısı, toplam mevduat, toplam krediler, toplam aktifler ve çalışan sayısı olarak Entropi yöntemi ile hesaplanmıştır. Buna göre *performansı en çok etkileyen; ödenmiş sermaye ve daha sonra bilanço dışı hesaplar kriterleridir*. Bundan farklı olarak Altunöz (2017), yaptığı çalışma sonucunda, kârlılık oranları, likidite oranları ile sermaye ve bilanço oranlarının performansı daha fazla etkilediğini iddia etmiştir.

Daha sonra bu kriterler TOPSIS ve PROMETHEE karar verme yöntemleri (Sarı, 2020; Özkan, 2020; Eren ve Çelik, 2020'de finansal performans ölçümünde aynı yöntemleri kullanmış ve benzer sonuçlar elde etmişlerdir) çözüm aşamalarında uygun şekilde hesaplamalara dahil edilerek finansal performans analizi gerçekleştirilmiştir. Almazari (2011) ise finansal performans sözkonusu kriterler dışında varlık büyüklüğü, varlık kullanımı ve operasyonel verimliliği kriterlerinin de performansı pozitif yönde etkilediğini ileri sürmüştür.

TOPSIS sonuçlarına göre birinci çeyrekte ilk sırada bulunan *Ziraat Bankası*; ikinci, üçüncü ve dördüncü çeyrekte de yerini koruyarak istikrarlı bir performans sergilemiştir (Ayçin ve Orçun, 2019; Güneysu ve diğerleri, 2015'de bu bulguyu destekler biçimde Ziraat Bankası'nı en başarılı banka olarak belirlemiştir). Birinci çeyrekte ikinci sırada bulunan *Vakıflar Bankası*; ikinci, üçüncü ve dördüncü çeyrekte de istikrarlı performansını devam ettirmiştir (Ayçin ve Orçun, 2019 ise Vakıflar Bankası'nı 2016-17 döneminde en başarısız banka olarak belirlemiştir). Birinci çeyrekte üçüncü sırada bulunan *Garanti Bankası'nın* ikinci çeyrekte performans kaybı yaşayarak dördüncü sıraya indiği, üçüncü çeyrekte bir miktar toparlanarak üçüncü sıraya çıktığı ve dördüncü çeyrekte ise bir miktar kayıp yaşayarak dördüncü sıraya düştüğü görülmektedir. Birinci çeyrekte dördüncü sırada bulunan *İş Bankası*, ikinci çeyrekte performansını artırmış ve üçüncü sıraya yükselmiş, üçüncü çeyrekte bir kademe inerek dördüncü sıraya düşmüş ve dördüncü çeyrekte bir kademe yükselişle üçüncü sıraya çıkmıştır. Birinci çeyrekte beşinci sırada bulunan *Halk Bankası*, ikinci, üçüncü ve dördüncü çeyrekte de beşinci sırada kalmaya devam etmiştir.

Bankaların dört dönemde gösterdikleri performans ortalamaları alınarak başarı sıralamaları yıl bazında yapıldığında elde edilen bu değerlere göre yılsonu itibarıyla en yüksek ortalama sırasıyla; Ziraat Bankası, Vakıflar Bankası, Garanti Bankası, İş Bankası ve Halk Bankası şeklinde oluşmuştur. Yıllık genel bir değerlendirme yapılacak olursa, banka performanslarının ikinci çeyrekte (pandemi sürecinin başlangıcı) birinci olan Ziraat Bankası haricinde ani bir performans düşüşü yaşadığı (yarıya yakın), takip eden çeyrekte Vakıfbank'ın nispeten toparlanma gösterdiği, diğer bankaların aynı kayıpları yıl sonuna kadar sürdürdüğü görülmektedir. Birinci sıradaki Ziraat Bankası'nın yaşadığı farklı durumun, bankanın güçlü finans yapısından ve krizi fırsata dönüştürdüğü şeklinde değerlendirilmesi mümkündür. Kendirli ve diğerlerinin (2019) yaptığı çalışmada da, benzer doğrultuda Türkiye'deki katılım bankaları ve ticari bankaların kriz ortamında beklenenden daha iyi performans gösterebildikleri ileri sürülmüştür. Dilmaç ve diğerlerinin (2015) yaptığı çalışmada da kriz dönemlerinde banka kârlılıklarının olumlu etkilendiği ileri sürülmüştür. Bunlardan farklı olarak Gökalp'in (2015) yaptığı çalışmada ise bankaların krizden önemli ölçüde etkilendiği, kamu bankalarının gerilediği ve yabancı bankaların yükseldiği görüşünü ileri sürmüştür. Sakarya ve Aytekin de (2013) yabancı sermayeli bankaların kriz dönemlerinde daha başarılı olduğunu ileri sürmüştür.

PROMETHEE sonuçlarına göre; yılbaşında birinci sırada bulunan Ziraat Bankası, yıl sonuna kadar birinci sırada yarışı tamamlayarak istikrarlı bir performans sergilemiştir (Çalışkan ve Eren, 2016'nin aynı yöntemle yaptıkları performans değerlendirmesi sonucu da benzerdir). İkinci sırada yer alan Vakıflar Bankası ise, yılbaşından itibaren ikincilik sırasını korumuştur. Ziraat Bankası diğer bankalara göre daha baskındır ve kısmi önceliğe sahiptir. Aynı şekilde Vakıflar Bankası'nın, İş Bankası'na göre, Garanti Bankası'nın, Halk Bankası'na göre daha baskın olduğu söylenebilir.

Bankaları *kriterler üstünlükleri yönüyle karşılaştırılacak* olursa; Ziraat Bankası ve Vakıflar Bankası alternatiflerinin profilleri GAIA düzlemi üzerinde birbirine yakın noktada olduğundan bu bankaların profillerinin de birbirine yakın olduğu ifade edilebilir. Ziraat Bankası dokuz kriterde de pozitif üstünlüğe sahip olmasına karşın ikinci sıradaki Vakıflar Bankası ise iki kriterde (net dönem kâr/zararı ve bilanço dışı hesaplar kriterleri) pozitif üstünlüğe, altı kriterde (toplam özkaynaklar, toplam aktifler, ödenmiş sermaye, şube sayısı ve çalışan sayısı, toplam mevduat) de, negatif yönde üstünlüğe ve toplam krediler kriterinde ise sıfır üstünlüğe sahip olduğu görülmektedir.

Çalışmanın son kısmında, ayrı ayrı yapılan banka performans hesaplamaları sonuçları karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre TOPSIS ve PROMETHEE yöntemleriyle yapılan analizlerde benzer sonuçlar alındığı görülmekte ve buna göre yöntemler arasında bir uyumluluk olduğu ve yapılan analizlerin tutarlı olduğu kanaatine varılmıştır.

Aktif büyüklük, TOPSIS ve PROMETHEE yöntemleriyle yapılan performans sıralamalarına göre 1. ve 3. çeyrekteki sıralamalarda her iki yöntemde de birinci, ikinci ve beşinci sıradaki bankaların aynı olduğu üçüncü ve dördüncü sıradaki bankaların sıralamasının değiştiği, 2. çeyrekteki sıralamada birinci, dördüncü ve beşinci sıradaki bankaların aynı olduğu ikinci ve üçüncü sıradaki bankaların sıralamasının değiştiği görülmektedir. 4. çeyrekteki sıralamada ise her iki yöntemde de aynı sonuçların elde edildiği görülmektedir.

PROMETHEE *yürüyen ağırlıklar* özelliğinden yararlanarak ağırlık değerleri K6 (net dönem kâr/zarar kriteri=0,24) lehine değiştirildiğinde; K6 kriterine göre üstünlük sıralamada birinci olan Ziraat Bankası'nın sıralamasının değişmediği, ancak üçüncü ve dördüncü sıradaki (Garanti ve İş Bankası) banka sıralamalarının yer değiştirdiği görülmüştür. Buna göre bu iki bankanın öncelikle K6 kriterlerini artırarak performans sıralamalarını iyileştirebilecekleri yorumu yapılabilir.

Bankaların finansal performanslarının ölçülmesi, analiz edilmesi ve alternatiflerin karşılaştırılması bankacılık sektöründeki paydaşlar, yatırımcılar, yöneticiler ve müşteriler için kritik bir öneme sahiptir. Benzer çalışmalardan farklı olarak bu çalışmada bankaların kriterler açısından üstün ve eksik taraflarının karşılaştırılması ve dolayısıyla daha net performans farklılıkları ortaya çıkartılarak performans ve verimlilik artırmalarına katkı sağlamak amaçlanmıştır. Ayrıca, bu çalışmanın akademisyenlerin *ileride yapacağı araştırmalara* temel olarak kullanabileceği ve karar vericilerin doğru karar vermelerine yardımcı olabileceği değerlendirilmiştir.

Araştırmanın kısıtları; bankaların tümünün analize tabii tutulamaması ve daha uzun dönemlerin incelenememesidir. Ayrıca analizlerin daha başka yöntemlerle de yapıp karşılaştırmaların yapılamaması da bir kısıt olarak ifade edilebilir. İlerde yapılacak olan çalışmalarda bankaların birden fazla yıllık finansal oranları ile modelleme yapılarak, dönemsel olarak performanslarının izlenmesi sağlanabilir. Ayrıca performans değerlendirmelerinin yalnızca finansal kriterlere göre değil de kârlılık ve yatırım performansları açısından da yapılması mümkündür.

KAYNAKÇA

- Almazari, A.A. (2011). "Financial Performance Evaluation of Some Selected Jordanian Commercial Banks", *International Research Journal of Finance and Economics*, 68(8), 50-63.
- Altunöz, U. (2017). "Bankaların Finansal Performanslarının Bulanık MOORA ve Bulanık AHP Yöntemleri ile Analizi: Türk Bankaları Deneyimi", *Route Educational and Social Science Journal*, 4(4), 116-132.
- Apan, M. ve Öztel, A. (2020). "Girişim Sermayesi Yatırım Ortaklıklarının CRİTİC-PROMETHEE Bütünleşik Karar Verme Yöntemi ile Finansal Performans Değerlendirmesi: Borsa İstanbul'da Bir Uygulama", *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 63, 54-73.
- Ayçin, E. ve Orçun, Ç. (2019). "Mevduat Bankalarının Performanslarının Entropi ve MAIRCA Yöntemleri ile Değerlendirilmesi", *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 22(42), 175-194.
- Bağcı, H. ve Esmer, Y. (2016). "PROMETHEE Yöntemi ile Faktoring Şirketi Seçimi", *Beykent Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(2), 116-129.
- Bağcı, H. ve Rençber, Ö.F. (2014). "Kamu Bankaları ve Halka Açık Özel Bankaların PROMETHEE Yöntemi ile Kârlılıklarının Analizi", *Aksaray Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(1), 39-47.
- Battal, T. ve Akan, E. (2019). "BRICS Ülkeleri ile Türkiye'nin Performans ve Potansiyel Kriterleri Çerçevesinde Değerlendirilmesi", *Beykoz Akademi Dergisi*, 7(1), 1-35.
- Behzadian, M., Kazemzadeh, R.B., Albadvi, A. ve Aghdasi, M. (2010). "PROMETHEE: A Comprchensive Literature Review on Methodologies and Applications", *European Journal of Operational Research*, 200(2010), 198-215.
- Brans, J. P. ve Vincke, P. H. (1985). "Note—A Preference Ranking Organisation Method", *Management Science*, 31(6), 647-656.
- Budak, S.N. (2014). "PROMETHEE ve ANP Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri: Ankara Sağlık Bakanlığı Hastanelerinde Uygulama", Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.
- Bülbül, S.E. ve Köse, A. (2016). "Türk Sigorta Sektörünün PROMETHEE Yöntemi ile Finansal Performans Analizi", *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 38(1), 187-210.
- Chen, P. (2021). "Effects of the Entropy Weight on TOPSIS", *Expert Systems with Applications*, 168, 114186, 1-13.
- Çalışkan, E. ve Eren, T. (2016). "Bankaların Performanslarının Çok Kriterli Karar Verme Yöntemiyle Değerlendirilmesi", *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(2), 85-107.
- Demireli, E. (2010). "TOPSIS Çok Kriterli Karar Verme Sistemi: Türkiye'deki Kamu Bankaları Üzerine Bir Uygulama", *Girişimcilik ve Kalkınma Dergisi*, 5(1), 101-112.
- Demireli, E. ve Tükenmez, N.M. (2012). "İşletme Performansının Ölçümü: TOPSİS Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi Üzerine Bir Uygulama", *Verimlilik Dergisi*, (1), 25-43.
- Deng, H., Yeh, C.H. ve Willis, R.J. (2000). "Inter-Company Comparison Using Modified TOPSİS with Objective Weights", *Computers & Operations Research*, 27(10), 963-973.
- Dılmaç, M., Dikmen, A.T. ve Keleş, Ş. (2015). "Bankaların Finansal Yapılarının Kârlılıkları Üzerine Etkileri: Türk Bankacılık Sektörü Üzerine Bir Uygulama (1998-2015)", *The International New Issues in Social Sciences*, 1(1), 143-165.
- Ecer, F. (2013). "Türkiye'deki Özel Bankaların Finansal Performanslarının Karşılaştırılması: 2008-2011 Dönemi", *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 13(2), 171-189.
- Efecan, V. ve Temiz, İ. (2020). Marina Selection of Yachtsmen Using AHP-TOPSIS and AHP-PROMETHEE, *Mersin University Journal of Maritime Faculty*, 2(1), 14-24.
- Eren, S.A. ve Çelik, İ.E. (2020). "Finansal Performansın Ölçülmesinde TOPSİS Yönteminin Kullanımı: Türk Bankacılık Sektörü Uygulaması", *İçtimateyat*, 4(2), 171-180.
- Esmer, Y. ve Bağcı, H. (2016). "Katılım Bankalarında Finansal Performans Analizi: Türkiye Örneği", *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8(15), 17-30.
- Genç, T. (2013). "PROMETHEE Yöntemi ve GAIA Düzlemi", *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 15(1), 133-154.
- Gökçalp, F. (2015). "Comparing The Financial Performance of Banks in Turkey by Using PROMETHEE Method", *Ege Stratejik Araştırmalar Dergisi*, 6(1), 63-82.
- Güney, C. (2017). "Visual PROMETHEE ile Yatırımcılar Açısından Sektörlerin Değerlendirilmesi", *TURAN-SAM Uluslararası Bilimsel Hakemli Dergisi*, 9(34), 177-187.
- Güneysu, Y., Er, B. ve Ar, İ. (2015). "Türkiye'deki Ticari Bankaların Performanslarının AHS ve GİA Yöntemleri ile İncelenmesi", *Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Dergisi*, 5(9), 71-93.

- Hassan, M. ve Adam, M. (2014). "Evaluating the Financial Performance of Banks Using Financial Ratios- A Case Study of Erbil Bank for Investment and Finance", *European Journal of Accounting Auditing and Finance Research*, 2(6), 162-177.
- Hattat, Ş. (2019). "Personel Seçme Problemi: PROMETHEE ve TOPSIS Yöntemleri ile Karşılaştırmalı Bir Analiz", Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kayseri.
- Işık, Ö. (2019). "Entropi ve TOPSIS Yöntemleriyle Finansal Performans İle Pay Senedi Getirileri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi", *Kent Akademisi*, 12(37), 200-213.
- Karahan, M. ve Peşmen, S. (2020). "Some Universities Performance Evaluation of Entrepreneurship and Innovation in Turkey with Multiple Criteria Decision Making Methods", *Digital Conversion on the Way to Industry 4.0. ISPR 2020, Lecture Notes in Mechanical Engineering*, Springer, Cham, 569-583.
- Karaman, F. (2009). "İşletmelerde Performans Ölçümünün Önemi ve Modern Bir Performans Ölçme Aracı Olarak Balanced Scorecard", *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 8(16), 410-427.
- Kendirli, H.Ç., Kendirli, S. ve Aydın, Y. (2019). "Küresel Kriz Çerçevesinde Katılım Bankalarının ve Ticari Bankaların Mali Performanslarının TOPSIS Yöntemiyle Analizi", *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 33(1), 137-154.
- Khan, F.R. ve Al Maktoumi, I.S. (2020). "Performance Evaluation of Commercial Banks in Oman Using Ratio Analyses", *International Journal of Research in Entrepreneurship & Business Studies*, 2(1), 10-21.
- Mareschal, B. ve De Smet, Y. (2009). "Visual PROMETHEE: Developments of the PROMETHEE & GAIA Multicriteria Decision Aid Methods", *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*, 1646-1649.
- Metin, İ. ve Küçükbay, F. (2019). "İhracatta Finansman Kaynaklarının Değerlendirilmesine Yönelik Çok Kriterli Bir Yaklaşım: PROMETHEE Yöntemi", *Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(18), 933-950.
- Meyliana, M., Hidayanto, A.N. ve Budiardjo, E.K. (2015). "Evaluation of Social Media Channel Preference for Student Engagement Improvement in Universities Using Entropy and Topsis Method", *Journal of Industrial Engineering and Management*, 8(5), 1676-1697.
- Nguyen, P.H., Tsai, J.F., Nguyen, V.T., Vu, D.D. ve Dao, T.K. (2020). "A Decision Support Model for Financial Performance Evaluation of Listed Companies in The Vietnamese Retailing Industry", *Journal of Asian Finance, Economics and Business*, 7(12), 1005-1015.
- Ömürbek, N., Karaatlı, M. ve Balcı, H.F. (2016). "Entropi Temelli MAUT ve SAW Yöntemleri ile Otomotiv Firmalarının Performans Değerlemesi", *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 31(1), 227-255.
- Ömürbek, V. ve Kınay, B. (2013). "Havayolu Taşımacılığı Sektöründe TOPSIS Yöntemiyle Finansal Performans Değerlendirmesi", *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18(3), 343-363.
- Önder, E., Taş, N. ve Hepsen, A. (2013). "Performance Evaluation of Turkish Banks Using Analytical Hierarchy Process and TOPSIS Methods", *Journal of International Scientific Publication: Economy & Business*, 7(1), 470-503.
- Öndeş, T., Çalı, M.S., Aydın, S. ve Muti, A. (2020). "Türkiye'de Bulunan Ticari Bankalar ile Katılım Bankaları'nın ELECTRE Yöntemi ile Performans Analizi", *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 34(3), 689-710.
- Özdemir, F.S., Karahan, G.M., ve Akdemir, O. (2020). "An Analysis on Financial and Stock Market Performance of Banks in Borsa İstanbul", *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 24(4), 1941-1949.
- Özkan, T. (2020). "Türk Bankacılık Sektöründe Finansal Performans Ölçmede TOPSIS Yönteminin Kullanımı: Katılım Bankaları Üzerine Bir Uygulama", *Maliye ve Finans Yazıları*, 113, 47-64.
- Pangaribuan, P. ve Beniyanto, A. (2018). "SAW, TOPSIS, PROMETHEE Method as a Comparison Method in Measuring Procurement of Goods and Services Auction System", *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.*
- Sakarya, Ş. ve Aytekin, S. (2013). "İMKB'de İşlem Gören Mevduat Bankalarının Performansları ile Hisse Senedi Getirileri Arasındaki İlişkinin Ölçülmesi: PROMETHEE Çok Kriterli Karar Verme Yöntemiyle Bir Uygulama", *Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, 5(2), 99-109.
- Saldanlı, A. ve Sırma, İ. (2014). "TOPSIS Yönteminin Finansal Performans Göstergesi Olarak Kullanılabilirliği", *Öneri Dergisi*, 11(41), 85-202.
- Sarı, T. (2020). "Banka Performans Ölçümünde TOPSIS ve PROMETHEE Yöntemlerinin Karşılaştırılması", *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 34(1), 99-117.
- Sarsıcı, E. ve Ekşi, İ. (2020). "Yabancı Bankaların Bankacılık Sektörü Aktif Kârlılığı Üzerindeki Etkileri: BRICS-T Örneği", *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 34(3), 669-687.
- Shemshadi, A., Shirazi, H., Toreihi, M. ve Tarokh, M.J. (2011). "A Fuzzy Vikor Method for Supplier Selection Based on Entropy Measure for Objective Weighting", *Expert Systems with Applications*, 38(10), 12160-12167.
- Soba, M. (2012). "PROMETHEE Yöntemi Kullanarak En Uygun Panelvan Otomobil Seçimi ve Bir Uygulama", *Journal of Yaşar University*, 7(28), 4708-4721.

- Şahin, A. ve Akkaya, C.G. (2013). "PROMETHEE Sıralama Yöntemi ile Portföy Oluşturma Üzerine Bir Uygulama", *Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 2(2), 67-81.
- Şenkeyas, H. ve Hekimoğlu, H. (2013). "Çok Kriterli Tedarikçi Seçimi Problemine PROMETHEE Yöntemi Uygulaması", *Verimlilik Dergisi*, 2, 63-80.
- TBB (Türkiye Bankalar Birliği), (2021). "Türkiye Bankalar Birliği İstatistik Raporlar", <https://www.tbb.org.tr/tr/bankacilik/banka-ve-sektor-bilgileri/istatistiki-raporlar/59>. (Erişim tarihi:29.06.2021).
- Toprak, M.S. ve Çanakçıoğlu, M. (2019). "Banka Performansının Entropi ve Copras Yöntemi ile Değerlendirilmesi: Türk Bankacılık Sektörü Üzerine Bir Araştırma", *Mali Çözüm Dergisi*, 29(154), 107-132.
- Tzeng, G. H. ve Huang, J. (2011). "Multiple Attribute Decision Making Methods and Applications", CRC Press Taylor & Francis Group, 95-102.
- Uzun, S. ve Kazan, H. (2016). "Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinden AHP TOPSIS ve PROMETHEE Karşılaştırılması: Gemi İnşada Ana Makine Seçimi Uygulaması", *Journal of Transportation and Logistics*, 1(1), 99-113.
- VPSOLUTIONS, (2020). "Visual PROMETHEE 1.4 Manual, Mareschal, B., 2012-2013", <http://www.prometheegaia.net/files/VPManual.pdf>, (Erişim Tarihi: 17.02.2020).
- Wu, X., Zhang, C. ve Yang, L. (2020). "Evaluation and Selection of Transportation Service Provider by TOPSIS Method With Entropy Weight", *Thermal Science*, (00), 50-50.
- Yıldırım, B.F. ve Demirci, E. (2017). "Banka Performansının TOPSIS-M Uygulaması ile Değerlendirilmesi", *Söke İşletme Fakültesi Priene Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi*, 1(1), 35-48.
- Yılmaz, F. ve Ünsar, S. (2007). "Performans Değerlendirme Sistemi ve Kullanım Alanları", *Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(1), 35-57.
- Zlaugotne, B., Zihare, L., Balode, L., Kalnbalkite, A., Khabdullin, A. ve Blumberga, D. (2020). "Multi-Criteria Decision Analysis Methods Comparison", *Environmental and Climate Technologies*, 24(1), 454-471.

BİR AR-GE MERKEZİNDE KALİTE FONKSİYON GÖÇERİMİ (KFG) İLE ÜRÜN GELİŞTİRME UYGULAMASI

Fatma ALTUNTAŞ¹, Barış BÜYÜK²

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı, inşaat sektöründe faaliyet gösteren bir Ar-Ge merkezinde Kalite Fonksiyon Göçerimi (KFG) ile mermerin sağlamaştırılması için kullanılan epoksi dolgu jelin müşteri istekleri doğrultusunda nasıl geliştirilebileceğinin ortaya çıkarılmasıdır.

Yöntem: Çalışmanın başında, firmanın Ar-Ge merkezinde çalışan mühendis, tekniker, teknisyen ve diğer çalışanların katıldığı bir kalite ekibi oluşturulmuştur. Kalite ekibi ile gerçekleştirilen çalıştay sayesinde kalite evi oluşturulmuş ve KFG uygulaması yapılmıştır.

Bulgular: Kalite evine göre en önemli ilk üç müşteri ihtiyacı; jelin kullanım öncesi donmaması, jelin bir zemine uygulanması esnasında kullanılan aparatın durması ve B komponentinin sulanma açısından homojen olması yani ürünün çok akışkan olmamasıdır. Müşteri isteklerini karıştırmak için iyileştirilmesine karar verilen en önemli ilk üç teknik gereksinim; ısıtma yaparak üretim, kalite kontrol oluşturulması ve farklı ölçüde ambalajların kullanılmasıdır.

Özgünlük: Çalışmanın literatüre katkısı, bir inşaat firmasında jel üretim süreci için KFG yöntemi kullanılmasıdır. Makalede, ilk defa jel üretim sürecinde KFG yönteminin kullanımı adım adım sunulmuştur. Bununla birlikte, literatürde kısıtlı sayıda bulunan KFG'nin inşaat sektöründeki bir ürünün geliştirilmesi alanındaki uygulamalarını zenginleştirmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kalite Fonksiyonu Göçerimi, Mermer Sektörü, Epoksi Dolgu Jel Ürünü, Ürün Geliştirme Süreci.

JEL Kodları: O31, O32, M11.

APPLICATION OF PRODUCT DEVELOPMENT WITH QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT (QFD) IN AN R&D CENTER

ABSTRACT

Purpose: The aim of this study is to implement product development with Quality Function Deployment (QFD) in an R&D center operating in the construction sector. For this purpose, it has been revealed how the epoxy filler gel used for the consolidation of marble can be developed by using KFG in line with customer requests.

Methodology: At the beginning of this study, a quality team was formed with the participation of engineers, technicians, and other employees working in the company's R&D center. A house of quality was created and a QFD application was conducted through the workshop held with quality team.

Findings: According to the quality house, the first three most important customer requirements are (1) the gel must not freeze before use, (2) the gel must stay in the apparatus used during application to a floor, and (3) the B component must be homogeneous in terms of irrigation, that is, the product must not be very fluid. The three most important technical requirements that were decided to be improved to meet customer demands; production by heating, creating quality control and using different sizes of packaging.

Originality: The contribution of the study to the literature is that the QFD method is used for the gel production process in a construction company. In this study, for the first time, the use of the QFD method in the gel production process is presented step by step. Furthermore, it enriches the applications of QFD in the field of construction, which is limited in the literature.

Keywords: Quality Function Deployment, Marble Industry, Epoxy Filler Gel Product, Product Development Process.

JEL Codes: O31, O32, M11.

¹ Dr. Öğretim Üyesi, İstanbul Topkapı Üniversitesi, İktisadi İdari ve Sosyal Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, İstanbul, Türkiye, fatmaaltuntas@topkapi.edu.tr, ORCID: 0000-0001-8644-5876 (*Sorumlu Yazar-Corresponding Author*).

² İnşaat Mühendisi, Ar-Ge Merkezi Müdürü, sbbuyuk@gmail.com, ORCID: 0000-0002-1988-8260/

1. GİRİŞ

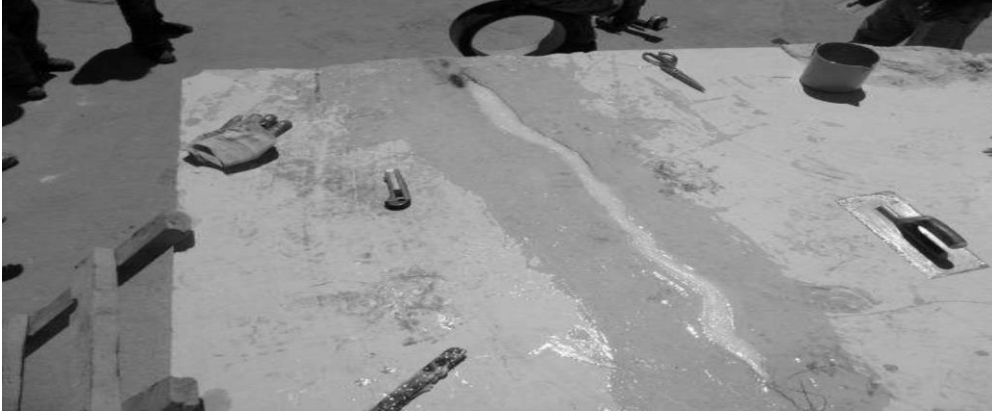
Sosyal ve ekonomik kalkınmanın sürekliliği birçok sektörün gelişmesine bağlıdır. Bu sektörlerden biri de inşaat sektörüdür. Literatürde inşaat sektörünün sosyal ve ekonomik kalkınmayı desteklemesinin gerekli olduğu savunulmaktadır (Horvath, 2004: 181). Türkiye gibi gelişmekte olan ülkeler için ekonomik büyümede inşaat sektörü kritik öneme sahiptir (Kaya ve diğerleri, 2013:148). Sosyal ve ekonomik kalkınmanın sağlanabilmesi için mevcut sektörlerle yenilikçi ürünlerin eklenmesinin yanı sıra var olan ürünlerin geliştirilmesi, iyileştirilmesi ya da dönüşümünün yapılması da gereklidir. Bu sebeple, Ar-Ge çalışmalarının yapılması sonucu sürdürülebilir ekonomiye önemli katkılar sağlanabileceği düşünülmektedir (Genç ve Atasoy, 2010: 28). Ar-Ge bölümleri yeni ürün ve süreç inovasyonların gerçekleştirdiği bölümlerdir. Başarılı Ar-Ge projeleri müşteriye ulaştığında firma içinde inovasyon yaratırlar ve özellikle başarılı Ar-Ge projeleri teknolojik inovasyonun temelini oluştururlar. Yapı sektöründe faaliyet gösteren firmalar yeni ürün geliştirme süreçlerine müşterilerini de dahil edebilirlerse, Ar-Ge'de gerçekleştirilen projelerin inovasyona dönüşme ihtimalleri yükselir. Müşteri odaklı yeni ürün geliştirme veya var olan ürünlerin müşteri isteklerine göre yenilenmesi için literatürde kullanılan en yaygın yöntem Kalite Fonksiyonu Göçerim (KFG) metodunun kullanılmasıdır. KFG ürün inovasyonu için kullanılabilecek müşteri odaklı bir yaklaşımdır (Govers, 1996). Bir ürün veya servisin başarısı onun müşteri ihtiyaç ve beklentilerini nasıl karşıladığına bağlıdır (Bouchereau ve Rowlands, 2000). Bu nedenle müşteri gereksinimlerinin belirlemek ve nasıl karşılanacağını tespit etmek için KFG kullanılmaktadır. Günümüzde şirketler, işletmelerde stratejik ve operasyonel kararları ele alan güçlü bir araç olarak da KFG'yi başarıyla kullanmaktadır (Mehrerdi, 2010). KFG ürün tasarımında yaygın olarak kullanılan müşteri odaklı bir yaklaşım ve araç haline gelmektedir (Tang ve diğerleri, 2002) ve ürün veya hizmet planlaması için çeşitli endüstrilerde yaygın olarak kullanılmaktadır (Liu ve diğerleri, 2022).

Olabildiğince dayanıklılığın sağlanmaya çalışıldığı sektörlerin başında inşaat sektörü gelmektedir. İnşaat için kullanılan her bir yapı malzemesinin dayanıklı, uzun ömürlü, kullanışlı ve yapıdaki ihtiyacı tam anlamıyla karşılaması beklenmektedir. Yapı malzemelerinden biri de mermerdir. Türkiye'de mermer üretimi sanayide önemli bir yer tutmaktadır. Genel olarak Marmara ve Ege bölgelerimizde mermer yataklarımızı yoğunlaşmış olsa da diğer bölgelerimizde de mermer rezervleri bulunmaktadır (Eraslan ve diğerleri 2008: 198). Türkiye'de mermer alanında hem ihracat potansiyelinin yüksek olması hem de bu alanda inovasyona dayalı katma değerli ürün üretme potansiyelinin bulunması nedeniyle uluslararası rekabette önemli bir avantaja sahiptir. Bu avantajın sürdürülebilir olması için müşteri odaklı inovasyon çalışmalarının yapılması gerekir.

Mermer ocaklarından çıkarılan endüstriyel anlamdaki mermerin işlenmesi için atölyeye gönderilmesinden önce genellikle sağlamaştırmasına ihtiyaç vardır. Dolgu ve sağlamaştırma gereksinimi olan blok veya işlenmiş ürünlere dolgu güçlendirme uygulaması yapılmaktadır (Gökdemir, 2010: 4). Sağlamaştırma maksadıyla kullanılan ürünlerin başında ise epoksi jel gelmektedir. Şekil 1'de epoksi jel ile güçlendirilen Sand Wave bloğu görülmektedir.

Yapı işlerinde kullanılan dolgu işleminin yapılabilmesi için seçilecek malzemeyi etkileyen birçok değişken bulunmaktadır (Gökdemir, 2010: 15). Seçilecek değişkenler ürün için uygun olması beklenmektedir. Dolgu malzemeleri ve uygulama sistemleri kullanılmasından önce, önemli bazı taşların üretimin son aşamasında kırılıp-dağıldığı, ortaya çıkan gözenekler sebebiyle ıskartaya alındığı bilinmektedir (Acar, 2003: 432). Bu durumun devam etmesi halinde firmanın ekonomik açıdan olumsuz etkilere sebep olmaktadır. Ortaya çıkan gözeneklerin dolgusunun gerektirdiği durumlarda ve çatlakların tamir edilmesinde epoksi jel önemli bir ürün olarak kullanılmaktadır.

Bu çalışmada, yapı malzemelerinden biri olan mermerde kullanılan dolgu güçlendirme maddesi epoksi jel ürünü için KFG metodunun uygulaması yapılarak, müşteri ihtiyaçları doğrultusunda jel ürününün geliştirilmesi hedeflenmiştir. KFG yönteminin uygulaması sonucunda hem ürün geliştirilmesi yapılmıştır hem de müşteri memnuniyetinin artacağı değerlendirilmiştir. KFG metodu genel olarak müşteriyi memnun etmek amacıyla, onun isteklerini ve ihtiyaçlarını temel alarak yürütülmektedir. KFG uygulamaları müşteri ihtiyacının tam olarak karşılanmasını sağlayarak, müşterinin istediği ürün ya da hizmeti elde etmesini amaçlamaktadır (Savaş ve Ay, 2005: 85). Başlangıçta ağırlıklı uygulaması sanayi sektöründe yapılsa da zamanla turizm sektörü, eğitim sektörü; tedarik zinciri gibi farklı alanlara da uygulanması yapılmıştır (Ünal ve Yıldız, 2017; Lam ve Bai, 2016; Savaş ve Ay, 2005).



Şekil 1. Epoksi jel ile güçlendirilen Sand Wave bloğu (Gökdemir 2010:53)

Bu çalışmanın araştırma sorusu şu şekilde belirlenmiştir: Mermerin sağlamlaştırılması için kullanılan epoksi jel müşteri istekleri doğrultusunda KFG kullanılarak nasıl geliştirilmelidir? Bu araştırma sorusuna cevap vermek amacıyla inşaat sektöründe faaliyet gösteren bir Ar-Ge merkezinde KFG ile ürün geliştirme uygulaması yürütülmüştür. Yürütülen gerçek KFG uygulaması sonucu mevcut literatüre iki önemli katkısı olacağı değerlendirilmektedir.

- i. Birinci katkısı gerçek hayatta kullanılan mevcut epoksi jel ürününün müşteri ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde yeniden geliştirilmesidir.
- ii. İkinci katkısı ise mevcut jel ürünü için KFG kullanılarak gerçek vaka analizi ile yapı sektöründe ürün geliştirme uygulamasının sunulması ve kısıtlı sayıda bulunan KFG'nin inşaat alanındaki bir ürünün geliştirilmesi uygulamalarını zenginleştirmektedir.

Yapı sektöründe ürünün kullanım aşamasında değiştirilmesi riskli bir durumdur. Bu sebeple kullanılan ürünlerde gözden kaçırılan bir eksiklik ya da tahmin edilmeyen bir problemin yaşanması, telafisi zor olan sonuçlar doğurabilmektedir. Yapı malzemelerinde kullanılan jel ürünlerinin sürekli iyileştirme düşüncesiyle müşteri ihtiyaçları doğrultusunda geliştirilmesi bu sebeplerden dolayı çok önemlidir.

Teknolojinin gelişmesiyle beraber rekabetin artması yönetim, operasyon, üretim teknikleri alanlarında yenilik çalışmalarını hızlandırmaktadır (Doşar ve Görener, 2020: 270). KFG özellikle firmaların yenilik süreçlerinde yeniden tasarım maliyetlerin azaltarak firma verimliliğine de katkıda bulunmaktadır. Müşteri ile birlikte ürün geliştirilmekte böylece olası uygunsuzluklar ürün pazara çıkmadan önlenabilmektedir. Bu yönüyle de firma verimliliğine katkıda bulunulabilmektedir. KFG uygulamalarının firma verimliliğine etkisi sadece bunlarla sınırlı değildir. Aynı zamanda, müşterinin "tasarım masası"na davet edilerek ürün geliştirme ve iyileştirme süreçleri yürütüldüğünden müşteri memnuniyetinin de artırılmasına katkı sağlanmaktadır. Malzemelerin geliştirilmesinin, yenilik çalışmalarının sürekli güncellenmesinin müşteri tatminini artıracağı düşünülmektedir. Bununla birlikte yapı sektörüne müşteri odaklı yeni ürün geliştirilmesi sayesinde yeni pazarların oluşması veya mevcut pazarların geliştirilmesine olanak sağlayacağı öngörülmektedir.

Çalışmanın bundan sonraki bölümleri şu şekilde organize edilmiştir. İkinci bölümde KFG ile ilgili literatürde son yıllarda yapılan çalışmalar özetlenmiştir. Üçüncü bölümde, inşaat sektöründe faaliyet gösteren bir firmanın Ar-Ge merkezinde KFG ile bir ürün geliştirme uygulaması verilmiştir. Son olarak ise çalışmanın sonuçları dördüncü bölümde aktarılmıştır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

KFG, toplam kalite yönetimi şemsiyesi altında yeni bir ürün geliştirme kavramı olarak doğmuştur (Akao ve Mazur, 2003). KFG, 1960'ların sonlarında Japonya'da tasarlanmıştır ve 1980'lerin başında otomotiv sektöründen başlamak üzere Amerika'daki sektörler tarafından benimsenmiştir (Cauchick Miguel, 2005). KFG sanayide kullanımı ile birlikte sonraki yıllarda sıklıkla ürün geliştirme süreçlerinde kullanılmıştır. Yöntem, öncelikle müşteri isteklerini belirlemekte, sonra da bu istekleri müşteri ihtiyaçlarını karşılayacak mühendislik karakteristiklerine dönüştürmekte, son olarak ise mühendislik karakteristikleri müşteri ihtiyaçlarını temel alarak önceliklendirilmektedir (Rajam Ramasamy ve Selladurai, 2004). KFG kullanılarak tasarlanan ürünler, KFG kullanılmaksızın tasarlanan ürünlere göre daha az maliyetli, daha kısa geliştirme süresine sahip ve daha kaliteli ürünler olabilir (Vonderembse ve Raghunathan, 1997). KFG müşteri ihtiyaçlarını ürün özellikleriyle eşleştirmek ve kalite odaklı ürün geliştirme için yapılandırılmış bir yaklaşıma sahiptir (Zhang, 2019). Bununla birlikte, KFG müşterilerin istek ve ihtiyaçlarının sürekli artan müşteri

gereksinimine optimum çözüm sağlar ve şirketin başarılı olmasını ve maliyet ve kalite açısından rekabet avantajı elde etmesini de sağlar (Karthiyayini ve Rajendran, 2021).

Bir firma için ürün geliştirme, mevcut rekabet ortamında ayakta kalabilmek için zorunludur (Zhang, 2019). Literatürde KFG birçok ürün geliştirme süreçlerinde uygulanmıştır. Karpuz ve diğerleri (2012) hizmet sektöründe bir KFG uygulaması yürütmüştür. Son yıllarda KFG'nin uygulandığı çalışmaların bazıları Tablo 1'de verilmiştir. Tablo 1'den görüleceği gibi KFG yöntemi servis sektörü, tarım sektörü, sağlık sektörü, inşaat yapı sektörü gibi farklı alanlarda kullanılmaktadır. Yöntemin kullanıldığı sektörlerde ürün ve hizmet geliştirmek amacıyla uygulandığı görülmektedir.

Tablo 1. KFG ile ilgili son yıllarda yapılan çalışmalar

No	Çalışma	Konu
1	Doşar ve Görener (2020)	Yapı sektöründe ürün geliştirme
2	EI-Mesbahi ve diğerleri (2020)	Seramik baskı makinesi için yeni bir ekstrüzyon sistemini yeniden tasarımı
3	Huang ve diğerleri (2020)	Kısa mesafeli deniz taşımacılığının kalitesini değerlendirilmesi
4	Kuvat ve Abatay (2020)	Karma yem üretiminde müşteri ihtiyaçlarının karşılanması
5	Nardalı ve diğerleri (2020)	Uzaktan eğitim hizmetlerinin pazarlanması
6	Nursaçan ve Çetinyokuş (2020)	Hastane hizmetlerinin iyileştirilmesi
7	Pop ve diğerleri (2020)	Meyveli dondurma üretiminde müşteri isteklerinin karşılanması
8	Elhegazy ve diğerleri (2021)	Binalar için en uygun yapısal sistemin seçilmesi
9	Park ve diğerleri (2021)	Self servis teknolojilerinin kalitesinin restoranlar için geliştirilmesi

Bununla birlikte, literatürde KFG çeşitli yöntemler ile birlikte de kullanılmıştır. Bu çalışmaların özeti Tablo 2'de verilmiştir. Tablo 2'den görüleceği gibi KFG ile çok kriterli karar verme teknikleri ve bulanık mantık yaklaşımı sıklıkla kullanılmaktadır. KFG ile bulanık mantık yaklaşımının birlikte kullanıldığı çalışmaların son yıllarda hızlı bir artış göstermektedir. Yöneylem araştırması tekniklerinden olan hedef programa ile KFG'in birlikte kullanılarak yürütülen çalışma da bulunmaktadır. KFG ile çeşitli yöntemlerin avantajları bir araya getirilerek araştırmaların yürütülmesi sıklıkla araştırmacılar tarafından tercih edilmektedir.

Tablo 2. Son yıllarda KFG ile çeşitli yöntemleri birleştiren çalışmalar

No	Çalışma	Yöntem
1	Karthiyayini ve Rajendran (2021); Tatman (2020); Bagassi ve diğerleri (2020); Čočkalo ve diğerleri (2020);	AHP (Analitik Hiyerarşi Prosesi) ve KFG
2	Güler ve Kırış (2020);	Çok seçenekli konik hedef programlama ve KFG
3	Singh ve Rawani (2021)	TOPSIS ve KFG
4	Chen ve diğerleri (2021)	AHP, Gri İlişkisel Analiz ve KFG
5	Xu ve Zhang (2020)	Gri İlişkisel Analiz ve Bulanık KFG
6	Deepu ve Ravi (2020); Fagnoli ve diğerleri (2018)	Analitik Ağ Süreci (AAS) ve KFG
7	Tusnial ve diğerleri (2020)	AHP, TOPSIS ve KFG
8	Aouag ve diğerleri (2020)	Değer Akışı Haritası, Bulanık DEMATEL ve
9	Shahin ve Ebrahimi (2020)	Kano Modeli ve KFG
10	Mistarih ve diğerleri (2020); Yin ve diğerleri (2020)	Bulanık AAS ve KFG
11	Pandey (2020)	Bulanık KFG
12	Avikal ve diğerleri (2020)	Bulanık Kano ve KFG
13	Neira-Rodado ve diğerleri (2020)	Bulanık Kano, AHP, DEMATEL, KFG
14	Ahmadzadeh ve diğerleri (2020)	DEMATEL ve KFG
15	Haber ve diğerleri (2020)	Bulanık AHP, Kano Modeli ve KFG
16	Yan ve diğerleri (2020)	Bulanık Kümeleme ve KFG
17	Demirtaş ve Köksal (2019)	SERVQUAL ve KFG
18	Başkır (2017)	Bulanık KFG

Müşterinin bir tesis için oluşturacağı vizyonun, söz konusu tesis için gereksinimleri nasıl tanımladığına ve bu tanımlarını inşaat tasarım ekibine nasıl ilettiğine bağlıdır (Kamara ve diğerleri, 1999). Literatürde müşteri gereksinimlerinin ve müşteri vizyonunun tasarım sürecine dâhil olması inşaat sektöründe müşteri memnuniyetini artırmaya yönelik uygulamalar olarak değerlendirilmektedir. Bu doğrultuda yapılan çalışmalardan Kamara ve diğerleri (1999) inşaat sektöründe müşteri gereksinimlerini dikkate alarak müşteri memnuniyetini artırmaya yönelik KFG uygulaması yapmıştır. Benzer şekilde Gargione (1999) Brezilya'da gayrimenkul inşaat projesinin tasarım aşamasında KFG ile bir vaka analizi sunmuştur.

Topraklı (2019), Gaziantep ek adliye binası tasarımı yaparak adliye binalarında KFG yöntemini uygulamıştır. Topraklı (2019), hâkimler ve diğer bina kullanıcılarının binadaki sorunlarını belirlemiş ve binada otopark sorunu, gürültüsüz çalışma ortamı, toplantı ve konferans salonları taleplerini dikkate alarak bina kalitesinde iyileştirmeler yapmıştır. Benzer şekilde inşaat tasarımı aşamasında görselleştirmenin önemi üzerinde duran Erdoğan (2003), binalardaki iyileştirmeler üzerine Türk tasarım ve inşaat yapılarında müşteri isteklerini dikkate alan KFG uygulaması yapmıştır. Mimari tasarımda müşteri isteklerinin dikkate alınması gerektiğini vurgulayan Canan ve Varolgüneş (2018), kullanıcı isteklerini dikkate alan bir mimari tasarımın yapılması gerektiğini vurgulayarak KFG ve AHP yöntemlerini birlikte kullanarak ve müşteri memnuniyetini artırmayı hedeflemişlerdir. İnşaat sektöründe yapım ve tasarım aşamasında inşaat değerinin artırılmasına yönelik yapılan çalışmalardan biri de Demir ve diğerlerinin (2011) yaptığı uygulamadır. Demir ve diğerleri (2011) KFG ve değer analizi yaparak çözüm önerilerinde bulunmuşlardır. John ve diğerleri (2014), Nijerya'da tasarım ve inşaat projelerinde kalite, maliyet ve proje teslim süresi açısından müşterilerin memnuniyetini artıran bir kalite kontrol tekniği olarak KFG farkındalığını ve etkinliğini araştırmayı amaçlayan bir çalışma yürütmüşlerdir. Delgado-Hernandez ve diğerleri (2007), inşaat yapısında çocuk odası tasarımında müşteri memnuniyetini sağlamaya yönelik KFG uygulaması yapmıştır.

Bazaati ve diğerleri (2014), konutların yapı özelliklerini inceleyerek, inşaat sektöründe olan bir firmada KFG uygulaması yaparak müşteri memnuniyetini artırmaya yönelik uygulama yapmışlardır. Uygulama sonucuna göre müşteri istekleri içinde en büyük bağlı öneme sahip özelliğin *deprem* olduğu vurgulanmıştır. Daha sonra *ulaşım*, *ısıtma*, *yalıtım* özellikleri en çok dikkat edilen özellikler olduğu bulgularına varmışlardır. Başka bir çalışmada Shi ve Xie (2009) yeşil inşaat projelerinde KFG yönteminin kullanıldığı yeni bir yaklaşım önermiştir.

Olçay ve Esin (2010), konut üreticilerinin performansının gösteren kriterlerden birinin konut müşterilerinin tatmin olması bilgisine vurgu yaparak, toplu konut eğilimleri doğrultusunda müşteri ihtiyaç ve beklentilerinin projelere ne oranda yansıtıldığı araştırmışlardır. Olçay ve Esin (2010), araştırmalarında KFG kullanarak gerçek bir vaka çalışması yapmışlardır. Benzer şekilde Kara ve diğerleri (2017), çalışmalarında Toplu Konut İdaresi Başkanlığı'nın (TOKİ) konutlarını kullanmakta olan müşterilerinin memnuniyetini KFG ile değerlendirmişlerdir. Gültekin (2002)'de toplu konutlarda yapı işlerinde iyileştirmelere yönelik olarak yapı bileşenlerinin kalitesinin değerlendirilmesi amacı ile KFG kullanarak gerçek bir vaka uygulaması yapmıştır.

Bu çalışmalara ek olarak Dikmen ve diğerleri (2005), Türkiye'de konut projesi üzerinde vaka analizi ile bir uygulama yaparak katkı sağlamışlardır. Dikmen ve diğerleri (2005) çalışmalarının odak noktası inşaat aşamasından sonra en iyi pazarlama stratejisini belirlemek, farklı rakiplerin performansları arasında bir karşılaştırma yapmak ve deneyim aktarmak için KFG'nin stratejik bir karar verme aracı olarak uygulanabilirliğini incelenmeye çalışmaları olmuştur. Başka bir çalışmada, Fagnoli ve diğerleri (2020) inşaat sektöründe yaşanan kazaların riskini araştırmaya yönelik KFG yöntemini kullanarak bir uygulama yapmışlardır. KFG, müşteri memnuniyetini hedefleyen birçok alanda kullanılmıştır.

KFG yönteminin sektör ayrımı yapılmaksızın geniş bir alanda ürün ve süreç geliştirmek amacıyla kullanılmaktadır. İnşaat alanında da kullanımı yaygın şekilde kabul görmüştür. İnşaat sektöründe KFG uygulamaları daha çok konutların müşteri isteklerine göre tasarlanması ve müşteri memnuniyetinin artırılması amacıyla yürütülmüştür. Bu çalışmada ise inşaat sektöründe faaliyet gösteren bir Ar-Ge merkezinde yeni ürün geliştirilmesi aşamasında kullanılmıştır. KFG uygulaması gerçekleştirilen ürün epoksi dolgu jeli ürünüdür. Epoksi jel ürünün ile ilgili literatürde bu çalışmada ele alınan şekli ile bir çalışma yürütülmemiştir.

3. YÖNTEM

Bu çalışma altı adımda gerçekleştirilmiştir. Uygulamanın yürütülmesinde kullanılan adımlar Şekil 2'de verilmiştir. Çalışmanın birinci adımında, uygulamanın yapıldığı firma çalışanlarına KFG hakkında eğitim verilmiştir. İkinci adımda firmada KFG uygulamasının yürütüleceği ürün belirlenmiştir. Belirlenen ürün için Ar-Ge Merkezi Müdürü ile KFG uygulamasının gerçekleştirileceği bir ekip üçüncü adımda oluşturulmuştur. Literatürde, KFG uygulamaları için kurulan ekibe kalite ekibi ifadesi de kullanılmaktadır (Altuntaş ve diğerleri, 2019). Oluşturulan ekip, uygulamanın gerçekleştirileceği ürünün teknik özelliklerini bilen, müşteri ile doğrudan ürün satışında bulunan, ürün üretiminde yer alan ve son olarak Ar-Ge merkezinde çalışan

mühendis, tekniker ve teknisyenlerin dâhil olduğu bir ekiptir. Dördüncü adımda müşteri istekleri ve teknik gereksinimler belirlenmiştir. Beşinci adımda kalite evi oluşturulmuş ve son adım olan altıncı adımda da sonuç ve değerlendirmeler yapılmıştır. Beşinci adımda teknik gereksinimleri mutlak ve göreceli önem düzeyleri Eşitlik 1 ve 2 kullanılarak hesaplanmıştır.

m : müşteri ihtiyacı sayısı

n = teknik gereksinim sayısı

M_i = i . müşteri ihtiyacının önem düzeyi

N_j = j . teknik gereksinim

A_{ij} = j . teknik gereksinim ile i . müşteri ihtiyacı arasındaki ilişkinin değeri

B_j = j . teknik gereksinimin mutlak önemi

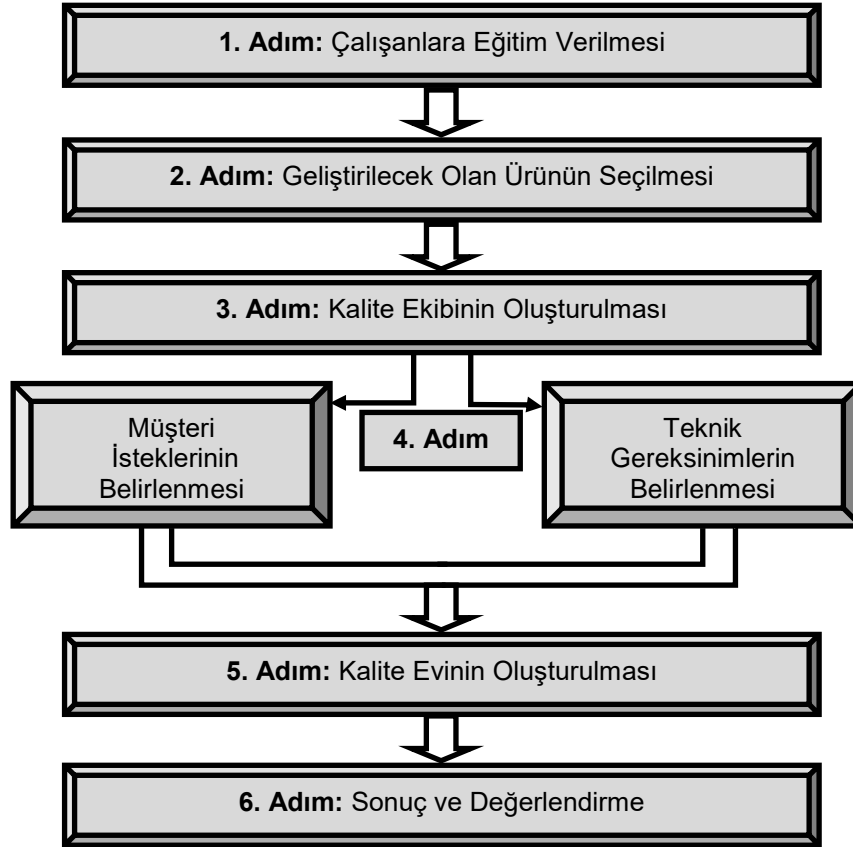
C_j = j . teknik gereksinimin göreceli önemi

$i = 1, 2, \dots, m$

$j = 1, 2, \dots, n$

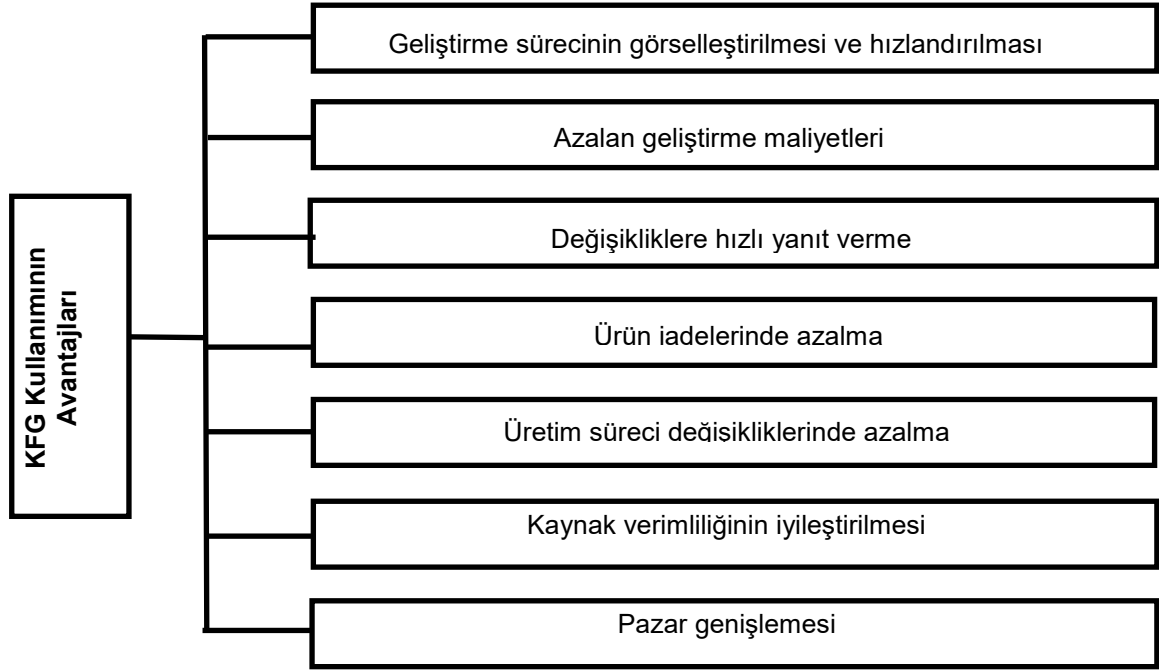
$$B_j = \sum_{i=1}^m M_i \times A_{ij} \quad (1)$$

$$C_j = \frac{B_j}{\sum_{j=1}^n N_j} \times 100 \quad (2)$$



Şekil 2. KFG uygulama adımları

Şekil 3'te KFG kullanımının faydaları verilmiştir. Buna göre, KFG uygulaması yapıldığında geliştirme süreci görsel olarak takip edilebilmektedir ve ürünün geliştirilmesi ile birlikte geliştirme maliyeti, ürün iadesi, üretim süreci değişikliği azalmaktadır. Firmaya bu faydaların gerçekleşmesi durumunda ekonomik olarak sürdürülebilirliğinde artırdığı söylenebilmektedir. Tüm bu avantajların sonucu firmanın pazarda kalma ömrü uzayabilir, ekonomik olarak büyüme stratejilerini daha hızlı gerçekleştirebilir. Bu sayede kaynaklarını firmanın başka alandaki açıklarını kapatmak için kullanabilecek ve inovasyon stratejilerini güncel tutması için diğer çalışmalara da daha fazla kaynak ayırabilecektir.



Şekil 3. KFG uygulamasının avantajları (Kalinina ve diğerleri, 2020: 229).

4. UYGULAMA

Bu çalışma, 1998 yılında inşaat sektöründe faaliyet göstermek amacıyla kurulan bir firmada yapılmıştır. Söz konusu inşaat firması sektörün ihtiyaçlarını karşılamak ve ülke sanayisine katkıda bulunmak amacıyla her geçen gün büyümektedir. Sektöre yapı malzeme üretimi yaparak önemli katkılar yapmaktadır. İnşaat sektöründe karşılaşılan problemlere mühendislik çözümleri hizmeti de vermektedir. Ürün ve hizmet kalitesini sürekli geliştirmeyi vizyon edinen firma 70'ten fazla ülkeye ihracat yaparak ülke ekonomisinde de önemli bir konuma sahiptir. İnovasyona ve yeni ürün geliştirmeye son derece önem veren firma müşteri talepleri doğrultusunda ürünlerini sürekli iyileştirmektedir.

Bu çalışmada, firmanın ürettiği önemli ürün kalemlerinden biri olan epoksi dolgu jeli ürününün müşteri istekleri doğrultusunda yeni bir ürün geliştirilmesine yönelik bir araştırma yapılmıştır. Yapı malzemelerinde kullanılan önemli bir bileşen olan epoksi dolgu jeli ürününün geliştirilmesi amacıyla KFG yöntemi uygulanmıştır. Gerçek hayatta kullanılan bu önemli jel maddesinin geliştirilmesi ile ürün inovasyonunun yapılması için de önemli bir adım olacağı düşünülmektedir. KFG müşteri odaklı ürün geliştirme yöntemlerinden biridir (Augusto Cauchick Miguel 2007). Günümüzde birçok şirketteki iş kararları, yüksek derecede müşteri memnuniyeti sağlayan ürünlerin seçilmesine yönelik olarak alınmaktadır (Kahraman ve diğerleri, 2006). Müşteri odaklı ürün geliştirme çalışmaları müşteri memnuniyetini de beraberinde getireceği düşünülmektedir. Bu nedenle, müşteri istekleri doğrultusunda inovasyon yapmayı önemseyen firmalar için KFG kullanımı müşteri memnuniyetini de doğrudan etkileyeceği değerlendirilmektedir.

Bir ürünün pazarda yer alabilmesi için, müşteri ihtiyaçlarının net olarak ortaya konması gerekmektedir (Tatman, 2020: 167). Kalite ekibi oluşturulduktan sonra, söz konusu ürün için hedef müşteri kitlesi belirlenmiştir. Müşteri ihtiyaçları belirlenirken öncelikle müşteri ile doğrudan iletişimde bulunan ve firmadaki pazarlama ve satış bölümünde uzun süre çalışan çalışanlarının görüşlerine başvurulmuştur. Çalışmanın başında, bu çalışanlarını da dâhil olduğu bir kalite ekibi oluşturulmuştur. Bu çalışanlardan görüşme yoluyla müşteri taleplerini ve şikayetlerinin de dikkate alarak olası müşteri istekleri belirlemeleri istenmiştir. Belirlenen müşteri istekleri, üretilen ürünlerin satıldığı bazı müşteri gruplarının da görüşleri alınarak yeni müşteri isteklerinin yazılması istenmiştir. Son aşamada, kalite ekibi toplanan tüm müşteri isteklerini gözden geçirmiş ve KFG çalışmasında kullanılacak nihai müşteri isteklerini belirlemiştir. Seçilen müşterilerden isteklerinden hareketle müşteri ihtiyaç listesi oluşturulmuştur. 17 adet müşteri ihtiyaçları Tablo 3'te verilmiştir. Müşteri ihtiyaç listesi belirlenmesinin ardından listedeki müşteri isteklerinin göreceli olarak önem değerleri belirlenmiştir. Müşteri isteklerinin göreceli önem düzeylerinin belirlenmesi aşamasında çalıştay katılımcılarından oluşturulan bir ekipten faydalanılmıştır. Bu aşamada, ekipte bulunan katılımcıların firmadaki tecrübeleri ve epoksi dolgu jel üretim süreçlerine olan etkileri dikkate alınarak katılımcıların karar sürecine olan etki düzeylerine ilişkin önem düzeyleri belirlenmiştir. Sonrasında her bir katılımcı birer iç müşteri olarak her bir müşteri isteğini 0-100 arasında puanlanması istenmiştir. Katılımcıların her bir müşteri isteğine verdikleri puan ile katılımcının öncem düzeyi çarpılarak ilgili katılımcının söz konusu müşteri isteği

için göreceli önemi ortaya çıkarılmıştır. Son aşamada ise katılımcıların tümünün müşteri istekleri için göreceli önem düzeyleri 0-1 arasında normalleştirilerek nihai göreceli önem düzeyleri elde edilmiştir. Müşteri ihtiyaçlarının karşılanması amacıyla yapılması gerekenlerin belirlenmesi için kalite ekibi tarafından iki çalıştay gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen çalıştaylarda her bir müşteri isteğinin nasıl karşılanacağına cevap aranmıştır. Kalite ekibindeki her bir üyenin özgür düşünmesi ve rahatlıkla fikirlerini açıklayabilmesine olanak verilmiştir. Bu sayede etkin ve verimli bir beyin fırtınası gerçekleştirme imkânı elde edilmiştir. Kalite ekibinin çalışmaları sonunda 15 adet teknik gereksinim belirlenmiştir. 15 adet teknik gereksinimin 17 adet müşteri ihtiyacını karşılayacağı değerlendirilmiştir. Tablo 4'te teknik gereksinimler verilmiştir. Ayrıca Tablo 5'te teknik gereksinimler arasındaki ilişkiler gösterilmiştir. Müşteri istekleri ve teknik gereksinimlerin belirlenmesinin ardından kalite evi oluşturulmuştur.

Epoksi dolgu jel ürünü için kalite evine ait tüm komponentler Şekil 5'te verilmiştir. Kalite evinin oluşturulmasında müşteri istekleri ile teknik gereksinimler arasındaki ilişkiler belirlenirken zayıf ilişki (1), orta düzeyde ilişki (3) ve güçlü ilişki (9) ölçeği kullanılmıştır.

Kalite evine göre belirlenen en önemli ilk üç müşteri ihtiyacı şunlardır:

- Jelin kullanım öncesi donmaması,
- Jelin bir zemine uygulanması esnasında kullanılan aparatın durması,
- B komponenti sulanma açısından homojen olması yani ürünün çok fazla akışkan olmaması.

Şekil 4'te verilen kalite evinde görüldüğü gibi epoksi dolgu jeli için teknik gereksinimlerin en önemli olan değerini belirlemek için mutlak değeri hesaplanmıştır ve bu değerlerin yüzdesi olarak göreceli değerleri hesaplanmıştır. Epoksi dolgu jeli için en önemli teknik gereksiniminin ısıtma yaparak üretim yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır. Daha sonra sırası ile en önemli iki teknik gereksinim, kalite kontrol oluşturulması ve akışkanlık ayarlaması yapılması gelmektedir. Epoksi dolgu jeli müşterilerinin memnuniyetini artırmak için, üretim esnasında Tablo 4'te verilen teknik gereksinimlerin uygulamasına daha özenli yaklaşılması gerektiği görülmektedir. Bu işlemler içerisinde yapılacak ilk üç teknik gereksinim önceliğinin, jelin üretimi esnasında ısıtma yaparak üretim yapılması, akışkanlık ayarlaması yapılarak kalite kontrolünün oluşturulmasının sağlanması olmalıdır.

Kalite evinin çatı kısmı teknik gereksinimler arasındaki ilişkileri göstermektedir. Kılıç ve Babat (2011) çalışmalarında boş hücre ilişki yok, kuvvetli olumlu ilişki (+9), olumlu ilişki (+3), olumsuz ilişki (-3) ve kuvvetli olumsuz (-9) değerlendirmesi ile KFG'deki teknik gereksinimlerin birbirleri arasındaki ilişkilerini belirlemiştir. Pozitif veya negatif değerler teknik gereksinimler arasındaki ilişkilerin doğrultusu konusunda bilgi vermektedir. Kurt ve Yenilmez (2017) ise pozitif güçlü, pozitif normal, negatif güçlü ve negatif normal ilişki derecelerini kullanarak teknik gereksinimler arasındaki ilişkileri belirlemiştir. Bu çalışmada, kalite ekibinin de görüşleri doğrultusunda hem müşteri ihtiyaçları ile teknik gereksinimler arasındaki ilişkiler hem de teknik gereksinimlerin birbirleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesinde zayıf ilişki (1), orta düzeyde ilişki (3) ve güçlü ilişki (9) skalası kullanılmıştır. Şekil 4'ten görüleceği gibi oluşturulan kalite evinde teknik gereksinimler arasındaki ilişkilerde negatif ilişki bulunmadığından kullanılan skalada da negatif ilişkiler tanımlanmamıştır. Teknik gereksinimler arasındaki ilişkinin gücünü belirlemek için Tablo 5 oluşturulmuştur. Tablo 5, Şekil 4'teki teknik gereksinimlerin göreceli önem düzeyleri (%) dikkate alınarak sıralanmasıyla oluşturulmuştur.

Tablo 5'e göre satırlarda bulunan her bir müşteri ihtiyacına her bir sütunda bulunan teknik gereksinime olan etkisini ortaya çıkarmak için bir ilişki katsayısı kullanılmıştır. Müşteri ihtiyaçları ile teknik gereksinimlerin ilişkilendirmek için literatürde farklı ölçekler kullanılmaktadır. Kılıç ve Babat (2011) çalışmalarında ilişki yok (0), muhtemel ilişki (1), orta güçte ilişki (3) ve çok güçlü ilişki (10) değerlendirmesi ile KFG'deki müşteri ihtiyaçları ile teknik gereksinimlerin ilişkilerini belirlemiştir. Kurt ve Yenilmez (2017) ise KFG uygulamasında zayıf ilişki (1), orta ilişki (3) güçlü ilişki (9) değerlendirmesi ile müşteri ihtiyaçları ile teknik gereksinimlerin ilişkilerini belirlemiştir. Bu çalışmada, kalite ekibinin de görüşleri doğrultusunda hem müşteri ihtiyaçları ile teknik gereksinimler arasındaki ilişkiler hem de teknik gereksinimlerin birbirleri arasındaki ilişkiler belirlenirken güçlü ilişkilere 9, en zayıf ilişkilere 1 ve orta düzeydeki ilişkilere ise 3 numarası atanmıştır. Tablo 5'e göre "üretim esnasında kazanın hava almaması sağlanmalı" teknik gereksinimi "kalite kontrol oluşturulmalı" teknik gereksinimine olan etkisi güçlü iken (9 ile ifade edilmiştir), "akışkanlık ayarlaması yapılmalı (akışkanlıkta değişiklik yapılmalı)" teknik gereksinimine etkisi en zayıftır (1 ile ifade edilmiştir).

Bununla birlikte, "ürünün üretim esnasında sıcaklık bilgisi" ile "kalite kontrol oluşturulması" arasında ve "ürünün mukavemetinin yüksek olması" ile "kalite kontrol oluşturulması" arasında oldukça pozitif güçlü ilişki olduğu görülmektedir. Yani ürünün üretim esnasında sıcaklık bilgisinin olması, ürünün mukavemetinin yani dış etkilere karşı bozulmadan şeklinin değiştirilebilir olması, kalite kontrolünün olmasını pozitif yönde çok güçlü olarak etkilediği değerlendirilmektedir. Benzer şekilde kalite kontrolünün oluşturulmasını çok güçlü seviyede etkileyen diğer gereksinimler; ürünün üretim esnasında kazanın hava almamasını sağlamak,

üretim esnasındaki karıştırma süre bilgisinin olması, üretim esnasındaki karıştırma hız bilgisinin olması, müşterinin renk kodlarını belirlemesidir.

Tablo 3. Müşteri ihtiyaç listesi

No	Müşteri İstekleri	Müşteri İhtiyaç listesi
1	Jel bana geldiğinde donmasın	Jel kullanım öncesi donmamalı
2	Jel sürünen zemindeki tüm gözenekleri doldursun	Jel sürünen zemindeki tüm gözenekleri doldurmalı
3	Jel sürünen zeminde çökmesin	Jel sürünen zeminde çökme yapmamalı
4	Her partide gelen siparişi aynı standartta olsun	Ürün kararlı olmalı (Hep aynı kalitede/standartta olmalı)
5	Jelin rengi mermerin rengine uygun olsun	Mermer çeşitlerine göre renk kartelaları belirlenmeli
6	Jelin uygulanması kolay olsun	Jel farklı zemin türlerinde rahatlıkla kullanılabilmesi
7	Jelin bir zemine uygulanması esnasında kullanılan aparatlarda dursun	Jelin bir zemine uygulanması esnasında kullanılan aparatlarda durmalı
8	Jelin ıslak zeminde tutsun	Jel ıslak zemine yapışabilmesi
9	Jel neme karşı hassas olmasın/ Jel nemli ortamda kullanılabilsin	Jel neme karşı hassas olmamalı
10	Kışın hızlı kürlenme gerçekleşsin	Kışın hızlı kürlenme gerçekleşmeli
11	Jelin sürüldüğü zeminde yaşanabilecek kırılma problemini ortadan kaldırsın	Jelin sürüldüğü zeminde yaşanabilecek kırılma problemi olmamalı
12	B komponenti 5 kiloluk paketlerde gelsin veya A ve B ambalajı 4'e 1 olsun	Farklı ambalajlama imkânları olmalı
13	A komponentinin içinde topaklanmalar olmasın	A komponenti topaklanma olmamalı
14	A komponentindeki tenekenin tüm bölümlerinde jel rengi aynı olsun	A komponenti rengi homojen olmalı
15	B komponentinde sulanma olmasın	B komponenti sulanma açısından homojen olmalı (Ürün çok fazla akışkan olmamalı)
16	B komponentinde köpüklenme olmasın	B komponenti köpüklenmemeli
17	Ürün kolay paketlenilebilir olsun	Ürün kolay paketlenilebilir olmalı

Tablo 4. Müşteri ihtiyaçlarını karşılayacak teknik gereksinimler

No	Teknik Gereksinimler Listesi
1	Isıtma yaparak üretim
2	Akışkanlık ayarlaması yapılmalı (akışkanlıkta değişiklik yapılmalı)
3	Ürünün mukavemetinin yüksek olması gerekir
4	Ürünün üretim esnasındaki karıştırma hız bilgisi olmalı
5	Ürünün üretim esnasındaki sıcaklık bilgisi olmalı
6	Ürünün üretim esnasındaki karıştırma süre bilgisi olmalı
7	Ürünün üretim esnasında kullanılan bıçak tipi bilgisi olmalı
8	Müşterinin renk kodları belirlenmeli
9	Renk çalışmaları yürütülmeli
10	Jelin kimyası ile ilgili araştırma yapılmalı
11	Nem tutucu kimyasallar formüle eklenebilir
12	Sıcaklıktan etkilenmeyen jel sertleştirici ürün geliştirilmesi
13	Farklı ölçüde ambalajlar kullanılmalı
14	Kalite kontrol oluşturulmalı
15	Üretim esnasında kazanın hava almaması sağlanmalı

Tablo 5'in oluşturulması aşamasında kalite ekibinin yaptığı değerlendirmede ilişkilerin ters yönde olması durumunda aynı etkiyi göstermeyeceği değerlendirildiğinden, Tablo 5'te ifade edilen "üretim esnasında kazanın hava almaması sağlanmalı" teknik gereksinimi "kalite kontrol oluşturulmalı" teknik gereksinimine olan etkisi güçlü iken; aynı ilişki ters yönde orta olarak ifade edilmiştir.

No	Müşteri İhtiyaç Listesi	Önem Düzeyi	Kalite Evriği														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Jel kullanım öncesi donmamalı	0,0728832	9				3	3	3								3
2	Jel sürünen zemindeki tüm gözenekleri doldurmalı	0,0600214		9													
3	Jel sürünen zeminde çökme yapmamalı	0,0550911	3	9	9												
4	Ürün kararlı olmalı (Hep aynı kalitede/standartta olmalı)	0,0720257	9			9	9	9	9							9	9
5	Mermer çeşitlerine göre renk kartelaları belirlenmeli	0,0655949								9	9						
6	Jel farklı zemin türlerinde rahatlıkla kullanılabilmesi	0,0623794		3							9						
7	Jelin bir zemine uygulanması esnasında kullanılan aparatlarda durmalı	0,0728832		9													
8	Jel ıslak zemine yapışabilmesi	0,0216506		1								9	9				
9	Jel neme karşı hassas olmamalı	0,0696677										9					9
10	Kışın hızlı kürlenme gerçekleşmeli	0,0488746	3										9				
11	Jelin sürüldüğü zeminde yaşanabilecek kırılma problemi olmamalı	0,0711683	3		9												
12	Farklı ambalajlama imkanları olmalı	0,0259378													9		
13	A komponentide topaklanma olmamalı	0,0728832	9	1		9	3	9	9							9	
14	A komponentinin rengi homojen olmalı	0,0561629	3			3		3	3	9	3					9	
15	B komponenti sulanma açısından homojen olmalı (Ürün cıvık olmamalı)	0,0728832	3	9		3	3	3	3							9	
16	B komponenti köpüklenmemeli	0,0651661	3													9	9
17	Ürün kolay paketlenilebilir olmalı (Paketlenme anında akışkan olmalı)	0,0347267	9	9													
Mutlak Önem			3,3807	2,9421	1,1363	1,6913	1,3042	1,91	1,91	1,0958	1,3203	0,1949	0,8219	0,4399	0,2334	3,0521	2,0804
Göreceli Önem			14,378	12,513	4,8328	7,1931	5,5466	8,123	8,123	4,6605	5,615	0,8287	3,4953	1,8707	0,9928	12,98	8,8477

Şekil 4. Kalite evriği

Tablo 5. Teknik gereksinimler arasındaki ilişkiler

	Isıtma yaparak üretim	Kalite kontrol oluşturulmalı	Akışkanlık ayarlaması yapılmalı (akışkanlıkta değişiklik yapılmalı)	Üretim esnasında kazanın hava almaması sağlanmalı	Ürünün üretim esnasındaki karıştırma süre bilgisi olmalı	Ürünün üretim esnasında kullanılan bıçak tipi bilgisi olmalı	Ürünün üretim esnasındaki karıştırma hız bilgisi olmalı	Renk çalışmalarını yürütülmeli	Ürünün üretim esnasındaki sıcaklık bilgisi olmalı	Ürünün mukavemetinin yüksek olması gerekir	Müşterinin renk kodları belirlenmeli	Nem tutucu kimyasallar formüle eklenebilir	Sıcaklıktan etkilenmeyen jel sertleştirici ürün geliştirilmesi	Farklı ölçüde ambalajlar kullanılmalı	Jelin kimyası ile ilgili araştırma yapılmalı	Toplam
Isıtma yaparak üretim			3													6
Kalite kontrol oluşturulmalı			1	3	3	3	3	3	3		3					22
Akışkanlık ayarlaması yapılmalı (akışkanlıkta değişiklik yapılmalı)	1						1	1							3	6
Üretim esnasında kazanın hava almaması sağlanmalı	3	9	1							3		9				25
Ürünün üretim esnasındaki karıştırma süre bilgisi olmalı		9	3			9	9	3	3							36
Ürünün üretim esnasında kullanılan bıçak tipi bilgisi olmalı		3	3	3			9		1							19
Ürünün üretim esnasındaki karıştırma hız bilgisi olmalı		9	3	3	9			1	1							26
Renk çalışmaları yürütülmeli		9			3		1				9					22
Ürünün üretim esnasındaki sıcaklık bilgisi olmalı	9	9	9				1		9		3					40
Ürünün mukavemetinin yüksek olması gerekir	9	9	3	3	3	1	3		9		3	1				44
Müşterinin renk kodları belirlenmeli		9			3	1	3	9								25
Nem tutucu kimyasallar formüle eklenebilir				3												3
Sıcaklıktan etkilenmeyen jel sertleştirici ürün geliştirilmesi														9		9
Farklı ölçüde ambalajlar kullanılmalı																0
Jelin kimyası ile ilgili araştırma yapılmalı												9				9
Toplam	22	66	26	9	18	23	30	16	13	20	12	15	10	0	12	

1= Zayıf ilişki, 3=Orta düzeyde ilişki, 9= Güçlü ilişki

5. SONUÇ

Bu çalışmada, yapı malzemelerinde kullanılmakta olan epoksi dolgu jeli ürününün geliştirilmesi amacıyla KFG uygulaması yapılmıştır. Bu uygulama inşaat sektöründe faaliyet gösteren, yapı malzeme üretimi yaparak ihracat gerçekleştiren ve ülke ekonomisine de önemli katkıları olan bir firmada da yapılmıştır. Söz konusu firmanın Ar-Ge merkezinde yapılan bu uygulama ile müşteri beklentilerine uygun ürün üretiminin yapılması amaçlanmıştır. Müşteri beklentilerini uygun ve kısa sürede yanıtlayabilme yeteneği firmaların rekabet gücünü artıran en önemli öğelerden biri olarak değerlendirilmektedir (Şahin ve Demirtaş, 2019). Uygulama sonuçlarına göre en önemli ilk üç müşteri ihtiyacı; jelin kullanım öncesi donmaması, jelin bir zemine uygulanması esnasında kullanılan aparatın durması, B komponenti sulanma açısından homojen olması yani ürünün çok fazla akışkan olmamasıdır. En önemli ilk üç teknik gereksinim ise jelin üretimi esnasında ısıtma yaparak üretim yapılması, kalite kontrolünün oluşturulması ve akışkanlık ayarlaması yapılarak üretim yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Isıtma yaparak üretim teknik gereksinimi ile *kalite kontrolünün oluşturulması* teknik gereksinimi arasında bir ilişki bulunamamıştır. *Isıtma yaparak üretim* teknik gereksinimi ile *akışkanlık ayarlaması yapılması* teknik gereksinimi arasında ise orta düzeyde bir ilişki çıkmıştır. *Kalite kontrolünün oluşturulması* teknik gereksinimi ile *akışkanlık ayarlaması yapılması* teknik gereksinimi arasında da zayıf bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Bu üç gereksinimin kendi başına epoksi dolgu jel ürününün kalitesini farklı yönleriyle etkilediği düşünülmelidir. Epoksi jel üretimi ile ilgili elde edilen bu önemli sonuçlar dikkate alınması durumunda müşteri memnuniyetinin artacağı değerlendirilmektedir. Aynı zamanda firma içi kaynakların verimli kullanılmış olacağı ve firmanın pazar payını artıracığı öngörülmektedir.

Teknik gereksinimler arasında, *kalite kontrolünün oluşturulması* teknik gereksinimi diğer teknik gereksinimlerden en fazla etkilenen teknik gereksinimdir (66 puan). *Ürünün üretim esnasındaki karıştırma hız bilgisi olmalı* teknik gereksinimi ise ikinci sırada en fazla etkilenen teknik gereksinimdir (30 puan). Diğer taraftan *ürünün mukavemetinin yüksek olması* teknik gereksinimi diğer gereksinimleri en fazla etkileyen teknik gereksinimdir (44 puan). *Farklı ölçüde ambalajların kullanılması* teknik gereksinimi ise diğer teknik gereksinimleri ne etkilemekte ne de onlardan etkilenmektedir.

Yürütülen çalışma en önemli kısıtı müşteri katılımının az olmasıdır. Bir diğer kısıt ise üretimi gerçekleştirilecek olan yeni ürünün tasarımı ve kimyasal bileşenlerinin neler olması gerektiğinin ortaya çıkarılmamış olmasıdır. Bu kısıtı ortadan kaldırmak için gelecekte Ar-Ge temelli çalışmaların yürütülmesine ihtiyaç bulunmaktadır. Bununla birlikte, yeni ürünün maliyetinin ne olacağına yönelik bir araştırma ve bir fizibilite çalışmasının yapılmaması da önemli bir kısıttır.

Gelecek çalışmalarda yapı sektöründe kullanılan ürünler için periyodik olarak müşteri sesi dinlenebilir. Belirli dönemlerde ise bu ürünler için KFG uygulamalarının tekrarlanması önerilmektedir. Periyodik olarak müşteri sesinin dinlenmesi artımsal inovasyon için de büyük katkı sağlayacağı düşünülmektedir. KFG uygulaması ürünlerin artımsal inovasyonuna katkı sağlayabileceği gibi inovasyon odaklı yeni tasarımlarında yapılmasına yardımcı olabilecektir.

Teşekkür: Makalenin yazarları, kalite ekibinde yer alarak çalışmaya verdikleri katkılardan dolayı Yavuz Selim Sar, Erkut Alçakır, Fırat Karaman, Cemil Aytaç, Özlen Turan ve Emre Tonguç'a teşekkür etmektedir.

KAYNAKÇA

- Acar, H. (2003). "Doğal Taşlarda Çatlak Tamir ve Gözenek Dolgu Sistemleri", *Türkiye IV. Mermer Sempozyumu (MERSEM 2003)*, 18-19 Aralık 2003.
- Ahmadzadeh, A., Sheikh Aboumasoudi, A., Shahin, A. ve Teimouri, H. (2020). "Developing a QFD Model for Prioritizing The CSFS of ERP Based on the Enablers of Organizational Agility", *Benchmarking: An International Journal*, 28(4), 1164-1185.
- Akao, Y. ve Mazur, G.H. (2003). "The Leading Edge in QFD: Past, Present And Future", *International Journal of Quality ve Reliability Management*, 20(1), 20-35.
- Altuntaş, S., Dereli, T. ve Özşalap, C. (2019). "Kalite Fonksiyonu Göçerimi (KFG) ile Askeri Havacılıktaki Bakım Faaliyetleri için Yeni Ürün Tasarımı", *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 34(4), 2187-2202.
- Aouag, H., Soltani, M. ve Mouss, M.D., (2020). "Enhancement of Value Stream Mapping Application Process Through Using Fuzzy Dematel And Fuzzy QFD Approaches: A Case Study Considering Economic and Environmental Perspectives", *Journal of Modelling in Management*, 16(3), 1002-1023.
- Avikal, S., Singh, R., ve Negi, R. (2020). "QFD and Fuzzy Kano Model Based Approach for Classification of Aesthetic Attributes of SUV Car Profile", *Journal of Intelligent Manufacturing*, 31, 271-284.
- Bagassi, S., De Crescenzo, F. ve Piastra, S. (2020). "Augmented Reality Technology Selection Based On Integrated QFD-AHP Model", *International Journal on Interactive Design and Manufacturing*, 14, 285-294.
- Başkır, M.B. (2017). "4-Aşamalı Bulanık Kalite Fonksiyon Yayılımı Yaklaşımı İle Tedarikçi Seçimi", *Verimlilik Dergisi*, 4, 81-110.
- Bazaati, S., Bayrmi, S. ve Oral, E. (2014). "Kalite FonksiyonuYayılımı ve İnşaat Sektöründe Bir Uygulama", *Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 29(1), 53-62.
- Bouchereau, V. and Rowlands, H. (2000), "Methods and techniques to help quality function deployment (QFD)", *Benchmarking: An International Journal*, 7(1), 8-20.
- Canan, F. ve Varolgüneş, F.K. (2018). "The Importance of The Use of QFD-AHP Methods in Architectural Design Quality Evaluation", *International Conference on Multidisciplinary, Science, Engineering and Technology (IMESET'18)*, Oct 25-27, 2018, Dubai.
- Chen, X., Ding, Y., Cory, C.A., Hu, Y., Wu, K-J. ve Feng, X. (2021). "A Decision Support Model for Subcontractor Selection Using a Hybrid Approach of QFD and AHP-IMPROVED Grey Correlation Analysis", *Engineering, Construction and Architectural Management*, 28(6), 1780-1806.
- Ćočkaló, D., Vorkapić, M., Kreculj, D., Đorđević, D. ve Frantlović, M. (2020). "Using QFD and AHP Tools in the Case of Industrial Transmitters Manufacturing", *FME Transactions*, 48, 164-172.
- Deepu T.S. ve Ravi, V. (2020). "An integrated ANP-QFD Approach for Prioritization of Customer and Design Requirements for Digitalization in an Electronic Supply Chain", *Benchmarking: An International Journal*, 28(4), 1213-1246.
- Delgado-Hernandez, D.J., Bampton, K.E. ve Aspinwall, E. (2007). "Quality function deployment in construction", *Construction Management and Economics*, 25(6), 597-609.
- Demir, İ.H., Giran, Ö. ve Eken, E. (2011). "Konut Tasarımında Değer Yönetimi Ve Kalite Fonksiyon Dağılımının Entegrasyonu", *Engineering Sciences*, 6(4), 1390-1406.
- Demirtaş, E.A. ve Köksal, G. (2019). "Sağlık Hizmet Kalitesinin SERVQUAL Temelli Kalite Evi ile Değerlendirilmesinde Yeni Bir Yaklaşım", *Verimlilik Dergisi*, 2, 29-52.
- Dikmen, I., Birgonul, M.T. ve Kiziltas, S. (2005). "Strategic Use of Quality Function Deployment (QFD) in the Construction Industry", *Building and Environment*, 40(2), 245-255.
- Doşar, G. ve Görener, A. (2020). "Ürün Geliştirme Süreçlerinde Kalite Fonksiyon Göçeriminin Uygulanması". *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(37), 269-292.
- El Mesbahi, J., Buj-Corral, I. ve El Mesbahi, A., (2020). "Use of the QFD Method to Redesign a New Extrusion System for a Printing Machine for Ceramics", *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 111, 227-242.
- Elhegazy, H., Ebid, A., Mahdi, I., Haggag, S. ve Abdul-Rashied, I. (2021). "Implementing QFD in Decision Making for Selecting the Optimal Structural System for Buildings", *Construction Innovation*, 21(2), 345-360.
- Eraslan, H., İpçioğlu, İ., Haşit, G. ve Erşahan, B. (2008). "Bilecik Bölgesi Mermer Sektörünün Uluslararası Rekabetçilik Analizi: Sektörel Sorunlar ve Çözüm Önerileri", *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5(10), 194-217.

- Erdoğan, B. (2003). "The Extent of Information Visualisation in Turkish Construction Industry: A QFD Approach", Master's Thesis, The Graduate School of Natural and Applied Sciences of the Middle East Technical University, Ankara.
- Fargnoli, M., Lombardi, M., Haber, N. ve Guadagno, F. (2018). "Hazard Function Deployment: a QFD-Based Tool for the Assessment of Working Tasks – a Practical Study in the Construction Industry", *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 26(2), 348-369.
- Fargnoli, M., Lombardi, M., Haber, N. ve Guadagno, F. (2020). "Hazard function deployment: A QFD-based tool for the assessment of working tasks–A practical study in the construction industry", *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 26, 2, 348-369.
- Gargione, L.A. (1999). "Using Quality Function Deployment (QFD) in the Design Phase of an Apartment Construction Project", *In Proceedings IGLC*, 7, 357-368.
- Genç, M.C. ve Atasoy, Y. (2010). "Ar&Ge Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Panel Veri Analizi", *Bilgi Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi*, 5(2), 27-34.
- Govers, C.P.M. (1996). "What and How About Quality Function Deployment (QFD)", *International Journal of Production Economics*, 46-47, 575–585.
- Gökdemir, F. (2010). "Mermer Blok, Plaka ve Striplerine Uygulanan Kimyasal Dolgu-Güçlendirme Yöntemlerinin Verimliliklerinin Araştırılması", Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.
- Güler, A. ve Kırış, Ş. (2020). "Seramik Sektöründe Kalite Fonksiyon Göçerimi ve Çok Seçenekli Konik Hedef Programlama Bütünleşik Yaklaşımı", *Endüstri Mühendisliği*, 31(3), 439-459.
- Gültekin, A.T. (2002). "Toplu Konutlarda Yapı Bileşenlerinin Kalite Değerlendirmesi", *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 17(3), 137-152.
- Haber, N., Fargnoli, M. ve Sakao, T. (2020). "Integrating QFD for Product-Service Systems with the KANO Model and Fuzzy AHP", *Total Quality Management ve Business Excellence*, 31(9-10), 929-954.
- Horvath, A. (2004). "Construction Materials and the Environment", *Annual Review of Environment and Resources*, 29, 181-204.
- Huang, S.T., Shang, K.C., Su, C.M., Chang, K.Y. ve Tzeng, Y.T. (2020). "Applying QFD to Assess Quality of Short Sea Shipping: an Empirical Study on Cross-Strait High-Speed Ferry Service Between Taiwan and Mainland China", *International Journal of Shipping and Transport Logistics*, 12(4), 284-306.
- John, R., Smith, A., Chotipanich, S. ve Pitt, M. (2014). "Awareness and effectiveness of quality function deployment (QFD) in design and build projects in Nigeria", *Journal of Facilities Management*, 12(1), 72-88.
- Kahraman, C., Ertay, T. ve Büyüközkan, G., (2006). "A Fuzzy Optimization Model for QFD Planning Process Using Analytic Network Approach", *European Journal of Operational Research*, 171(2), 390-411.
- Kalinina, Y.A., Bortnik, O.A. ve Kuzina, E.L. (2020). "Information Technology in Product Development by Method of Quality Function Deployment". *In 2020 International Conference Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies (IT&QM&IS)*, 227-231.
- Kamara, J.M., Anumba, C.J. ve Evbuomwan, N.F. (1999). "Client requirements processing in construction: a new approach using QFD", *Journal of Architectural Engineering*, 5(1), 8-15.
- Kara, Y., Demir, İ.H. ve Torun, M. (2017). "Toki Konutlarında Son Kullanıcı Memnuniyetinin KFY Yöntemiyle Değerlendirmesi", *In 5th International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science (ISITES2017)*, 29-30 September 2017, Baku-Azerbaijan.
- Karpuz, U., Testik, M.C. ve Pakdil, F. (2012). "Fast Food İşletmelerinde Mal ve Hizmet Kalitesinin Artırılması İçin Kalite Fonksiyon Yayılımı Uygulaması", *Verimlilik Dergisi*, 2, 87-104.
- Karthiyayini, N. ve Rajendran, C. (2021). "An Approach for Benchmarking Service Excellence in Accredited Services of Indian Calibration and Testing Laboratories", *Materials Today: Proceedings*, 46(17), 8218-8225.
- Kaya, V., Yalçınkaya, Ö. ve Hüseyini, İ. (2013). "Ekonomik Büyümede İnşaat Sektörünün Rolü: Türkiye Örneği (1987-2010)". *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 27(4), 148-167.
- Kılıç, B. ve Babat D. (2011). "Kalite Fonksiyon Göçerimi: Yiyecek İçecek İşletmelerine Yönelik Kuramsal Bir Yaklaşım", *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi* 13(20), 93-104, 2011.
- Kurt, H. ve Yenilmez, G. (2017). "Kalite Fonksiyon Yayılımı: Alışveriş Merkezleri Üzerine Bir Uygulama", *Organizasyon ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 9(1), 14-29.
- Kuvat, Ö. ve Abatay, G. (2020). "Karma Yem Üretiminde Müşteri İhtiyaçlarının Karşılmasına Yönelik Kalite Fonksiyonu Göçerimi Uygulaması", *BAUN Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22(2), 717-740.

- Lam, J.S.L. ve Bai, X. (2016). "A Quality Function Deployment Approach to Improve Maritime Supply Chain Resilience", *Transportation Research Part E*, 92, 16-27.
- Liu, H.C., Shi, H., Li, Z.W. ve Duan, C.Y. (2022). "An Integrated Behavior Decision-Making Approach for Large Group Quality Function Deployment", *Information Sciences*, 582, 334-348.
- Mehrjerdi, Y.Z. (2010). "Quality Function Deployment and Its Extensions", *International Journal of Quality & Reliability Management*, 27(6), 616-640.
- Miguel, P.A.C. (2005). "Evidence of QFD Best Practices for Product Development: a Multiple Case Study", *International Journal of Quality & Reliability Management*, 22(1), 72-82.
- Miguel, P.A.C. (2007). "Innovative New Product Development: A Study of Selected QFD Case Studies", *The TQM Magazine*, 19(6), 617-625, 2007.
- Mistarihi, M.Z., Okour, R.A. ve Mumani, A.A. (2020). "An Integration of a QFD Model with Fuzzy-ANP Approach for Determining the Importance Weights for Engineering Characteristics of the Proposed Wheelchair Design", *Applied Soft Computing*, 90, 106136.
- Nardalı, S, Ergenç, E. ve Kırbaç, G. (2020). "Online (uzaktan) eğitim Hizmetlerinin Pazarlanmasında Kalite Fonksiyon Göçerimi Uygulaması", *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 25(4), 557-568.
- Neira-Rodado, D., Ortíz-Barríos, M., De la Hoz-Escorcía, S., Paggetti, C., Noffrini, L. ve Fratea, N. (2020). "Smart Product Design Process Through the Implementation of a Fuzzy Kano-AHP-DEMATEL-QFD Approach", *Applied Sciences*, 10, 1792.
- Nursaçan, N.M. ve Çetinyokuş, T. (2020). "Hastane Hizmetlerinin İyileştirilmesinde Kalite Fonksiyonu Göçerimi (KFG) Yönteminin Kullanılması ve Nesnelerin İnterneti Model Önerisi", *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 20, 181-195.
- Olçay, Y. ve Esin, N. (2010). "Toplu konut üretiminde kullanıcı tatmini yönelimli bir veri toplama modeli: kalite fonksiyon yayılımı", *İTÜ Dergisi/a, Mimarlık, Planlama, Tasarım*, 9(2), 71-82.
- Pandey, M.M. (2020). "Evaluating the Strategic Design Parameters Of Airports in Thailand to Meet Service Expectations of Low-Cost Airlines Using the Fuzzy-Based QFD Method", *Journal of Air Transport Management*, 82, 101738.
- Park, S., Lehto, X. ve Lehto, M. (2021). "Self-service Technology Kiosk Design for Restaurants: An QFD Application", *International Journal of Hospitality Management*, 92, 102757.
- Pop, C., Frunză, G., ve Pop, I.M. (2020). "Application of QFD Methodology (house of quality) for Production of Fruit Ice Cream", *Scientific Papers: Series D, Animal Science-The International Session of Scientific Communications of the Faculty of Animal Science*, 63(1). LXIII(1), 408-414.
- Rajam Ramasamy N. ve Selladurai, V. (2004). "Fuzzy Logic Approach to Prioritise Engineering Characteristics in Quality Function Deployment (FL-QFD)", *International Journal of Quality & Reliability Management*, 21(9), 1012-1023.
- Savaş, H. ve Ay, M. (2005). "Kütüphane Tasarımında Kalite Fonksiyonu Göçerimi Uygulaması", *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7(3), 80-98.
- Shahin, A. ve Ebrahimi, S., (2020). "Revising the Interrelationship Matrix of House of Quality by the Kano Model". *The TQM Journal*, 33(4), 804-822.
- Shi, Q., ve Xie, X. (2009). "A fuzzy-QFD approach to the assessment of green construction alternatives based on value engineering", *In 2009 International Conference on Management and Service Science*, 1-6, IEEE.
- Singh, A.K. ve Rawani, A.M. (2021). "Improving the Weight of Technical Attributes in Quality Function Deployment by the Integration of Techniques for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution Method", *International Journal of Productivity and Performance Management*, 71(2), 386-404.
- Şahin, Y.B. ve Demirtaş, E.A. (2019). "Karar Destek Sistemi Tabanlı bir Kalite Evi için Oransal bir Ölçek Önerisi", *Endüstri Mühendisliği*, 30(3), 173-186.
- Tang, J., Fung, R.Y.K., Xu, B. ve Wang, D. (2002). "A New Approach to Quality Function Deployment Planning with Financial Consideration", *Computers & Operations Research*, 29(11), 1447-1463.
- Tatman, D. (2020). "Bornoz Ürün Geliştirmede Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Kalite Fonksiyon Göçerimi Uygulaması", *Tekstil ve Mühendis*, 27(119), 166-177.
- Topraklı, A.Y. (2019). "Evaluation of Courthouse Buildings within the Scope of Quality Function Deployment: Gaziantep Annex Courthouse Case", *Gazi University Journal of Science Part B: Art Humanities Design and Planning*, 7(3), 443-457.

- Tusnial, A., Sharma, S.K., Dhingra, P. ve Routroy, S. (2020). "Supplier Selection Using Hybrid Multicriteria Decision-Making Methods". *International Journal of Productivity and Performance Management*, 70(6), 1393-1418.
- Ünal, A. ve Yıldız, M.S. (2017). "Kütüphane Hizmetlerinin İyileştirilmesinde Kalite Fonksiyon Göçerimi Uygulaması: Düzce Üniversitesi Merkez Kütüphanesi Örneği", *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 15(1), 101-125.
- Vonderembse, M.A. ve Raghunathan, T.S. (1997). "Quality Function Deployment's Impact on Product Development", *International Journal of Quality Science*, 2(4), 253-271.
- Xu, L. ve Zhang, Y. (2021). "Quality Improvement of Smart Senior Care Service Platform in China Based on Grey Relational Analysis and Fuzzy-QFD", *Grey Systems: Theory and Application*, 11(4), 723-740.
- Yan, B., Yu, L. ve Wang, J. (2020). "Research on Evaluating the Sustainable Operation of Rail Transit System Based on QFD and Fuzzy Clustering", *Entropy*, 22(7), 750.
- Yin, D., Ming, X., Liu, Z. ve Zhang, X. (2020). "A Fuzzy ANP-QFD Methodology for Determining Stakeholders in Product-Service Systems Development from Ecosystem Perspective", *Sustainability*, 12(8), 3329.
- Zhang, X. (2019). "User Selection for Collaboration in Product Development Based on QFD and DEA Approach", *Journal of Intelligent Manufacturing*, 30(5), 2231-2243.

YÜKSEKÖĞRETİMDE DENGELİ PUAN KARTI UYGULAMALARINDA KULLANILAN KRİTERLER ÜZERİNE BİR DERLEME

Bilge MEYDAN¹, Kazım Barış ATICI², Aydın ULUCAN³

ÖZET

Amaç: Yükseköğretimde artan küresel rekabet dolayısıyla kurumlar ölçülebilir hedefler koymak amacıyla stratejik yönetim araçlarından Dengeli Puan Kartı (DPK) uygulamalarına yer vermekte ve literatürde konuyla ilgili birçok araştırma bulunmaktadır. Çalışmada, yükseköğretim kurumlarında DPK uygulamalarına derinlemesine bir bakış sunularak, üniversite performans değerlendirmesinde kullanılan kriterlerin derlenmesi amaçlanmaktadır.

Yöntem: Çalışma kapsamında, uluslararası literatürde 2003 yılından itibaren yayınlanmış araştırma makaleleri incelenmiş ve üniversite performansının ölçümünde kullanılan kriterler gruplanarak derlenmiştir.

Bulgular: Yapılan araştırma, yükseköğretim kurumları için ortaya konan DPK'ların hem kriterler hem de kriterlerin yer aldığı alt boyutlar açısından oldukça farklılaştığını ortaya koymaktadır. Çalışmada, incelenen çalışmalarda yer alan 540 kriter, 104 başlıkta incelenmiş ve bu başlıklar belli temalara göre gruplanarak her bir başlıkta yer alan kriterler detaylı bir biçimde sunulmuştur.

Özgünlük: Çalışmanın yükseköğretimde performans değerlendirmesi ve stratejik planlama üzerine çalışacak gelecek araştırmalara bir kriter havuzu vasıtasıyla yol gösterici olması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Dengeli Puan Kartı, Yükseköğretim, Strateji, Üniversite Başarı Kriterleri.

JEL Kodları: I23, M10, M21.

A REVIEW ON BALANCED SCORECARD CRITERIA IN HIGHER EDUCATION APPLICATIONS

ABSTRACT

Purpose: Due to the increasing global competition in higher education, institutions are increasingly applying Balanced Scorecard (BSC), one of the commonly known strategic management tools in order to set measurable targets, and there are many studies on the subject in the literature. In this research it is aimed to organize the criteria that are used in university performance evaluation by providing an in-depth look at the BSC practices in higher education institutions.

Methodology: Within the scope of the study, research articles published in the international literature since 2003 are examined and the criteria used in the measurement of university performance are grouped and organized.

Findings: The research reveals that the BSCs for higher education institutions differ considerably in terms of both criteria and sub-dimensions in which the criteria are included. In this research, 540 criteria are reviewed under to 104 titles and the criteria under each title are presented in detail.

Originality: It is expected that the study will guide future research on performance evaluation and strategic planning in higher education through providing a rich pool of criteria to consider.

Keywords: Balanced Scorecard, Higher Education, Strategy, University Success Criteria.

JEL Codes: I23, M10, M21.

¹ Arş. Gör., Hacettepe Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Ankara, Türkiye, bilgem@hacettepe.edu.tr, ORCID: 0000-0003-1478-5999 (Sorumlu Yazar-Corresponding Author)

² Doç. Dr., Hacettepe Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Ankara, Türkiye, kba@hacettepe.edu.tr, ORCID: 0000-0003-0786-9641.

³ Prof. Dr., Hacettepe Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Beytepe, Çankaya, Ankara, Türkiye, aulucan@hacettepe.edu.tr, ORCID: 0000-0002-0439-2211.

1. GİRİŞ

Tüm dünyada kamu veya özel yükseköğretim kurumları eğitim, araştırma ve topluma hizmet misyonları ile çok boyutlu faaliyet alanlarına sahiptir. Yükseköğretimin ülkelerin gelişmişliğinde yarattığı etki ve ortaya çıkardığı ekonominin büyüklüğü düşünüldüğünde artan üniversite sayıları ile birlikte global ölçekte gittikçe artan bir rekabet söz konusudur. Dolayısıyla, yükseköğretim kurumlarının gelecek stratejilerini belirlemede var olan performanslarının ölçümü rekabetçi avantaj sağlayabilmek açısından büyük önem arz etmektedir. Ancak, üniversite performans ölçümü çok boyutlu ve karmaşık bir ölçüm problemidir. Üniversitelerin çok boyutlu faaliyet alanları performansın tek bir kriter ile ölçümünü imkansız kılmaktadır. Buradan hareketle, ulusal ve uluslararası düzeyde üniversite performanslarını ölçen ve kurumları çeşitli kriterler ışığında değerlendiren birçok sistem bulunmaktadır. Bu sistemler açısından da performansı açıklayan faktörler farklılaşmaktadır.

Bir yükseköğretim kurumunun performansı paydaşlara göre de oldukça farklılaşabilmektedir. Öğrenci ve öğrenci adayları açısından eğitim kalitesi, sosyal olanaklar ve fiziki koşullar ön plana çıkabilirken öğretim üyeleri açısından araştırma olanakları veya insan kaynağı politikaları öncelikli olabilir. Üniversite yönetimleri ise hem nitelikli öğrenciyi bünyelerine çekerek rekabet gücünü arttırmayı, hem nitelikli öğretim üyelerini elinde tutmayı, hem de tüm bu faaliyetleri finansal istikrar ile sağlayarak yürütmeyi amaçlar. Dolayısıyla, çok çeşitli paydaş açısından oldukça farklılaşan önceliklerin bütünsel olarak ele alınması ve stratejilerin bu çok boyutlu yapıyı kapsayacak şekilde üretilmesi elzemdir. Bu noktada, yükseköğretim kurumlarının modern işletme araçlarından faydalananarak fark yaratmaya çalışması doğaldır. Hangi statüde olursa olsun (kar amacı güden veya gütmeyen) yükseköğretim kurumlarının stratejik planlama yapıyor olması, bunun için de planlamanın dayandırılacağı göstergelerin tespiti gereklidir. Buna paralel olarak, işletmelerin güncel performans kriterlerinin orta-uzun vadeli stratejik planlarının belirlenmesine yönelik olarak gruplandırıldığı, önceliklendirildiği ve tüm dünyada yaygın olarak benimsenen bir stratejik yönetim aracı olan DPK yaklaşımı (Kaplan ve Norton; 1992) 2000'li yıllardan itibaren yükseköğretim kurumları için de kullanılmaktadır (Cullen ve diğerleri, 2003; Karathanos ve Karathanos, 2005; Papenhausen ve Einstein, 2006).

DPK yaklaşımında temel boyutlar finansal, müşteri/insan kaynakları, iç süreçler ile öğrenme ve gelişim boyutları olarak ayrılmaktadır. Bu boyutlar kârlılık (finansal), pazar payı (müşteri), verimlilik, ürün liderliği, kamusal sorumluluk (iç süreçler), personel gelişimi, çalışanların tutumu (öğrenme ve gelişim) ölçütleri ile yakından ilgilidir (Öztürk ve Çilhoroz, 2021). Yükseköğretimde performans değerlendirmede kullanılan kriterlerin ilgili boyutlara atanması akademik yazında da önemli bir konu olarak ele alınmaktadır. Literatürde yükseköğretim kurumlarının birimlerinin veya bütününe ele alındığı çeşitli araştırmalar yer almaktadır. Bu çalışmada, 2003 yılından itibaren yayınlanan araştırma makaleleri üzerinden kapsamlı bir literatür çalışması ortaya konması amaçlanmaktadır. Yükseköğretimde DPK uygulamalarına ait literatür tartışıldıktan sonra, incelenen çalışmalarda DPK oluşturulurken kullanılan 540 kriter, 104 başlık altında derlenmekte, bu başlıklar da 9 tema altında gruplanarak sunulmaktadır. Ayrıca, kriterler irdelenerek, bunların hangi sıklıkta, hangi DPK boyutlarının altında incelendiği derlenmektedir. Yapılan derleme, yükseköğretim kurumlarının DPK uygulamalarında kriterlerin DPK boyutları altına yerleştirilmesinde net ve belli bir yapı bulunmadığını kriter bazında ortaya koymaktadır. Çalışmanın, yükseköğretimde performans değerlendirmesi ve stratejik planlama üzerine çalışacak gelecek araştırmalara, ortaya konan detaylı bir kriter derlemesi vasıtasıyla yol gösterici olması beklenmektedir.

Çalışmanın ikinci bölümünde DPK ve boyutlarına değinilmektedir. Üçüncü bölüm, DPK yaklaşımının yükseköğretim uygulamalarını araştırma konuları ve kullanılan yöntemler açısından ele almaktadır. Dördüncü bölüm yükseköğretim kurumlarında DPK uygulamalarında ele alınan kriterleri derlemektedir. Beşinci bölümde ise elde edilen kriter bulguları tartışılmaktadır. Altıncı bölüm sonuç bölümüdür.

2. DENGELİ PUAN KARTI

DPK yaklaşımı, ilk olarak Kaplan ve Norton (1992) tarafından uygulamaya konan ve yaygın olarak benimsenen bir stratejik yönetim aracıdır. Bu araç hem işletmelerin performanslarını ölçmek hem de orta ve uzun vadeli stratejik planlarına yön vermek açısından etkili olarak kullanılmaktadır. DPK bir işletmenin performansını dört boyutta ele alır: (i) *finans boyutu* (ii) *iç süreçler boyutu* (iii) *müşteri/insan kaynakları boyutu* ve (iv) *öğrenme ve gelişim boyutu*. *Finansal* boyutta işletmenin paydaşlara nasıl görüldüğü, finansal hesap verebilirliği, şeffaflığı, gelir-gider dengelerini gösteren kriterler yer alır. *İç süreçler* boyutunda işletmenin operasyonlarını nasıl sürdürdüğünü, güçlülüklerini kriterler yer alır. Bir diğer boyutta ise DPK oluşturulan kurumun özelliğine göre *insan kaynakları* veya *müşteri* boyutu ele alınmaktadır. Bazı çalışmalarda her iki boyutun da kullanıldığı görülmektedir. *İnsan kaynakları* boyutu; çalışanların kurumu nasıl gördüğünü, *müşteri* boyutu ise müşterilerin algısında şirketin nasıl görüldüğünü gösteren kriterleri içerir. Son olarak, *öğrenme ve gelişim* boyutu ise operasyonlar, çalışanlar ve müşterilerle ilgili durumları tespit edip gelişimi ve öğrenmeyi sürdürülebilir kılmayı, çalışanlar ve müşterilerin algısında nasıl değer

yaratılabileceğini gösteren boyuttur. Çeşitli araştırmalarla şirketin yapması gereken iyileştirmeleri ve düzenlemeleri gösterir.

DPK modeli, finansal ve finansal olmayan ölçümlerden daha fazlasıdır. İş birimi stratejisinin hem uzun vadeli stratejik hedefleri hem de bu hedeflere ulaşma ve bu hedeflere ilişkin geri bildirim alma mekanizmalarını tanımlayan bağlantılı bir dizi ölçüye çevirisini temsil eder (Kaplan ve Norton, 1996). DPK yöntemi, bazı sınırlılıkları içinde barındırır da finansal olan ve finansal olmayan performans boyutlarını dikkate alması, strateji odaklı yapısı, performansı tüm yönleriyle ele alması, yöneticilerin ve çalışanların kritik başarı faktörlerine odaklanmasına aracılık etmesi, geçmiş odaklı değil gelecek odaklı ve yenilikçi bir anlayış getirmesi sebepleri ile günümüz rekabet koşullarında kurumların kullanabilecekleri etkili bir araç niteliği taşımaktadır (Güran ve diğerleri, 2015).

Kaplan ve Norton'a (2004) göre DPK yaklaşımının dört perspektifi arasında nedensel bir ilişki vardır. Finansal sonuçlar herhangi bir işletmenin nihai hedefi ise, öğrenme ve gelişim temel oluşturur. Finansal ölçütlerden elde edilen sonuçlar gecikmeli göstergelerdir; öğrenme ve gelişim, iç süreçler ve müşterilerden elde edilen sonuçlar ise öncü göstergelerdir. Böylece finansal performans, öğrenme ve gelişime, iç süreçlere ve müşterilere odaklanarak iyileştirilebilir. Öte yandan dört perspektif arasındaki karşılıklı ilişki bir strateji haritası ile göstererek gösterilmektedir. Hedef müşterilerin tatmin edildiğinden emin olarak finansal hedeflere ulaşılabilirliğinden, müşteri için değer yaratma alanlarının, satış yaratmanın yollarının belirlenmesi ve müşteri sadakatinin artırılması zorunludur. İç süreçler, değer yaratmanın önemli bir yönüdür ve öğrenme ve büyüme bunun önemli bir soyut bileşenidir. Öğrenme ve büyüme, iç süreçlerle pozitif ilişkilidir denilebilir.

DPK 1992 yılında ilk ortaya atılışından itibaren otomotiv sektöründen bankacılığa, enerji sektöründen teknoloji sektörüne birçok büyük ölçekli organizasyonlar tarafından kendi süreçlerine adapte edilerek kullanılmaktadır. Öztürk ve Çilhoroz (2021) çalışmasında DPK'nın sağlık kurumlarında uygulanabilirliğini araştırmış ancak uygulanmadan önce sağlık sektörüne ve kurumsal yapıya göre yeniden uyarlanması gerektiğini belirtmiştir. DPK oluşturmada hangi kriterlerin kullanılacağı ya da hangi kriterin hangi boyutta yer alacağı uygulamanın yapıldığı kurumun yapısına göre değişkenlik gösterdiğinden DPK uygulamaları akademi de kendisine geniş bir araştırma alanı bulmuştur.

3. DENGELİ PUAN KARTI VE YÜKSEKÖĞRETİM

Yükseköğretim kurumlarının hem devlet tarafından büyük bütçeler ile fonlanması, hem de mezunlarının iş gücüne sağladığı katkı dolayısıyla ülke ekonomisi üzerinde önemli etkiye sahip oldukları söylenebilir. Bu noktada, üniversitelerin performansının ölçülmesi önem kazanmaktadır. Ancak, üniversitelerin performansını belirlemek diğer kurum ve işletmelerde olduğundan farklıdır. Bunun temel nedeni, üniversite insan gücünün niceliği ve niteliği ile üniversitelerin araştırma (temel araştırma, uygulamalı araştırma, araştırma ve geliştirme, diğer endüstriler için araştırma, eylem araştırması, bilgi oluşturma, biriktirme, paylaşma, kullanma ve içselleştirme), öğretim ve topluma hizmet gibi geniş faaliyet alanları olmasıdır (Zangouinezhad ve Moshabaki, 2011). Bu sebeple üniversitelerin performansının ölçümünde kullanılacak kriterlerin belirlenmesi ve standartlaştırılması bir araştırma çerçevesine ihtiyaç duymaktadır.

Kamuda şeffaf ve hesap verebilir yönetim anlayışının performans ölçümüne ilişkin konular, yükseköğretim kurumlarının gündeminde de önemli bir yer etmiştir. Üniversiteler, kamu finansman kaynaklarından gelen kısıtlı mali destekle karşı karşıya kaldıkça, aynı anda birkaç kalite girişimini yönetmek durumunda kalmaktadır. Cullen ve diğerleri (2003), yükseköğretimin, önemli kalite konularını ele almak için özel sektör performans ölçüm yöntemlerinden faydalanılmasını önermekte ve bu yöntemlerden biri olarak DPK yaklaşımının eğitim kurumları tarafından performansı sadece izlemek için değil yönetmenin önemini güçlendirmek için de kullanılabileceğini savunmaktadır. Benzer biçimde, Karathanos ve Karathanos (2005), ölçütlerin her kuruluşun misyonu, temel değerleri ve stratejik hedefleri ile net bir şekilde sınıflandırılmasının önemini vurgulayarak yükseköğretimde DPK uygulamalarının öncü çalışmalarından birini gerçekleştirmektedir. Baldrige Eğitim Kriterlerinde lider 3 okulun incelediği çalışmada DPK çerçevesinde kriterler sınıflandırılarak üniversite performansına yeni bir bakış sunulmaktadır.

Başlangıçta daha çok büyük ölçekli özel sektör işletmelerine yönelik olan DPK, uzun süredir farklı hedeflere sahip birçok kar amacı gütmeyen kuruluş tarafından da benimsenmektedir. Özellikle kamu tarafından finanse edilen bir dizi üniversite ve kurum da bu stratejik yönetim yaklaşımını benimsemiştir. Dünya genelinde 30 üniversite veya belirli bölümlerinde yapılan DPK çalışmaları yaklaşımın başarılı olduğunu göstermektedir (Sayed, 2013). DPK'nın kar amacı gütmeyen kuruluşlar için uygulanması, bu tür kuruluşların performans etkinliğini ve müşterilerine hizmet kalitesini artırmada standart bir çerçeveyi takip etmeleri açısından önemlidir.

Yükseköğretim kurumları, örgütsel hedeflere ulaşılmasını ve operasyonel verimliliği iyileştirmek için giderek daha fazla stratejik planlama üstlenmektedir. Eğitim stratejik planının bileşenleri (misyon, vizyon,

hedefler, stratejiler, hedefler ve girişimler) paydaşların yöneticilerine, öğretim üyelerine, çalışanlarına, öğrencilerine, velilerine ve gelecekteki işverenlere uygun şekilde iletilmesi önem kazanmaktadır. Kurumun misyonu, hedefleri, hedefleri ve girişimleriyle tutarlı performansın ölçülmesi ve raporlanması da, çok yönlü bir yaklaşım gerektirir. Çeşitli ölçüm alanlarını dikkate alan bir DPK yaklaşımı, stratejik planlama ve yönetim sisteminin ayrılmaz bir parçası olarak yükseköğretimde yerini almaktadır (Beard ve Humphrey, 2014). Akademik yazında 2003 yılından itibaren yerini alan yükseköğretim performansının ölçülmesine yönelik DPK uygulamaları zaman içinde ivme kazanarak artmaktadır. Yükseköğretimde DPK uygulamalarını konu alan çalışmalar, kullanılan yöntemler ve çalışmanın gerçekleştirildiği ülkeler Tablo 1’de özetlenmektedir. Araştırmalar genellikle, yükseköğretim kurumları için kilit performans kriterlerini belirleyerek DPK boyutları altında incelemeye odaklanmakta, çeşitli ülkelerde üniversite uygulamaları gerçekleştirmektedir. Dünyada DPK uygulamalarının yer aldığı farklı üniversiteleri inceleyen araştırmalar (Sayed, 2013) bulunduğu gibi belli sayıda üniversiteye odaklanan çalışmalar (Beard, 2009; Wu ve diğerleri, 2011; Aljardali ve diğerleri, 2012) da mevcuttur. DPK kullanımını bir adım öteye taşıyarak DPK’ya dayalı Karar Destek Sistemi geliştirerek üniversitedeki akademik personelin performans denetimini sağlamayı amaçlayan çalışmalar da bulunmaktadır (Yu ve diğerleri, 2009). Bazı çalışmalar bölüm bazında performans kriterlerini ele alırken (Cullen ve diğerleri, 2003), bazı çalışmalar ise endüstri desteğiyle kurulan üniversite enstitülerini incelemekte ve üniversite enstitüleri için performans ölçüm sistemi geliştirirken kamu-üniversite ilişkisinin nasıl iyileştirilebileceğini ortaya koymayı amaçlamaktadır (Philbin, 2011; Al-Ashaab ve diğerleri, 2011). Bunların yanı sıra, çeşitli temalara odaklanan özelleştirilmiş DPK uygulamalarına da rastlamak mümkündür. Örneğin, De Andrade ve diğerleri (2018) üniversitelerde çevre eğitimi programlarının uygulanması ve izlenmesi için DPK’na dayalı bir karne oluşturmaktadır.

Üniversitelerin daha rekabetçi olan ve dolayısıyla ülkelerinin ekonomik ve sosyal gelişimine katkıda bulunan eğitilmiş mezunlar yetiştirmek için yenilikçi yollara başvurması gerektiği aşikardır. Üniversitelerin kalite standartlarını değerlendiren ve sıralayan pek çok rapor olmasına karşın, bu kriterler başarıyı veya başarısızlığı bütünsel çerçevede görmek açısından ve indikatörlerin birbiriyle neden-sonuç ilişkisi net bir şekilde ortaya koymakta zayıf kalabilmektedir. İşgücü piyasalarının talep ettiği beceriler ile yükseköğretim kurumlarının mezunlarının nitelikleri arasında oluşabilen boşluk dolayısıyla üniversite mezunu işsizliğinin artması riski oluşabilmektedir. Beard (2009), Amerika Birleşik Devletleri’ndeki raporlarda en başarılı seçilen üniversitelerin indikatörlerini DPK çerçevesinde ele alarak bu üniversitelerin başarılı olmasındaki sebebin akademik program ve planlama sürecinde; toplumun ihtiyaçlarına odaklanan ve öğrencileri profesyonel kariyer yaşamlarında başarıya taşıyacak lisans programları oluşturmak olduğunu ortaya koymuştur.

DPK’nın çok yönlü değerlendirme yapmaya imkân tanınması ve farklı boyutlar altında yer alan indikatörlerin neden-sonuç ilişkisiyle birbirini nasıl etkilediğinin görülebilmesi ile sorunların kaynağını bulmada ve çözüme ulaştırmada yarar sağlayacağı düşünülmektedir (Al-Hosaini ve Sofian, 2015). Örneğin, DPK oluşturulmasının farklı perspektifteki indikatörlerin birbirini nasıl etkileyeceğini göstereceğine vurgu yapan çalışmalardan biri olan Aljardali ve diğerleri (2012) maddi olmayan varlıkların (çalışan becerileri, bilgi sistemleri, organizasyon kültürü) ölçümü güç olsa da böyle varlıkların, finansal ve fiziksel varlıkların aksine ölçüldüğünde rakipler tarafından taklit edilmesi zor olacağını ve doğru akademik kadro ve uluslararası düzeyde öğrenci çekmek noktalarında bir rekabet avantajı kaynağı olduğunu savunmaktadır. Benzer biçimde, Valderrama ve diğerlerine (2013) göre yükseköğretim kurumlarında DPK’daki varsayımsal neden-sonuç ilişkilerinin bir analiz çerçevesinin oluşturulması ve bu tür bir kurumdaki performansın belirleyici faktörlerini ve dolayısıyla Stratejik Harita’yı elde etmek son derece önemlidir. Papenhausen ve Einstein (2006) bir işletme okulunda gerçekleştirdikleri araştırmada, DPK’nın yükseköğretim kurumlarının misyon ve stratejisiyle çeşitli önlemlerin uyumlu çalışmasına izin veren uygun bir karne olduğunu ortaya koymaktadır. Benzer bir biçimde, Taylor ve Baines (2012) İngiltere’deki üniversitelerin performans yönetimine ilgisinin giderek arttığını hem yüksek öğrenimde artan rekabet hem pazarlama faaliyetleri hem de hesap verilebilirlik açısından DPK perspektiflerini kullanarak bir değerlendirme yapılmasının uygun olduğunu belirtmektedir.

Yükseköğretimde DPK uygulamalarını ele alan araştırmalarda genel olarak DPK’nın göstergelerinin üniversite yönetiminde bir metodoloji olarak kullanılmasının performans değerlendirme sistemi için olumlu geri bildirim teşvik edeceğini savunulmaktadır. Araştırmalar DPK oluşturmada faydalanılan yöntemler açısından da farklılaşmaktadır. Yükseköğretim sisteminin karmaşık bir dizi varlık, faaliyet ve süreçten oluşması DPK’nın genel boyutlarının altında yer alacak kriterlerin belirlenmesinde standartlaşmanın önünde engeldir. Kriterlerin sezgisel bir şekilde boyutlara atanması yaygındır (Cullen ve diğerleri, 2003; Karathanos ve Karathanos, 2005; Papenhausen ve Einstein, 2006; Beard, 2009; Al-Ashaab ve diğerleri, 2011; Philbin, 2011; Aljardali ve diğerleri, 2012; Sayed, 2013; Beard ve Humphrey, 2014). Bazı araştırmalar daha analitik yöntemler kullanarak performans kriterlerini sınıflama ve önceliklendirme yoluna gitmektedir. Burada karşımıza yaygınlıkla Karar Analizi yöntemleri çıkmaktadır. Karar Ağaçları (De Andrade ve diğerleri, 2018), Veri Zarflama Analizi (Valderrama ve diğerleri, 2013) ve Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri (Wu ve diğerleri, 2011; Zangouezhad ve Moshabaki, 2011) karşımıza çıkan yöntemlerdendir.

Tablo 1. Yükseköğretimde DPK uygulamalarını içeren araştırmalar

No	Çalışma	Konu	Ülke
1	Cullen ve diğerleri (2003)	Orta seviye bir işletme bölümünün DPK'sı oluşturularak boyutlarda olması gereken kriterler tanımlanmıştır.	İngiltere
2	Karathanos ve Karathanos (2005)	Chugach School District, Pearl River School District ve University of Wisconsin-Stout okullarının değerlendirmelerinde kullandıkları kriterleri alıp kıyaslamalı bir DPK oluşturmuştur.	Amerika
3	Papenhausen ve Einstein (2006)	Bir işletme okulunun DPK'sında olması gereken kriterleri boyutlara atamaya çalışmıştır.	Amerika
4	Beard (2009)	Kalite ödüllü 2 üniversiteyi, okul yöneticilerinin seçtiği kriterleri boyutlara dağıtarak DPK oluşturmuştur.	Amerika
5	Yu ve diğerleri (2009)	Üniversitenin kilit performans göstergeleri ile bilgisayar ortamında aktararak interaktif bir DPK veri tabanı geliştirilmiştir.	Malezya
6	Wu ve diğerleri (2011)	Tayvan'daki 3 üniversitenin sürekli eğitim merkezlerinin DPK'sını oluşturan kriterler literatür ve deneyimli uzmanlar yardımıyla belirlenmiş, kriterler boyutlar altında sınıflandırılmıştır.	Tayvan
7	Al-Ashaab ve diğerleri (2011)	Endüstri-üniversite işbirliğinin etkisini ölçmek için, İngiltere'den 10 şirketin yöneticilerinin belirlediği kriterlerle, İsviçre'de bir üniversite için oluşturulan DPK uygulaması.	İsviçre, İngiltere
8	Philbin (2011)	Endüstri tarafından desteklenen bir üniversite enstitüsünün DPK oluşturulmuştur.	İngiltere
9	Zangouezhad ve Moshabaki (2011)	Üniversite performans değerlendirme literatüründen yararlanarak bilgi temelli DPK kriterlerini belirlenmiş, bu kriterler göreceli ağırlıklandırılarak etki değeri gösterilmiştir.	İran
10	Aljardali ve diğerleri (2012)	5 üniversitenin farklı fakültelerinden bölüm başkanı, dekan, bilgi teknolojisi yöneticisi, öğretim üyesi 18 kişi ile seçilen kriterler ile kurumsal performansı gösterecek bir DPK oluşturulmuştur.	Lübnan
11	Taylor ve Baines (2012)	İngiltere'deki yükseköğretim kurumları için DPK uygulaması gerçekleştirilmiştir.	İngiltere
12	Sayed (2013)	Dünya çapında DPK yöntemini kullanan 30 üniversite gösterilmiş, tüm üniversiteye ya da uygulanan birimlere göre listesi çıkarılmış, bir üniversite DPK'sında olması gereken kriterlerin konuları belirlenmiştir.	Avustralya, İngiltere, Amerika, Kanada
13	Valderrama ve diğerleri (2013)	Üniversitenin DPK boyutları arasındaki verimlilik ilişkilerini gösterilmiş, farklı boyutlarla etkinlik oranları oluşturulmuş ve performansın belirleyici kriterleri seçilerek bir Stratejik Harita oluşturulmuştur.	İspanya
14	Beard ve Humphrey (2014)	MB UIAmerikal Kalite performans kriterlerini kullanarak; <i>Baldrige</i> bilgi teknolojisi kriterlerinin, DPK uygulanmasındaki önemi gösterilmiştir.	Amerika
15	Al-Hosaini ve Sofian (2015)	Üniversitelerde DPK uygulamalarını ele alan bir literatür çalışması.	-
16	De Andrade ve diğerleri (2018)	Üniversitelerde çevre eğitimi programlarının uygulanması ve izlenmesi için bir Dengeli Karnesi strateji haritası geliştirmeyi amaçlamaktadır. Literatürden seçilen 40 kriter, 15 uzman yardımıyla boyutlara kriter ve alt kriterler olarak atanmıştır.	Brezilya

4. YÜKSEKÖĞRETİM KURUMLARININ DENGELİ PUAN KARTI KRİTERLERİ

Yükseköğretimde DPK uygulamalarını ele alan araştırmalarda her boyutta farklılaşan kriterlerin kullanıldığı göze çarpmaktadır. Yükseköğretim sisteminin kompleks yapısı üzerinde herkesin anlaştığı bir performans kriteri setinin ortaya konmasını imkânsız kılmaktadır. İncelenen araştırmalarda üniversiteler için DPK uygulaması yapan araştırmacıların hazırlanacak raporun detayına ve kapsamına göre farklı sayıda

kriter kullandığı görülmüştür. Ayrıca, puan kartı boyutları da bazı çalışmalarda farklı isimlerle adlandırılmış, bazı çalışmalarda ise bazı boyutlar birleştirilmiştir.

Genel olarak, yükseköğretim kurumlarının DPK'larının finansal boyutunun, öğrenciler ve akademik kadroyu desteklemek için yapılan harcamaları, öğrencilerden, devletten ya da işbirliği kurulan kurumlardan gelen gelirleri temsil ettiği gözlenmektedir. İç süreçler boyutunda ise hem öğrenci hem personel için sunulan hizmetler, kurslar, öğrenci/çalışan memnuniyet anketleri, yenilikler ve müfredat değişiklikleri, yönetmelikler, ekipmanlar ve tesisler yer almaktadır. DPK'nın temel boyutlarından biri olan müşteri boyutunda öğrenci hem etkileyen hem etkilenen konumundadır. Yani hem öğrenciye sunulan hizmet ve öğrencinin kazanımları hem de öğrencinin kalitesi bu boyutta incelenmektedir. DPK'da müşteri boyutunun yerine bazı çalışmalarda insan kaynakları boyutu vardır. Personelle ilgili kriterler bazı çalışmalarda iç süreçler boyutunun altında, bazılarında öğrenme ve gelişim boyutunda da ele alındığı için kriterlerin atanmasında birlik yoktur. Öğrenme ve gelişim boyutunda bazı çalışmalarda akademik kadronun yetkinlikleri, sürdürülebilir başarıya katkısı ele alınırken bazı çalışmalarda öğrencinin mezuniyet sonrası kazanım ve memnuniyetleri ele alınmıştır. Tablo 2'de incelenen çalışmalarda kullanılan kriter sayıları ve bu kriterlerin boyutlara göre dağılımı görülmektedir.

Tablo 2'de yer alan çalışmalarda toplam 540 kriter yer almaktadır. Çalışmalardaki kriter tanımları incelendiğinde, benzer tanımlara sahip ancak farklı isimlerle adlandırılmış ortak kriterler mevcut olduğu gözlenmektedir. Bütün tanımlamalar incelenerek 104 ana başlık tespit edilmiştir. Bu başlıklar, aşağıda, takip kolaylığı açısından, *Eğitim, Toplumsal Değer Yaratma, Öğretim Kadrosu, Yayın, İnsan Kaynakları, Öğrenci, Mezun, Finans, Yönetim* gibi oldukça genel 9 temada sınıflanarak verilmektedir. Özet gösterim açısından Tablo 3'te temalar ve bu temalarda yer alan kriter sayıları verilmiştir. Burada yer alan temalar temsil niteliğinde olup asıl önemli nokta her bir başlıkta yer alan kriterlerin DPK boyutları açısından düştüğü grupların tespit edilmesidir. Temalar açısından, en fazla kriterin finans teması altında yer aldığı gözlenmektedir. Genel olarak, bu tema altında yer alan kriterlerin DPK boyutları açısından da yeri nettir. Diğer temalardaki kriterlerin yer aldıkları DPK boyutları farklılık göstermektedir. Bu farklılıkların vurgulanması adına her bir başlıkta yer alan kriterlerin DPK açısından ele alındıkları boyut tek tek tartışılmaktadır. Takibin kolaylığı açısından başlıklar yer aldıkları temaya göre kodlanarak numaralanmıştır. Kodlar Tablo 3'te verilmektedir.

Tablo 2. Üniversitelerde DPK uygulaması yapan araştırmalarda kriter dağılımı

<i>Çalışma</i>	<i>Kriter Sayısı</i>	<i>Kriter Dağılımı</i>
Zangouezhad ve Moshabaki (2011)	30	İç Süreçler (5), Öğrenme ve Gelişim (13), Finansal (4), Müşteri (8)
Valderrama ve diğerleri (2013)	20	İç Süreçler (6), Öğrenme ve Gelişim (5), Finansal (4), Sürdürülebilir Gelişim (4), Çevre Eğitimi (5), Süreçler ve Çevre Eğitimi (3), Öğrenme ve Çevresel Farkındalık (2), Ekonomik ve Finansal Sorumluluk (3)
De Andrade ve diğerleri (2018)	17	Müşteri Odaklı Sonuçlar (12), İşgücü Odaklı Sonuçlar (Öğrenme ve Büyüme, 5), Liderlik ve Yönetişim Sonuçları (İç Süreçler,8), Bütçe, Finansal ve Pazarlama
Beard ve Humphrey (2014)	30	İç Süreçler (20), Öğrenme ve Gelişim (28), Finansal (20), Müşteri (43)
Beard (2009)	108	İç Süreçler (3), Öğrenme ve Gelişim (3), Finansal (2), Aljardali ve diğerleri (2012)
Papenhausen ve Einstein (2006)	107	İç Süreçler (6), Öğrenme ve Gelişim (9), Finansal (10), Müşteri (18)
Sayed (2013)	13	Finansal (9) Müşteri (11) İç Süreçler (8) Öğrenme ve
Aljardali ve diğerleri (2012)	43	Finansal (2), İnsan Gelişimi (4), Enstitünün Yeterlilikleri (4), Araştırma Çıktıları (5)
Wu ve diğerleri (2011)	35	Rekabet (2), Sürdürülebilir Gelişim (4), İnovasyon (1), Stratejik Bilgi Ortaklıkları (6), İnsan Sermayesi (2), İç
Philbin (2011)	15	İç Süreçler (25), Öğrenme ve Gelişim (17), Finansal (7), Müşteri (25)
Al-Ashaab ve diğerleri (2011)	18	İç Süreçler (9), Öğrenme ve Gelişim (6), Finansal (5),
Karathanos ve Karathanos (2005)	74	
Cullen ve diğerleri (2003)	30	

Tablo 3. Yükseköğretimde DPK kriterleri

No	Tema	Başlık Sayısı
1	Eğitim (EGTM)	14
2	Finans (FIN)	25
3	İnsan Kaynakları (İK)	7
4	Mezun (MEZ)	10
5	Öğrenci (OGR)	13
6	Öğretim Kadrosu (OGRUYE)	6
7	Toplumsal Değer Yaratma (TDEGER)	16
8	Yayınlar (YAYIN)	7
9	Yönetim (YON)	6
Toplam		104

4.1. Eğitim ile İlgili Kriterler (EGTM)

EGTM1. Yeni Tanıtılan ve/veya Güncellenen Ürün ve Hizmetler: Bu kriter son 5 yıl içindeki müfredat ve program revizyonları, yeni tanıtılan kurslar ve yeni ürün sayısını ifade eder. Zangouinezhad ve Moshabaki (2011) ve Wu ve diğerleri (2011) son 5 yılda tanıtılan yeni kurs sayısını, Papenhausen ve Einstein (2006) yapılan revizyon sayısını ve güncel öğretim uygulamalarına odaklanmayı ele almıştır. Aljardali ve diğerleri (2012) bu kriteri yönetmelikteki güncellemeler, Yu ve diğerleri (2009) ve Beard (2009) ise ayırt edici programlar olarak değerlendirmiştir. De Andrade ve diğerleri (2018) bu kriter için yenilikçi derslerin ve disiplinlerin birbiriyle entegrasyonunu da ifade edecek şekilde ele almıştır. Valderrama ve diğerleri (2013) yenilikçi aktivitelerin öğretiminde görev alan eğitmen sayısı olarak ele almıştır. Bu kriteri Cullen ve diğerleri (2003), Papenhausen ve Einstein (2006), Wu ve diğerleri (2011), Zangouinezhad ve Moshabaki (2011), Valderrama ve diğerleri (2013) ve De Andrade ve diğerleri (2018) iç süreçler boyutunda ele alırken, Beard (2009), Philbin (2011), Aljardali ve diğerleri (2012), Sayed (2013) öğrenme ve gelişim boyutunda yer vermektedir.

EGTM2. Eğitim Çeşitliliği: Eğitim programlarının farklı disiplinlerden oluşmasını, farklı disiplinlerden ders almaya olanak tanınmasını, öğrencilerin tercih edeceği farklı programlar ve derslerin olmasını ifade eden kriterdir. Bazı çalışmalarda iç süreçler boyutunda (Cullen ve diğerleri, 2003; Papenhausen ve Einstein, 2006; Sayed, 2013), bazı çalışmalarda ise öğrenme ve gelişim boyutunda (Wu ve diğerleri, 2011) ele alınmıştır.

EGTM3. Müfredat Kalitesi (Lisans): Emsal okullardaki aynı programlara göre ayırt edici, fark yaratan, mezunların işe giriş sürecinde diğer mezunlarla yaşadığı rekabette başarılı olmasını sağlayan, kaliteli bir müfredat oluşturmayı ifade eden kriterdir. Papenhausen ve Einstein (2006) lisans programının uluslararası geçerliliği ve müfredatların kurum içi değerlendirmelerini de bu kriterin içinde ele almaktadır. Karathanos ve Karathanos (2005) ve Papenhausen ve Einstein (2006) iç süreçler boyutunda ele alırken, Beard (2009) ve Sayed (2013) bu kriteri öğrenme ve gelişim boyutunda almıştır.

EGTM4. Sanal Kampüs/Uzaktan Eğitim Fırsatları: Üniversitelerin uzaktan eğitim ve online eğitim ile ilgili sunduğu programlar, dersler ve kredileri ifade eden kriterdir. Karathanos ve Karathanos (2005) ve Beard (2009) bu kriteri uzaktan eğitim olarak ele alırken, Cullen ve diğerleri (2003) ve Valderrama ve diğerleri (2013) sanal kampüs dersleri için kullanmıştır. Valderrama ve diğerleri (2013) sanal kampüste verilen derslerde görev alan öğretim elemanı sayısını da bir kriter olarak kullanmıştır. Cullen ve diğerleri (2003) müşteri, Karathanos ve Karathanos (2005) ve Valderrama ve diğerleri (2013) iç süreçler, Beard (2009) öğrenme ve gelişim boyutunda ele almıştır.

EGTM5. Verilen Notların Dağılımı: Öğrencilerin standart baremdeki harf notu dağılımını ifade eder. Papenhausen ve Einstein (2006) ayrıca sınav, ölçme ve değerlendirme sisteminin değerlendirilmesini de bir kriter olarak kullanmış ve bu değerlendirme kriterini öğrenme ve gelişim boyutunda ele almıştır. Not dağılımı kriterini Papenhausen ve Einstein (2006), Zangouinezhad ve Moshabaki (2011) iç süreçlerde kullanırken, Karathanos ve Karathanos (2005) ve Beard (2009) müşteri perspektifinde kullanmıştır.

EGTM6. Fakülte Sayısı: Yükseköğretim kurumunda yer alan farklı uzmanlıklara göre ayrılmış fakülte sayısını ifade eder Cullen ve diğerleri (2003) ile Zangouinezhad ve Moshabaki (2011) iç süreçler boyutunda ele almıştır.

EGTM7. Fakülte-Öğrenci Oranı/Meslek Okulları Öğrenci Oranı: Fakültelerde ve meslek yüksek okullarında kayıtlı öğrenci oranını ifade eder. Zangouinezhad ve Moshabaki (2011) fakültelediği öğrenci oranını alırken, Papenhausen ve Einstein (2006) ise meslek okullarındaki öğrenci sayısını kullanarak içsel

süreçler boyutunda ele almıştır. Philbin (2011) doktora ve yüksek lisansta kayıtlı öğrenci sayısını kullanarak öğrenme ve gelişim boyutunda yer vermiştir.

EGTM8. Fakülte Kalitesi: Fakültenin emsallerine göre fark yaratan ve öne çıkaran alanının ne olduğunu, eğitimin kalitesini, eğitim veren öğretim üyelerinin donanımını ifade eden bir kriterdir. Papenhausen ve Einstein (2006) insan kaynakları boyutunda ele almıştır. Philbin (2011) bu kriteri performans kilometre taşları olarak ele almış ve iç süreçler boyutunda yer vermiştir.

EGTM9. Lisansüstü Programların Kalitesi: Lisansüstü programın tamamlanma şartları, mezuniyet gereklilikleri, öğrenim kazanımları ve diploma geçerliliğini ifade eder. Valderrama ve diğerleri (2013) savunulan tez sayısını da bu amaçla değerlendirmiştir. Cullen ve diğerleri (2003) iç süreçler, Papenhausen ve Einstein (2006) ve Valderrama ve diğerleri (2013) müşteri boyutunda ele almıştır.

EGTM10. Akreditasyon: Bölümün ya da eğitim programının ulusal ya da uluslararası bir dış kuruluş tarafından denetiminin yapılmasını, denetim normlarına uygunluğunu, denetim sonucunda akreditasyonunun devam edip etmediğini gösteren kriterdir. Philbin (2011) sadece eğitim kalitesi denetimi değil, okulun işleyişini ve mali kontrolünü yapan kurumları da bu kriterde ele almıştır. Cullen ve diğerleri (2003), Karathanos ve Karathanos (2005), Philbin (2011), Sayed (2013) ile Beard ve Humphrey (2014) iç süreçler boyutunda, Beard (2009) öğrenme ve gelişim boyutunda, Papenhausen ve Einstein (2006) ve Aljardali ve diğerleri (2012) müşteri boyutunda ele almıştır.

EGTM11. Uzmanlık Eğitimi Veren Bölüm, Fakülte ve Enstitü Sayısı: Yükseköğretim kurumundaki lisansüstü bilim/sosyal bilim alanında uzmanlık eğitimi veren bölüm, fakülte ve enstitü sayısını ifade eder. Papenhausen ve Einstein (2006), fakülte kimlik bilgileri ve kürsüler olmak üzere 2 ayrı kriterde ele almıştır. Zangouinezhad ve Moshabaki (2011) fakülte bünyesinde açılan öğretim atölyesi sayısını kullanmıştır. Cullen ve diğerleri (2003), Karathanos ve Karathanos (2005), Papenhausen ve Einstein (2006), Zangouinezhad ve Moshabaki (2011) ile Aljardali ve diğerleri (2012) iç süreçler boyutunda ele almıştır.

EGTM12. Doktora Programları: Fakülte/enstitüye bağlı doktora programı sayısını ifade eder. Cullen ve diğerleri (2003) iç süreçler, Aljardali ve diğerleri (2012) müşteri boyutunda ele almıştır.

EGTM13. Teknolojiye Ulaşım ve Kullanılabilirlik: Bilgisayar, laboratuvar, teknik ekipman yeterliliği, teknik sistemlere erişim kolaylığı, teknolojik kaynakların ulaşılabilirliği, bilgi teknolojilerinin etkin kullanılabilirliğini ifade eden kriterdir. Karathanos ve Karathanos (2005), Papenhausen ve Einstein (2006) ile Philbin (2011) iç süreçler boyutunda ele alırken, Beard (2009), Beard ve Humphrey (2014) ve De Andrade ve diğerleri (2018) müşteri boyutunda ele almıştır.

EGTM14. Bilgisayar Temelli Dersler: Dersin içeriğinin bilgisayar kullanımını gerektirdiği ve bilgisayar bilgisi kazanımını arttırmayı amaçladığı dersleri ifade eder. Beard (2009), Wu ve diğerleri (2011) bilgisayar ve teknoloji kullanımı yoğun derslerden memnuniyeti bir kriter olarak almıştır. Papenhausen ve Einstein (2006) ve Beard ve Humphrey (2014) öğrenme ve gelişim boyutunda ele alırken; Beard (2009), Wu ve diğerleri (2011) ve De Andrade ve diğerleri (2018) müşteri boyutunda ele almıştır.

4.2. Finans ile İlgili Kriterler (FIN)

FIN1. Gelirlerle İlgili Kriterler: Gelirlerle ilgili kriterler farklı çalışmalarda farklı isimler ve alt kriterlerle karşımıza çıkmaktadır. Gelir kaynakları kriteri, okulun gelirlerini nereden sağladığını gösteren kalemlerdir. Sayed (2013) finans boyutunda yer vermiştir. Gelirlerin büyüme oranı kriteri elde edilen toplam gelirin yıllık oransal artışını gösterir. Papenhausen ve Einstein (2006) ve Sayed (2013) finans boyutunda ele almıştır. Net gelir kriterinde yıllık net gelir gösterilir, Philbin (2011) finans boyutunda ele almıştır. Gelirlerle ilgili alt kriterler, devam eden kriterlerde açıklanacaktır.

FIN2. Devletten Gelen Bütçe Geliri: Devletten gelen bütçenin miktarını gösterir. Enflasyona göre düzenlenen bütçe gelirindeki artış enflasyona göre bütçe artışı kriterinde açıklanmıştır. Karathanos ve Karathanos (2005) bu kriterleri finans boyutunda ele almıştır. Devlet dışı bütçede büyüme kriteri ise bu bütçe hariç gelirlerdeki yüzdesel artışı gösterir. Karathanos ve Karathanos (2005) finans boyutunda ele almıştır.

FIN3. Öğrenim Ücretinden Gelen Gelirler: Öğrenci harçları toplam öğrenim harçları gelirlerinin miktarını gösterir. Cullen ve diğerleri (2003), Karathanos ve Karathanos (2005), Beard (2009), Aljardali ve diğerleri (2012), Valderrama ve diğerleri (2013), Beard ve Humphrey (2014) finans boyutunda yer vermiştir. Yıllık ortalama öğrenim ücreti program bazlı yıllık öğrenim ücretidir. Beard (2009) finans boyutunda yer vermiştir. Öğrenci artışı yıllık kayıtlı öğrencideki artışı gösterir. Bu kriter hem gelir hem de harcamaları etkilemektedir. Wu ve diğerleri (2011) ve Zangouinezhad ve Moshabaki (2011) finans boyutunda ele almıştır. Yıllık öğrenim ücreti dışı gelirler kriteri ise harçlar dışındaki gelirleri yüzdesel olarak gösterir. Papenhausen ve Einstein (2006) finans boyutunda ele almıştır.

FIN4. Yatırım Gelirleri: Okulun yaptığı yatırımlardan dolayı elde ettiği geliri gösteren kriterdir. Philbin (2011) finans boyutunda yer vermiştir.

FIN5. Kaynak Tedariği ve Finansman: Plan ve projelerin gerçekleşmesi için gerekli kaynağın nereden tedarik edileceğini gösteren kriterdir. Ayrıca öğrenime, idari harcamalara, yatırımlara, iştiraklere ayrılan finansmanın doğrudan nereden sağlandığını gösteren tahsis edilen finansman kaynakları kriteri vardır. Bu kriterleri Karathanos ve Karathanos (2005) finans boyutunda yer vermiştir. Karathanos ve Karathanos (2005) finans boyutunda incelemiştir. Program finansmanı kriteri bir eğitim programının hangi kaynaktan finanse edildiğini gösteren kriterdir. Philbin (2011) finans boyutunda ele almıştır. İşbirliği ve anlaşmalardan gelen finansman okulun işbirliği yaparak proje geliştirdiği kurumlardan gelen finansman kaynağının değerini gösterir. Valderrama ve diğerleri (2013) finans boyutunda ele almıştır. Dış kuruluşlar tarafından finanse edilen proje sayısı projelerden kaç tanesinin dış kuruluşlar tarafından finanse edildiğini gösterir. Al-Ashaab ve diğerleri (2011) finans boyutunda yer vermiştir.

FIN6. Bağışlar: Çeşitli kaynaklardan okula verilen karşılıksız maddi kaynakları gösteren kriterdir. Papenhausen ve Einstein (2006), Zangouinezhad ve Moshabaki (2011) ve Beard ve Humphrey (2014) finans boyutunda incelemiştir. Endüstriden sağlanan bağışlar kriteri olarak ayrıca Zangouinezhad ve Moshabaki (2011) müşteri boyutunda ele alınmıştır. Önceki yıllara göre bağışların artıp azalma durumunu gösteren bağışların artması/azalması kriterini Papenhausen ve Einstein (2006) finans boyutunda incelemiştir.

FIN7. Hibeler: Çeşitli kaynaklardan okula yapılan karşılıksız hibeleri gösterir. Karathanos ve Karathanos (2005) finans boyutunda ele almıştır. Endüstriden sağlanan yıllık hibeler kriteri olarak Karathanos ve Karathanos (2005), Papenhausen ve Einstein (2006) ve Zangouinezhad ve Moshabaki (2011) finans boyutunda ele alınmıştır. Okul tarafından öğrenci ve akademik personele eğitim ve araştırma amaçlı sağlanan nakdi kaynakları gösteren araştırma hibeleri kriterini Cullen ve diğerleri (2003), Valderrama ve diğerleri (2013) ve Beard ve Humphrey (2014) finans boyutunda incelemiştir. Okul tarafından yapılan hibe harcamalarını gösteren kriteri Beard (2009) öğrenme ve gelişim boyutunda yer vermiştir.

FIN8. Toplam Araştırma Fonları: Toplanan araştırma fonlarının toplam tutarını gösterir. Karathanos ve Karathanos (2005), Papenhausen ve Einstein (2006) ve Valderrama ve diğerleri (2013) finans boyutunda ele almıştır. Yurtiçi ve yurtdışına eğitim almak, uygulama ve araştırma yapmak için giden araştırmacıların harcamalarının karşılandığı fonları gösteren akademik değişim programına gelen destekler kriterini Beard (2009) finans boyutunda ele almıştır.

FIN9. Okulun Rezervleri: Okulun herhangi bir harcamaya ya da yatırıma kaynak olarak kullanmadığı maddi kaynaklarını gösterir. Beard (2009) finans boyutunda kullanmıştır. Üniversitenin bağlı olduğu vakfın sahip olduğu varlıkları gösteren vakıf varlıkları kriterini Karathanos ve Karathanos (2005) ve Beard (2009) finans boyutunda kullanmıştır. Okulun sahip olduğu haklar ve imtiyazlar olarak patent, lisans, telif vb. varlıklarının sayısını gösteren maddi olmayan duran varlık sayısı kriterini Al-Ashaab ve diğerleri (2011) finans boyutunda ele almıştır. Ciro hacmi yıl içinde yapılan işlerin toplam değerini gösteren kriterdir. Philbin (2011) finans boyutunda ele almıştır.

FIN10. Öğretim ve İdari Kaynak Tahsisi: Öğretime ve idari harcamalara ayrılan bütçeleri gösteren kriterdir. Beard (2009), Aljardali ve diğerleri (2012) ve Beard ve Humphrey (2014) finans boyutunda ele almıştır. Bütçe planlama sürecine çalışanların da dahil edilerek değerlendirme ve önerilerini kapsayan çalışanların bütçe değerlendirmesi kriterini ve yapılacak alımlara ne kadar ödendiğini gösteren satın alma işlemleri kriterini Beard (2009) öğrenme ve gelişim boyutunda yer vermiştir. Planlanan bütçede olmayan ancak yapılması elzem giderler için yapılan bütçe artırımını gösteren önemli ihtiyaçlar için bütçe artırımını kriterini Papenhausen ve Einstein (2006) finans boyutunda incelemiştir.

FIN11. Bütçe Tahsis Onayı, Takibi: Gelecek bütçenin hangi birimlere tahsis edileceğinin belirlenmesi, onay işlemleri ve takibinin yapılması sürecinin işleyişini anlatır. Beard (2009), Aljardali ve diğerleri (2012), Beard ve Humphrey (2014) finans boyutunda kullanmıştır. Sağlanacak finansmanın ihtiyaca veya katkısına göre nereye harcanacağını gösteren finansmanın önceliklendirilmesi kriterini de Karathanos ve Karathanos (2005) ve Beard (2009) finans boyutunda kullanmıştır.

FIN12. Öğrenim Giderleri: Doğrudan öğrenime ayrılmış bütçe yüzdesi öğretim programı için harcanan bütçeyi yüzdesel olarak ifade eder. Papenhausen ve Einstein (2006) iç süreçlerde ele almıştır. Öğrenci başına eğitim giderleri bir öğrencinin eğitim görmesinin okul için toplam maliyetini gösterir. Bu kriteri Zangouinezhad ve Moshabaki (2011) ve Papenhausen ve Einstein (2006) içsel süreçler boyutunda ele alırken Karathanos ve Karathanos (2005), ve Yu ve diğerleri (2009) finans boyutunda kullanmıştır. Ayrıca diğer okullarla yapılan program ücretleri maliyetleri kıyaslaması için emsallere göre üretim birimi başına

maliyet kriterini Papenhausen ve Einstein (2006), emsallere göre öğrenim ücreti karşılaştırması kriterini de Beard (2009) ve Aljardali ve diğerleri (2012) finans boyutunda ele almıştır.

FIN13. Burslar: Öğrencilere sağlanan gıda, konaklama, ulaşım, eğitim vb. konularda yapılan karşılıksız nakdi destektir. Karathanos ve Karathanos (2005), Beard (2009), Aljardali ve diğerleri (2012) ve Beard ve Humphrey (2014) finans boyutunda ele alırken, De Andrade ve diğerleri (2018) iç süreçler boyutunda yer vermiştir. Başarılarından dolayı raştırmacı ve bursiyerlere verilen ödül miktarını gösteren ödüller kriteri Cullen ve diğerleri (2003) öğrenme ve gelişim, Beard (2009) ve Beard ve Humphrey (2014) finans boyutunda yer vermiştir.

FIN14. Fakülte Harcamaları: Her bir bölümün faaliyet gösterebilmesi için yapılan tesis harcamaları, bina giderleri, temizlik giderleri, öğretmen maaşları, laboratuvar masraflarını temsil eden kriterdir. Finans boyutunda yer alan harcama kalemlerindedir. Cullen ve diğerleri (2003), Yu ve diğerleri (2009) finans boyutunda ele almıştır.

FIN15. Bilgisayar, Donanım ve Yazılım İçin Harcanan Bütçe: Teknolojik yatırımlar, bilgisayarın yenilenmesi, tamiri, donanım ve yazılımlar için harcanan bütçeyi gösterir. Cullen ve diğerleri (2003) finans boyutunda, Papenhausen ve Einstein (2006), Aljardali ve diğerleri (2012) ve Beard ve Humphrey (2014) öğrenme ve gelişim boyutunda yer vermiştir.

FIN16. Personelin Gelişimi İçin Harcanan Bütçe: Personelin kendini geliştirmesi için katıldığı eğitimler, kurslar ve sertifika programlarına yapılan harcamaların toplam harcamalar içindeki yüzdesini gösteren kriterdir. Aljardali ve diğerleri (2012) öğrenme ve gelişim boyutunda ele almıştır. Öğretim elemanlarının katıldığı konferanslar ve saha çalışmaları için yaptığı seyahat, araştırma ve kitap harcamalarını seyahat, araştırma ve kütüphane giderleri kriterini Cullen ve diğerleri (2003) ve Beard (2009) finans boyutunda ele alırken, Papenhausen ve Einstein (2006), Zangouinezhad ve Moshabaki (2011), Aljardali ve diğerleri (2012) öğrenme ve gelişim boyutunda yer vermiştir.

FIN17. İşbirlikçi Ar-Ge'ye Ayrılan Yıllık Bütçe: Okulun işbirliği yaparak geliştirdiği projede araştırma ve geliştirme faaliyetlerine ayrılan bütçe miktarını açıklar. Al-Ashaab ve diğerleri (2011) finans boyutunda yer vermiştir.

FIN18. Reklam Harcamaları: Okulun tanıtımına harcanan reklam ve promosyon harcamalarını ifade eden kriterdir. Cullen ve diğerleri (2003), Philbin (2011) finans boyutunda ele almıştır.

FIN19. Kaynak Yönetimi: Mali sorumluluklar, kaynak etkinliği ve kaynak kalitesini gösteren kriterdir. Sayed (2013) finans boyutunda yer vermiştir. Bunun yanı sıra tasarruf tedbirlerini gösteren maliyetten kaçınma, kontrol altına alma ve tasarruf kriterini Wu ve diğerleri (2011) ve Beard ve Humphrey (2014) finans boyutunda ele almıştır. Okulun yapacağı yatırımlarla ilgili stratejik planları gösteren yatırım stratejileri kriterine Philbin (2011) finans boyutunda yer vermiştir.

FIN20. Bütçeye Göre Finansal Uygulanabilirlik ve Performans: Yapılan planların ve başlayacak projelerin bütçeye göre finansal olarak uygulanabilme derecesini gösteren kriterdir. Beard ve Humphrey (2014) finans boyutunda ele almıştır. Kredi notu kriteri ise üniversitenin finansman sağlamada kredi notunu gösterir. Valderrama ve diğerleri (2013) finans boyutunda ele almıştır.

FIN21. Katkı Analizi: Yapılan harcamaların ve yatırımların gelir artışına katkısının analizinin yapılarak net bir şekilde görülmesini sağlayan kriterdir. Bu kriter ek olarak eğitim karlılığının maliyete etkisini yüzdesel olarak gösteren bir kriter de kullanılmıştır. Papenhausen ve Einstein (2006) bu kriterlere finans boyutunda yer vermiştir.

FIN22. Yıl Sonu Bütçe Dengesi: Yıl sonunda gelir gider dengesini gösteren kriterdir. Karathanos ve Karathanos (2005), Papenhausen ve Einstein (2006), Beard (2009), Wu ve diğerleri (2011) ve Aljardali ve diğerleri (2012) finans boyutunda yer vermiştir. Yıllık net karı gösteren net kar ve borçlanma katsayısı olarak da bilinen, kısa ve uzun vadeli borçların özsermayeye bölünmesiyle ortaya çıkan borcun özsermayeye oranı kriterlerini Philbin (2011) finans boyutunda incelemiştir. Harcanan devlet bütçesinin oranını gösteren kriteri de Beard (2009) finans boyutunda ele almıştır.

FIN23. Pazar Payı: Vakıf okulları ve özel okullarda, emsalleri arasındaki pazar payını gösteren kriterdir. Papenhausen ve Einstein (2006) müşteri boyutunda, Karathanos ve Karathanos (2005), Wu ve diğerleri (2011), Aljardali ve diğerleri (2012) ve Sayed (2013) finans boyutunda ele almıştır.

FIN24. Çevre Eğitimi Programı Kriterleri: Çevre eğitimi optimizasyonu programın en optimal maliyetini gösteren kriterdir. Satın almak yerine elde olanın kullanıldığında ortaya çıkan tasarrufu gösteren çevre eğitimi programlarında varlık kullanımını artırma kriterini ve çevre eğitimi faaliyetlerinden elde edilen gelir fırsatlarını genişletme kriteri de incelenmiştir. De Andrade ve diğerleri (2018) bu kriterlere finans boyutunda yer vermiştir.

FIN25. Tesislerin Verimli ve Tasarruflu Kullanımı: Tesislerde yapılan düzenleme ve iyileştirmeler sonucunda yapılan tasarruf miktarını gösteren kriterdir. Zangouezhad ve Moshabaki (2011) ve Wu ve diğerleri (2011) finans boyutunda ele almıştır.

4.3. İnsan kaynakları ile ilgili Kriterler (IK)

IK1. Kadrolu Memur (Maaş, Terfi, Görev Süresi): Kadrolu memurların maaş artışının neye göre belirleneceği, terfi alma şartları, görev süresi gibi prosedürleri gösteren kriterdir. Valderrama ve diğerleri (2013) öğrenme ve gelişim, Beard (2009) iç süreçler, Aljardali ve diğerleri (2012) insan kaynakları boyutunda ele almıştır.

IK2. Personel Devir Hızı: İşe giren personelin kaç yıl çalıştığını gösterir. Karathanos ve Karathanos (2005) öğrenme ve gelişim boyutunda ele almıştır. Kilit çalışanlarda istikrar kriteri ise, uzmanlık alanı ve bilgisi nedeniyle ihtiyaç duyulan personelin 5 yıldan fazla kurumda çalışmasını gösterir. Wu ve diğerleri (2011) öğrenme ve gelişim boyutunda ele almıştır. Yeni işe başlayan personel oryantasyonu kriterini ise Karathanos ve Karathanos (2005) öğrenme ve gelişim boyutunda ele almıştır.

IK3. Çalışanların Mesleki Gelişimi: Çalışanların mesleki bilgileriyle ilgili girdikleri sınavlardan aldıkları puanları gösterir. Ayrıca çalışanların bilgisayar eğitimleri sonunda girdiği sınavdan aldıkları puanı gösteren bir kriter vardır. Karathanos ve Karathanos (2005) öğrenme ve gelişim boyutunda ele almıştır. Öte yandan, birbirini etkileyen iş fonksiyonları arasında bilgi, beceri, deneyim paylaşımı yapılan toplantıları açıklayan iş fonksiyonları ve birimler arası toplantılar kriterini, Zangouezhad ve Moshabaki (2011) insan kaynakları boyutunda ele almıştır.

IK4. Personele Tanıtılan Kurs ve Sertifika Programları: Sürekli eğitim merkezi tarafından personele sunulan kurslar, eğitimler, sertifika programı çeşitliliğini gösteren kriterdir. Zangouezhad ve Moshabaki (2011) ve Aljardali ve diğerleri (2012) iç süreçlerde, Beard (2009), Beard ve Humphrey (2014) ve Wu ve diğerleri (2011) öğrenme ve gelişim boyutunda ele almıştır. Sürekli eğitim merkezininkurslarına katılan personel sayısını ifade eden kriteri Zangouezhad ve Moshabaki (2011) ve Aljardali ve diğerleri (2012) insan kaynakları boyutunda ele alırken, Wu ve diğerleri (2011) ve Valderrama ve diğerleri (2013) öğrenme ve gelişim boyutunda ele almıştır. Çalışanlara verilen iş güvenliği, acil yardım, afet korunma eğitimlerinin tümünü kapsayan emniyet ve güvenlik eğitimi kriterini Karathanos ve Karathanos (2005) öğrenme ve gelişim boyutunda ele almıştır. Ek olarak sürekli eğitim merkezinde verilen kurslar ve eğitimlerden sonra yapılan memnuniyet değerlendirmesi sonuçlarını anlatan uygulama değerlendirmeleri kriteri vardır. Karathanos ve Karathanos (2005) öğrenme ve gelişim boyutunda ele alırken, Zangouezhad ve Moshabaki (2011) insan kaynakları boyutunda, Papenhausen ve Einstein (2006) ve Sayed (2013) iç süreçler boyutunda yer vermiştir.

IK5. Personelin Teknolojiye Erişimi ve Kullanımı: Çalışanların rutin işlerini sürdürebilmesi için gerekli teknik ekipmana kolay ulaşımı ve kullanımını gösteren kriterdir. Beard (2009) öğrenme ve gelişim, Beard ve Humphrey (2014) iç süreçler, Papenhausen ve Einstein (2006) insan kaynakları boyutunda ele almıştır.

IK6. Yaralanma/Kaza Oranları ve Tazminatlar: İş kazası sonucu yaralanan, kaza yapan personel oranını gösterir. Ayrıca çalışanların tazminat taleplerini ve tazminatın karşılanma düzeyini gösteren işçi tazminat talepleri kriteri de vardır. Karathanos ve Karathanos (2005) öğrenme ve gelişim boyutunda ele almıştır. Fakülte gönüllü cirosu ise işten çıkarılmaksızın, kendi isteğiyle çalıştığı pozisyonundan istifa eden çalışanların tazminat devir miktarını gösteren kriterdir. Beard (2009) iç süreçler boyutunda yer vermiştir.

IK7. Personel Şikayetleri: Sınıflandırılmış, sınıflandırılmamış ve gizli personel şikayetleri olarak üçe ayrılır. Kalifiye personelin şikayetlerini tanımlayan sınıflandırılmış şikayetleri Karathanos ve Karathanos (2005) ve Beard (2009) öğrenme ve gelişim boyutunda ele almıştır. Kalifiye olmayan personelin şikayetlerini tanımlayan sınıflandırılmamış şikayetleri ve personelden isimsiz gelen gizli şikayetler kriterlerini Karathanos ve Karathanos (2005) öğrenme ve gelişim boyutunda ele almıştır. Personelin ayrımcılık ve tacize uğradığına dair şikayetler, ihbarlar, yürütülen soruşturmaları tanımlayan kriteri ise Beard (2009) iç süreçler boyutunda, Karathanos ve Karathanos (2005) öğrenme ve gelişim boyutunda ele almıştır.

4.4. Mezunlarla ilgili Kriterler (MEZ)

MEZ1. Mezuniyet Şartları: Mezunların bölümü başarıyla tamamlamış sayılması için gerekli yeterlilikleri, alması gereken dersleri ve kredileri ifade eder. Cullen ve diğerleri (2003) müşteri boyutunda ele almıştır. Mezunların akademik ortalamalarını gösteren kriteri, Beard (2009) öğrenme ve gelişim, Papenhausen ve Einstein (2006) müşteri boyutunda yer vermiştir. Lisans programını yasal süresi sonunda bitirebilen öğrenci yüzdesini gösteren kriteri ise Papenhausen ve Einstein (2006) iç süreçler boyutunda ele almıştır.

MEZ2. Mezun Verme Oranı: Akademik takvim sonunda kayıtlı öğrencilerden mezun olanların oranını ifade eder. Sayed (2013) iç süreçler boyutunda, Cullen ve diğerleri (2003), Karathanos ve Karathanos (2005), Papenhausen ve Einstein (2006), Beard (2009), Aljardali ve diğerleri (2012) ise müşteri boyutunda ele almıştır. Başka bir kriter olan yıllık mezun olan öğrenci sayısını Cullen ve diğerleri (2003) iç süreçler boyutunda, Karathanos ve Karathanos (2005) müşteri boyutunda, Beard (2009) öğrenme ve gelişim boyutunda incelemiştir. Ayrıca Papenhausen ve Einstein (2006), dönem sonunda mezun olan öğrencilerin bölümlere göre dağılımını gösteren aktif mezun bölümleri kriterine müşteri boyutunda yer vermiştir.

MEZ3. Mezun Memnuniyeti: Mezunların alınan eğitimden ve okul sayesinde kazanılan yetkinliklerden memnun olma derecesini ifade eden mezunların öğretimden memnuniyeti kriterini Papenhausen ve Einstein (2006) öğrenme ve gelişim, Sayed (2013) iç süreçler boyutunda ele almıştır. Karathanos ve Karathanos (2005), Beard (2009), Wu ve diğerleri (2011), Aljardali ve diğerleri (2012) ve Valderrama ve diğerleri (2013) ise müşteri boyutunda yer verdiği görülmektedir. Mezunların program etkinliğinin değerlendirilmesi kriterinde, programdan öğrenilen kazanımların iş bulma konusunda fırsat yaratmasından duyulan memnuniyeti gösterir. Karathanos ve Karathanos (2005), Beard (2009) ve Aljardali ve diğerleri (2012) müşteri boyutunda ele almıştır. Mezunların derslik, bina, kütüphane, spor salonu gibi fiziki yapıların uygunluğundan duyduğu memnuniyetini Karathanos ve Karathanos (2005) ve Aljardali ve diğerleri (2012) müşteri boyutunda ele almıştır. Mezunların birlikte eğitim aldığı azınlık, yabancı, kadın öğrencilerle ilgili değerlendirmelerini ifade eden çeşitlilik değerlendirmesi kriterini Karathanos ve Karathanos (2005), Beard (2009) müşteri boyutunda incelemiştir. Mezunların güncel olarak lisans tercihi yapacak olsa okulu tekrar tercih etme isteği kararını gösteren kriteri, Karathanos ve Karathanos (2005), Papenhausen ve Einstein (2006), Beard (2009), Wu ve diğerleri (2011) müşteri boyutunda ele almıştır. Mezunların okulun düzenlediği sosyal etkinliklerine katılma oranını ve mezunlarla gerçekleştirilen odak grup değerlendirmeleri ile okulun vizyonunu belirlemeyi amaçlayan kriteri Papenhausen ve Einstein (2006) müşteri boyutunda ele almıştır.

MEZ4. Mezunların Aktif Gelişimi: Üniversiteler öğrencilere okuduğu bölümde aktif öğrenme ve beceri geliştirme yeterliliği kazandırmayı hedefler. Öğrencilere iletişim, sunum, çatışma ve problem çözme yeteneği kazandırmaya yönelik dersler ve faaliyetleri gösteren kriterdir. Karathanos ve Karathanos (2005), Papenhausen ve Einstein (2006) iç süreçlerde, Beard (2009) ve Sayed (2013) müşteri boyutunda ele almıştır.

MEZ5. Profesyonel Sınavlarda Başarı Oranı: Emsal okulların mezunları ile girdiği genel sınavlarda öğrencilerin başarı durumunu gösterir. Bunun yanı sıra yazılı ve sözlü sınavlarda başarısız olma oranı ve nitelikli öğrencilerin başarısız olma oranı kriterlerini de inceleyen Papenhausen ve Einstein (2006) bu kriterleri iç süreçler boyutunda ele almıştır.

MEZ6. Kaliteli ve Zamanında İşe Girme: Mezunların okuduğu bölümle alakalı, çalışmak istedikleri alanda, mezun olmanın üstüne çok süre geçmeden iş bulduğunu gösteren kriterdir. Cullen ve diğerleri (2003), Karathanos ve Karathanos (2005), Papenhausen ve Einstein (2006) ve Beard (2009) müşteri boyutunda ele almıştır. Bu kriterin yanı sıra mezunların iş bulma kademesi, mezun işsizlik oranı, mezunların iş bulma hızı kriterleri de Beard (2009) müşteri boyutunda ele almıştır. Mezunların bitirdiği bölümle ilgili işe giren öğrenci sayısını gösteren ana alanda istihdam kriterini Cullen ve diğerleri (2003) iç süreçlerde, Beard (2009) müşteri boyutunda incelemiştir. Böüm mezunlarının piyasada ağırlıklı olarak hangi sektörlerde çalıştığını gösteren mezunların piyasaya katılımı kriterine Beard (2009) ve Aljardali ve diğerleri (2012) müşteri boyutunda yer vermiştir. Mezun olmadan iş teklifi alan son sınıf öğrencisi sayısı kriterini de Cullen ve diğerleri (2003) ve Aljardali ve diğerleri (2012) müşteri boyutunda ele almıştır.

MEZ7. Öğrenci İşe Yerleştirme: Okul bağlantıları ve işbirlikleri sayesinde iş bulan öğrenci sayısını gösterir. Cullen ve diğerleri (2003), Karathanos ve Karathanos (2005), Beard (2009) müşteri boyutunda ele almıştır.

MEZ8. Kampüste İşe Alınan Mezun Sayısı: Mezun olduktan sonra üniversite bünyesinde veya üniversitenin işbirliklerinde çalışan mezun sayısını ifade eder. Karathanos ve Karathanos (2005), Papenhausen ve Einstein (2006) ve Aljardali ve diğerleri (2012) müşteri boyutunda ele almıştır.

MEZ9. Mezun Maaşları: Mezunların başlangıç maaşlarını ifade eden kriter Beard (2009) öğrenme ve gelişim, Papenhausen ve Einstein (2006) ve Aljardali ve diğerleri (2012) müşteri boyutunda yer vermiştir. Mezunların sektörde ortalama maaşı ve mezunların yıllık geliri kriterlerini Karathanos ve Karathanos (2005), Beard (2009), Zangouezhad ve Moshabaki (2011) ve Aljardali ve diğerleri (2012) müşteri boyutunda ele almıştır. Mezunların emsallerine göre kaç yılda terfi aldıklarını ifade eden mezunların terfi yeteneği kriterini Papenhausen ve Einstein (2006) müşteri boyutunda incelemiştir.

MEZ10. İşveren Mezun Değerlendirmesi: Çalıştığı yerdeki yöneticiler tarafından mezunların bilgisayar yetkinliği, liderlik, çatışma çözümü, problem çözme yeteneği ve iletişim yetkinliğinin değerlendirilmesini ifade eden kriterlerdir. Karathanos ve Karathanos (2005), Papenhausen ve Einstein

(2006) ve Beard (2009) müşteri boyutunda ele almıştır. Bu kriterlere ek olarak işverenin sunum yapabilme yetkinliği ve veri toplama ve raporlama yetkinliği değerlendirmelerini gösteren kriterleri Karathanos ve Karathanos (2005), Beard (2009) ve Beard ve Humphrey (2014) müşteri boyutunda ele almıştır. Bunların yanı sıra aynı bölümden mezun iş arkadaşları arasında üst yöneticileri tarafından hazırlanan performans değerlendirmesindeki durumunu gösteren iş hayatında başarı envanterini Beard ve Humphrey (2014) müşteri boyutunda incelemiştir. İş kurslarında öğrenci kalitesinden memnuniyet kriteri ise emsalleri arasında okul mezunlarının başarısını ifade eden bir kriterdir. Beard (2009) müşteri boyutunda ele almıştır.

4.5. Öğrenci ile İlgili Kriterler (OGR)

OGR1. Öğretim Üyesi Başına Düşen Öğrenci Sayısı: Bölüm/fakülte bazında kayıtlı öğrenci sayısının ders veren öğretim üyesi sayısına bölünmesiyle ortaya çıkan kriterdir. Cullen ve diğerleri (2003), Papenhausen ve Einstein (2006) ve Zangouezhad ve Moshabaki (2011) iç süreçler boyutunda ele almıştır.

OGR2. Kayıt Kolaylığı ve Prosedürler: Öğrenci değerlendirmelerinde, kayıt kolaylıkları ve prosedürlerden duyulan memnuniyetin ölçülmesini gösteren kriterdir. Karathanos ve Karathanos (2005) ve Papenhausen ve Einstein (2006) iç süreçler, Beard (2009) öğrenme ve gelişim, Cullen ve diğerleri (2003) ve Beard ve Humphrey (2014) müşteri boyutunda ele almıştır. Aljardali ve diğerleri (2012), okulda herhangi bir işlemi gerçekleştirmek için prosedür ve bürokrasiden doğan şikayetleri bir kriter olarak müşteri boyutunda ele almıştır.

OGR3. Danışmanlık Hizmeti Türü ve Sayısı: Öğrencilere kayıt, ders seçimi, eğitim faaliyetleri, sosyal etkinlikler gibi farklı konularda verilen danışmanlık hizmeti türlerini ve sayısını gösteren kriterdir. Papenhausen ve Einstein (2006) iç süreçler boyutunda ele almıştır. Öğrencinin program kayıt sürecini ve hocalardan aldığı danışmanlık hizmetinden duyduğu memnuniyeti değerlendirdiği danışmanlık hizi türü ve sayısı kriterini, Papenhausen ve Einstein (2006), Aljardali ve diğerleri (2012) ve Beard ve Humphrey (2014) müşteri boyutunda ele almıştır. Öğrencinin danışmanın yanlış yönlendirmesi sonucunda yaptığı yanlış işlemler ve aynı danışman tarafından bu yanlışın tekrarlanma sıklığını gösteren danışmanlık hataları ve sıklığı kriterini Papenhausen ve Einstein (2006) iç süreçler boyutunda ele almıştır.

OGR4. Fakülte İmkanları Değerlendirmeleri: Fakültenin imkanları konusunda memnuniyet anketlerinden edilen sonucu ifade eder. Sınıfların multimedia kullanımına uygunluğu dersin işlendiği sınıf kalitesi memnuniyeti test edilir. Derslikler, dinlenme alanları, laboratuvarlar, kullanılan ortak alanlar değerlendirildiğinde öğrencilerin duyduğu memnuniyeti ifade eder. Beard (2009) müşteri boyutunda, Papenhausen ve Einstein (2006) ve Sayed (2013) iç süreçler boyutunda ele almıştır.

OGR5. Öğrenci Değerlendirmeleri (Eğitim): Öğrencilerin dersler, kurslar, müfredat ve verilen eğitimlerden memnun kalma düzeyini ölçen anketlerle elde edilir. Verilen eğitimin öğrencinin ufkunu açması, müfredatın yeterliliği, küresel bakış açısı kazanımı, dersin hocasına erişim, uygulayıcılarla etkileşim, müfredatın güncel iş ve ticari eğilimlerle ilgisi gibi olguları barındırır. Öğrencilerin öğretim, ders, dersi veren öğretim üyesini değerlendirdiği anketleri tanımlar. Papenhausen ve Einstein (2006), derslerin yoğunluğundan ve zorluğundan dolayı okulu bırakarak başka cazip alternatiflere yönelen öğrencileri açıklayan öğrencinin gönüllü yıpranma yüzdesini de kriter olarak ele almıştır. Cullen ve diğerleri (2003), Sayed (2013), Wu ve diğerleri (2011) iç süreçler boyutunda ele almıştır. Karathanos ve Karathanos (2005), Papenhausen ve Einstein (2006), Beard (2009), Aljardali ve diğerleri (2012), Beard ve Humphrey (2014) ise müşteri boyutunda yer vermiştir.

OGR6. Kampüsten Öğrenci Memnuniyeti: Kampüsün sosyal, kültürel ve spor imkanlarından memnuniyet değerlendirmesi sonucunu gösteren kriterdir. Karathanos ve Karathanos (2005), Beard (2009), Beard ve Humphrey (2014) müşteri boyutunda ele alırken, Sayed (2013) iç süreçler boyutunda ele almıştır.

OGR7. Hizmetlerden Duyulan Memnuniyet: Öğrencilerin yemek ücretleri, ulaşım imkanları, laboratuvar, kütüphane, sağlık gibi hizmetlerden duyduğu memnuniyeti gösteren kriterdir. Beard (2009) müşteri boyutunda ele alırken, Karathanos ve Karathanos (2005), Papenhausen ve Einstein (2006) ve Sayed (2013) iç süreçler boyutunda ele almıştır.

OGR8. Okulu Tercih Etme Sebepleri: Öğrencilere yapılan anketlerde öne çıkan okulun tercih edilme sebeplerini gösteren kriterdir. Beard (2009) öğrenme ve gelişim boyutunda ele almıştır. Okulun derslik, teknolojik imkanlar, kütüphaneden dolayı tercih edilme yüzdesini gösteren kriteri de öğrenme ve gelişim boyutunda ele almıştır. Ayrıca okulda eğitim veren profesörlerin basında çıkan başarılarından dolayı öğrencilerin bölümü veya okulu tercih etme yüzdesi kriterini müşteri boyutunda ele almıştır. Aljardali ve diğerleri (2012) ise basında çıkan okul sıralamalarından dolayı okulun tercih edilme yüzdesi kriterini müşteri

boyutunda ele almıştır. Bölüm bazlı kontenjan doluluk yüzdesini gösteren kriteri Cullen ve diğerleri (2003) ve Aljardali ve diğerleri (2012) müşteri boyutunda ele almıştır.

OGR9. Öğrenci Kalitesi: Öğrencilerin okula yerleşmek için genel sınavda aldığı matematik, yabancı dil, tarih, fen bilimleri gibi puanları, sıralamaları, yüzdeler gösterir. Beard (2009) öğrenme ve gelişim boyutunda, Cullen ve diğerleri (2003), Papenhausen ve Einstein (2006) ve Aljardali ve diğerleri (2012) müşteri boyutunda ele almıştır. Ayrıca genel sınav sıralamasında dereceye girip bölümü tercih eden öğrencilerin sayısını gösteren kriteri Beard (2009) öğrenme ve gelişim boyutunda, Cullen ve diğerleri (2003) müşteri boyutunda ele almıştır. Dersleri alan öğrencilerin başarı yüzdesini gösteren kriteri Valderrama ve diğerleri (2013) müşteri boyutunda, Aljardali ve diğerleri (2012) iç süreçler boyutunda ele almıştır. Ayrıca not ve sınav dışında, dersi alan öğrencilerin grup çalışmalarında aynı gruptaki arkadaşlarını ve diğer grupların performansını değerlendirdiği bir kriter olan akran değerlendirme ve rekabet kriterini Beard (2009) iç süreçler boyutunda ele almıştır.

OGR10. Birinci Sınıf Öğrencisi Tutma: Birinci sınıftan sonra bölümden/okuldan ayrılan öğrencilerden sonra kalan öğrencilerin payını gösterir. Sayed (2013) iç süreçler boyutunda değerlendirirken, Karathanos ve Karathanos (2005), Papenhausen ve Einstein (2006) ve Beard ve Humphrey (2014) müşteri boyutunda ele almıştır. Bununla beraber birinci sınıfta bölüm derecesi yapıp başka okula/bölüme geçmeyen öğrenci sayısını gösteren dereceli birinci sınıf öğrencisi tutma kriterini Karathanos ve Karathanos (2005) ve Beard ve Humphrey (2014) müşteri boyutunda ele almıştır. Karathanos ve Karathanos (2005) birinci sınıf akademik ortalamaları kriterini müşteri boyutunda ele almıştır. Birinci sınıf öğrencilerinin bölümden, fakülteden ve okuldan duyduğu genel memnuniyeti gösteren birinci sınıf memnuniyet anketi kriterini Karathanos ve Karathanos (2005) ve Beard (2009) müşteri boyutunda ele almıştır.

OGR11. Öğrenci Beklentisiyle Verilen Eğitimin Beklentiyi Karşılama: Öğrencinin tercih dönemindeki beklentileri ile eğitim almaya başladıktan sonra kazanımlarının ne kadar uyduğunu gösteren kriterdir. Beard (2009) müşteri boyutunda, Sayed (2013) iç süreçler boyutunda ele almıştır. Öğrencilerin ders seçim sürecinde yaşadığı sıkıntılar ve öğrencinin istediği programı oluşturmaya imkan tanıyan Zorunlu ve seçmeli derslerde kontenjan yeterliliğinden duyulan memnuniyet kriterini Papenhausen ve Einstein (2006) ve Beard (2009) müşteri boyutunda ele almıştır. Okuldan mezun olduktan sonra lisans, yüksek lisans, doktora programlarında eğitim almak için tekrar gelen öğrenci sayısını gösteren kriteri Beard (2009) müşteri boyutunda ele almıştır.

OGR12. Staj, Kariyer Bağlantıları, Sektörler Temaslar ve İşe Yerleştirme: Okulun, öğrencilerin kendini geliştirmesi ve gelecekte kolay iş bulması ve deneyim kazanması için sektörle yaptığı işbirlikleri, staj ve iş olanaklarını gösteren kriterdir. Beard ve Humphrey (2014) müşteri boyutunda, Philbin (2011) öğrenme ve gelişim boyutunda, Papenhausen ve Einstein (2006) ve Aljardali ve diğerleri (2012) iç süreçler boyutunda ele almıştır.

OGR13. Öğrenciler, Ebeveynler ve Çalışanlar İçin Değer Yaratma: Öğrencilerde ve öğrenci ebeveynlerinde okul hakkında kalite ve aidiyet algısı oluşturma, tercih sürecine girecek öğrencilere tavsiye etmelerini sağlama üzerine yapılan çalışmaları gösteren kriterdir. Beard (2009) müşteri boyutunda ele almıştır. ebeveynlerin çocuğunun aldığı eğitimden duyduğu memnuniyeti ölçen ebeveyn anketleri kriterini Beard ve Humphrey (2014) ve De Andrade ve diğerleri (2018) müşteri boyutunda ele almıştır. Başka okuldan veya okul içindeki herhangi bir bölümden yatay veya dikey geçişle gelen öğrenci sayısını gösteren transferle gelen öğrenci sayısı kriterini Karathanos ve Karathanos (2005) ve Beard (2009) müşteri boyutunda ele almıştır. Eskiden kayıtlı olup belli bir dönem eğitimden uzak kaldıktan sonra aflu dönerek eğitimine devam eden tekrar katılan öğrenci sayısı kriterini ise Karathanos ve Karathanos (2005) müşteri boyutunda ele almıştır.

4.6. Öğretim Kadrosu ile İlgili Kriterler (ÖGRUYE)

OGRUYE1. Fakültede Çalışan Oranı: Fakültede akademik ünvanlara göre personel sayısını ifade eder. Philbin (2011) insan kaynakları boyutunda, Sayed (2013) iç süreçler boyutunda ele almıştır. Doktora derecesine sahip çalışan sayısını, Karathanos ve Karathanos (2005) ve Valderrama ve diğerleri (2013) öğrenme ve gelişim boyutunda, Beard (2009) iç süreçler boyutunda, Aljardali ve diğerleri (2012) insan kaynakları boyutunda ele almıştır. Beard (2009) fakültede görev yapan profesör sayısını da ayrı bir kriter olarak iç süreçler boyutunda değerlendirmiştir.

OGRUYE2. Fakültede Çalışan Çeşitliliği: Öğretim kadrosunda çalışan kadın, yabancı, azınlık sayısını ifade eder. Beard (2009) iç süreçler boyutunda, Karathanos ve Karathanos (2005) öğrenme ve gelişim boyutunda ele almıştır.

OGRUYE3. Öğretim Kadrosunun Nitelikleri: Öğretim üyelerinin çalıştığı ünvanda iş deneyimi, verdiği ders sayısı, akademik yayınlarının sayısı, atıf sayısı gibi kriterlerin toplamıdır. Papenhausen ve Einstein

(2006) insan kaynakları boyutunda ele almıştır. Yeni kurulan fakültelere akıl hocalığı yapan kıdemli öğretim kadrosu derecesini Beard (2009) iç süreçler boyutunda ele almıştır. Çapraz eğitilmiş, birden fazla alanda ders verebilecek öğretim üyesi sayısını gösteren kriteri Zangouinezhad ve Moshabaki (2011) ve Aljardali ve diğerleri (2012) öğrenme ve gelişim boyutunda yer vermiştir.

OGRUYE4. Öğretim Elemanı Değişimi: Davetli eğitimcilerin verdiği dersler, fakültenin kadrosunda olmadan, uzmanlık alanı dolayısıyla davetli olarak gelip ders anlatan eğitimcilerin verdiği ders sayısını ifade eder. Cullen ve diğerleri (2003) öğrenme ve gelişim, Philbin (2011) müşteri boyutunda ele almıştır. Okulun öğretim üyelerinin başka bölüm, fakülte ya da başka okullara derse gitme sıklığını gösteren gönüllü öğretim üyesi değişimi kriterine, Karathanos ve Karathanos (2005) öğrenme ve gelişim boyutunda yer vermiştir.

OGRUYE5. Öğretim Kadrosunu Geliştirme Faaliyetleri: Öğretim üyelerini yayın, ders içerikleri, teknoloji kullanımı gibi alanlarda motive etmek için yapılan teşvikleri gösterir. Yeni başlayan öğretim üyelerinin kurumla ilişkisinin sağlanması ve uyum sağlanması için yapılan oryantasyon toplantılarını ifade eden ayrı bir kriter vardır. Papenhausen ve Einstein (2006) bu kriterleri insan kaynakları boyutunda ele almıştır.

OGRUYE6. Fakülte Personelinin Temel Refah Göstergeleri: Fakülteadaki akademik ve akademik olmayan personelin yapılan işten duyduğu tatmini, iş ortamında yaşadığı moral ve refahını, kişisel gelişim imkanlarından duyduğu memnuniyeti gösteren kriterdir. Beard (2009) iç süreçler, Karathanos ve Karathanos (2005), Papenhausen ve Einstein (2006), Wu ve diğerleri (2011) öğrenme ve gelişim, Sayed (2013), Aljardali ve diğerleri (2012) insan kaynakları boyutunda yer vermiştir. Çalışma ortamındaki ergonomi, sıcaklık, aydınlatma, dinlenme alanı, çalışma ortamı koşullarına dair personelin memnuniyetini gösteren çevresel faktörler kriterini Karathanos ve Karathanos (2005) öğrenme ve gelişim boyutunda ele almıştır.

4.7. Toplumsal Değer Yaratma ile İlgili Kriterler (TDEGER)

TDEGER1. Toplumsal Hizmetler: Okulun gönüllü olarak topluma fayda sağlamak veya farkındalık yaratmak için yürüttüğü yardım ve destek faaliyetleri açıklayan kriterdir. Papenhausen ve Einstein (2006) ve Sayed (2013) insan kaynakları boyutunda, Zangouinezhad ve Moshabaki (2011) öğrenme ve gelişim boyutunda ele almıştır. Toplumsal hizmetlerine gönüllü olarak dahil olan öğretim üyesi sayısını ifade eden kriteri Papenhausen ve Einstein (2006) ve Aljardali ve diğerleri (2012) insan kaynakları boyutunda ele almıştır. Sivil toplum kuruluşlarına üye olup toplum hizmetlerine katılan öğrenci, personel, mezun sayısı kriterini de Aljardali ve diğerleri (2012) müşteri boyutunda ele almıştır. Kamu, toplum hizmetleri ve STK'larda işe giren mezun sayısını gösteren kriteri Karathanos ve Karathanos (2005) müşteri boyutunda ele almıştır.

TDEGER2. Çevre, Sürdürülebilirlik, Sosyal Sorumluluk Eğiticileri ile İlgili Kriterler: De Andrade ve diğerleri (2018) bu kriteri daha önce çevre ve sürdürülebilirlik ile ilgili ders anlatan, eğitim almış olan, eğitim veren veya verebilecek durumda olan deneyimli öğretim üyesi sayısı olarak kullanmıştır. Beard (2009) ise etik ve sosyal sorumluluk dersi veren eğiticilerin değerlendirilmesi kriteri olarak ele almıştır. De Andrade ve diğerleri, (2018) insan kaynakları boyutunda, Beard (2009) öğrenme ve gelişim boyutunda ele almıştır.

TDEGER3. Çevre Eğitimi ile İlgili Kriterler: De Andrade ve diğerleri (2018) çevre eğitimi ile ilgili akademik politikaları ifade eden kriteri müşteri boyutunda ele almıştır. Aynı çalışmada çevre eğitimine ağırlık veren akademik ve idari hizmetler ve çevre eğitimine odaklanan diğer kurumlarla işbirliği programları kriterleri de insan kaynakları boyutunda yer bulmuştur.

TDEGER4. Teknolojinin Öğrenme Deneyimine Yayılma Derecesi: Tüm bölümlerde teknoloji kullanımını gerektirecek ders sayısını, bilgi teknolojilerini tanıtmak için yapılan oturum sayısını, yeni teknoloji kullanımını içeren kurs sayısını, fakülteler ve personel için sağlanan bilgi teknolojisi desteğini, çevrimiçi ders sayısını ve öğrencilerin kullandığı bilgi teknolojisi sayısını ifade eder. Beard (2009), Al-Ashaab ve diğerleri (2011), Zangouinezhad ve Moshabaki (2011) ile Aljardali ve diğerleri (2012) öğrenme ve gelişim boyutunda, Papenhausen ve Einstein (2006) ve Valderrama ve diğerleri (2013) iç süreçler boyutunda, Beard ve Humphrey (2014) müşteri boyutunda yer vermiştir.

TDEGER5. Sektörel Geliştirilen Projeler ve İşbirlikleri: Sektörel geliştirilen ortak faaliyetlerin sayısını gösteren kriteri Valderrama ve diğerleri (2013) öğrenme ve gelişim boyutunda ele almıştır. Projelerin ve işbirliklerinin sayısını gösteren kriteri Zangouinezhad ve Moshabaki (2011), Valderrama ve diğerleri (2013) ile Sayed (2013) öğrenme ve gelişim boyutunda, Al-Ashaab ve diğerleri (2011) müşteri boyutunda, Cullen ve diğerleri (2003) ve De Andrade ve diğerleri (2018) iç süreçler boyutunda ele almıştır. İşbirlikçi projeler sırasında ve sonrasında geliştirilen kuluçka merkezine katılan şirketin çalışanlarının sayısını gösteren kriteri Al-Ashaab ve diğerleri (2011) müşteri boyutunda ele almıştır. Sosyal sorumluluk, çevre ve etik konularıyla ilgili okulun yürüttüğü projelerin uyarılma, müfredatı güncelleme ve bibliyografik materyalle ilişkilendirme yoluyla derslere entegre edilmesini ifade eden kriteri De Andrade ve diğerleri (2018) iç süreçler boyutunda

ele almıştır. Mezun olduktan sonra projelerde işe başlayan öğrenci sayısını gösteren kriteri Papenhausen ve Einstein (2006) ve Al-Ashaab ve diğerleri (2011) müşteri boyutunda, Zangouinezhad ve Moshabaki (2011) öğrenme ve gelişim boyutunda ele almıştır.

TDEGER6. Öğrenci Destek Hizmetleri: Öğrencilere sunulan kariyer odaklı programları gösterir. Öğrencilerin staj bulma, iş bulma, mülakata hazırlanma, burs alma, konaklama, rehberlik danışmanlık gibi ihtiyacı olduğu konularda sunulan destek hizmetleri olarak açıklanabilir. Beard (2009) öğrenme ve gelişim boyutunda, Karathanos ve Karathanos (2005), Wu ve diğerleri (2011), Aljardali ve diğerleri (2012) ve Sayed (2013) iç süreçler boyutunda ele almıştır.

TDEGER7. Sürdürülebilirlikle İlgili Kriterler: De Andrade ve diğerleri (2018) sürdürülebilirliği uygulamak için iç süreçlerdeki değişiklikleri teşvik etmek için yapılan düzenlemeleri gösteren kriteri, insan kaynakları boyutunda ele almıştır. Sürdürülebilirlik raporunun gelişmesine yapılan katkıları gösteren kriteri ise öğrenme ve gelişim boyutunda yer vermiştir. Sürdürülebilirlik uygulamalarını iyileştirmek için geliştirilen uygulamalar ve projelerin sayısını gösteren kriteri, Zangouinezhad ve Moshabaki (2011) öğrenme ve gelişim, Al-Ashaab ve diğerleri (2011) iç süreçler boyutunda ele almıştır.

TDEGER8. Emniyet ve Güvenlik Performansı: Okul sınırları içinde öğrencilerin, memurların ve eğitimcilerin güvenliğinin sağlanmasıyla ilgili alınan tedbir ve önlemleri, acil çıkış noktalarına, toplanma alanlarına erişimin uygunluğunu, acil durumda kullanılması gereken ekipmanın yeterli ve uygun olduğunu gösteren kriterdir. Beard (2009) öğrenme ve gelişimde, Beard ve Humphrey (2014) iç süreçlerde ele almıştır.

TDEGER9. Kurumun Vizyon ve Misyonunda Sürdürülebilir Kalkınma Kaygılarının Benimsenmesi: Kurumun misyon ve vizyonunda sürdürülebilir kalkınma kaygısı ile kaynakların verimli kullanımı ve tasarrufu da dahil etmeyi ifade eder. De Andrade ve diğerleri (2018) öğrenme ve gelişim boyutunda ele almıştır. Uçtan uca süreçlerde iyileştirme sayısı, üniversitenin tüm birimlerinde yapılan uçtan uca iyileştirmelerin ve iyi uygulamaların sayısını gösteren bir kriterdir. Al-Ashaab ve diğerleri (2011), Zangouinezhad ve Moshabaki (2011) de kampüsteki tüm birimlerde verimliliği arttırmak ve tasarruf sağlamak için okul dışından işbirlikleriyle geliştirilen proje sayısını ifade eden bir kriter olarak ele almıştır. Al-Ashaab ve diğerleri (2011) iç süreçlerde, Zangouinezhad ve Moshabaki (2011) öğrenme ve gelişim boyutunda yer vermiştir. Okulun inşaat faaliyetlerinde sürdürülebilirlikle ilgili endişeleri kaldırmak için işbirliği yapılan kilit iç ve dış paydaş sayısını gösteren kriteri, Al-Ashaab ve diğerleri (2011) öğrenme ve gelişim boyutunda ele almıştır.

TDEGER10. Stratejik Planlamada Sürdürülebilir Kalkınma: Stratejik planlamada sürdürülebilir kalkınma endişelerinin benimsenmesini, idari, akademik ve sosyal birimlerde kaynakların verimli kullanımını ve tasarrufu göz önünde bulunduran maddelerin bulunmasını ifade eder. Ayrıca sürdürülebilir kalkınma için tüm paydaşları içeren kurumsal bir gündemin oluşturulmasına dair bir kriter de kullanılmıştır. De Andrade ve diğerleri (2018) bu iki kriteri de öğrenme ve gelişim boyutunda ele almıştır. Beard ve Humphrey (2014) okulun belirlediği etik ve sosyal sorumlulukla ilgili kurallar, uygulanması, denetimi gibi konuları belirten kriteri iç süreçler boyutunda ele almıştır.

TDEGER11. Enerji Kullanımındaki Eğilimler: Öğrencilerin, idari ve akademik personelin enerji tüketim alışkanlıklarını, okulun çeşitli birimlerinde harcanan enerjiyi, elektriğin verimli kullanılmasını sağlamak için alınan önlemler ve yapılan değişiklikleri gösteren kriterdir. Karathanos ve Karathanos (2005) iç süreçler boyutunda, Beard (2009) öğrenme ve gelişim boyutunda incelemiştir.

TDEGER12. Danışmanlık Şirketleri ve Diğer Üniversitelerle Geliştirilen Projeler: Danışmanlık şirketleri ve diğer üniversitelerle okulun ortak geliştirdiği yıllık ortak proje sayısını ifade eder. Al-Ashaab ve diğerleri (2011) müşteri boyutunda ele almıştır.

TDEGER13. Spor ile İlgili Kriterler: Okulun müsabakalara çıkan farklı spor dallarına ait takım sayısı bir kriterde, lisanslı akademik sporcu sayısı ayrı bir kriterde incelemiştir. Karathanos ve Karathanos (2005) bu kriterleri iç süreçler boyutunda ele almıştır.

TDEGER14. Fakülte Geliştirme Planı: Fakültenin vizyonunun, amaçlarının, hedef değerlerinin belirlenmesini gösteren bir plan oluşturulmasını ve belirlenen hedeflerin gerçekleşme yüzdesini gösterir. Papenhausen ve Einstein (2006) iç süreçler boyutunda incelemiştir. Personelin yaşayacağı süreçlerle ilgili yaptırımların, kuralların, bürokrasinin net bir şekilde belirlenmiş olmasını gösteren iyi tanımlanmış personel politikaları ve prosedürler kriterini de insan kaynakları boyutunda ele almıştır.

TDEGER15. Akademik Mükemmellik: Eğitim öğretimde mükemmel olmayı sağlayan kalite standartlarını belirleyen kriterleri ifade eder. Zangouinezhad ve Moshabaki (2011) ve Sayed (2013) öğrenme ve gelişim boyutunda ele almıştır.

TDEGER16. Kampüs Alanı: Kampüs alanının ve coğrafi konumun çekiciliği sebebiyle okulun tercih edilmesini gösterir. Papenhausen ve Einstein (2006) müşteri boyutunda ele almıştır. Ayrıca bu çalışmada kampüs alanının verimli kullanılmasını ve atıl alanların değerlendirilmesini hedefleyen alan kullanım analizini de bir kriter olarak değerlendirip bunu iç süreçler boyutunda ele almıştır.

4.8. Yayınlarla İlgili Kriterler (YAYIN)

YAYIN1. Akademik ve Bilimsel Çalışmaların Kalitesi: Uluslararası standartlarda Q1, Q2 ve Q3 sınıfında yer alan dergilerde yayınlanan makale sayısı, uluslararası konferanslarda Kabul edilen bildiri sayısı, uluslararası kitap ve kitap bölümü sayısını ifade eder. Cullen ve diğerleri (2003) ve Sayed (2013) öğrenme ve gelişim boyutunda ele almıştır.

YAYIN2. Yayınlanan Makale Sayısı: Fakülte bazlı yayınlanan toplam makale sayısını ifade eder. Beard (2009), Papenhausen ve Einstein (2006), Philbin (2011) ve Al-Ashaab ve diğerleri (2011) insan kaynakları boyutunda ele alırken Cullen ve diğerleri (2003) ve Aljardali ve diğerleri (2012) öğrenme ve gelişim boyutunda ele almıştır. Çevresel, sosyal, enerji verimliliği ile ilgili çalışma sayısını ayrı bir kriter olarak kullanan Aljardali ve diğerleri (2012) öğrenme ve gelişim boyutunda değerlendirmiştir.

YAYIN3. Kitaplar ve Kitap Bölümleri: Öğretim üyelerinin yayınladığı kitap ve kitap bölümleri sayısını ifade eder. Philbin (2011) insan kaynakları boyutunda ele almıştır.

YAYIN4. Fakülte Bazlı Atıf Sayısı: Fakülte çapında yapılan akademik yayınlara gelen atıf sayısını ifade eder. Papenhausen ve Einstein (2006) insan kaynakları boyutunda ele almıştır.

YAYIN5. Konferanslardaki Sunum Sayısı: Öğretim üyelerinin ulusal ve uluslararası konferanslardaki sunum sayısını ifade eder. Papenhausen ve Einstein (2006), Wu ve diğerleri (2011) ve Philbin (2011) insan kaynakları boyutunda ele alırken, Cullen ve diğerleri (2003) ile Zangouenezhad ve Moshabaki (2011) öğrenme ve gelişim boyutunda yer vermiştir.

YAYIN6. Proje Sayıları: Öğretim üyelerinin yürütmekte olduğu araştırma sayılarını ifade eder. Cullen ve diğerleri (2003) öğrenme ve gelişim, Valderrama ve diğerleri (2013) insan kaynakları boyutunda ele almıştır. Kurumun hazırladığı araştırma raporları sayısını ifade eden kriteri Cullen ve diğerleri (2003), Karathanos ve Karathanos (2005) ve Papenhausen ve Einstein (2006) müşteri boyutunda ele almıştır. Öğretim üyelerinin yer aldığı araştırma projelerinin sayılarını ifade eden ayrı bir kriter vardır. Valderrama ve diğerleri (2013) iç süreçler boyutunda, De Andrade ve diğerleri (2018) müşteri boyutunda, Al-Ashaab ve diğerleri (2011) ve Sayed (2013) ise öğrenme ve gelişim boyutunda ele almıştır. Araştırma projelerine katılım oranını gösteren kriteri Valderrama ve diğerleri (2013) öğrenme ve gelişim boyutunda ele almıştır.

YAYIN7. Ödüller: Fakülte/bölümde çalışan öğretim üyelerinin kazanmış olduğu fark yaratan bilim insanı ödülü sayısını ifade eden kriterdir. Cullen ve diğerleri (2003) öğrenme ve gelişim, Papenhausen ve Einstein (2006) iç süreçler boyutunda ele almıştır.

4.9. Yönetim ile İlgili Kriterler (YON)

YON1. Paydaş Etkisi: Papenhausen ve Einstein (2006) paydaşların kaynak yönetiminden, faaliyetlerden ve işleyişten, idareden memnuniyetini gösteren paydaş memnuniyeti kriteri olarak ele almış ve iç süreçler boyutunda yer vermiştir. Beard (2009) ise paydaşların yönlendirmesi ve imkan sağlaması ile okulun tercih edilmesini açıklayan bir kriter olarak ele almış ve müşteri boyutunda yer vermiştir.

YON2. Sınıf ve Ekipman Olanaklarının Yeterliliğinin Sağlanması: Düzenli olarak dersliklerin kontrol edilmesi, gerekli tadilatının yapılarak uygun duruma getirilmesi, ekipmanların tamiratının yapılması ve yenilenmesini ifade eden kriterdir. Beard (2009) iç süreçlerde ele almıştır. Papenhausen ve Einstein (2006) derslerde yapılan değişikliklerden ötürü yeniden düzenleme ve güncellemeleri ifade eden, her yeniliğin değerlendirilmesi için cihazın/teknikğin geliştirilmesi kriterini ele almıştır. Bu kritere öğrenme ve gelişim boyutunda yer vermiştir.

YON3. Geliştirilmiş Kurumsal İletişim: Anlık iletişimin sağlanması, görevlerin hızlı dağıtılması, görevlerle ilgili bilgi paylaşımının daha hızlı yapılması, etkin sonuç alınması için ortak kullanılan kurumsal iletişim uygulamalarını kapsayan kriterdir. Beard ve Humphrey (2014) iç süreçlerde ele almıştır. Ayrıca bu çalışmada, iyileştirilmiş yönetim işlevi kavramı altında, insan kaynakları departmanının işleyişinin ve maaş bordrolarının düzenlenmesini açıklayan bir kriter kullanmış ve bunu öğrenme ve gelişim boyutunda ele almıştır.

YON4. Küresel Yönetim Eğilimi: Okul yönetiminin sunduğu sağlık hizmetleri, sosyal tesisler, kopyalama merkezi gibi tesisler için özel işletmelerle anlaşmasını ifade eden kriterdir. Papenhausen ve Einstein (2006) öğrenme ve gelişim boyutunda ele almıştır.

YON5. Müttevelli Heyetinin Memnuniyeti: Bu kriter kurumsal misyona uygunluk, öğrenci sonuçları, liderlik, hesap verebilirlik, görevi yerine getirme gibi konular bazında müttevelli heyetinin memnuniyetini ölçen kriterdir. Vakıf/özel okullarda yapılan çalışmalarda karşımıza çıkmaktadır. Papenhausen ve Einstein (2006) bu kriteri uygulama süresi açısından ele almıştır. Beard (2009) ve Sayed (2013) insan kaynakları boyutunda, Papenhausen ve Einstein (2006) ve Al-Ashaab ve diğerleri (2011) iç süreçler boyutunda ele almıştır.

YON6. İç Denetim: Görev, yetki ve sorumlulukları, alınan kararların uygulanmasını, hedeflerin gerçekleşmesini, eğitim ve araştırma faaliyetlerinin çıktılarının izlenmesini ifade eden kriterdir. Karathanos ve Karathanos (2005) ve Beard ve Humphrey (2014) iç süreçler boyutunda ele almıştır.

5. TARTIŞMA

Bir önceki bölümde, yükseköğretim kurumlarında DPK uygulamalarını ele alan çalışmalarda yer alan 540 kriter, 104 başlık altında incelenerek, başlıklar altında yer alan kriterlerin DPK'nın hangi boyutlarının altında değerlendirildikleri kriterler bazında derlenmiştir. Yapılan detaylı incelemede kriter seçiminin benzerlikler ortaya konabilse de çalışmaya özgü olduğunu, sabit ve net bir kriter kümesinin olmadığı görülmektedir. Bu araştırmayla üniversitenin DPK oluşturulurken kullanılan tüm temel kriterler derlenmiş olmaktadır. Bunun yanı sıra, benzer kriterlerin farklı çalışmalarda farklı boyutlar altında ele alındığı görülmüştür. Bu durum incelenen kuruma, araştırmacının bakış açısına göre kriterin hangi boyut altında ele alınacağını gösterdiğini ortaya çıkarmıştır.

Tablo 4. Tema-DPK boyutu ilişkileri

No	Tema	İç Süreçler	Öğrenme Gelişim	Finans	Müşteri	İnsan Kaynakları	Toplam
1	Eğitim (EGTM)	37	16	0	15	3	71
2	Toplumsal Değer Yaratma (DEGER)	20	28	0	10	9	67
3	Öğretim Kadrosu (OGRUYE)	8	24	0	1	17	50
4	Yayın (YAYIN)	2	14	0	0	10	26
5	İnsan Kaynakları (İK)	9	24	0	0	8	41
6	Öğrenci (OGR)	22	6	0	43	0	71
7	Mezun (MEZ)	9	7	0	79	0	95
8	Finans (FIN)	7	11	85	2	0	105
9	Yönetim (YON)	8	4	0	0	2	14
	Toplam	122	134	85	150	49	540

Tablo 4 bu çalışma kapsamında yapılan gruplama ile DPK boyutları ilişkisini ortaya koymaktadır. Eğitim teması altında ele alınan kriterler 37 kez iç süreçler boyutunda ele alınırken, 16 kez öğrenme ve gelişim, 15 kez müşteri boyutu altında incelenmektedir. Finans ile ilgili kriterler büyük ölçüde finans boyutu altında incelenirken finans teması altında gruplanan kriterlerin iç süreçler ile öğrenme ve gelişim boyutları altında da incelendikleri gözlenmektedir. DPK boyutlarından en fazla kriterin yer aldığı boyut, müşteri boyutu olarak görülmektedir. Bu durum, çalışmaların kurumun elde tutması gereken hedef kitlesi olan öğrencilere odaklandığı, bu sebeple müşteri boyutunun çoğunlukla öğrenciyi ele aldığını göstermektedir. İnsan kaynakları boyutunda daha az kriter sayılmasının altında yatan neden, akademik personelle ilgili kriterlerin daha çok iç süreçler ile öğrenme ve gelişim boyutu altında ele alınıyor olmasıdır.

6. SONUÇ

Rekabetin hızlı bir şekilde arttığı yükseköğretimde kurum dinamiklerini daha iyi anlamak, ölçülebilir hedefler koyarak orta-uzun vade stratejiler ile verimliliği arttırmak adına çok çeşitli sektörlerde uygulaması bulunan DPK aracının üniversiteler için uygulamaları artmaktadır. Bu durum, yükseköğretimde performansın ölçümü, iyileştirilmesi noktasında da yeni bir alan açmaktadır ve ele alınan kriterler açısından üniversite performans ölçüm sistemlerini besleyebilecek potansiyele sahiptir. Buradan hareketle, bu çalışmada, uluslararası akademik yazında yükseköğretim kurumları için DPK uygulamalarını ele alan çalışmalar ve kullandıkları kriterler derlenmiştir.

Çalışma kapsamında, DPK'nın yükseköğretim uygulamalarını içeren çalışmaların içerikleri incelenmekte ve derlenmektedir. Akademik yazında 2003 yılından itibaren yerini alan yükseköğretim performansının ölçülmesine yönelik DPK uygulamaları zaman içinde ivme kazanarak arttığı tespit edilmiştir. Uygulamalar, genellikle, yükseköğretim kurumları için kilit performans kriterlerini belirleyerek DPK boyutları

altında incelemeye odaklanmakta, çeşitli ülkelerde üniversite uygulamaları gerçekleştirmektedir. Üniversitelerarası, üniversite, enstitü veya bölüm gibi çok çeşitli düzeylerde yapılan çalışmalarda çok çeşitli kriterler altında üniversite performansı ölçüm uygulamaları gerçekleştirildiği tespit edilmiştir. Belirlenen çalışmalarda performans göstergesi olarak kullanılan bütün kriterler incelenerek başlıklar ve temalar halinde gruplanarak sunulmuştur. Kriterler ayrıca, Yükseköğretim DPK uygulamalarında, yaklaşımın ele aldığı dört temel boyut (finans, iç süreçler, müşteri/insan kaynakları boyutu ile öğrenme ve gelişim) açısından incelenmektedir. Burada, kriterlerin boyutlar altında gruplanmasında ve dolayısıyla Yükseköğretimde DPK ile performans ölçümünde herkesin üzerinde anlaştığı net bir performans kriter setinin bulunmadığını ortaya konmuştur. Genellikle, finans alanındaki kriter grupları hariç, kriterlerin ele alındıkları boyutla çalışmadan çalışmaya farklılaşmaktadır. Ele alınan kriterin sayısı ve çeşitliliğinden dolayı DPK uygulamalarında yer alan hiyerarşik ilişkinin derlemeye yansıtılmaması çalışmanın sınırlılığını gibi görünse de derlemede ortaya konan kriter sınıflaması daha çok ölçüme yönelik yapılabilecek bir modellemede ve kurulacak hiyerarşik ilişkiler öncesinde faydalanılabilecek daha öncül ve genel bir yapıyı temsil etmektedir. Bununla beraber, ortaya konan derlemenin hem yükseköğretimde DPK uygulamaları hem de genel olarak üniversite performans ölçümü çalışmaları için yol gösterici olması beklenmektedir. İlerleyen çalışmaların yükseköğretim krurumlarının DPKlarının oluşturulmasında bir standartlaşmaya yönelik olmasının fayda sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- Al-Ashaab, A., Flores, M., Doultzinou, A. ve Magyar, A. (2011). "A Balanced Scorecard for Measuring the Impact of Industry–University Collaboration", *Production Planning ve Control*, 22(5-6), 554-570.
- Al-Hosaini, F. ve Sofian, S. (2015). "A Review of Balanced Scorecard Framework in Higher Education Institution (HEIs)", *International Review of Management and Marketing*, 5(1), 26-35.
- Aljardali, H., Kaderi, M. ve Levy-Tadjine, T. (2012). "The Implementation of the Balanced Scorecard in Lebanese Public Higher Education Institutions", *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 62, 98-108.
- Beard, D., (2009). "Successful Applications of the Balanced Scorecard in Higher Education", *Journal of Education for Business*, 84(5), 275-282.
- Beard, D. ve Humphrey, R.L. (2014). "Alignment of University Information Technology Resources with The Malcolm Baldrige Results Criteria for Performance Excellence in Education: A Balanced Scorecard Approach", *Journal of Education for Business*, 89(7), 382-388.
- Cullen, J., Joyce, J., Hassall, T. ve Broadbent, M. (2003). "Quality in Higher Education: from Monitoring to Management", *Quality Assurance in Education*, 11(1), 5-14.
- De Andrade, J.B.S.O., Garcia, J., De Andrade Lima, M., Barbosa, S.B., Heerdt, M.L. ve Berchin, I.I. (2018). "A Proposal of a Balanced Scorecard for an Environmental Education Program at Universities", *Journal of Cleaner Production*, 172, 1674-1690.
- Güran, M., Kahveci, E. ve Oyman, S. (2015). "Performans Ölçümünde Dengeli Sonuç Kartı Uygulaması", *Verimlilik Dergisi*, 1, 55-85.
- Kaplan, R. ve Norton, D.P. (1992). "The Balanced Scorecard: Measures That Drive Performance", *Harvard Business Review*, 70(1), 71-79.
- Kaplan, R.S. ve Norton, D.P. (1996). "Translating Strategy into Actions: The Balanced Scorecard", Harvard Business School Press, Boston.
- Kaplan, R.S. ve Norton, D.P. (2004). "Strategy Maps: Converting Intangible Assets into Tangible Outcomes", Harvard Business Press, Boston.
- Karathanos, D. ve Karathanos, P. (2005). "Applying the Balanced Scorecard to Education", *Journal of Education for Business*, 80(4), 222-230.
- Öztürk, Z., ve Çilhoroz, İ.A. "Sağlık Kurumlarında Dengeli Puan Cetveli Konulu Çalışmaların Bilim Haritalama Tekniğine Göre Analizi", *Verimlilik Dergisi*, 3, 55-74.
- Papenhausen, C. ve Einstein, W. (2006). "Implementing the Balanced Scorecard at a College of Business", *Measuring Business Excellence*, 10(3), 15-22.
- Philbin, S.P. (2011). "Design and Implementation of the Balanced Scorecard at a University Institute", *Measuring Business Excellence*, 15(3), 34-45.
- Sayed, N. (2013). "Ratify, Reject or Revise: Balanced Scorecard and Universities", *International Journal of Educational Management*, 27(3), 203-220.
- Taylor, J. ve Baines, C. (2012). "Performance Management in UK Universities: Implementing the Balanced Scorecard", *Journal of Higher Education Policy and Management*, 34(2), 111-124.
- Valderrama, T.G., Cornejo, V.R. ve Bordoy, D.R. (2013). "Balanced Scorecard and Efficiency: Desing and Empirical Validation of Strategic Map in the University by Means of DEA", *American Journal of Operations Research*, 3, 30-52.
- Wu, H., Lin, Y.K. ve Chang, C.H. (2011). "Performance Evaluation of Extension Education Centers in Universities Based on the Balanced Scorecard", *Evaluation and Program Planning*, 34(1), 37-50.
- Yu, M.L., Hamid, S., Ijab, M.T. ve Soo, H.P. (2009). "The e-Balanced Scorecard (e-BSC) for Measuring Academic Staff Performance Excellence", *Higher Education*, 57(6), 813-828.
- Zangouezhad, A. ve Moshabaki, A. (2011). "Measuring University Performance Using a Knowledge-Based Balanced Scorecard", *International Journal of Productivity and Performance Management*, 60(8), 824-843.

A NEW SCORING APPROACH TO CALCULATE OVERALL EQUIPMENT EFFICIENCY: A CASE STUDY*

Sercan HATİPOĞLU¹, Cüneyt AKAR²

ABSTRACT

Purpose: The aim of the study is to compare and analyze Overall Equipment Efficiency (OEE) and Total Effective Equipment Performance (TEEP) metrics, identify deficiencies and suggest a new and usable OEE calculation methodology for a manufacturing company.

Methodology: The results of OEE, TEEP, and the proposed method were compared in a faucet production company in Turkey. The defined scorings were used to maintain the structure of the OEE focused on losses, and the TEEP metric was used to include planned downtimes in the proposed method.

Findings: According to the results of the study, the proposed metric broaden the structure of OEE that focuses solely on equipment, while maintaining its structure that focuses on losses.

Originality: No other study has been found in the literature that compares OEE and TEEP metrics over the same production data, and then focuses on the strengths of the two metrics and proposes a new method. It is predicted that the study will fill this gap in the literature and will be a guide for the development of different new metrics.

Keywords: Total Productive Maintenance, Overall Equipment Efficiency, Total Effective Equipment Performance.

JEL Codes: D20, D24, M11.

GENEL EKİPMAN VERİMLİLİĞİNİ HESAPLAMAK İÇİN YENİ BİR PUANTAJ YAKLAŞIMI: BİR VAKA ÇALIŞMASI

ÖZET

Amaç: Çalışmanın amacı, Genel Ekipman Verimliliği (GEV) ve Toplam Etkif Ekipman Performansı (TEEP) metriklerini karşılaştırmak ve analiz etmek, eksiklikleri belirlemek ve bir üretim işletmesinde yeni ve kullanılabilir GEV hesaplama metodolojisini önermektir.

Yöntem: Türkiye'de bir armatür üretim işletmesinde GEV, TEEP ve önerilen metod uygulanarak sonuçları karşılaştırılmıştır. GEV'in kayıplara odaklanan yapısını korumak için tanımlanan puantajlar kullanılmış, planlı duruş sürelerinin önerilen metoda dahil edilmesi için ise TEEP metriğinden yararlanılmıştır.

Bulgular: Çalışmanın sonuçlarına göre, önerilen metrik, GEV'nin sadece ekipmana odaklanan yapısını genişletirken, kayıplara odaklanan yapısını ise korumaktadır.

Özgünlük: Literatürde aynı üretim verileri üzerinden GEV ve TEEP metriklerini karşılaştırıp, devamında iki metriğin güçlü yönlerine odaklanarak yeni bir metot öneren başka bir çalışmaya rastlanmamıştır. Çalışmanın literatürdeki bu eksikliği dolduracağı ve farklı metriklerin geliştirilmesi için de yol gösterici olacağı öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Toplam Verimli Bakım, Genel Ekipman Verimliliği, Toplam Etkif Ekipman Performansı.

JEL Kodları: D20, D24, M11.

* This study was derived from the Master Thesis titled "Designing the Overall Equipment Efficiency for Inspecting the Effectiveness of Total Productive Maintenance Applications: A Case of Eczacibasi Arterna" conducted by Sercan HATİPOĞLU under the supervision of Prof. Dr. Cüneyt AKAR at Balıkesir University Institute of Social Sciences.

¹ Res. Asst. Dr., Bandırma Onyedi Eylül University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Business Administration, Bandırma, Balıkesir, Türkiye, shatipoglu@bandirma.edu.tr, ORCID: 0000-0002-2029-8110 (Corresponding Author).

² Prof. Dr., Bandırma Onyedi Eylül University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Business Administration, Bandırma, Balıkesir, Türkiye, cakar@bandirma.edu.tr, ORCID: 0000-0003-4595-5663.

1. INTRODUCTION

Lean manufacturing is a philosophy evaluated under the Toyota Production System (TPS), which aims to create value by responding better to the needs and demands of customers. For this purpose, lean manufacturing aims to develop an ideal manufacturing process in which all activities that do not create value for customers are eliminated (Abdallah, 2021). Among the various lean tools, this research focuses on OEE, the performance metric that compares the theoretical potential of an equipment with its actual performance, enabling the determination of hidden losses (Wojakowski, 2015). The main contribution of OEE can only be seen when it is part of TPM as well as lean production. TPM focuses on preventing breakdowns and delays of all equipment used in manufacturing processes to provide perfect working conditions. In addition, TPM activities also involve preventing small stoppages, slow running, defects and ensuring a safe production environment (Rahman, 2015). The TPM includes three related activities: Autonomous maintenance, small group activities and efforts to maximize equipment efficiency (Nakajima, 1988: 106-109).

OEE is a method used for defining equipment efficiency under the TPM philosophy (Bon and Lim, 2015). Moreover, OEE can be defined by the combination of maintenance, equipment management and available resources (Chan et al., 2005). OEE is a simple and clear overall measurement tool. Therefore, executives would prefer this comprehensive method rather than complex and detailed other methods (Huang et al., 2003). Using OEE also has numerous benefits such as measuring the productivity of facilities, identifying the reasons for stoppages and losses, monitoring production quality and performance and determining the precedence of improvement activities (Çayır and Yanmaz, 2005). Reaching the targeted OEE results increase profit, attain a competitive edge, identify equipment ownership and reducing expenses (Stamatis, 2017: 21). The OEE was firstly introduced by Nakajima (1988: 21-29) and standards for the definition and measurement of OEE was established by Semiconductor Equipment and Materials International (SEMI). Nowadays, the industrial application of OEE varies from one sector to another. Although the basis for measuring efficiency is derived from the original OEE concept, manufacturers have to customize OEE to suit their specific industrial requirements (Munchiri and Pintelon, 2008). Hence, the control of OEE is not always simple, and many industrial applications still involve many challenges (De Ron and Rooda 2006; Braglia et al. 2008).

According to Ljungberg (1998), OEE cannot take into consideration all the factors that decrease capacity utilisation (lack of labour, lack of material input, planned downtime etc.). Similarly, Jeong and Phillips (2001) showed that the standard calculation methodology of OEE is not appropriate for capital intensive industries. Because there is a need to account for additional causes of losses such as holidays, off-shifts and preventive / planned maintenance. Therefore, it is believed in the literature that it would be more useful to base the total time as opposite to the original OEE structure. On the other hand, there are some problems when collecting the necessary data for efficiency analysis when it is needed to adapt the OEE's losses classification structure to comply with certain industrial requirements (Zammori et al., 2011).

The objective of this paper is to analyze the OEE structure and compare with TEEP metric in order to identify deficiencies and suggest a new and usable OEE calculation methodology to a manufacturing company. The proposed OEE structure must be able to easily adapt to the needs of different sectors. In addition, the structure of the existing performance metric, which focuses only on the equipment, should be expanded. In other words, it is aimed to expand the structure that focuses on equipment level efficiency (original OEE) to operational level efficiency (recommended method).

The remainder of this study is organized as follows: The second section is on the literature review of TPM and OEE. The following section consists of information about the methodology of the study. The next section includes the introduction of the company in which the case study was carried out, sources of data and variables and comparison of the existing productivity calculation method with its alternative ones. The last part concludes with information about results, interpretations and policy proposals.

2. LITERATURE REVIEW

Maintenance is one of the important activities in manufacturing workshops. Failures of machines during production may have negative effects on the production schedule, delay delivery or overtime to compensate employees for production losses (Habidin et al., 2018). Despite the investments of enterprises in lean production programs, with the unreliability and inflexible structures of machinery and equipment, the benefits of lean manufacturing are limited (Tajiri and Gotoh, 1992: 37). Businesses that saw maintenance

as a source of expense had in the past used equipment until it broke down and then repaired it. But over time, this reactive maintenance was replaced by new maintenance theories: Preventive Maintenance and Productive Maintenance. Introduced in Japan in the 1950s, these theories aim to prevent equipment failure in advance with continuous maintenance work (McKone and Weiss, 1998). In response to the concept of "I operate it, you fix it", Seiichi Nakajima, vice president of the Japanese Institute of Plant Maintenance (JIPM), developed TPM in 1971. TPM aims to provide a company-wide maintenance management approach with the participation of all employees (Fernandez, 2016).

TPM is applied in diverse industries so TPM has several different definitions. However, according to the most comprehensive definition, TPM aims to maximize the efficiency of production systems by applying it in all units from production to administrative departments. To realize zero accidents, zero failures and zero defects in the entire life cycle of production systems, it needs the participation of all employees and achieves zero losses through overlapping small group activities (Shirose, 2002: 11). The key word in "total productive maintenance" is "total" not "maintenance". Total has three meanings in TPM. These are total effectiveness, total participation and total preventive maintenance. (Nakajima, 1988:11).

TPM minimizes the probability of equipment failure, improper production and safety accidents (Patil and Raut, 2019). Other benefits include increased productivity and employee output (Ali, 2019), reduction in overtime and absences (Xiang and Feng, 2021), reduced changeover time (Bon and Lim, 2015), increased confidence (Maran et al., 2016), increased maintenance ability (Singh and Ahuja, 2015; Xiang and Feng, 2021). TPM is not a specific maintenance policy; it constitutes a culture, a philosophy, a new way of thinking for employees (Ahuja et al., 2006). Cultural change covers all units from senior management to operators by emphasizing the importance of implementing TPM methods and setting policies and targets related to the implementation stages (Meca Vital ve Camello Lima, 2020).

Arguably, TPM is multi-faceted and structured in eight pillars (Hatipoğlu, 2016), as shown in Figure 1. Namely autonomous maintenance, focused improvement, planned maintenance, quality maintenance, education and training, early equipment management, office TPM, safety - health and environment. However, the number of these pillars may vary according to the industrial needs of enterprises (Chong et al., 2012; Madanhire et al., 2018). The pillars have separate duties and responsibilities in the TPM philosophy and keep the whole TPM process alive, just like the conveyor walls in the structure of a house. Therefore, this structure can also be named as TPM house (Aksoy ve Hatipoğlu, 2021).

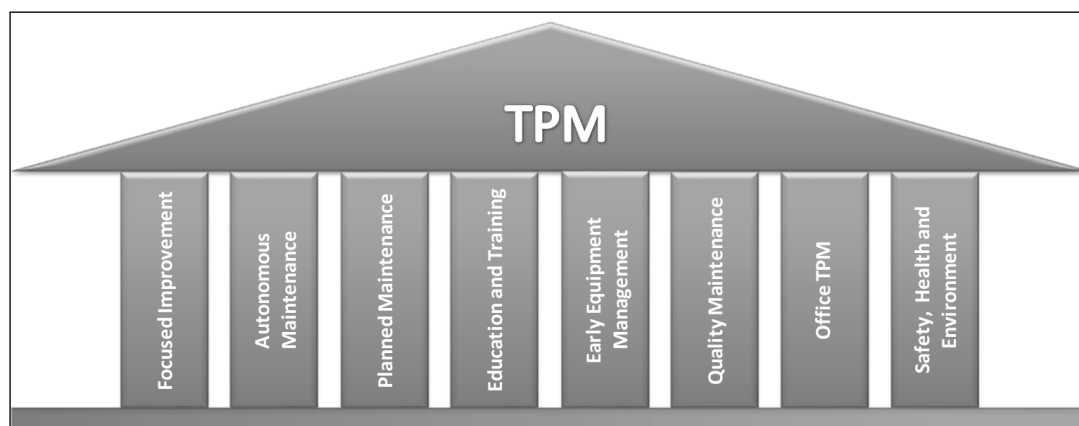


Figure 1. TPM pillars

Firstly, introduced by Seiichi Nakajima in 1988 as a tool for measuring the success of TPM, OEE is one of the widely accepted metrics in this field (Zandieh et al., 2012). OEE is the performance indicator tool to manage and monitor the equipment performance (Slaichová and Marsíková, 2013). Furthermore, the OEE assessment is not limited to evaluating production performance. The investigation of OEE provides a systematic process to easily identify sources of productivity loss for effective use of resources (Ghafoorpoor et al. 2018). Hence, faultless equipment performance data is the essential necessity for the long-term success of TPM activities. These activities cannot solve major problems and define poor performance when the causes of failures and losses are not properly understood (Ericsson, 1997). Briefly, OEE identifies the equipment potential, losses and opportunities (Stamatis, 2017: 21).

In recent decades, both practitioners and researchers have expressed many opinions about the calculation of OEE metric with new approaches. There is no doubt that the most important criticism of OEE requires custom modifications, since companies need to adapt to their typical needs and the scope and structure of OEE, which focuses only on equipment, needs to be expanded (Iannone and Nenni, 2013: 38). For instance, OEE metric does not take into account the planned downtimes such as lack of material,

absence of operators or even weekend breaks that can decrease the capacity utilization (Wojakowski, 2015). This situation gives an opportunity for production supervisors to consider these losses that are not under their responsibility (Wudhikarn, 2012). Therefore, alternative methods to OEE are derived in measuring efficiencies (Muchiri and Pintelon, 2008). Among these alternatives, the TEEP method developed by Ivancic (1998) with its widespread use stands out as a step forward. OEE and TEEP are commonly used two metrics, closely related and both reporting the overall utilization of facilities, time and material for manufacturing operations. In fact, OEE and TEEP indicate the gap between the ideal and the actual performance (Slaichová and Marsíková, 2013).

When the studies on OEE in the literature are examined, it is realised that some of these studies are aimed at understanding the structure of OEE (da Costa and de Lima, 2002; De Ron and Rooda, 2005; Jeong and Phillips, 2011). Nevertheless, it is seen that the literature is dominated by OEE case studies carried out in various sectors and industries; for instance, pharmaceutical industry (Zubair et al., 2021), electronic components industry (Fam et al., 2018), automotive and engineering industry (Dal et al., 2000; Jiang et al., 2011; Šajdlerová et al., 2020), plastic processing industry (Slaichová and Marsíková, 2013), machinery industry (Xiang and Feng, 2021). Moreover, Muchiri and Pintelon (2008) conducted a literature review in order to compare different performance metrics (OEE, TEEP, Overall Factory Effectiveness, Overall Plant Effectiveness, Production Equipment Effectiveness, and Overall Asset Effectiveness). In addition, Missalla et al. (2017) and Wojakowski (2015) compared OEE and TEEP with case studies.

On the other hand, Özveri et al. (2016) tested the applicability of two different OEE approaches and compared the calculation results in the newspaper printing company. Lastly, Çelik (2020) suggested a new metric named General Operation Effectiveness to OEE in order to expand the structure of OEE. However, his suggested metric and TEEP have the same disadvantage that they cannot identify the roots of the losses. Therefore, Çelik (2020) has suggested to future studies that both planned and unplanned losses need to be examined in order to expand the boundaries of OEE as a policy proposal. Hence, no other study has been found in the literature that compares OEE and TEEP, and then eliminating the cons while protecting the pros of the two metrics and proposes a new method. It is predicted that the study will fill this gap in the literature and will be a guide for the development of different new metrics.

3. METHODOLOGY

The OEE tool is designed to identify losses that reduce the equipment effectiveness. These losses are activities which absorb resources without creating value (Fernandez, 2016). These are grouped into six big losses under the TPM philosophy. The main goal of the TPM applications is to detect these losses and remove them to maximize the OEE value. Nakajima (1988: 14) showed these big losses under three main topics as downtime losses, speed losses and defect losses (Table 1).

Table 1. Six big losses

Downtime Losses	Setup and Adjustment Equipment Failure
Speed Losses	Reduced Speed Idling and Minor Stoppages
Defect Losses	Reduced Yield Defects in Process

Source: Nakajima (1988: 14)

The equation of OEE was formed starting from the six big losses model. Muchiri and Pintelon (2008) indicated the effects of six big losses starting from the loading time to reach valuable operating time. This process is shown in Figure 2.

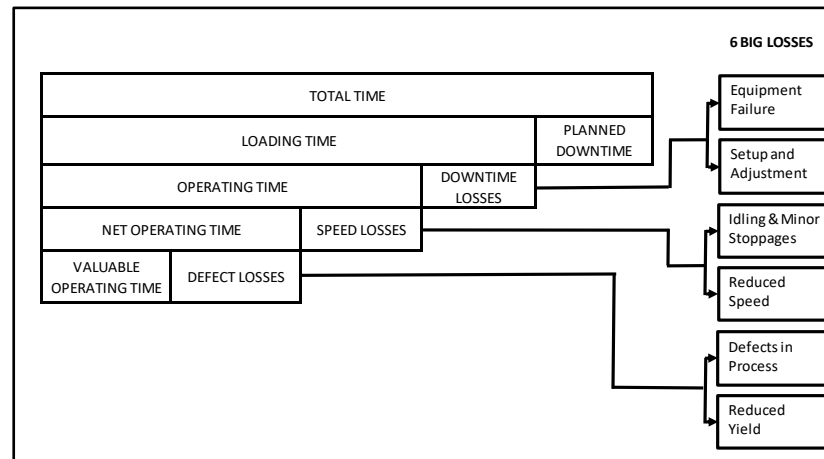


Figure 2. Allocation of six big losses under loading time

Starting from the total time; loading time, operating time, net operating time and valuable operating time can be found with Equations 1-4.

$$\text{Loading Time} = \text{Total Time} - \text{Planned Downtime} \quad (1)$$

$$\text{Operating Time} = \text{Loading Time} - \text{Downtime Losses} \quad (2)$$

$$\text{Net Operating Time} = \text{Operating Time} - \text{Speed Losses} \quad (3)$$

$$\text{Valuable Operating Time} = \text{Net Operating Time} - \text{Defect Losses} \quad (4)$$

These six losses are compounded in one efficiency metric and form the OEE (Chakravarthy et al., 2007). On the other hand, OEE includes the availability ratio (A), performance efficiency ratio (P) and rate of quality products (Q) (Özkan et al., 2019). The multiplication of these three components gives the OEE (Giegling et al., 1997). The equations for OEE, (A), (P), (Q) are given in Equations 5-8.

$$OEE = A \times P \times Q \quad (5)$$

$$A = \frac{\text{Operating Time}}{\text{Loading Time}} \quad (6)$$

$$P = \frac{\text{Net Operating Time}}{\text{Operating Time}} = \frac{\text{Theoretical Cycle Time} \times \text{Processed Amount}}{\text{Operating Time}} \quad (7)$$

$$Q = \frac{\text{Valuable Operating Time}}{\text{Net Operating Time}} = \frac{\text{Processed Amount} - \text{Defect Amount}}{\text{Processed Amount}} \quad (8)$$

OEE reveals how well a production unit is performing during the scheduled period (Zubair et al., 2021). It can be expressed as the ratio of the valuable operating time to the loading time. This metric takes into account downtime losses (unplanned downtime), speed losses and quality (defect) losses. However, the loading losses identified as planned downtime on the Figure 2, are not included in the OEE calculation. To take into account these loading losses, Ivancic (1998) introduces a new metric called Total Equipment Effectiveness Performance (TEEP). It is expressed as the ratio of the valuable operating time to the total time. TEEP reveals how well a production unit is performing during the time the factory is opened. The TEEP tool covers the OEE tool, and provides information about the impact of the scheduled maintenance on equipment effectiveness (Fernandez, 2016). OEE is used at the workshop level, while TEEP is used by production managers to design maintenance strategies (Muchiri and Pintelon, 2008).

To sum up, both planned downtimes and downtime losses are added to the performance measurement in the TEEP metric. Furthermore, the other components of the TEEP metric are speed rate and quality rate, the same as with performance efficiency ratio and rate of quality products on OEE. TEEP can be found with Equations 9-12. (Hansen, 2001; Jiang et al., 2011).

$$TEEP = \text{Asset Utilization} \times \text{Speed Rate} \times \text{Quality Rate} \quad (9)$$

$$\text{Asset Utilization} = \frac{\text{Operating Time}}{\text{Total Time}} \quad (10)$$

$$\text{Speed Rate} = \frac{\text{Theoretical Cycle Time} \times \text{Processed Amount}}{\text{Operating Time}} \quad (11)$$

$$\text{Quality Rate} = \frac{\text{Processed Amount} - \text{Defect Amount}}{\text{Processed Amount}} \quad (12)$$

Under TEEP metric, both planned and unplanned downtime losses can be added to efficiency calculation. However, issues at some points are still waiting for a solution. Firstly, faultless equipment performance data is the basic requirement for TPM activities and accuracy of OEE is based on the accuracy of the collected data (De Ron and Rooda, 2006). Secondly, OEE classifies major losses and provides the basis for the beginning of improvement priorities and root cause analysis. Moreover, the loss classification scheme largely depends on the industry type (Jeong and Phillips, 2011). Hence, manufacturers have to customize performance metric to suit their specific industrial requirements. The following part case study, shows how the proposed scoring-based approach is implemented to suit the individual needs of industries, help them to collect data and identify the losses.

4. CASE STUDY: MEASURING PRODUCTION EFFICIENCY OF A COMPANY

4.1. Introduction of Case Company

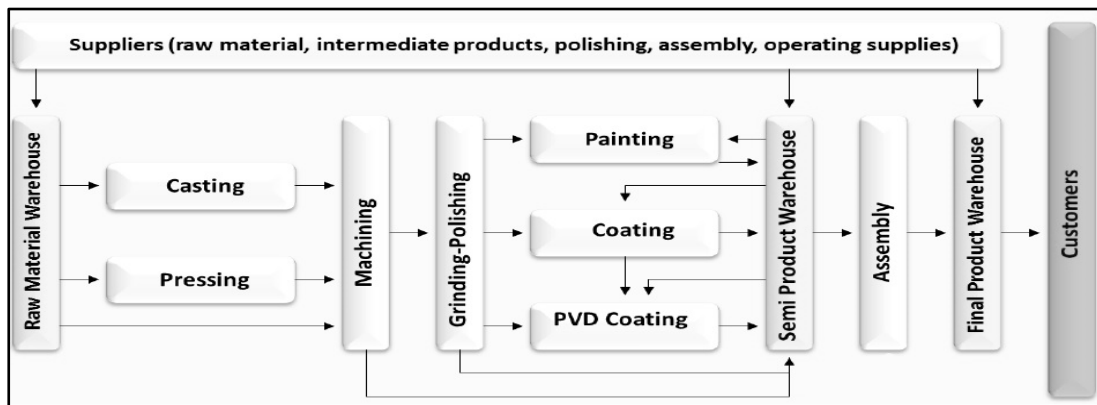


Figure 3. Production flow of facility

To compare OEE, TEEP and suggested metric, an application has been applied in a faucet production facility. The factory has roughly 480 employees and produces on a three-shift basis per day. 4 main product groups are produced as faucets, shower systems, bathroom accessories and concealed cisterns at the facility.

In company, production flow starts with supplying the raw material. Depending on the geometric shape of the product, it is processed in either the casting or pressing workshop. In the following process, machining operations are completed. Then surface operations are completed by the grinding and polishing workshop. After completing the surface operations, the product is ready for the coating processes. Products can be either painted, coated or PVD coated by the workshop. After that, the product is assembled with work-in-process materials and sent to the final product warehouse to send to the customer. The whole process is shown in Figure 3.

4.2. Data and Variables

All the productivity datas of company were collected for 12-month period in order to analyze and compare the different kinds of productivity metrics (OEE, TEEP and scoring based suggested method). In company, two systems are used to monitor and manage the OEE. These are barcode system and SAP as an ERP system. The barcode system consists of three main components: material flow forms, Data Transfer Terminals (DTT) and barcode software. The operators log the scorings of losses, production quantities, product codes etc. manually to the DTTs. The communication of barcode system and DTTs was provided by LAN connection inside the facility and the system is monitoring the production in real time. However, facility efficiencies are downloaded from barcode system and analyzed monthly.

4.3. Proposed Calculation Methodology and Comparison of Alternative Methods

To make it possible to monitor OEE in the barcode system; downtimes, losses and production were introduced to system by company. All these actions were named as a *scoring* on the barcode system. Moreover, each action has a scoring code. The scoring codes used in company are shown in Table 2.

Table 2. Scoring codes of case company

Scoring	Code	Scoring	Code
Adjustment	A	Revision	U
Intermediary Downtime	AD	Rework	T
Tool Unavailable	B	Pattern Waiting	Z
Operator Unavailable	C	Other Jaw Waiting	IU
Die Heating / Idling	D	Workshop Testing	K
Energy Loss	E	Lunch Break	YY
Breakdown	F	Minor Stoppages	1F
Workbench Maintenance Cleaning	L	Oiling	Y
Material Unavailable	M	Material Loading / Unloading	1M
Production	R	Die Cleaning	H
Set Up	S	Quality Report Waiting	N

OEE calculation methodology works on loading time rather than total time. Hence, planned downtimes should be separated from the calculation. The scoring types used in company are shown in Table 3.

Table 3. Scoring types

Scoring Types	Scoring Codes
Production	R
Planned Downtimes	1M, C, J, L, Q, U, V, YY
Unplanned Downtimes	1F, A, AD, B, D, E, F, G, H, IU, K, M, N, S, T, X, Y, Z

The fundamental calculation structure of OEE was firstly determined by Nakajima (1989). However, applicable equations with the help of described scorings in the facility are given as Equations 13-16. OEE values are reached monthly by applying this structure to production cells, production workshops and finally throughout the facility.

$$OEE = \frac{A \times P \times Q}{10.000} \tag{13}$$

$$A = \frac{R \text{ Scoring}}{\text{All the Scorings} - \text{Planned Downtimes}} \times 100 \tag{14}$$

$$P = \frac{\text{Theoretical Cycle Time} \times \text{Processed Amount}}{R \text{ Scoring}} \times 100 \tag{15}$$

$$Q = \frac{\text{Processed Amount} - \text{Defect Amount}}{\text{Processed Amount}} \times 100 \tag{16}$$

At this stage, the study implemented the TEEP in the company's efficiency forming process to include the planned downtimes in the calculation. Hence, the TEEP calculation method was harmonized with the scoring structure. Then all the company's annual efficiency outputs were organized for TEEP and recalculated. These calculations gave the opportunity to clearly observe the differences of the two methods on all annual efficiencies without using sampling. General overview of TEEP equations that customized with scorings are shown in Equations 17-20.

$$TEEP = \frac{\text{Asset Utilization} \times \text{Speed Rate} \times \text{Quality Rate}}{10.000} \tag{17}$$

$$\text{Asset Utilization} = \frac{R \text{ Scoring}}{\text{Total Time}} \times 100 \tag{18}$$

$$\text{Speed Rate} = \frac{\text{Theoretical Cycle Time} \times \text{Processed Amount}}{R \text{ Scoring}} \times 100 \tag{19}$$

$$\text{Quality Rate} = \frac{\text{Processed Amount} - \text{Defect Amount}}{\text{Processed Amount}} \times 100 \tag{20}$$

TEEP aims to calculate efficiency over total time (7/24 calendar time) regardless of planned or unplanned downtime differences. However, OEE gives an opportunity to determine unplanned losses and grouped them to ensure a basis for improvement activities for inefficient units. To correct the deficiencies of both OEE and TEEP, designing the new performance measurement tool is essential for the company. The main objective of the recommended method involves using the pros of the OEE and TEEP methods and removing the cons. Hence, the first provision is to protect the focus on the losses structure of OEE. The second provision is to add planned downtimes to the calculation and broaden the scale of the method

like TEEP. The new method is called *Scoring Based Overall Efficiency* (SBOE). SBOE equations are given below. (Equations 21-24).

$$SBOE = \frac{Capacity\ Utilization \times Performance\ Rate \times Quality\ Rate}{10.000} \quad (21)$$

$$Capacity\ U. = \frac{R\ Scoring}{R\ Scoring + Planned\ Downtimes + Unplanned\ Downtimes} \times 100 \quad (22)$$

$$Performance\ Rate = \frac{Theoretical\ Cycle\ Time \times Processed\ Amount}{R\ Scoring} \times 100 \quad (23)$$

$$Quality\ Rate = \frac{Processed\ Amount - Defect\ Amount}{Processed\ Amount} \times 100 \quad (24)$$

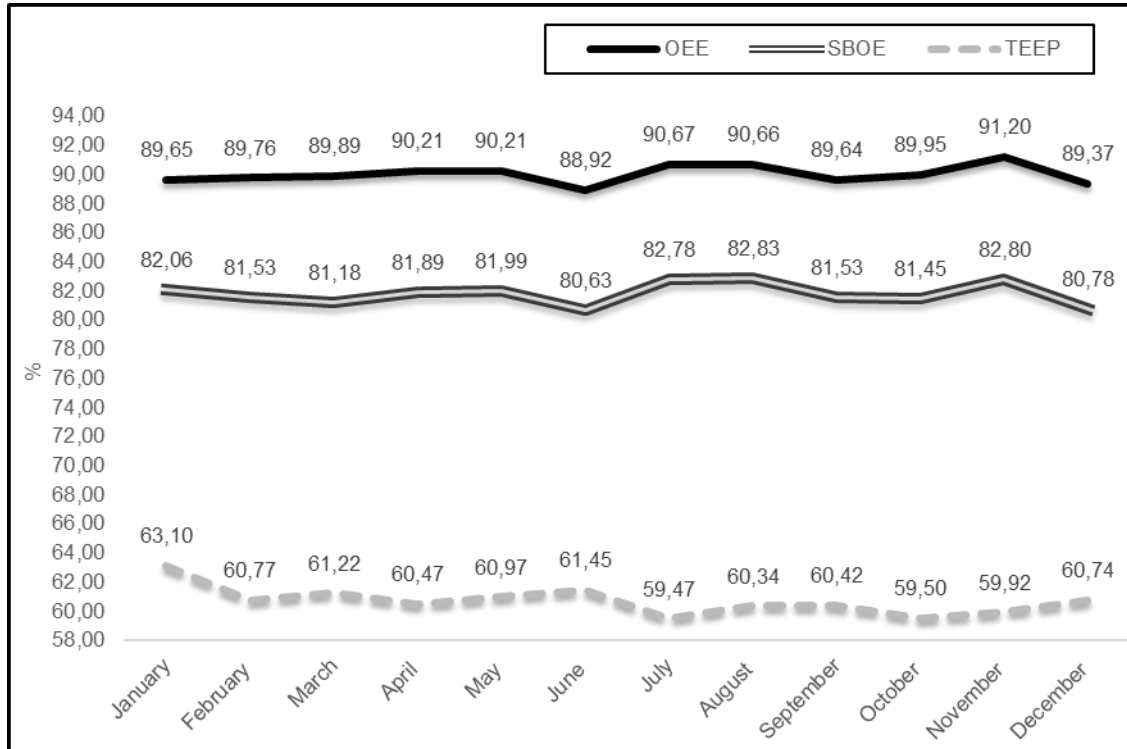


Figure 4. Comparison of productivity metrics

OEE, TEEP and SBOE metrics were calculated for every workshop in the company in a one-year period. According to these three methods, the facility-wide productivity results are compared in Figure 4. According to Figure 4, it is clear that the results of the TEEP metric are lower than the OEE metric. The main reason for this situation is that the OEE methodology ignores planned downtimes and is based on "loading time". Similarly, the SBOE metric also indicates lower efficiency results compared to OEE, as it also includes planned downtime losses. On the other hand, when SBOE and TEEP metrics are compared, although the SBOE metric contains planned downtimes, it is observed that efficiency outputs are lower in TEEP metric by based on the TEEP metric in "total time" (calendar time 7/24). However, the SBOE metric includes all planned and unplanned downtimes in the calculation, this indicates that there are deficiencies in the loss classification scheme used by the company and the existence of "undefined" losses.

5. CONCLUSION

TPM applications focus on the losses in the production environment and evaluate them under the topics of equipment failures, speed losses and quality defects. They also carry out improvement activities to increase the availability of the machines, decrease the costs and increase the efficiencies. Under TPM applications, controlling both losses and efficiencies are provided by the OEE metric. In case study, company's currently used OEE metric was analyzed and try to suggest new metric in order to inspect the effectiveness of TPM applications. Therefore, both OEE and TEEP metrics were applied to the company's efficiency forming processes and the results were compared in all annual efficiency outputs. After results were obtained, new alternative method was also applied to the one-year efficiency outputs and compared to other methods.

The proposed metric provides an opportunity to broaden the scale of the computation methodology of OEE and identify other factors that reduce capacity utilization. Therefore, practitioners can easily find out

the hidden unproductive applications that comes from planned downtimes. As a result, the variety of improvement works can increase. On the other hand, using scorings instead of total time different from TEEP retains the true strength of OEE, which examines major losses or poor performance reasons, and allows to adjust improvement priorities and the beginning of root cause analysis. By the way, a serious issue was observed, while implementing the suggested metric. Although the SBOE metric includes all planned and unplanned downtime losses in the calculation, “unidentified” losses may still be encountered if there are deficiencies in the loss classification scheme used by companies. In order not to encounter such a situation, it is necessary to be sure that define all losses that may vary according to the sectors during the implementation phase. Taking everything into consideration, suggested alternative involve the pros of OEE and TEEP metrics, besides removing the cons of them.

In this study, different kinds of performance metrics were compared. Classical OEE method developed by Nakajima, TEEP method developed by Ivancic and suggested scoring based method were examined. It was also examined that how calculations can be performed with these three approaches in the faucet production company. It was tried to be determined whether there is difference between performance values among of them. Using one year of real data, it is believed that these three alternatives will make a significant contribution to both researchers and practitioners by enabling calculation and comparison of their results. On the other hand, lean production has gained a great importance under sustainable production. This is because lean production focuses on eliminating all kinds of waste and consume the natural resources in an effective way. TPM and OEE tools were evaluated under lean production and all the improvement works carried out in these tools directly contribute to protecting the balance of nature.

Finally, for the accuracy of performance metrics, collected data is very important. Without accurate data, measurement can lead to unreliability. Therefore, serious efforts should be made to improve data collection. Data collection can also be greatly improved by using new automated technologies.

Although the study makes important theoretical contributions to understanding the structure of the OEE and TEEP metrics, there are more several performance metrics exist in the literature (e.g., Overall Plant Effectiveness, Overall Factory Effectiveness, Overall Throughput Effectiveness, Overall Asset Effectiveness, Production Equipment Effectiveness). Accordingly, comparative studies can be carried out using other alternative performance metrics in future researches. Furthermore, developing new OEE calculation methods taking into account certain conditions can provide more accurate results. More general results will be reached and more definite results will reveal with application of OEE calculation methods in different firms and different sectors.

REFERENCES

- Abdallah Ali, A. (2021). "How Can Lean Manufacturing Lead the Manufacturing Sector during Health Pandemics Such as COVID 19: A Multi Response Optimization Framework", *Computers, Materials & Continua*, 1397-1410.
- Ahuja, I.S., Khamba, J.S. and Choudhary, R. (2006). "Improved Organizational Behavior through Strategic Total Productive Maintenance Implementation", *ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition*, 47748, 91-98.
- Aksoy M. and Hatipoğlu S. (2021). "İşletmelerde Toplam Verimli Bakım Uygulamaları ve Üretim Verimliliği", 3. *Pearson Journal Uluslararası Sosyal ve Beşeri Bilimler Kongresi*, 26-27 October 2021, Kapadokya.
- Ali, A.Y. (2019). "Application of Total Productive Maintenance in Service Organization", *International Journal of Research in Industrial Engineering*, 8(2), 176-186.
- Bon, A.T. and Lim, M. (2015). "Total Productive Maintenance in Automotive Industry: Issues and Effectiveness", *Proceedings of International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, Dubai (UAE).
- Braglia, M., Frosolini, M. and Zammori, F. (2008). "Overall Equipment Effectiveness of a Manufacturing Line (OEEL), an Integrated Approach to Assess Systems Performance", *Journal of Manufacturing Technology Management*, 20(1), 8-29.
- Çayır, E. and Yanmaz, M. (2005). "Demir ve Çelik Fabrikalarında Bilgisayar Destekli Verimlilik Yönetim Sistem", *III. Demir-Çelik Kongresi*, Zonguldak.
- Çelik, H. (2020). "Ekipman Etkinliğine Farklı Bir Yaklaşım: Genel Operasyon Etkinliği", *Verimlilik Dergisi*, 4, 25-40.
- Chakravarthy, G.R., Keller, P.N., Wheeler, B.R. and Van Oss, S. (2007). "A Methodology for Measuring, Reporting, Navigating, and Analyzing Overall Equipment Productivity (OEP)", *Advanced Semiconductor Manufacturing Conference*, Stresa, Italy.
- Chan, F.T.S., Lau, H.C.W., Ip, R. W.L., Chan, H.K., and Kong, S. (2005). "Implementation of Total Productive Maintenance: A Case Study", *International Journal of Production Economics*, 95(1), 71-94.
- Chong, M.Y., Chin, J.F. and Hamzah, H.S. (2012). "Transfer of Total Productive Maintenance Practice to Supply Chain", *Total Quality Management & Business Excellence*, 23(3-4), 467-488. <https://doi.org/10.1080/14783363.2011.637788>
- Da Costa, S.E., and Lima, E. (2002). "Uses and Misuses of the 'Overall Equipment Effectiveness' for Production Management", *IEEE International Engineering Management Conference*, 2, 816-820.
- Da Costa, S.G. and De Lima, E.P. (2002). "Uses and Misuses of the Overall Equipment Effectiveness for Production Management", *IEEE International Engineering Management Conference*, 2, 816-820.
- Dal, B., Tugwell, P. and Greatbanks, R. (2000). "Overall Equipment Effectiveness as a Measure of Operational Improvement: A Practical Analysis", *International Journal of Operations & Production Management*, 20(12), 1488-1502.
- De Ron, A.J. and Rooda, J.E. (2005). "Equipment Effectiveness: OEE Revisited", *IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing*, 18(1), 190-196.
- De Ron, A.J. and Rooda, J.E. (2006). "OEE and Equipment Effectiveness: An Evaluation", *International Journal of Production Research*, 44(23), 4987-5003.
- Ericsson, J. (1997). "Disruption Analysis: An Important Tool in Lean Production", Doctoral Dissertation, Lund University, 1997.
- Fam, S.F., Loh, S.L., Haslinda, M., Yanto, H., Khoo, L.M.S. and Yong, D.H.Y. (2018). "Overall Equipment Efficiency (OEE) Enhancement in Manufacture of Electronic Components & Boards Industry Through Total Productive Maintenance Practices", *MATEC Web of Conferences*, 150, 05037.
- Fernandez, Q. (2016). "Performance Indicator Design and Implementation on Semi-Automated Production Lines: Overall Equipment Effectiveness (OEE) Philosophy Adaptation", Master Thesis, KTH, School of Industrial Engineering and Management (ITM).
- Ghafoorpoor Yazdi, P., Azizi, A. and Hashemipour, M. (2018). "An Empirical Investigation of the Relationship between Overall Equipment Efficiency (OEE) and Manufacturing Sustainability in Industry 4.0 with Time Study Approach", *Sustainability*, 10(9), 3031.
- Giegling, S., Verdini, W.A., Haymon, T. and Konopka, J. (1997). "Implementation of Overall Equipment Effectiveness (OEE) System at a Semiconductor Manufacturer", *Electronics Manufacturing Technology Symposium*, Austin, USA.
- Habidin, N., Hashim, S., Fuzi, N. and Salleh, M. (2018). "Total Productive Maintenance, Kaizen Event, and Performance", *International Journal of Quality & Reliability Management*, 35(9), 1853-1867.
- Hansen, C.R. (2001). "Overall Equipment Effectiveness: A Powerful Production / Maintenance Tool for Increased Profits", Industrial Press Inc., New York.

- Hatipoğlu, S. (2016). "Toplam Verimli Bakım Uygulamalarının Etkinliğinin Denetlenmesinde Genel Ekipman Verimliliği Tasarımı: Eczacıbaşı Artema Örneği", Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Balıkesir.
- Huang, S.H., Dismukes, J.P., Shi, J., Su, Q., Razzak, M.A., Bodhale, R. and Robinson, D.E. (2003). "Manufacturing Productivity Improvement Using Effectiveness Metrics and Simulation Analysis", *International Journal of Production Research*, 41(3), 513-527.
- Iannone, R. and Nenni, M.E. (2013). "Managing OEE to Optimize Factory Performance", INTECH Open Access Publisher.
- Ivancic, I. (1998). "Development of Maintenance in Modern Production", *Euromaintenance'98 Conference Proceedings*, Dubrovnik, Hrvatska.
- Jeong, K.Y. and Phillips, D.T. (2011). "Operational Efficiency and Effectiveness Measurement", *International Journal of Operations & Production Management*, 21(11), 1404-1416.
- Jiang, S., Ma, Y.H., Zheng, Y.B., Zhang, Y., Jiang, Y., and Zhang, X.L. (2011). "Analysis and Research for Interior Workshop in FAW Car Co., Ltd.", *IEEE 18th International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*, 884-888.
- Li, K.G. (2013). "The Study on the Management of TPM in the Foundry of Dongfeng Motor", Master Thesis, University of Science and Technology, Wuhan.
- Ljungberg, O. (1998). "Measurement of Overall Equipment Effectiveness as a Basis for TPM Activities", *International Journal of Operations & Production Management*, 18(5), 495-507.
- Madanhire, I., Mugwindiri, K., Ndlovu, S. and Mbohwa, C. (2018). "Adjudging the Efficacy of Total Productive Maintenance: Case Study", *Proceedings of International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, Pretoria, South Africa.
- Maran, M., Thiagarajan, K., Manikandan, G. and Sarukesi, K. (2016). "Competency Enhancement and Employee Empowerment in a TPM Organization: An Empirical Study", *International Journal of Advanced Engineering Technology*, 7(2), 40-47.
- Mckone, K. and Weiss, E. (1998). "TPM: Planned and Autonomous Maintenance: Bridging the Gap between Practice and Research", *Production and Operations Management*, 7(4), 335-351.
- Meca Vital, J.C. and Camello Lima, C.R. (2020). "Total Productive Maintenance and the Impact of Each Implemented Pillar in the Overall Equipment Effectiveness", *International Journal of Engineering and Management Research*, 10(2), 142-150.
- Missalla, M., Perander, L., Haus, S. and Anastasijevic, N. (2017). "Using Digital Tools to Further Optimize Product Quality and Calcination Performance", *Proceedings of 35th International ICSOBA Conference*, Hamburg, Germany, 2-5 October.
- Muchiri, P. and Pintelon, L. (2008). "Performance Measurement Using Overall Equipment Effectiveness (OEE): Literature Review and Practical Application Discussion", *International Journal of Production Research*, 46(13), 3517-3535.
- Nakajima, S. (1988). "Introduction to TPM", Productivity Press, Cambridge.
- Nakajima, S. (1989). "TPM Development Program", Productivity Press, Cambridge.
- Özkan, N.F., Ada, E.C. and Genlik, S. (2019). "Toplam Ekipman Etkinliğinin İyileştirilmesinde Triz Kullanımı: Bir Uygulama", *Verimlilik Dergisi*, 2, 169-184.
- Özveri, O., Kabak, M. and Keleş, Ç. (2016). "Different OEE Approaches' Analysis of Applicability in Printing Sector", *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 25, 264-277.
- Patil, L. and Raut, N. (2019). "Study of Total Productive Maintenance and Improving the Production", *International Journal of Research and Analytical Reviews*, 6(1), 519-522.
- Rahman, C.M. (2015). "Assessment of Total Productive Maintenance Implementation in a Semi automated Manufacturing Company through Downtime and Mean Downtime Analysis", *International Conference on Industrial Engineering and Operations Management (IEOM)*, Dubai.
- Šajdlerová, I., Schindlerová, V. and Kratochvíl, J. (2020). "Potential and Limits of OEE in the Total Productivity Management", *Advances in Science and Technology Research Journal*, 14(2), 19-26.
- Shirose, K. (2002). "TPM New Implementation Program in Fabrication and Assembly Industries", Fifth Printing, JIPM Press, Tokyo.
- Singh, U. and Ahuja, I.S. (2015). "Evaluating the Contributions of Total Productive Maintenance on Manufacturing Performance", *International Journal of Process Management and Benchmarking*, 5(4), 425-455.
- Slaichová, E. and Marsíková, K. (2013). "The Effect of Implementing a Maintenance Information System on the Efficiency of Production Facilities", *Journal of Competitiveness*, 5(3), 60-75.

- Stamatis, D.H. (2017). "The OEE Primer: Understanding Overall Equipment Effectiveness, Reliability, and Maintainability", CRC Press, Florida.
- Tajiri, M. and Gotoh, E. (1992). "TPM Implementation: A Japanese Approach", McGraw-Hill, New York.
- Wojakowski, P. (2015). "Plant Performance Calculation in Automotive Industry Using Andon System", *Research in Logistics & Production*, 5(4), 361-370.
- Wudhikarn, R. (2012). "Improving Overall Equipment Cost Loss Adding Cost of Quality", *International Journal of Production Research*, 50(12), 3434-3449.
- Xiang, Z. and Feng, C. (2021). "Implementing Total Productive Maintenance in a Manufacturing Small or Medium-sized Enterprise", *Journal of Industrial Engineering and Management*, 14(2), 152-175.
- Zammori, F., Braglia, M., and Marco F. (2011). "Stochastic Overall Equipment Effectiveness", *International Journal of Production Research*, 49(21), 6469-6490.
- Zandieh S., Tabatabaei S., Akbar N. and Ghandehary M. (2012). "Evaluation of Overall Equipment Effectiveness in a Continuous Process Production System of Condensate Stabilization Plant in Assalooyeh", *Interdisciplinary Journal of Contemporary Research in Business*, 3(10), 590-598.
- Zubair, M., Maqsood, S., Habib, T., Usman JAN, Q. M., Nadir, U., Waseem, M. and Yaseen, Q.M. (2021). "Manufacturing Productivity Analysis by Applying Overall Equipment Effectiveness Metric in a Pharmaceutical Industry", *Cogent Engineering*, 8(1), 1953681.

ÇİN VE ABD EKONOMİLERİ ARASINDAKİ REKABETTE KURUMSAL FAKTÖRLERİN ROLÜ: GİRDİ-ÇIKTI ANALİZİ*Fatma TAŞ¹**ÖZET**

Amaç: Çin ekonomisi, az gelişmiş ülke konumundan dünyanın en büyük ikinci ekonomisi konumuna gelmiştir. Günümüzde, ABD ekonomisi üzerindeki etkisi tartışılmaktadır. Bu çalışmanın amacı ise Çin, hangi büyüme modelini izleyerek ekonomik güç elde etmiştir sorusuna cevap bulmaktır.

Yöntem: Çalışmada girdi-çıkıtı analizi kullanılmıştır. Çin-ABD arasında yaşanan rekabet savaşı, ihracata dayalı büyüme modeli çerçevesinde ele alınmıştır. Bu karşılaştırma 1990-2003 ile 2003-2011 dönemlerine ayrılarak incelenmiştir.

Bulgular: Yapılan analiz sonucuna göre Çin ve ABD için farklı sonuçlar elde edilmiştir. Çin; düşük maliyetli üretim, değersiz döviz kuru politikası ve yüksek teknoloji ile rekabet gücü elde etmiştir. 1990-2003 ve 2003-2011 dönemlerinde ihracata dayalı büyüme modeli ile ekonomik güç kazanmıştır. ABD’de ise yüksek maliyetli üretimin süreklilik taşıdığı görülmüştür. Zamanla Çin’e karşı rekabet gücü azalmış ve dış ticarete sürekli açık vermiştir. Bu nedenle Çin’in rekabet gücü, ABD ekonomisi üzerinde rolünün büyük önem taşıdığı tespit edilmiştir.

Özgünlük: Literatürdeki çalışmalardan farklı olarak, iki farklı döneme ayrılıp iki ülke arasındaki rekabetin kurumsal faktörler yoluyla, girdi-çıkıtı analizi ile incelenmesidir. Ücret artışı ile döviz kuru arasındaki ilişki çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Dış Ticaret, Girdi-Çıkıtı Analizi, Kurumsal Değişiklikler, Ücret Artışı, Verimlilik Artışı.

JEL Kodları: C6, E2, F5, 04.

THE ROLE OF INSTITUTIONAL FACTORS IN THE COMPETITION BETWEEN THE CHINA AND THE US ECONOMIES: AN INPUT OUTPUT ANALYSIS**ABSTRACT**

Purpose: The Chinese economy has become the world's second largest economy evolving from an underdeveloped country. Today, its impact on the US economy is discussed. The purpose of this study is to find an answer to the question of which growth model has China followed to achieve economic power.

Methodology: An input-output analysis is used in the study. The competition war between China and the USA within the framework of the export-led growth model is addressed. This comparison is analyzed for the periods of 1990-2003 and 2003-2011.

Findings: The analysis revealed different outcomes for China and the USA. China has gained competitive power with low-cost production, low-value exchange rate policy, and high technology. In the 1990-2003 and 2003-2011 periods, it gained economic strength with the export-driven growth model. In the USA, on the other hand, high-cost production was dominant. Over time, USA competitiveness against China decreased and it had a constant deficit in foreign trade. For this reason, the study concluded that China's competitiveness and its role in the economy of the USA were of great importance.

Originality: Unlike the studies in the literature, this article compared two different periods and examined the competition between the two countries through institutional factors, using input-output analysis. It also investigated the relationship between wage increase and the exchange rate.

Keywords: Foreign Trade, Input-Output Analysis, Institutional Changes, Wage Growth, Productivity Growth.

JEL Codes: C6, E2, F5, 04.

* Bu çalışma, Fatma TAŞ tarafından Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü'nde Doç. Dr. Emre ÜNAL danışmanlığında yürütülen "Rekabet Gücü Ekseninde Çin-ABD Ekonomilerinin Karşılaştırılması: İhracata Dayalı Büyüme Modeli" başlıklı Yüksek Lisans Tezi'nden türetilmiştir.

¹ Yüksek Lisans Öğrencisi, Fırat Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, Elâzığ, Türkiye, 192219117@firat.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9375-6373.

1. GİRİŞ

Küresel dünyada, ekonomi çerçevesinde, ulusları göz önünde bulundurduğumuz zaman, ülkelerin en önemli ihracatçısı konumunda olan Çin'in rekabet gücünü giderek artırarak dünya ekonomisine sahip olacağı yönündeki tahminleri artırdığı aşikârdır. Bu gücü elde eden ülkenin geçmişten günümüze izlediği yolları bilmek, ekonomik gücü hakkında bilgi edinmek ve ülkelerin uluslararası piyasalarda söz sahibi olmak için izleyebileceği politikaları bilmemiz bakımından oldukça önemlidir.

Tarih boyunca Çin, uzun bir geçmişe sahip, geniş coğrafyaya yayılan ve farklı kültürleri bir arada bulundurarak devasa nüfusuyla hafızalarda yer edinen özellikleriyle ön plana çıkmaktaydı (Liu and Wall, 2005: 689). Fakat son zamanlarda bu özelliklerinden çok ekonomik değişimleriyle dikkat çeken bir ülkedir. Çin, yıllarca dışa kapalı bir ekonomik yapıyla refah kaybı yaşamıştır. Bunların yanında büyüme sorunu ve ekonomik sıkıntılarının yaşanması, ülke yapısında alışlagelmişin dışında köklü değişimleri gerekli kılmıştır. Bu da 1978 yılında Deng Xiaoping önderliğinde reformların gerçekleştirilmesini sağlamıştır (Qian, 1999: 14). Sovyet tipi Kalkınma Planları, Kültür Devrimi, dışa açılım, piyasa ekonomisine kademeli geçiş ve özelleştirmelerin artırılması ile ülke ekonomisini iyileştirmeye dönük reformist adımlar atılmıştır. Bunlarla birlikte ekonomik iyileşmede araç olan gelişmelerden birisi de 2001 yılında Dünya Ticaret Örgütü'ne (DTÖ) üye olmasıdır. Tüm bu aşamalardan sonra Çin, az gelişmiş ülke konumundan dünyanın en büyük ikinci ekonomisi konumuna gelmiştir (Angresano, 2005: 472). Bunun yanı sıra uluslararası piyasada ihracatta ivme kazanarak rekabet gücüne güç katması, günümüzde dünya ekonomisi üzerinde büyük bir güce sahip olan ABD üzerindeki etkisi büyüktür. Böylece ABD ile Çin arasında ticaret savaşları yaşanmaktadır.

Bu çalışmada amaç, ticaret savaşına giren iki ülkede, Çin'in rekabet gücünü nasıl bir büyüme modelini izleyerek kazandığı, Çin ekonomisinin hangi kurumsal değişiklikleri ve yapılandırmaları uygulayarak devasa ekonomi konumuna geldiği sorularına cevap bulmak ve dünyanın en büyük ekonomisine sahip olan ABD'nin ekonomisi üzerindeki rolünü inceleyip rekabet gücünü ülkeler çapında nasıl arttırdığına açıklık getirmektir. Ülkelerin belirli dönemlerde yaşadığı krizlerden sonra aldığı önlemleri açıklayan, istikrarını gözlemleyen ve ülkelerin ekonomisini inceleyen rekabet bağlamında bizlere en iyi sonucu veren, kurumsal faktörlerdir. Bu nedenle dikkat etmemiz gereken kurumsal faktörler; ücret-emek ilişkisi ve izlenen döviz kuru politikasıdır. Her iki ülkenin bu iki kriteri, girdi-çıkıtı analizi ile karşılaştırılmaktadır. Wassily Leontief tarafından genel bir denge sistemi olarak nitelendirilen, bir üretim teorisi olan girdi-çıkıtı analizinin temel ilişkileri teknolojidir. Bu analiz, üretim işlevindeki girdi-çıkıtı miktarlarını içermektedir. Belirli bir ürünün üretilmesinde tek bir reçete sunmaktadır. Bu yüzden çalışma, girdi-çıkıtı analiziyle desteklenmiştir.

Bu çalışmayı diğer çalışmalardan farklı kılan, girdi-çıkıtı analizinin ve kurumsal faktörlerin bir araya getirilerek ticaret savaşının nedenlerinin matematiksel bir model ile incelenmesidir. Özellikle Çin'in rekabet gücünün ABD ekonomisi üzerindeki etkisi, yeteri kadar araştırılmamıştır. Bununla beraber ücret artışı, verimlilik, döviz kuru politikası ve teknolojik değişimin dikkate alınarak Çin ve ABD ekonomilerinin rekabet gücü ekseninde incelenmesi, çalışmayı özgün kılan diğer faktörlerden biridir. Çin ekonomisi, ücret artışı ile verimlilik arasındaki dengeyi kurup değersiz döviz kuru politikasını izlemiştir. Zamanla teknolojik değişimle de giderek uluslararası piyasalarda önemli bir konuma taşınmıştır. ABD ekonomisine baktığımızda, ücret artışı ve verimlilik arasında bir istikrarsızlık söz konusudur. Zamanla değersiz döviz kuru politikası izlense de maliyet artışının yüksek olmasından dolayı rekabet gücü azalmıştır. ABD ekonomisi için verimlilik artışı, ücret artış oranından yüksek tutulursa maliyet artışı baskılanacaktır. Değersiz döviz kuru politikasıyla beraber verimlilik desteklenirse, Çin'e karşı rekabet gücü artacaktır. Bu faktörlerin bir araya gelmesi ile ihracata dayalı büyüme modeli oluşmaktadır. İhracata dayalı büyüme modeli ile Çin ekonomisi güçlenmiştir. Rekabet gücü kazandıran bu modelin Uni (2007: 117-138), Ünal (2016a: 7) ve Ünal (2020: 8-9) çalışmalarında değinildiği görülür. Dış ticaret fazlasının verilmesi ve düşük maliyetli üretimin gerçekleştirilmesi, bu model ile sağlanmaktadır.

Çalışmanın planına bakacak olursak ikinci bölümünde literatür taraması yapılacaktır. Böylece eski-yeni görüşlere, çalışmamızla bağlantılı düşünceleri öne süren çalışmalara yer verilecektir. Üçüncü bölümde büyüme modeline açıklık getirmeye yardımcı olan metodoloji kısmı yer alacaktır. Dördüncü bölümde makroekonomik faktörlerle rekabet gücünün nasıl kazanıldığı ve kurumsal faktörlerle ihracata dayalı büyüme modelini izleyen Çin ekonomisinin ABD ekonomisiyle karşılaştırmalı analizi yapılacaktır. Bu karşılaştırma yapılırken ücret-emek ilişkileri kapsamında ücret artışlarının verimlilikten bağımsız olup olmadığı ve bunun neticesinde enflasyon oranlarındaki seyir, sanayi büyümesinde ivme kazanan ülkenin daha çok hangi endüstrilerde iyi performans sergilediği, endüstrilerdeki teknolojik değişim, döviz kuru politikaları ve ABD ile Çin'in karşılıklı ticaretinde ABD'nin yıllar itibarıyla Çin karşısındaki ticaret hacmi yer alacaktır. Son olarak sonuç kısmını içeren beşinci bölümde Çin-ABD ekonomileri, çalışmamızda yer alan veriler bazında değerlendirmede bulunup sonuçlandırılacaktır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Çin'in günümüzde dünyanın en büyük ikinci ekonomisi olma özelliği ve ABD ile ticaret savaşında olmaları neticesiyle Çin-ABD ekonomisi, araştırmacılar tarafından merak edilmektedir. Literatür taraması sonucunda Çin'in büyüme modeli, girdi-çıkıtı analizi ile açıklanarak farklı bir yaklaşım benimsenmektedir. Çin'in dev ekonomiye sahip olmasının arkasında yatan ihracata dayalı büyüme modelini izleyip yaptığı kurumsal değişiklikler gelmektedir. Böylece Çin, diğer ülkelere karşı daha iyi performans sergilemektedir. Bununla ilgili çeşitli çalışmalar yapılmış olmasıyla birlikte ihracata dayalı büyüme modeli çerçevesinde yapılan çalışmalar veya ihracata dayalı büyüme modelinin temel taşını oluşturan makroekonomik faktörlerin gelişiminde katkıda bulunan çalışmalar, bu çalışma için oldukça önem arz etmektedir.

Ricardo (1817) çalışmasında, dış ticarete ait görüşler, verimlilik ve ücret arasındaki ilişkiye değinilerek izah edilmiştir. Bununla ilişkili olarak dış pazara sunulan mallarda kâr elde edilebilmesinin düşük ücretli ürünlerle mümkün olabileceği savunulmuştur. Verimlilik artışının yanında, ucuz malların dış piyasalara açılmasıyla dış ticarettten kazanç elde edilebileceği belirtilmiştir (Ricardo, 1817: 8-312).

Harrod (1933) çalışmasında, verimlilik ve ücret arasındaki ilişki incelenmiştir. Harrod'a göre sektörler arasındaki verimlilik farklarından dolayı reel döviz kurunda değişimler meydana gelmektedir. Herhangi bir ülkede verimlilik artışına bağlı olarak çıktı düzeyinde artış meydana gelirse, reel döviz kuru değer kazanacaktır. Ricardo (1817) ve Harrod (1933) görüşleri daha sonraları Balassa-Samuelson modeline katkıda bulunmuştur.

Hicks (1953) çalışmasında, verimlilik ve ücret artışları nitel olarak incelenmiştir. A ve B ülkesinin olduğu bir dünyada, A ülkesindeki verimlilik artışının B ülkesinin verimlilik artışından daha fazla olduğu varsayılmıştır. Sabit döviz kuru sistemi çerçevesinde, gelirler sabit kaldığı durumda, A ülkesinin ihraç edilen malların verimliliğinin artmasıyla ihraç mallarının fiyatı düşecektir. Bu durumda A ülkesindeki verimlilik artışının faydalarından B ülkesi yararlanacaktır. B ülkesinin ithalatı, A ülkesinden daha ucuz hale gelecek ve B ülkesinin avantajına dönüşecektir. Bu faktörlerin bir araya gelmesi ile Hicks'e göre birikimli ticaret oluşacaktır. Verimlilik, ücret ve döviz avantajı ile öne çıkan Hicks görüşleri, ihracata dayalı büyüme modelinin temel taşı olan faktörleri bünyesinde bulundurmaktadır.

Balassa (1963) çalışmasında, çeşitli Avrupa ülkeleri ve Japonya'nın ihracatına önem verilerek ekonomik büyüme sürecinde, ihracat rolüne odaklanmış olup ihracata yönelik modele değinilmiştir. İşgücü maliyetlerinin düşük olması, ücretlerin düşük olması ve verimliliğin iyileştirilmesiyle ihracat rekabetçiliği sürdürülebilir. Harrod modeline benzeyen çalışmada, verimlilik ve ücret arasındaki ilişki dikkat çekmektedir. İki ülke arasında, ihraç edilen malların verimliliğindeki farkla, döviz kuru ve denge döviz kuru arasındaki farkın açılacağı savunulmuştur.

Samuelson (1964), Balassa'dan bağımsız olarak yaptığı çalışmada Balassa ile ortak sonuçlara varılmıştır. Bu model, daha sonra Balassa-Samuelson Hipotezi olarak anılmıştır. Nitel olarak yapılan Samuelson çalışmasında, ihraç edilen mallar ve ticarete konu olmayan mallar arasındaki verimlilik farkları, reel döviz kurunda sapmalara neden olduğu savunulmuştur. İhraç edilen mal ile ticarete konu olmayan mallar arasındaki verimlilik farklarının fiyatları, döviz kurunu şekillendirdiği belirtilmiştir. Balassa-Samuelson modelini birlikte ele aldığımızda Hicks modelinin aksine, dış ticarete birikimli ticaret dengesizliği oluşmayıp yüksek enflasyon görülmektedir.

Kaldor (1966) çalışmasında, ülkeler arasında oluşan büyüme oranındaki farklılığın nedeni, ihracat sektörlerinin performansına bağlı olduğu söylenmiştir. Ekonomik büyümeyi sanayi büyümesi ile ilişkilendiren Kaldor, 12 tane OECD ülkesini 1953-1954 ve 1963-1964 periyotlarla yatay kesit regresyon analizi ile test edip anlamlı sonuçlar elde etmiştir. Kaldor'a göre uluslararası rekabet gücü kazanılmasında yerli paranın değer kaybetmesi etkilidir. Tek taraflı yapılan bu koordinasyonda dış ticaret açığına ve sanayi büyümesine verdiği öneme ters düşerek sanayileşmeyi beraberinde getirebildiği, sonradan yapılan çalışmalarda ileri sürülmüştür (Kaldor, 1966: 1-40).

Baumol (1986) çalışmasında, Maddison'un 1870-1979 verileri analiz edilerek verimlilik gecikmesinin sanayiye, işsizliğe ve ödemeler dengesi ile olan ilişkisi incelenmiştir. 1960'lardan sonra ABD endüstrilerinde verimlilik artışındaki yavaşlama ile ABD'nin dünya pazarındaki rekabeti aşındırdığına dayalı görüşlerden yola çıkılarak ekonomik yorumlarda bulunulmuştur. ABD'nin yüzyıllar boyunca uzun dönemde emek ve faktör verimliliğinde yavaşlama oluşturmadığı ortaya çıkmıştır. Sonuç olarak ABD'deki son gelişmeler, verimlilik perspektifine yerleştirilebilecek şekilde ele alınabileceği savunulmuştur.

Pasinetti (1993) çalışmasında, esnek döviz kuru sisteminin uygulanması ile malların verimliliğinin, dış ticaret ile olan bağlantısı incelenmiştir. İhraç edilen malların, satın alma gücü paritesinden bağımsız olmamasıyla döviz kurunun ayarlandığı, bu noktada gelişmiş ve az gelişmiş ülke örnekleri verilerek açıklanmıştır. Ücretler ve verimlilik arasındaki ilişkiye değinilerek ihracatın uluslararası ticaretteki önemine,

uluslararası ticaretten nasıl yararlanılabileceğine değinilmiştir. Hicks tipi büyüme modelinde birikimli ticarete istikrarsızlık olmasına karşılık Pasinetti modeline göre dış ticarete böyle bir istikrarsızlık yoktur. Bu farkın temel nedeni ise Hicks modelinde sabit döviz kuruna karşılık Pasinetti modelinde esnek döviz kurunun olmasıdır. Bu modelin Balassa-Samuelson modelinden farkı ise Hicks modeli gibi uygulanan döviz kuru politikası ve nominal endeksten kaynaklanan yüksek enflasyonun görülmesidir (Pasinetti, 1993: 151-168).

Uni (2007) çalışmasında, Kaldor modeline ücret ve döviz kurlarının kurumsal analizi dâhil edilmiştir. İhracatta verimlilik artışı, girdi-çıkıtı tablolarına dayandırılarak Doğu Asya ülkelerinin verimlilik ölçümleri dâhilinde, ihracata dayalı büyüme modelinin desteklediği tespit edilmiştir. Doğu Asya ülkeleri ve AB ülkelerinin karşılaştırıldığı bu çalışmada, AB ülkelerindeki döviz kuru deneyiminin Doğu Asya ülkelerinde de görülmesi gerektiği, döviz kurunda çeşitliliğin aksine çok taraflı koordinasyona dayalı bir rejimin izlenmesi gerektiği belirtilmiştir. Döviz kurunda kurumsallaşmaya giden adımlar atılması yönünde önerilerde bulunulmuştur.

Yu (2011) çalışmasında ASEAN, Çin ve Hindistan için endüstriyel üretkenlik modeli, 1998-2008 yılları arasında incelenmiştir. Söz konusu ülkelerin, uluslararası ticarete rekabet gücü elde ettiği sektörler, açıklanmış karşılaştırmalı üstünlükler endeksi ile hesaplanmıştır. Yapılan çalışmanın sonucunda, makine ve ulaşım sektörleri başta olmak üzere Çin ve Hindistan'ın önemli ölçüde rekabet gücü elde ettiği tespit edilmiştir.

Ünal (2016a) çalışmasında, Türkiye'nin ekonomik performansına odaklanılmaktadır. Bunun için dünya girdi çıktı tabloları (WIOD) kullanılarak merkezde Almanya ülkesi bulundurulmuştur. Ekonomik ve Parasal Birliğe (EPB) katılan ülkeler ve Türkiye'nin katılabilme ihtimali göz önünde bulundurularak analiz yapılmaktadır. Malların verimlilik artışı, ücret artışı, enflasyon oranı, nominal döviz kuru ve satın alma gücü paritesi (SGP) olmak üzere çeşitli makroekonomik faktörler göz önünde bulundurulmuştur. Verimlilik ve ücret artışları birbirinden bağımsız hareket etmezse hem enflasyon düşük gerçekleşecek hem de istikrarlı bir döviz rejimi izlenmiş olacaktır. 1995-2002 ve 2002-2011 olmak üzere iki döneme ayrılan bu çalışmada, Türkiye'nin 2002 yılı öncesine kıyasla kurumsal faktörlerde iyileşmeye gitmesi ile EPB'ye katılma ihtimalinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Türkiye'de ekonomik istikrarsızlık mevcuttur. Bunun nedeni ise ihracata dayalı büyüme modelinin ana kemiğini oluşturan makroekonomik faktörlerden ücret artışı ile verimlilik arasında istikrarsızlıktan kaynaklı yüksek enflasyon ve aşırı değerli döviz kurunun izlenmesidir. Çalışma sonunda ekonomiyi iyileştirmeye dönük yeni kurumsal faktörlerin oluşmasının gerekliliği vurgulanmıştır.

Bağcı (2016) çalışmasında, uluslararası ticaretin Türkiye için dezavantaj sağlandığı varsayılarak imalat sanayisinin alt sektörleri incelenmiştir. Türkiye'de, imalat sektöründe, rekabet gücünün tespit edilmesi için 1995-2014 aralığında ihracat ve ithalat verileri kullanılmıştır. Uluslararası rekabet gücü endeksi ile Türkiye'nin imalat sanayi sektörü alanında rekabet gücüne sahip olmadığı saptanmıştır. Türkiye'nin rekabet gücü elde ettiği sektörler; tekstil ve giyim, demir ve çelik, yiyecek-içecek ve otomotiv sektörü iken makine sanayisi, ulaşım araçları ve kimya sektöründe Türkiye'nin rekabet gücü kazanmadığı tespit edilmiştir.

Ünal (2016b) çalışmasında, Çin'in rekabet gücündeki asıl etkinin ihracata dayalı büyüme modeli olduğuna değinilmiştir. Bu makalede ücret artış oranları, verimlilik oranları, döviz kuru dalgalanmaları ve satın alma gücü pariteleri (SGP) dikkate alınarak girdi-çıkıtı analiziyle Türkiye-Çin karşılaştırılmıştır. Çin, ücret artış oranını, yurtiçi verimlilik büyüme oranına endekslemektedir. Aynı şekilde ücret artış oranını, ihracat verimlilik büyüme oranından küçük tutarak ve değersiz döviz kuru politikasını matematiksel bir çerçevede düzenleyerek hem Türkiye'de hem de küresel dünyada rekabet gücü kazanmıştır. Türkiye'de ise ücret artış oranlarının çok yüksek düzeylerde olduğu ve buna bağlı olarak enflasyonun da arttığı, döviz kurunda ise değerli döviz kuru politikasını izlediği ve sonucunda da dış ticaret açığı ile karşı karşıya kaldığı görülmüştür. Karşılaştırılan bu makroekonomik faktörlerle Türkiye'nin ihracata dayalı büyüme modelini izlemediği, Çin'in ise izlediği sonucuna ulaşılmıştır. İhracata dayalı olarak büyüyen bu ekonomi karşısında mükemmel ekonomiler olsa dahi, bu ülkelerin rekabet güçleri azalmakta ve dış ticaret açığı verdikleri savunulmaktadır.

Ünal (2020), çalışmamızla bağlantılı olan en güncel çalışma olma neticesiyle ön plana çıkmaktadır. Ülke ekonomilerinde bazı endüstriler rekabeti artırırken bazı endüstrilerin ticaret açığına sebep olmasının nedenini bulmak amacıyla kurumsal analiz çerçevesinde, girdi-çıkıtı tabloları kullanılarak ağırlıklı çarpanlar yaklaşımıyla varsayımsal bir çıkarma yöntemi ortaya konulmuştur. Türkiye ve Çin ekonomilerinde yer alan başlıca endüstrilerin karşılaştırıldığı bu çalışmada, ihracata dayalı büyüme modelinde bulunan endüstriler keşfedilmektedir. Her iki ülkede de otomotiv endüstrisi dış ticarete açık vermektedir. Ücret artışının baskılanması, verimlilik, düşük maliyet ve yükselen ihracatın endüstrilere nasıl bir ivme kazandırdığı açıkça görülmektedir. İkili veya çoklu ülke ekonomileri karşılaştırmasına gidildiğinde, dış ticaret açığına neden olan

endüstrilerin tespit edilmesi ve çözüm bulunması açısından bu çalışmanın oldukça önemli olduğu göze çarpmaktadır.

Literatür taraması sonucunda, girdi-çıkıtı analizi ile Çin-ABD ekonomisi arasındaki rekabetin yeteri kadar incelenmediği görülmüştür. Rekabeti artıran faktörlerde yoğun olarak teorik çalışmaların olduğu fark edilmiştir. İki ülkenin karşılaştırmaya gidilmesi, ihracata dayalı büyüme modelinin boyutlarının kurumsal faktörlerle desteklenmesi ve girdi-çıkıtı analiziyle çalışmanın zenginleştirilmesi, bu çalışmayı diğer çalışmalardan ayırmaktadır. Bu çalışmada, verimlilik ile ücret artışının bağımsız hareket etmemesiyle maliyetin düşük olacağı ve değersiz döviz kuru politikasının izlenmesiyle uluslararası piyasalarda güç kazanılacağı varsayılmıştır. Çalışmada, sadece Çin-ABD ile sınırlandırılmayıp rekabet gücünün kazanılması için ekonomilerde ne gibi kurumsal değişikliklere gidileceği açıklanmaktadır.

3. METODOLOJİ

3.1. Ücret Artışı ile Döviz Kuru İlişkisi

İşgücü maliyetinin yüksek olması, döviz kurunda istikrarsızlığa yol açabilmektedir. Birbiriyle ters orantılı olan ilişkide iki varsayım mevcuttur. Birinci varsayım; makroekonomik çerçevede işgücü maliyetindeki artış oranının ihraç edilen ürünlerin verimlilik büyüme oranından büyük olması, ihraç ürünlerinin yüksek maliyet ile üretildiğini gösterir. Bu durum, uluslararası ticarete rekabet gücünü düşük seviyelerde tutmak anlamına gelmektedir. Ücret artış oranı ile ihraç edilen ürünlerin verimlilik büyüme oranı arasında dengeyi sağlayan ülkeler, uluslararası ticarete dış ticaret fazlası verir. Aksi durumda bu dengeyi koruyamayan ve yüksek maliyetle üretim yapan ülkeler, dış ticaret açığını verirler. Böylece reel döviz kurunda değer kaybı yaşanmakta ve buna bağlı olarak nominal döviz kurunda da bir değer kaybı gerçekleşmektedir. İkinci varsayım ise ücret artış oranının yurtiçi verimlilik büyüme oranına entegre edilmesidir. İkisi arasındaki farkın açılması enflasyonun da arttığına işaret etmektedir (Ünal, 2018: 144).

İşgücü maliyeti Eşitlik 1'deki gibi hesaplanabilir. Eşitlik 1'de nominal ücret oranı w , verimlilik ise q ile ifade edilmektedir. v ise bir birimlik çıktı elde etmek için üretime katılan doğrudan veya dolaylı işgücünü temsil etmektedir.

$$\dot{GM} = wv = \frac{w}{q} \quad (1)$$

Eşitlik 2'de makroekonomik faktörler üstünde belirtilen şapka işareti büyüme oranını ifade etmektedir (Ünal, 2018: 149).

$$\widehat{GM} = \widehat{w} - \widehat{q} \quad (2)$$

Eşitlik 3'te p fiyat seviyelerini göstermektedir. Marj katsayısı $1 + m$ ve ithalat maliyet oranı α ile ifade edilmektedir. Marj katsayıları, ücret oranları, ihraç edilen malların işgücü maliyeti ve ithalat maliyet oranı dikkate alınarak satın alma gücü paritesi (SGP) aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır.

$$p = (1 + m)(wv + \alpha) = (1 + m)\left(\frac{w}{q} + \alpha\right) \quad (3)$$

Eşitlik 4'te A üst simge A ülkesi ve B üst simge B ülkesini belirtmektedir. Alt simgelerden ise i ihracat verilerini ve t ticarete konu olmayan malların verilerini temsil etmektedir.

$$SGP^A(1 + m_i^A)(w^A v_i^A + \alpha^A) = (1 + m_i^B)(w^B v_i^B + \alpha^B) \quad (4)$$

İthalat maliyet oranı göz ardı edilebiliyorsa eğer Eşitlik 5 şöyle yazılabilir.

$$\widehat{SGP}^A = \left[(1 + \widehat{m}_i^B) + \widehat{w}^B - \widehat{q}_i^B \right] - \left[(1 + \widehat{m}_i^A) + \widehat{w}^A - \widehat{q}_i^A \right] \quad (5)$$

Her iki ülke için marj katsayısı sabit ise Eşitlik 6 aşağıdaki gibi yazılabilir. Eşitlik 6'da $B\dot{I}MP$, birim işgücü maliyet paritesini göstermektedir

$$\widehat{SGP}^A = (\widehat{w}^B - \widehat{q}_i^B) - (\widehat{w}^A - \widehat{q}_i^A) = \widehat{B\dot{I}MP}^A \quad (6)$$

Bu işlemler sonucunda Eşitlik 7 şöyle yazılır:

$$\widehat{q}_i^A > \widehat{q}_i^A = \widehat{w}^A \quad (7)$$

Eşitlik 6'da $(1 + m_i)$ olan marj katsayısı göz ardı edilebilir olmalıdır. Fakat Çin ve ABD'de bu oran sabit değildi. Çin'de %2,3 ve ABD'de %1,3 idi. Ayrıca ithalat maliyet oranı her iki ülkede de ihmal edilebilir düzeydeydi. $p_i = (1 + m_i)(wv_i + \alpha)$ ve $p_i = (1 + m_i)(wv_i)$ Çin ile ABD için marj katsayısını hesaplamada kullanılmaktadır. Her iki eşitlikte de katsayılar aynıdır. Böylece her iki ülke için satın alma gücü paritesi (SGP), beşinci denklem kullanılarak değişim oranlarına açıklık getirilebilmektedir. Eşitlik 7'de, sabit döviz kuru altında bir ülkenin rekabet gücünü arttıran ihracata dayalı büyüme modelini temsil etmektedir. Bu

modelde ücret artışı bastırılır ve ücret artış oranı, yurtiçi verimlilik büyüme oranına endekslenir. Bu modeli izleyen bir ülke $\hat{q}_i^B = \hat{q}_t^B = \hat{w}^B$ eşitliğine sahip olan ve mükemmel ekonomi diye nitelendirilen B ülkesi karşısında, sabit döviz kuru altında, düşük ihracat fiyatlarına sahip olduğu için satın alma gücü paritesi (SGP) artar ve dış ticaret fazlası yaratır (Ünal, 2016a: 5-6).

3.2. Yurtiçi Verimlilik Oranlarının ve İhracat Verimlilik Oranlarının Hesaplanması

Girdi-çıkıtı tabloları ile ticarete konu olmayan mallar, ihraç edilen malların verimlilik artışı ve satın alma gücü paritesi (SGP) aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır. Eşitlik 8'de A teknoloji katsayılarının matrisini, y vektörü nihai talebi ve x vektörü çıktı miktarını göstermektedir.

$$Ax + y = x \quad (8)$$

$$y = x - Ax \quad (9)$$

Eşitlik 9'daki form, I birim matrisi kullanılarak aşağıdaki gibi yazılmalıdır. Her bir maldan doğrudan ve dolaylı olarak bir birim üretebilmek için gerekli işgücünü hesaplamada Leontief ters matrisi $(I - A)^{-1}$ kullanılmaktadır (Eşitlik 10).

$$x = (I - A)^{-1}y \quad (10)$$

Ticarete konu olmayan ve ihraç edilen malların verimliliğindeki büyüme oranını bulabilmek için Eşitlik 11 kullanılmaktadır. Eşitlik 11'de x her bir malın toplam çıktı miktarını gösteren sütun vektörüdür. A endüstrilerin bir birim çıktı elde edebilmek için kullandıkları yurtiçi mal miktarını veren girdi katsayı matrisini temsil etmektedir.

$$y = (I - A)x \quad (11)$$

Eşitlik 12'de β endüstrilerde bir birimlik çıktı elde etmek için kullanılan işgücü miktarını veren satır vektörüdür. L ise girdi-çıkıtı tablosunda toplam işgücünü göstermektedir.

$$\beta x = L \quad (12)$$

Eşitlik 13'te v her bir maldan bir birimlik fiziksel üretim yapabilmek için doğrudan veya dolaylı olarak gereksinim duyulan işgücü miktarını gösteren satır vektörüdür.

$$\beta(I - A)^{-1} = v \quad (13)$$

Eşitlik 14'te T yurtiçi toplam talep miktarını, \dot{I} ise toplam ihracat miktarıdır. Eşitlikte, toplamın içinde her bir malın oranı sütun vektörleriyle sırasıyla t ve i olarak belirtilmektedir.

$$vy = v(T + \dot{I}) = L \quad (14)$$

Eşitlik 15'te v_t ticarete konu olmayan malların, v_i ise ihraç edilen malların entegre edilmiş girdi katsayılarıdır. Ticarete konu olmayan mallarda ve ihraç edilen mallarda kullanılan katsayılarla entegre edilmiş işgücü ile işgücü verimlilik oranı hesaplanmıştır. Ticarete konu olmayan ve ihraç edilen malları bu katsayılar ile çarparak reel verimlilik oranları bulunabilmektedir. Katsayılar da görülen azalma, verimlilik oranlarının arttığını göstermektedir (Ünal, 2016a: 33).

$$v_t = \sum_{k=1} v_k t_k \quad \text{ve} \quad v_i = \sum_{k=1} v_k i_k \quad (15)$$

3.3. Yurtiçi Fiyat Düzeyleri ile İhracat Fiyat Düzeylerinin Hesaplanması

Yurtiçi fiyat düzeyleri ve ihracat fiyat düzeyleri ise Eşitlik 14 ve 15'te verilmiştir. Hesaplamalarda para birimi olarak Amerika Doları kullanılmış ve veriler Birleşmiş Milletler Veri Tabanı, Ana Toplamın (Kütle) Ulusal Hesap Tahminleri ve Harcama Türüne Göre GSYİH'dan alınmıştır (Ünal, 2018: 166).

$$Yurtiçi fiyat düzeyleri = \frac{Cari(GSYİH + İthalat - İhracat)}{Sabit(GSYİH + İthalat - İhracat)} \quad (14)$$

$$İhracat fiyat düzeyleri = \frac{Cari(İhracat)}{Sabit(İhracat)} \quad (15)$$

4. REKABET GÜCÜ AÇISINDAN MAKROEKONOMİK FAKTÖRLERİN KARŞILAŞTIRILMASI

Rekabet gücü, serbest piyasa koşullarında, ülkelerin mal ve hizmetlerini pazara sunarken kişilerin reel gelirlerini artırıp refah düzeylerini yükseltmede başarı yakalamaları olarak tanımlanabilmektedir. Ülkelerin dışa açılmasından bu yana, rekabet halinde olan ülkelerin birbirlerine fırsat sundukları görülebilmektedir. Rekabet gücü, ülkelerin mal alıp satmasında elde ettikleri başarıdan ibaret bir algı yaratmamasıyla beraber ekonomik istikrarı sağlama, istihdamı artırma ve refahı yükseltmek gibi unsurlar da rekabet gücünü artırabilmektedir.

4.1. Kurumsal Yaklaşım ve İhracata Dayalı Büyüme Modeli

Kurumsal ekonomi; sosyal, politik ve ekonomik organizasyonların rolünü vurgulayarak ekonomik olayları belirleyen iktisadi bir analizdir (Kaufman, 2007: 7). Bu nedenle çalışmada, Fransız Düzenleme Teorisine dayanan kurumsal değişikliklere yer verilmektedir. Fransız Düzenleme Teorisi, Aglietta tarafından 1979 yılında ortaya atılmıştır. Gelişmiş ülkelerde 1970 dolaylarında patlak veren kriz ile bazı kurumsal değişikliklere gitme ihtiyacı duyulmuştur. Bu teorinin de temel amacı, yapılan kurumsal değişikliklerin etkilerine açıklık getirmektir (Ünal, 2016a: 13-14). Kurumlar; ekonomi, politik veya sosyal gibi hangi alanda olursa olsun insan değişiminde yapısal teşvikleri bünyelerinde bulundurlar (North, 1990; 3). Adam Smith, John Locke, North ve Robert Thomas gibi bazı iktisatçılar, ekonomik büyüme ve kalkınmada ekonomik kurumların önemini vurgulamışlardır (Acemoğlu et al., 2005: 389). İnsanların tarihte düzen yaratması ve değişimde belirsizliği azaltmaya çalışmasıyla kurumlar, temel yapıyı sağlamaktadır. Kullanılan teknoloji ile maliyetleri, ekonomik faaliyetin kârlılığı ve fizibilitesini belirlerler. Geçmiş, şimdiki zaman ve gelecekla bağlarlar. Böylece kurumsal evrimle, ekonomilerin tarihsel performansını, sıralı bir hikâyenin parçası olarak anlaşılabilir. Yönetim ve ekonomi arasındaki ilişkiyle beraber ekonomik büyüme sonuçlarını anlamamızda ana kaynaktır (North, 1990: 118). Ekonomik büyüme için ekonomik kurumlar önemlidir. Toplumda teşvikleri şekillendirmekle birlikte fiziksel ve beşerî sermaye, teknolojiye yatırım ve üretim organizasyonunu etkilerler. Kurumlardaki farklılıklardan dolayı ülkelerarası ekonomik büyüme ve refahta da farklılıklar oluşmaktadır. Sadece ekonomik büyümenin potansiyelini belirlemekle kalmayıp geleceğin ekonomik sonucunu da belirlemektedir. Diğer bir deyişle, toplam pastanın boyutunu belirlemekle sınırlı kalmaz. Aynı zamanda toplumun bireyleri ve grupları arasında nasıl bölündüğünü de etkilemektedir (Acemoğlu et al., 2005: 390). Kurumsal değişimler ise zaman içinde toplumların evrimini şekillendirmektedirler. Bu yönden kurumsal değişim, ülkelerin ekonomi tarihini anlamada anahtar rol oynamaktadır (North, 1990; 3). Ülkelerin gelişmişlik seviyeleri ve kalkınmışlık seviyeleri arasındaki fark, kurumsal değişimlerden kaynaklanmaktadır. Ekonomide uyumluluğu sağlayacak otomatik bir mekanizma olmadığı için kurumsal faktörler uyumu sağlamakta ve geliştirmektedirler (Boyer et al., 2004: 359-360). Kurumsal formlar, ekonominin istikrara kavuşması için birtakım reformları dönemsel olarak gerçekleştirdiği alanlardır. Beş çeşit kurumsal formlarla bu reformlar gerçekleştirilmektedir. Bunlar; banka kredi ilişkileri, rekabet tarzı, devletin rolü, uluslararası rejim ve ücret-emek ilişkileridir (Ünal, 2012: 35-36). Bu çalışmada ücret-emek ilişkileri ve döviz kuru sistemi olmak üzere iki kurumsal faktör dikkate alınmaktadır.

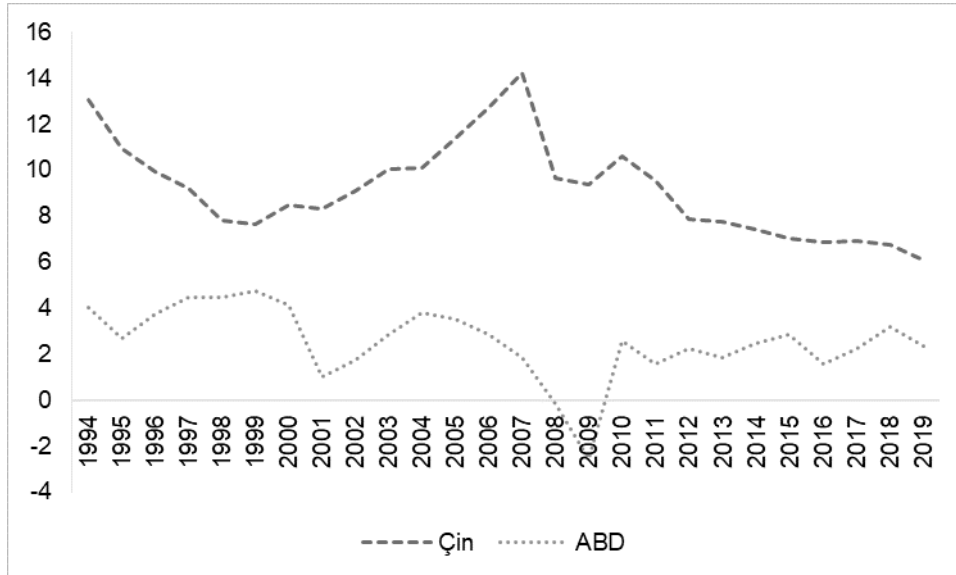
İhracata dayalı büyüme stratejisi, dış ticarete konu olan malların üretimini teşvik etmekten geçer. Bu nedenle, bu büyüme modeli, ekonomik kalkınmanın temeli ve uluslararası ticarete büyümenin kaynağı olarak görülmektedir (Charles and Karouni, 2008: 9). İhracata dayalı büyüme modelinin ne olduğunu anlamak için Ünal (2016a) tarafından yapılan çalışmada yer alan modelden yola çıkarak konuya açıklık getirebilmekteyiz. İhracata dayalı büyüme modelinde ilk özelliğimiz, ihraç edilen malların verimlilik artışı, ücret artış oranından büyük olmalıdır. Ücret artışının baskılanması demek, işgücü maliyetinin artmaması demektir. Bu durum, uluslararası ticarete daha güçlü bir konuma sahip olma anlamını taşımaktadır. İkinci özelliğimiz, ihraç edilen malların verimlilik artışı, yurtiçinde tüketilen malların verimlilik artışından büyük olmalıdır. Strateji, ihracata dönük verimliliğe dayanmaktadır. Böylece ülke, ihracat ile büyümektedir. Bu model izlendiği zaman ihraç edilen mallarda düşük maliyetli üretim söz konusudur. Dolayısıyla bu durumda, maliyet artış oranı, ihraç edilen malların verimlilik artışının altındadır. Diğer bir özellik ise döviz kuru politikasıdır (Ünal, 2016a; 7). Matematiksel uyum içinde oluşan bu model, değersiz döviz kuru politikasına dayanır. İhracatı destekleyecek olan değersiz döviz kuru politikası uygulandığı zaman ihracat ile büyüyen ekonomiler, ihracata dayalı büyüyen ekonomiler haline gelmektedir. Değersiz döviz kuru politikasını uygulayan ülkenin ihraç edilen malları ucuzlayacaktır. İşgücü maliyetinin bastırılması, düşük maliyetli üretimi beraberinde getirmekte ve rekabet gücü oluşmaktadır. Aynı durumda, değersiz döviz kuru politikası ile ihracat desteklenmektedir. Tüm bunlar bir araya geldiği zaman ihracata dayalı büyüme modeli oluşmaktadır. Bu model sayesinde dış ticaret fazlası oluşmakta ve refah düzeyi artmaktadır (Ünal, 2016b: 5; Ünal, 2020: 4).

1980'lerden sonra birçok ülke, serbestleşme politikalarını izlemiştir. Serbest ticaret uygulanarak ihracat ile büyüme stratejisi önem kazanmıştır. Böylece ekonominin kilit rolünü üstlenen, ihraç edilen ürünlerin verimlilik büyüme oranı olmuştur. Kalkınma politikalarıyla hareket edebilmek için birçok ülke kurumsal değişikliğe giderek ekonomi politikalarını değiştirmiştir. Böylece ihracata dayalı büyüme modeli, ekonominin önemli bir parçası haline gelmiştir. Ekonomik kalkınmada önemsenen ihracata dayalı büyüme modeli, Çin'de 1990'lardan sonra görülmektedir (Ünal, 2016a: 14). Çin'de 1970'lerin sonlarında başlayan dış ticarete açılma politikasıyla GSYİH'sı büyümüştür. Dünya ticareti 1978'den 2011 yılına kadar olan süre zarfında %8 iken Çin ekonomisinin ticareti aynı yıllar aralığında %17'ye kadar yükselmiştir (Pei et al., 2012: 275-276). Ekonomik büyüme oranının sürekli %9'un üzerinde olmasıyla ABD'yi giderek daha çok rahatsız etmektedir. ABD bu durumu, Çin'in yuani dolara sabitleyip düşük değerinde tutması, adil olmayan fiyatlarla dış ticarete ihraç etmesi ve düşük işgücü maliyetleri ile yorumlamaktadır. Böylece her iki ülke arasında

ticaret savaşı meydana gelmektedir. 2001 yılında Çin DTÖ'ye katılmadan önce yaklaşık on yıl içinde tarife engellerini çok azaltmıştır. DTÖ katılım anlaşmasına ters düşen 2.600 yasal yüzük ve düzenlemeyi kaldırmış veya değiştirmiştir (Hughes, 2005: 94-99). Çin'in DTÖ ile yükselen büyüme potansiyeli ile resmi verilere göre 2001-2013 yıllarında ortalama olarak %10,3 büyüme oranını kaydetmiştir. Dünyanın en büyük altıncı ekonomisine sahip olan Çin, böylece en büyük ikinci ekonomiye sahip olarak ABD'ye karşı rekabet gücünü elde etmiştir. Bundan sonraki kısımlarda makroekonomik faktörler ile Çin'de uygulanan kurumsal değişikliklerin rekabet gücüne etkisi ve ABD ekonomisi üzerindeki rolü açıklanacaktır.

4.2. Çin'in Rekabet Gücünün ABD Ekonomisi Üzerindeki Etkisi

“Süper Güç Olabilirliği” ile tartışma konusu olan Çin, en hızlı büyüyen ekonomi olarak göze çarpmaktadır. Bu nedenle Çin'de makroekonomik faktörleri ABD ekonomisiyle karşılaştırarak büyüme modelini anlamamız oldukça önemlidir. 2004 yılında ABD tarafından Çin'e ilk ticari saldırı gerçekleşmiştir. Bu durumu ABD, Çin'in işçi haklarını baskılaması ile kendisine haksız rekabet avantajı sağlamasını gerekçe göstermiştir. Durum izlendiğinde Çin'in dışa açılması ile rekabetçi güçlerin bir ürünü olduğu televizyon endüstrisindeki talebi aşan kapasite ile görünmektedir. Çin'de bir renkli televizyon fiyatı, 5 yıl içinde %8 oranında düşmüştür. Buna bağlı olarak Çin-ABD arasında fiyat savaşı yaşanmaktadır. ABD bu fiyat savaşına Çin'den gelen televizyonların ithalatına %78,5 oranında anti-damping vergisi uygulayarak birtakım engellemelerde bulunmaya çalışmıştır (Hughes, 2005: 100-101). ABD'nin yaptırımlarına rağmen resmi verilere bakınca, Çin'in gücünü koruduğu görülebilmektedir. Resmi verilere göre Çin ihracatı, 1999 yılında ABD ihracatının üçte birinden az iken 2012 yılında Çin, ABD'yi de geride bırakarak küresel ticaretin en büyük ihracatçısı olmuştur (Dietzenbacher et al., 2013: 71).



Şekil 1. GSYİH büyümesi (%) (Dünya Bankası, 2020)

Çin ve ABD'nin 1994-2019 yılları arasındaki büyüme oranları Şekil 1'de verilmektedir. 1994 yılında Çin'de büyüme oranı %13 seviyesindeyken ABD'de bu oran %4 olarak gerçekleşmiştir. 1994 yılında Meksika, Brezilya gibi ülkelerde çıkan krizlerle dünya etkilenmiş olsa da Çin, 1997 Güneydoğu Asya Krizi'nin takibinden 1999 yılına kadar, azalan seyir göstermiştir. ABD ise 1995 yılında %2,6 düzeyine inmiştir. 1995 yılında yaşanan kredi ve tasarruf mevduatı krizinden dolayı kayıplar gerçekleşmiştir. 1995 yılından sonra ABD ekonomisi toparlanmaya gitmiştir. Fakat 2001 krizinde büyüme oranı %0,9'a düşmüştür. Buna karşı aynı dönemde Çin ekonomisi %8,3'lük bir büyüme yakalamıştır. Ücret artışlarını verimliliğe endeksleyen Çin'in başarısı yıllar itibarıyla göze çarpmaktadır. 2008 küresel finans krizinde bir kırılganlık yaşayan Çin'in diğer yıllarda çok daha iyi bir toparlanmaya gittiği açıktır. ABD ekonomisi 2008 krizinde %0,13 oranı ile eksilere düşmüştür. Çin'de 2010 yılı %10,6 büyüme oranını yakalamışken ABD'de %2,5 büyüme oranı ile kriz sonrası pozitif büyüme oranını ilk defa sergilediği görülmektedir. 2010 yılından sonra ABD ekonomisi daha dalgalı bir seyir izlerken Çin ekonomisi azalan bir seyir göstermektedir. Zamanla iki rakamlı oran yakalayabilen Çin, günümüze yaklaştıkça bu büyüme oranını düşürerek 2018 yılında %6,6 değeri ile son sekiz yılının en düşük büyüme oranını yakalamıştır. ABD ise 2018 yılında %2,9'luk büyüme oranını kaydetmiştir.

Deng ile başlayan dışa açılım politikası sonrası Çin'in büyüme oranı hızlı bir şekilde yükselmiştir. 2017 yılından sonra ABD'de gerçekleşen büyüme oranındaki artış karşısında Çin'de gerileme yaşanması ticaret ve teknolojik gerilimler sonucu yoğunlaştığını, karşılıklı misilleme ve tarife uygulamalarından

kaynaklanabilmektedir. Pazar payını artırmaya çalışan her iki ülkede de Çin'in rekabet gücü ağırlık basmaktadır. Yaşanan olumsuz gelişmelere rağmen Çin, dünyanın en hızlı büyüyen ülkesi olarak kayda geçmektedir. Küresel krize neden olan bu ticaret savaşının dünya üretim ve büyümesine de olumsuz etkileri vardır. Çin'in parasını devalüe etmesiyle birlikte rakip ülkelerin dış ticaret açığının yükselmesi sonucu ABD ve ticaret ortaklarının baskısı artmıştır (Yan, 2014: 3). Uluslararası toplantılar sonucu oluşan baskıyla Çin, reformlardan sonra elde ettiği iki haneli büyüme rakamlarının aksine, daha düşük büyüme oranını kaydedebilmektedir. Fakat bu oran bile diğer ülkelere kıyasla hâlâ gücünü koruyabilmektedir.

4.3. Ücret-Emek İlişkilerinin Ekonomiye Etkileri

Makroekonomik faktörler, ekonomiyi doğrudan etkileyen dinamiklerdir. Ülkelerin makroekonomik göstergelerini etkileyen en önemli unsurlardan biri de ücrettir (Ünal ve Köse, 2018: 145). Bu bağlamda Çin, düşük maliyetli üretim stratejisiyle ücret-emek ilişkilerinde kurumsal değişikliğe giderek enflasyonu ortadan kaldırmayı ve ihracat artışını sağlamayı hedeflemiştir. 1994 yılında yaklaşık %25'lere kadar varan enflasyon artışı, Çin ekonomisi için ciddi bir sorun haline gelmiştir. Ücret artışı, ticarete konu olmayan malların verimlilik artışına endekslenmiştir. Deng reformlarıyla birlikte enflasyon indirilerek düşük bir maliyetle de üretim sağlanmıştır (Ünal, 2016a: 20).

Tablo 1. Ücret artış oranı (%)

Dönemler	Faktörler	ABD	Çin
1985-2003	İhraç edilen mallar	4,5	9,4
	Ticarete konu olmayan mallar	4,0	8,8
2003-2011	İhraç edilen mallar	3,7	12,2
	Ticarete konu olmayan mallar	3,5	11,6

Not: Veriler için WIOD Girdi-Çıktı Tabloları kullanılmıştır. Verilerin hesaplama metodu, Ünal (2016a, 2016b ve 2018) çalışmalarına dayanmaktadır.

Tablo 2. Makroekonomik faktörlerin karşılaştırılması (%)

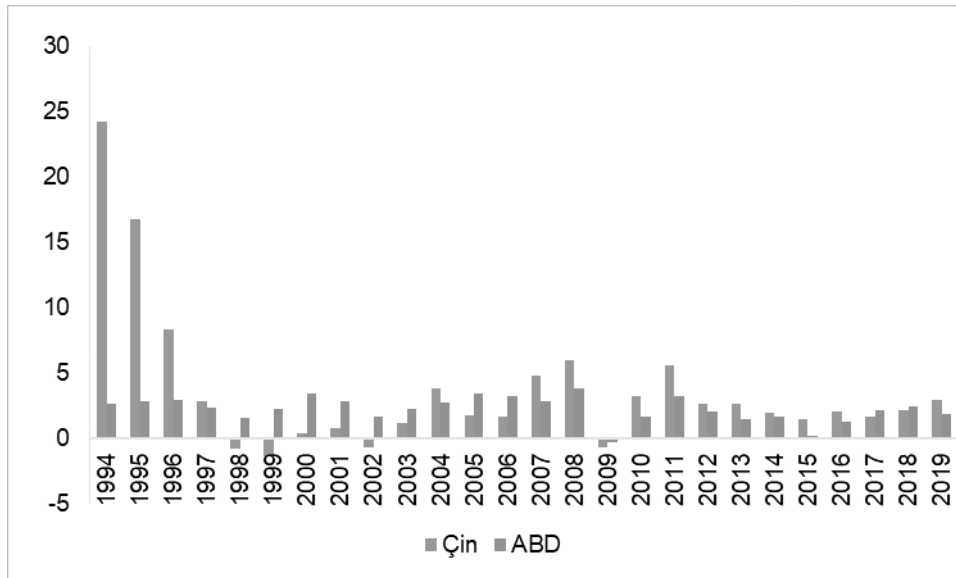
Faktörler	ABD	Çin	ABD	Çin
	1990-2003	1990-2003	2003-2011	2003-2011
Ticarete konu olmayan malların verimlilik artışı	2,4	9,5	1,5	8,4
İhraç edilen malların verimlilik artışı	2,6	15,2	2,5	12,9
Nominal ücret oranı	6,0	9,2	3,3	12,8
Enflasyon oranı	2,8	5,6	2,5	3,0
Dolar karşısında nominal döviz kurundaki değişim oranı	5,0	-5,0	-2,9	2,9
ABD'ye karşı satın alma gücündeki değişim oranı	-1,3	1,3	-2,8	2,8

Kaynak: WIOD (2020)

Tablo 1'de Çin-ABD için ücret artış oranları 1985-2003 ve 2003-2011 dönemlerine ayrılarak incelenmiştir. Ücret artış oranlarına baktığımızda Çin ve ABD'de hem ticarete konu olmayan malların üretimi için hem de ihraç edilen malların üretimi için ayrılan ücret artışı birbirine yakın ve standarttır. Bu da büyüme modellerinin her iki ülke için genel ücret seviyesine göre oluşturulduğunu göstermektedir. Böylece ücret artışları, ülke geneli için önemlidir.

Tablo 2'de ihracata dayalı büyüme modelini oluşturan makroekonomik faktörler gösterilmektedir. ABD için 1990-2003 aralığını incelediğimizde %2,6 oranıyla ihraç edilen malların verimlilik artışı, %6,0 oranı olan nominal ücret oranından küçüktür. Aynı zamanda nominal ücret oranı, %2,4 oranı olan ticarete konu olmayan malların verimlilik artışından oldukça büyüktür. Verimlilik oranı ve ücret oranı birbirinden bağımsız hareket etmektedir. Böylelikle bu dönemde, ABD için maliyetlerin yüksek olduğunu söyleyebilmekteyiz. Aynı aralık için Çin'e baktığımızda %15,2 oranıyla ihraç edilen malların verimlilik artışı, %9,2 oranında olan nominal ücret artışından büyüktür. Aynı zamanda nominal ücret artış oranı, %9,5 seviyesinde olan ticarete konu olmayan malların verimlilik artışına yakın tutulmuştur. Çin için maliyet düşük iken ABD'de maliyetin yüksek olduğu görülmektedir. Enflasyon oranına aynı dönem için baktığımızda ABD'de %2,8 seviyesindeyken Çin'de %5,6 düzeyindedir. Çin'de 1990 yıllarında %25 oranı ile yüksek enflasyon görülüyorken sonradan bunu %-1,5 oranına düşürmüştür. 1990-2003 döneminde, ABD'de nominal döviz kurundaki değişim oranı %5,0 iken satın alma gücündeki değişim oranı, yani reel döviz kuru %-1,3

düzeindedir ABD, bu dönemde değerli döviz kuru politikasını izlemiştir. Çin'e baktığımızda %-5,0 oranıyla nominal döviz kurundaki değişim oranı, %1,3 düzeyinde olan reel döviz kurundan küçüktür. Çin, bu dönemde değersiz döviz kuru politikasını izlemiştir. 1990-2003 aralığına genel olarak baktığımızda Çin'in ihracata dayalı büyüme modelini izlediğini söyleyebilmekteyiz. 2003-2010 döneminde ABD'de ihraç edilen malların verimlilik artışı %2,5 düzeyindeyken nominal ücret oranı %3,3 seviyesindedir. Diğer türlü, nominal ücret oranı, %1,5 düzeyi olan ticarete konu olmayan malların verimlilik artışından büyüktür. ABD'de maliyet artışının devam ettiği görülmektedir. Aynı dönem için Çin'e baktığımızda %12,9 oranıyla ihraç edilen malların verimlilik artışı, %12,8 olan nominal ücret oranına yakındır. Aynı zamanda nominal ücret oranı, %8,4 düzeyinde olan ticarete konu olmayan malların verimlilik artışından büyük olsa da maliyetin düşük olduğunu söyleyebilmekteyiz. Ücret artış oranı, verimlilikten bağımsız hareket etmemiştir. Enflasyon oranına baktığımızda ABD'de %2,5 iken Çin'de önceki döneme kıyasla %3,0 düzeyine düşmüştür. Döviz kuruna baktığımızda, ABD'de nominal döviz kurundaki değişim oranı %-2,9 düzeyindeyken reel döviz kuru %-2,8 düzeyindedir. Yani bu dönemde ABD değersiz döviz kuru politikasını izlemiştir. Fakat verimlilik artışı ile ücret artışını birbirinden bağımsız hareket ettirdiği için ihracata dayalı büyüme modeli kapsamında yer almamaktadır. Çin'de ise %2,9 düzeyi olan nominal döviz kurundaki değişim oranı, reel döviz kurundaki %2,8 düzeyine çok yakındır. Son zamanlarda ülkelerin Çin'in değersiz döviz kuru politikasını izlemesinden rahatsız olmasıyla Çin ekonomisine karşı bir baskı oluşmuştur. Bunun neticesinde Çin'in döviz kurundaki bu değişimler, tamamen normal karşılanabilmektedir. İhracata dayalı büyüme modeli içerisine dâhil edebilmekteyiz. Çin'de maliyetin düşük olması ve değersiz döviz kuru politikasının uygulanması ile uluslararası ticarete nasıl söz sahibi olduğu Şekil 2'de açıkça görülmektedir.

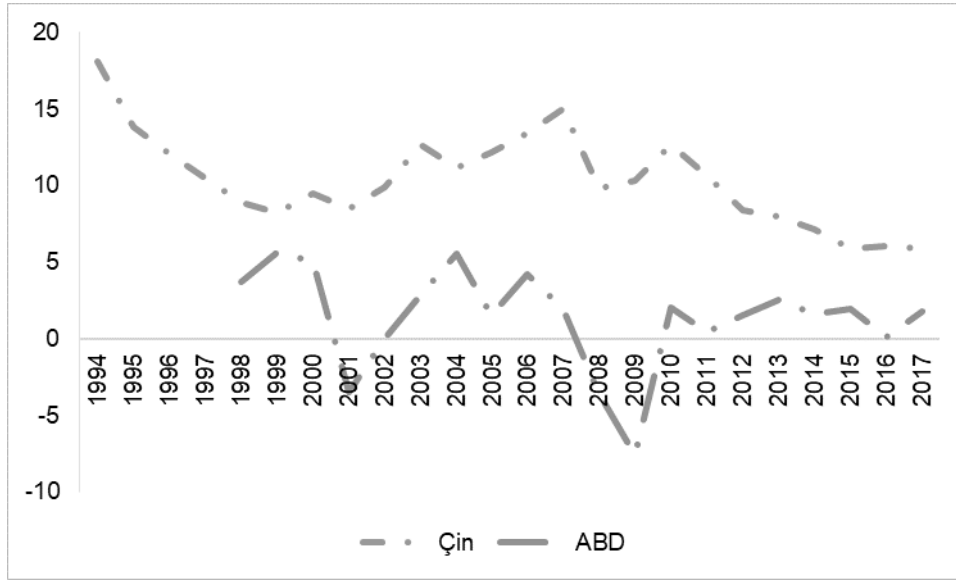


Şekil 2. Çin ve ABD'nin yıllık enflasyon oranı (%) (Dünya Bankası, 2020)

Ücret artışlarının verimlilikten bağımsız olması, enflasyonu tetiklemektedir. Enflasyonun yüksek olmasıyla ülke ekonomisi, ciddi sorunlarla karşılaşmaktadır. Şekil 2'de Çin ve ABD'nin enflasyon artış oranları verilmiştir. En çok dikkatimizi çeken, 1994 yılından sonra Çin enflasyonunun çok iyi bir şekilde düşürülmesidir. 1994 yılında yuan, dolar karşısında %50 değer kaybetmiştir. 1994 yılından sonra ücret artışının baskılanması, enflasyonun kademeli olarak düşmesini sağlamıştır. Enflasyon oranı; ücret artışı ve ticarete konu olmayan malların verimlilik artışına yakın bir seyre düştüğü için 1997 yılından sonra eksilere düşmüştür. Böylece Çin, 1994 yılında oluşan dalgalanma sonrası enflasyonu kontrol altında tutmayı hedeflemiş ve başarılı olmuştur. ABD, 1994 yılından 2019 yılına kadar hep %4'lük enflasyon artış oranının altında bir seyir izlerken Çin, enflasyonu kontrol altında tutmaya gayret etmiştir. ABD'nin düşük bir enflasyon oranını yakalaması, 1998 yılına tekabül etmektedir. Bu dönemde ABD enflasyon artışı %1,5 iken Çin'de %-0,7 olmuştur. 1999'da Çin'de %-1,4'lük negatif enflasyona karşılık ABD'de %2,1'lik artış sergilenmiştir. 2001 kriz döneminde Çin'de %0,7'lik veriye karşılık ABD'de %2,8 oranında enflasyon gerçekleşmiştir. 2007-2008 yılında Çin'de %4-%5 artış olsa da 2009'da baskılanmış ve %-0,7'ye çekilmiştir. ABD ise %-0,3'lük enflasyon oranıyla son zamanların en düşük oranını yakalamıştır. 2011 yılında Çin'de %5,5 oranına karşılık ABD'de %3,1'lik oran kaydedilmiştir. Son zamanlarda ise Çin'in %1-%2 arasında gidip gelmesiyle 2019'da %2,8 enflasyon artışı gerçekleşmiştir. ABD'de ise 2015 yılında %0,1 oranını yakalasa da 2018'de %2,4 oranıyla Çin ile aynı veriyi taşımıştır. ABD'de 2019 yılında ise %1,8'lik enflasyon artışı görülmüştür. Bu değerlendirmelerin sonucu olarak Çin'in hedeflediği enflasyon verilerinin ABD ile aralarında yaşanan gerilimlere rağmen sürdürülebilirliğini koruduğunu söyleyebilmekteyiz.

4.4. Sanayi Sektörünün Ekonomiye Etkileri

Ekonomik açıdan baktığımızda tarım, hizmet ve sanayi sektörleri oldukça önemlidir. Bu sektörden sanayi sektörü küreselleşen ve teknoloji savaşı içinde olan dünyada rekabet gücünü kazanmakta kilit rol oynamaktadır. Ekonomik büyüme ile paralellik gösteren sanayi sektörü, daha çok teknolojik ve istihdam açısından rekabet gücünü artırır. Üretimde artış ve istihdama da artı değerler kazandıran bu sektör, ülkelerin ekonomi politikalarının belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır. 1979'dan bu yana Çin, ihracat sübvansiyon sistemini kurarak ihraç mallarının yer aldığı sektörü desteklemektedir. 1970-1980 döneminde tekstil endüstrisi oldukça önemli ihracat endüstrisiydi. 1988'de Başbakan Zhao Zhi Yang, Uluslararası Büyük Döngü stratejisini benimseyerek ülkenin adım adım sanayileşmeye gidilmesi gerektiğini belirtmiştir. İlk adımda hükümet, kıyı kesimlerde bulunan emek-yoğun endüstrilerinin ihracatını desteklemeliydi. İkinci adımda bu ihracat artışı ile biriken fonlar, altyapıyı inşa etmek ve sermaye yoğun endüstrilerin temelini güçlendirmede kullanılmalıydı. Üçüncü adımda, sermaye yoğun ve teknoloji yoğun endüstriler, ihracatın çekirdeği olmalıydı. Siyasi olayla başbakanın kariyeri bitmiş olsa da bu strateji ülkeyi etkilemişti. 1990'dan sonra makine ihracatı hızla artmıştır (Uni, 2007: 127). Sanayi sektörünün gelişmişlik seviyesiyle yakından ilişkili olması, bizleri her iki ülkeyi bu açıdan karşılaştırmaya itmektedir. Çin ve ABD'de sanayinin katma değerinin yüzdesel dağılımı Şekil 3'te verilmektedir.



Şekil 3. Sanayinin (inşaat dâhil) katma değeri (%) (Dünya Bankası, 2020)

Şekil 3 incelendiğinde, Çin'de 1998 yılı ve 2017 yılında sanayinin katma değerinde yüzdelik oranları sırasıyla %8,9'den %3,7 oranına; ABD'de ise aynı yıllara bakıldığında %5,8'den %1,7 oranına düştüğü görülmektedir. ABD'de 2000 yılında %5,0 seviyesinde olan değer, 2001 krizinde %-3,4 seviyesine düşmüştür. Çin'de bu durum %9,4'ten %8,4'e düşüş olarak gerçekleşmiştir. ABD'nin ikinci keskin kırılma noktası yaşadığı 2008 krizinde de aynı durum mevcuttur. 2007 yılında %1,9 oranına sahip olan ABD, 2008 yılında %-3,5'e, 2009 yılında %-7,5'e düşmüştür. Aynı yıllarda Çin'de katma değer %15,1; %9,8 ve %10,2 olarak gerçekleşmiştir. Çin'in krizden ABD kadar etkilenmediği, ABD'nin negatif değerlerine karşılık pozitif değerler elde ettiği görülmektedir. Genel olarak baktığımızda ise Çin verileri her yılda, krizler dönemi de dâhil ABD'den üstün geldiği açıktır.

Çin'in ihraç edilen ürünlerine baktığımızda dünya piyasasında değişen bir rol benimsediği görülmektedir. Geçmişte daha çok gıda ve ham madde ihracatında bulunurken günümüzde daha çok ekonomik güç, verimlilik ve rekabet gücü içeren yüksek teknolojik ürünlerini ihraç etmektedir (Adams et al., 2006: 98). 1980'li yıllarda talebi yüksek olan malların %25'ini karşılayan Çin, 2000'li yıllardan sonra %60'a yükselterek daha iyi performans sergilemiştir (Silva- Ruete, 2006). 1990'lı yıllarda Çin, daha çok emek yoğun malları ihraç ederken 2000'li yıllardan sonra elektrikli makineler, elektronik cihazlar, bilgisayarlar gibi teknolojiyi yoğun içeren ürünleri dünyaya ihraç etmeye başlamıştır (Rodrik, 2006: 23). 2002 yılında Çin'in toplam ihracatının en az %23'ü yüksek teknoloji endüstrilerden yapılan ihracattan sağlanmaktaydı. Aynı zamanda düşük teknolojik ürünler de ihracatta büyük bir paya sahipti (Pei et al., 2012: 284). Çin'in DTÖ'ye üye olmasıyla ihracatta elde ettiği rekabet gücü, dünya ekonomisi ve ülkelerin ticareti açısından rekabet kavramının piyasaya enjekte edilmesi sonucu, kaçınılmaz fırsatlar sunmaktadır (Sachs and Woo, 2003: 25).

Tablo 3'te Çin ve ABD'nin endüstrilerin ihracatının toplam ihracat içindeki payları yer almaktadır. ABD ekonomisinde 1995 yılı için ihracatta en büyük paya sahip olan endüstri, 1.67 endeksle elektrikli ve optik aletler gelmektedir. İhracat içindeki en büyük paya sahip ikinci endüstri taşıma ekipmanları (1.18) olurken, üçüncü sırada makineler (0.79) bulunmaktadır. Yıllar itibariyle ihracatta söz konusu olan bu endüstrilerin ihracat içindeki paylarının artış veya azalışını görebilmek için 2011 yılında endüstrilerin toplam ihracat içindeki paylarına bakmak gerekir. ABD ekonomisinde 2011 yılında ihracat içindeki payı yükselen endüstriler, 0.17 endeksle madencilik ve taş ocakçılığı; 0.59 endeksle kok, kullanılmış petrol, nükleer yakıt; 0.79 endeksle kimyasal ve kimyasal ürünler; 0.15 ile kauçuk ve plastikler; 0.47 ile ana metaller ve fabrikasyon metaller gelmektedir. Geriye kalan endüstrilerin ihracat içindeki payı azalış göstermektedir. Çin'e baktığımız zaman 1995 yılında ihracat içindeki payı en büyük olan endüstri, 2.26 endeksle tekstil ve tekstil ürünleri gelmektedir. İhracat içindeki payı en yüksek olan ikinci endüstri, 2.02 endeksle elektrikli ve optik aletler gelirken 0.78 endeksle ana metaller ve fabrikasyon metaller üçüncü sırada gelmektedir. Çin ekonomisi için 2011 yılına gelindiğinde 2.04 endeksten 3.45'e çıkan elektrikli ve optik aletler görülmektedir. Tekstildeki birincilikten elektrik aletlerine geçiş yapılmış, diğer bir deyişle düşük teknoloji içeren endüstriden yüksek teknoloji ve orta-yüksek teknoloji içeren endüstrilere yoğunluk verdiği görülmektedir. Çin'de olumlu düzeyde teknolojik değişimin yaşandığı açıktır. Bu değişim, ihracata dayalı büyüme modelinin sonucudur. İhracat içindeki payı yükselen diğer endüstriler, 0.06 endeksle kok, kullanılmış petrol, nükleer yakıt; 0.56 ile kimyasallar ve kimyasal ürünler; 0.68 ile makineler; 0.46 ile taşıma ekipmanları ve 0.35 ile başka yerde sınıflandırılmamış imalat gelmektedir.

Tablo 3. Çin ve ABD'de endüstrilerin ihracatının toplam ihracat içindeki payı

Kategoriler	1995		2011	
	ABD	Çin	ABD	Çin
Tarım, avcılık, ormancılık, balıkçılık	0,35	0,40	0,30	0,08
Madencilik ve taş ocakçılığı	0,13	0,23	0,17	0,04
Yiyecek, içecek ve tütün	0,42	0,53	0,36	0,24
Tekstil ve tekstil ürünleri	0,17	2,26	0,08	1,15
Deri ile deri ürünleri ve ayakkabılar	0,01	0,56	0,00	0,24
Ağaç, ağaç ürünleri ve mantar ürünleri	0,06	0,17	0,03	0,05
Selüloz, kâğıt, baskı ve yayıncılık	0,36	0,11	0,24	0,04
Kok, kullanılmış petrol, nükleer yakıt	0,12	0,05	0,59	0,06
Kimyasallar ve kimyasal ürünler	0,69	0,21	0,79	0,56
Kauçuk ve plastikler	0,14	0,40	0,15	0,34
Diğer metalik olmayan mineraller	0,06	0,22	0,05	0,12
Ana metaller ve fabrikasyon metaller	0,38	0,78	0,47	0,61
Makineler	0,79	0,30	0,74	0,68
Elektrikli ve optik aletler	1,67	2,02	1,21	3,45
Taşıma ekipmanları	1,18	0,116	1,08	0,46
Başka yerde sınıflandırılmamış imalat	0,16	0,27	0,02	0,35

Not: Hesaplama için WIOD Girdi-Çıktı Tabloları kullanılmıştır. Her bir endüstri için endüstrinin ihracat değeri/toplam ihracat şeklinde hesaplanmıştır.

DTÖ'de 3 Aralık 2004 tarihinde Çok Elyaflı Düzenlemenin sona ermesi gibi kotalar kalkınca Çin'in tekstil endüstrisi, 2003 yılında %17 oranıyla dünya ekonomisinde en büyük paya sahip olup kotaların kaldırılmasıyla da uzmanlar tarafından %50 olacağı öngörülmüştü. Çin, tekstil endüstrisinde reformlar yaparak rekabetçilik kazanıyordu. Çin'in dışa açılması ile birçok yabancı yatırımcı Çin'e yerleşmeye başlayıp üretim yapmaktaydı. Yasa gereği Çinli işletmelerle ortak girişimler kurmaları gerekiyordu. Özellikle Çine gelen hazır giyim üreticileri ile Çin zamanla dünyanın en büyük ihracatçısı haline geldi. ABD pazarı bozulmaya başlayınca da ABD, Çin tekstil ithalatına karşılık sert önlemler aldı. ABD, tekstil ithalatçılarını karşı 9 dilekçe sunarak misilleme yaptı. Dilekçe Çin'i tehdit eden sözleri içerdiğinden dolayı mahkeme tarafından sadece geçici tedbir alma kararı alınmıştır. Birim başına düşük maliyetle büyük hacimler ihraç eden Çin, %3-4 kâr elde eden düşük katma değerine sahip tekstil ürünlerini üreten binlerce üreticiye sahip olmuştur (Hughes, 2005: 102-103). Bunun yanında Çin'e gelen yatırımların önemi büyüktür. Çin, yabancı sermaye akışlarına açık bir ülkedir. 2000 yılından sonra yılda 40 milyar ABD doları üzerinde doğrudan yabancı yatırımları (DYY) çekmektedir. Bu yatırımlarla Çin'de hızlı endüstriyel dönüşüm yaşanmıştır (McKinnon, 2005: 10). Endüstriyel yapısına baktığımızda 1990'lardan itibaren Çin'in endüstrisi, ihracatın da artmasıyla birlikte hızlı ve sürekli artan bir ekonomik büyüme ile sonuçlanmıştır (Yan, 2014: 11).

4.5. Döviz Kuru Politikasının Ekonomiye Etkileri

Ülkeler döviz kuruna müdahale ederek ekonomik avantajlardan yararlanmak isterler. Önceleri gümrük tarifeler, kota ve sübvansiyonlar ile müdahale edilirken günümüzde kur piyasası ile müdahale edilmektedir. Herhangi bir ülke kendi parasını, ticaret halinde olduğu ülkelerin parasının altında bir düzeyde tutması ile kur avantajı yakalamaktadır. Böylece ithalatın düşüp ihracatın artması, uluslararası ticarete çokça karşılaşılan bir durumdur. Çin, kendi parasını kur bazında düşük tutarak dış ticarete oldukça önemli kazançlar elde etmektedir (Morrison, 2013: 1). Çin'in işgücü piyasasında arz, talebi aşmaktadır. Bununla birlikte bağımsız sendikalar yasaklanmıştır. Bu durumda devlete ait sektörler küçülürse ve işgücü piyasasının ücret oranını belirleyebilme gücü artarsa, nominal ücret artışı yavaşlamış olacaktır. Ücret artışının yavaşlaması ve 1998'den sonra ihraç edilen malların verimliliğinin artmasıyla nominal döviz kuru değer kazanmıştır. Fakat reel döviz kuru, 2005 yılına kadar 8.28 yuan/dolar oranına sabitlenmiştir. Yani reel döviz kuru ile nominal döviz kuru arasındaki fark açılmıştır. Değersiz döviz kuru politikasıyla Çin'in ABD'ye karşı ihracatı ve dış ticaret fazlası artmıştır. Uluslararası eleştirileri devamlı alan Çin hükümeti, 2005'te döviz kurunu yönetimli bir dalgalanma sistemine dayadı. Fakat yuan, çok yavaş değerlendiği için reel döviz kuru ile nominal döviz kuru arasındaki fark devam etmektedir (Uni, 2007: 128).

Tablo 4. ABD'nin Çin ile olan dış ticareti (Bin Dolar)

Yıllar	İhracat	İthalat	Ticaret Dengesi
2001	19.181.936	102.267.289	-83.085.353
2002	22.127.509	133.510.393	-111.382.884
2003	28.367.721	163.313.863	-134.946.142
2004	34.427.687	210.500.129	-176.072.442
2005	41.190.675	259.836.017	-218.645.342
2006	55.224.097	305.778.876	-250.554.779
2007	65.237.883	340.106.646	-274.868.763
2008	71.456.412	356.304.561	-284.848.149
2009	69.575.613	309.530.233	-239.954.620
2010	91.910.977	382.964.820	-291.053.843
2011	104.121.383	417.340.262	-313.218.879
2012	110.516.536	444.386.004	-333.869.468
2013	121.721.076	459.107.864	-337.386.788
2014	123.675.623	486.296.238	-362.620.615
2015	115.931.978	504.028.317	-388.096.339
2016	115.594.784	481.369.890	-365.775.106
2017	129.803.172	525.801.231	-395.998.059
2018	120.148.141	563.234.622	-443.086.481
2019	106.626.775	472.473.187	-365.846.412

Kaynak: UN Comtrade (2020)

Tablo 4'te ABD ile Çin arasında gerçekleşen dış ticaret değerleri gösterilmektedir. ABD'nin ticaret dengesinde sürekli bir açık mevcuttur. Bu açığın 2009 yılında 239 milyar dolar ile 2008 yılına oranla gerilediği görülmektedir. Bunun nedeni 2008 finansal kriz nedeniyle başta ABD'nin önlemler almak zorunda kalmasıdır. İkinci düşüşün 2016 yılında -365 milyar dolara gerilediği kaydedilmiştir. Başkanlık seçimlerinde ABD Başkanı Donald Trump, dış ticareti azaltmaya yönelik stratejileri gündeme getirip ekonomiyi iyileştirmeye dönük adımlar atmıştır. ABD ve Çin arasında süregelen ticaret savaşları neticesinde, ABD'nin Çin'e karşı verdiği dış ticaret açığı, 2019 yılında da azalmaya başlamıştır. Çin'in edindiği bu dezavantaj, diğer Asya ülkelerine avantaj sağlamıştır. Çin'den ithal ettiği ürünlere ABD tarife uygulamaya başlayınca şirketler üretim merkezlerini değiştirmeye başlamışlardır. Çin'i terk eden bu şirketler, diğer Asya ülkelerine geçip oradan üretimlerine devam etmeye başlayınca da ABD'nin Çine olan dış ticaret açığında azalma gerçekleşmiştir. ABD'nin Çin'e yaptığı ihracat 2001 yılından 2019 yılına doğru giderek artış göstermiş olsa da ABD'nin Çin'den yaptığı ithalat artışı, 2019 yılına doğru yaklaşık beşe katlandığı görülmektedir. Buna bağlı olarak dış ticaret açığı, 2001'de 83 milyar dolar iken 2019 yılında 365 milyar dolara ulaşmıştır.

Sanayi, tarım, bilim ve teknolojiye "Dört Modernizasyon" uygulanmasıyla Çin, 1970'lerde ticaret hacmini artırarak rekabetçi oldu. 1970'lerde ABD'nin en büyük ticaret ortağı olmuştur. Başta ABD lehine ticaret fazlası olmasına karşın sonraki süreçlerde aleyhine döndü. Bu ticaret açığı, ilk kez ürün alanında

1986 yılında -1.664,7 milyar dolar olmuştur (Polatay, 2020: 49). Dünyanın en büyük ulusal pazarı ve küresel bir liderlik pozisyonunu isteyen çok uluslu şirketler, ucuz işgücü ve ucuz para birimiyle Çin'i tercih etmektedirler. Çin'in ihracattaki devasa potansiyelinin %6'sının Amerikalı olan yabancı firmalar tarafından üretilmektedir. ABD'yi rahatsız eden Çin ihracatının artışını, yine Amerikalı ithalatçılar sağlamaktadır (Hughes, 2005: 94-97).

Dünya Fikri Mülkiyet Örgütü'nün (WIPO), Küresel İnovasyon Endeksi'ne göre (GII), 2018 yılında yayınlanan raporda, bilgi ve teknoloji çıktılarında, Çin beşinci sıradayken ABD altıncı sırada yer alarak Çin'in gerisinde kalmıştır. Yüksek teknolojik ürünlerin söz konusu olması bile ABD için ulusal güvenlik tehdidi olarak algılanıp Çin ile aralarında rekabet çekirdeğinin oluşmasına sebep olmaktadır. Son zamanlarda oldukça yoğun talep gören Huawei ürünlerinin, Amerika kısıtlamaları ve Huawei CEO'sunun tutuklanması, iki ülke arasında rekabet yaşanmasının sonuçlarıdır (Polatay, 2020: 50).

5. SONUÇ

Bu çalışmada Çin ve ABD için 1995-2011 yıllarını kapsayan WIOD tabloları kullanılarak büyüme modelleri oluşturulmuştur. ABD ve Çin'in makroekonomik faktörleri, 1990-2003 ve 2003-2011 dönemlerine ayrılarak karşılaştırılmıştır. Çin uyguladığı ihracata dayalı büyüme modelini, değersiz döviz kuru politikasını izleyerek, ücret artış oranlarını, yurtiçi verimlilik oranına endeksleyerek, kurumsal faktörler yoluyla gerçekleştirmektedir. Önceden kapalı bir ekonomiyi yıllarca sürdüren bir ülkenin dışa açılmasıyla, Sovyet tipi Kalkınma Planları ile sanayiye dönük kalkınma hedefini içeren ve birtakım reformlarla köklü değişimlerde bulunmasıyla Çin, iyi bir ekonomik başarı elde etmiştir. Bunun sonucunda dış ticaret fazlası vermekte ve ülkelerin ihracatçı ülkesi haline gelmektedir. ABD ekonomisine baktığımız zaman böyle bir büyüme modelini yakalamadığı, dolayısıyla Çin ekonomisi dış ticaret fazlasını gerçekleştirirken ABD ekonomisinin dış ticaret açığına verdiği görülmektedir. Nitekim ABD'nin yıllar itibarıyla Çin'e karşı verdiği ticaret açığı artmaktadır. İhracata dayalı büyüme modeli ile ekonomik gücünü artıran Çin'in, sadece ABD ile sınırlandırılmayıp diğer ülkelere karşı da rekabet gücünü artırdığı açıktır. Matematiksel bir model çerçevesinde yapılan bu büyüme, uyguladığı ülkenin altyapısını iyileştirebilmektedir.

Günümüzde birçok ekonomi, enflasyon oranlarında yüksek değerler kaydetmekte ve dış ticaret açığı vererek ülke refahında düşüş kaydedebilmektedir. 1994 yılında yüksek enflasyon oranıyla karşılaşan Çin'in, günümüzde ABD ile yakın enflasyon değerlerini kaydetmesi tesadüf olmamaktadır. Uluslararası piyasalarda rekabet gücü kazanmak isteyen ülkelerin ücret artış oranları, verimlilikten bağımsız olmamalıdır. Bununla birlikte düşük enflasyon değerlerine sahip olmalı, yüksek teknoloji kategorilerinde önemli ihraç değerlerini yakalamalıdır. Tüm bunları gerçekleştirirken değersiz döviz kuru politikasını izleyerek ihraç mallarına talebini artırmalıdır. Böylece yüksek enflasyon oranlarını düşürme hedefi olan, rekabet gücünü arttırmak isteyen ve istikrarlı bir ekonomiye sahip olmak isteyen ülkelerin ihracata dayalı büyüme modelini uygulamaları, ülkeye artı değerler kazandırabilecektir. Elbette ki bu kurumsal faktörleri de sabit döviz kuru altında gerçekleştirmesi gerekmektedir. Bunun neticesinde matematiksel model ile iyileştirilen ekonomiler daha istikrarlı bir seyir kaydedebileceklerdir. Fakat ihracata dayalı büyüme modelini izleyen bir ekonomi karşısında mükemmel ekonomiye sahip olan ülkenin var olması durumunda, söz konusu ülke, rekabet gücünü yitirmektedir. Çin gibi ucuz işgücü ve ücretleri baskılayan herhangi bir ülkenin olması durumunda ülkeye yabancı yatırımlar gerçekleşecektir. İhraç ürünlerinin ucuzlamasıyla ülkelerin pazar payında geniş yer tutarak ihracat ile büyümede artı değer kazanabilecektir.

Literatürde Çin'in gücünü nasıl elde ettiği, hangi kurumsal faktörlerle dünyanın en büyük ikinci ekonomisi konumuna geldiği ve ABD ekonomisi üzerindeki rolünün matematiksel model ile tespit edilmesine dair yeterli çalışmanın olmadığı görülmüştür. Söz konusu sorulara cevap ararak Çin'in rekabet gücünün ABD ekonomisi ile kıyaslanması, bu çalışmayı önemli kılmaktadır. Çin ile ABD ekonomisi, literatürde çok farklı boyutlarda karşılaştırıldığı görülmektedir. Bu çalışma ile benzer bulgular elde ettiğimiz bazı çalışmalar bulunmaktadır. Ünal (2020) çalışmasında, Türkiye ile Çin ekonomisini karşılaştırıp ihracata dayalı büyüme modelini benimseyen endüstrilerin dış ticaret fazlası yaratarak rekabet gücü kazandığı belirtilmiştir. Uni (2005) çalışmasında, çalışmamızı destekler sonuçlara ulaşılmıştır. Doğu Asya ülkelerinin ihracata dayalı büyüme modelini desteklediğini belirtmiştir. McKinnon (2005) yaptığı çalışmada dış ticaret fazlası, verimlilik ve ücret faktörlerini dikkate alarak Çin'in izlediği politikaların ABD'ye karşı olumlu sonuçlar elde ettiği saptanmıştır. Çalışmamızda vardığımız sonuca bağlı olarak önceden yapılan çalışmalarını destekler sonuçlara varıldığı açıktır. Ücret artışının baskılanması ve değersiz döviz kuru politikasının yanında, düşük-orta teknolojiye yüksek teknolojiye yönelmesi, Çin ekonomisini önemli bir yere taşıdığını görülmüştür. Marshall Planı, Kültür Devrimi ve reformlar literatürde yapılan çalışmalarda bahsedilse de asıl ihracata dayalı büyüme modeli ile Çin'in gücünü artırdığı saptanmıştır. Çalışma sonucunda, ABD'nin ihracata dayalı büyüme modeli ve yüksek teknolojiye ağırlık vererek gücünü artıracığı söylenebilmektedir. Tüm ülkeler açısından bu model, rekabet gücü anlamı taşımaktadır. Bu nedenle, ihracata dayalı büyüme modeli, ülke ekonomilerini iyileştirmek için önerilebilir.

Verimliliğin artışa geçtiği ve dış piyasalara açıldığı ülkelerde dış ticaret fazlası oluşacaktır. Ücretlerin ise baskılanması gerekmektedir. Ancak burada verimlilik vurgulanmalıdır. Verimliliğin göz ardı edildiği ülkelerde dış ticaretten kazanç sağlanamadığı gibi iç piyasada da istikrarsızlık söz konusudur. Diğer faktörlerin iyileştirildiği ölçüde verimliliğinde iyileştirilmesi ve ülkelerin üretimle ön plana çıkması gerektiği bu çalışma ile söyleyebilmekteyiz. Verimlilik ile ücret artışı arasındaki fark açıldıkça enflasyon ve maliyet artmaktadır. Bu durum, ülke ekonomisini olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle, verimliliğin ücret artışından büyük olması, ekonomik istikrar için büyük önem taşımaktadır. Bu yüzden çalışmanın verimliliğe katkısı da büyüktür.

Ülkelerin en büyük silahı olma özelliğini taşıyan ekonomik güç, son zamanlarda Çin-ABD arasında gerilim yaşanmasına neden olmuştur. ABD, 2008 krizinde derinden etkilenmesiyle birlikte krizin etkilerini hâlâ tamamiyle atlatabilmiş değildir. Buna karşın Çin ekonomisi de krizden sonra büyük bir pazar sahası ve önemli ihracat değerlerini kaydetmiştir. Üstelik yıllar itibarıyla ABD'nin Çin ile olan karşılıklı ticaret sonucu ticaret açığı da artmıştır. Uluslararası ticarete de ABD'ye karşı rekabet gücünü elde eden Çin, Avrupa arenasında söz sahibi olma gayreti içindedir. Yapılan analiz ve veri karşılaştırmalarıyla ABD ekonomisini ileriki yıllarda geçip dünya ekonomisinde söz sahibi olacağına yönelik tahminleri de destekler sonuçlara varılmıştır. Gün geçtikçe pazarının gelişmesiyle ABD ekonomisi üzerinde risk unsuru taşıyan Çin ekonomisi, ABD ile ticaret savaşına sürüklenmektedir. Bu ticaret savaşının da karşılıklı hamlelerle kur savaşını tetiklediği de öngörülebilmektedir. Lakin Çin'in güçlü bir ekonomi kaydettiği de gözden kaçırılmamalıdır. ABD ile yaşadığı gerilimlere rağmen ABD'den daha yüksek verilere sahip olmuştur. Çin bu başarısından taviz vermezse ve her şey umulduğu gibi devam ederse gelecek ekonomisinde ABD değil, Çin'i görebilmemiz tesadüf olmayacaktır.

Çalışma, ticaret savaşına giren Çin ve ABD'nin ön plana çıkmasıyla bu iki ülkeyle sınırlandırılmıştır. Bu nedenle, bu iki ülke arasındaki rekabet savaşının diğer ülke ekonomiler üzerindeki olası etkileri ve ihracata dayalı büyüme modeli özelinde ülke karşılaştırmalarına gidilebilir. Bu çalışmada ücret, verimlilik, döviz kuru ve imalat faktörleri dikkate alınmıştır. Gelecek çalışmalarda diğer makroekonomik faktörler bazında da rekabet güçleri karşılaştırılabilir. Sadece ekonomik değişkenlerle sınırlı kalmayıp ülkelerin siyasi ve sosyal değişkenleri ile harmanlanan bir çalışma yapılabilir ve bu şekilde stratejilerin hatları belirlenebilir. Ayrıca rekabeti arttıran veya azaltan endüstrilerin ücret artışlarının ve verimliliğin birbirinden bağımsız olup olmadığı konusu incelenebilir. Bu boyutta zayıf endüstrilerin iyileştirilebilmesi için izlenecek yolların tespit edilmesi, literatüre çok önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- Acemoglu, D., Johnson, S. ve Robinson, J.A. (2005). "Institutions as A Fundamental Cause of Long-Run Growth", *Handbook of Economic Growth*, Volume IA.
- Adams, F.G., Gangnes, B. ve Shachmurove, Y. (2006). "Why Is China So Competitive? Measuring and Explaining China's Competitiveness", *The World Economy*, 29, 2, 95-121.
- Angresano, J. (2005). "China's Development Strategy: A Game of Chess that Countered Orthodox Development Advice", *The Journal of Socio Economics*, 34, 471-498.
- Bağcı, E. (2016). "Türkiye'nin İmalat Sanayi Sektörünün Uluslararası Rekabet Gücü Analizi", *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 38 (1), 73-92.
- Balassa, B. (1963). "Some Observations on the Beckerman's 'Export-Propelled' Growth Model", *Economic Journal*, 73, 763-784.
- Baumol, W. (1986). "Productivity Growth, Convergence, and Welfare: What the Long-Run Data Show", *American Economic Review*, 76 (5), 1072-1085.
- Boyer, R. (2004). "New Growth Regimes, But Still Institutional Diversity", *Socio-Economic Review*, 2(1), 1-32.
- Charles, S., Karouni, I.E. (2008). "Post Socialist Transformation and Growth Regime: Some Comments about the Chinese Case", *International Journal of Development Issues*, Emerald Group Publishing, 7(2), 7.
- Dietzenbacher, E., Los, B., Stehrer, R., Timmer, M. ve Vries G. (2013). "The Construction of World Input–Output Tables in the WIOD Project", *Economic Systems Research*, 25, 71–98.
- Dünya Bankası (2020). <https://data.worldbank.org/indicator/FP.CPI.TOTL.ZG?view=chart>, (Erişim Tarihi: 01.02.2020).
- Dünya Bankası (2020). <https://data.worldbank.org/indicator/NV.IND.TOTL.KD.ZG?view=chart&locations=CN>, (Erişim Tarihi: 02.01.2020).
- Dünya Bankası (2020). <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD.ZG?view=chart>, (Erişim Tarihi: 09.03.2020).
- Harrod, R.F. (1933). "A Further Note on Decreasing Costs", *The Economic Journal*, 337-341.
- Hicks, J.R. (1953). "An Inaugural Lecture", *Oxford Economic Papers*, 5(2), 117-135.
- Hughes, N. (2005). A Trade War with China?, *Foreign Affairs*, 84(4), 94-106, www.jstor.org/stable/20034423, (Erişim Tarihi 22.01.2022).
- Kaldor, N. (1966). "Causes of the Slow Growth in the United Kingdom", Cambridge University Press, London, 1-40.
- Kaufman, B.E. (2007). "The Institutional Economics of John R. Commons: Complement and Substitute for Neoclassical Economic Theory", *Socio Economic Review*, 5, 3-45.
- Liu, A. ve Geoffrey W. (2005). Human Resources Development in China", *Annals of Tourism Research*, 32, 689-710.
- McKinnon, R. (2005). Exchange Rate or Wage Changes in International Adjustments?, <http://www-siepr.stanford.edu/workp/swp05007.pdf>, (Erişim Tarihi 20.01.2022).
- Morrison, M.W. (2013). "China's Currency Policy: An Analysis of The Economic Issues", CRS Report, 1.
- North, D. (1990). "Institutions Institutional Change and Economic Performance", Cambridge University Press, 3, Cambridge.
- Pasinetti, L.L. (1993). "Structural Economic Dynamics: A Theory of the Economic Consequences of Human Learning", Cambridge University Press, Cambridge.
- Pei, J., Oosterhaven J. ve Dietzenbacher E. (2012). "How Much Do Exports Contribute to China's Income Growth?", *Economic Systems Research*, 24:3, 275-297, DOI: 10.1080/09535314.2012.660746.
- Polatay, S.S. (2020). "Who Likes Cooperation? A Long-Term Analysis of the Trade War between the US, the EU and China", *Uluslararası İlişkiler Dergisi, Advanced Online Publication*, 17 (67), 41-60.
- Qian, Y. (2000). "The Process of China's Market Transition (1978-1998); The Evolutionary, Historical and Comparative Perspectives", *Journal of Institutional and Theoretical Economics (JITE)*, 156 (1), 151-171.
- Ricardo, D. (1817). "On the Principles of Political Economy and Taxation", Batoche Books, Third Edition, Ontario.
- Rodrik, D. (2006). "What's so Special about China's exports?", NBER Working Paper, No. 11947.
- Sachs J.D. ve Woo, W.T. (2003). "China's Economic Growth After WTO Membership", *Journal of Chinese Economic and Business Studies*, 1 (1), 1-31.
- Samuelson, P.A. (1964). "Theoretical Notes on Trade Problems", *The Review of Economics and Statistics*, 46 (2), 145-154.

- Silva, R.J. (2006). "The Development of China's Export Performance", IMF Speeches, <http://www.imf.org/external/np/speeches/2006/030706.htm>, (Erişim Tarihi 15.09.2020).
- The Economist (2020). "China's Economy and the WTO", <http://www.economist.com/node/21541448>, (Erişim Tarihi 03.07.2020).
- UN Comtrade (2020). https://www.trademap.org/countrymap/Country_SelProduct_Graph.aspx?nvpm=%7c%7c%7c%7c%7cTOTAL%7c%7c%7c2%7c1%7c1%7c2%7c1%7c1%7c2%7c1%7c2%7c1%7c%7c2, (Erişim Tarihi: 03.01.2020).
- Üni, H. (2007). "Export-Biased Productivity Increase and Exchange Rate Regime in East Asia and Europe", *The Kyoto Economic Review*, 76(1), 117–138.
- Ünal, E. (2012). "Düzenleme Teorisi: Büyük Buhran ve 2008 Krizi", *Ekonomi Bilimleri Dergisi*, 4(1), 35-36.
- Ünal, E. (2016a). "A Comparative Analysis of Export Growth in Turkey and China through Macroeconomic and Institutional Factors", *Evolutionary and Institutional Economics Review*, 13(1), 7-34.
- Ünal, E. (2016b). "How Can Turkey be Part of the EMU?: Turkey's Economic and Monetary Integration into the EMU and the Analyses of Macroeconomic and Institutional Factors by Export-Led Growth", *The Kyoto Economic Review*, 85(1-2), 2-41.
- Ünal, E. (2018). "An Institutional Approach and Input-Output Analysis for Explaining the Transformation of the Turkish Economy", *Journal of Economic Structures*, 7 (3), 1-38.
- Ünal, E. (2021). "Industrial Growth Models by Input-Output Analysis and an Anstitutional Approach to the Automotive Industry in China and Turkey", *Evolutionary and Institutional Economics Review*, 18, 175-203.
- Ünal, E. ve Köse, N. (2018). "Türkiye Birleşik Krallık'ta Grevde Kaybolan İşgünü Sayısının Ücret Üzerindeki Etkisi", *Verimlilik Dergisi*, 2, 143-168.
- WIOD (2020). <https://www.rug.nl/ggdc/valuechain/wiod/?lang=en>, (Erişim Tarihi: 01.04.2020).
- Yan, C. (2014). "Structural Changes in the Labor Market and Social Security System in China: From the Viewpoint of Flexicurity", Discussion paper no. E-14-005, Research Project Center, Kyoto University.
- Yu, M. (2011). "Patterns of Trade, Comparative Advantage and Productivity in the ASEAN-China-India Region", *China Center for Economic Research (CCER) Peking University*, 28, 1-35.

İŞ İLGİSİZLİĞİ ÖLÇEĞİNİN TÜRKÇE FORMU: GEÇERLİK VE GÜVENİRLİK ÇALIŞMASI

Zeynep Öznur ERGİN¹, Gözde TEKBAŞ², Seher BALCI ÇELİK³

ÖZET

Amaç: Bu çalışmada Schmidt ve diğerleri (2017) tarafından geliştirilen İş İlgisizliği Ölçeğini Türkçe'ye uyarlayarak, geçerlik ve güvenirliğinin incelenmesi amaçlanmaktadır.

Yöntem: Çalışmada yarı zamanlı veya tam zamanlı bir işte çalışan 224 katılımcı ile yapı geçerliği ve güvenirlik çalışmaları yapılmış, 120 katılımcı ile ayırt edici geçerliği test edilmiştir. Dilsel geçerlik çalışması için, Pearson korelasyon analizi ve bağımlı örneklem t testi kullanılmıştır. Veri toplama araçları olarak iş ilgisizliği ölçeği, iş tatmini ölçeği ve araştırmacılar tarafından geliştirilen kişisel bilgi formu kullanılmıştır.

Bulgular: Geçerlik çalışması kapsamında yürütülen doğrulayıcı faktör analizi sonucunda ölçeğin iki faktörlü yapısının doğrulandığı görülmüştür. Ayırt edici geçerlik çalışması için İş Tatmini Ölçeği kullanılmış ve İş İlgisizliği alt ölçekleri ile İş Tatmini Ölçeği arasında negatif yönde ve önemli bir ilişki bulunmuştur. Ölçeğin güvenirlik çalışmaları kapsamında, Cronbach Alpha iç tutarlık katsayısı, ölçeğin bütünü için 0,92; ilgisiz düşünce için 0,92 ve ilgisiz eylem için 0,85 bulunmuştur. Bulgular, İş İlgisizliği Ölçeğinin çalışma hayatında yer alan bireylerin işe yönelik tutumlarını değerlendirmede geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olduğunu ve Türk kültüründe kullanılabileceğini ortaya koymuştur.

Özgünlük: Alan yazında iş ilgisizliği gibi güncel bir sorunu ölçmeyi amaçlayan herhangi bir ölçme aracına rastlanmamıştır.

Anahtar Kelimeler: İş İlgisizliği, Motivasyon, Ölçek Uyarlama, Geçerlik, Güvenirlik.

JEL Kodları: J21, J24, J29.

TURKISH FORM OF THE JOB APATHY SCALE: VALIDITY AND RELIABILITY STUDY

ABSTRACT

Purpose: This study aims to investigate the validity and reliability of Job Apathy Scale developed by Schmidt et al. (2017) by adapting it into Turkish.

Methodology: In the study, construct validity and reliability studies were conducted with 224 participants working in a part-time or full-time job, and discriminant validity was tested with 120 participants. Pearson correlation analysis and dependent samples t-test were used for the linguistic validity study. Job apathy scale, job satisfaction scale and personal information form developed by researchers were used as data collection tools.

Findings: As a result of the confirmatory factor analysis conducted within the scope of the validity study, it was seen that the two-factor structure of the scale was validated. The Job Satisfaction Scale was used for the discriminant validity study and a negative and significant relationship was found between Job Apathy subscales and Job Satisfaction Scale. Within the scope of the reliability studies of the scale, the Cronbach Alpha internal consistency coefficient was found 0,92 for the whole scale, 0,92 for apathetic thought, and 0,85 for apathetic action. The findings revealed that the Job Apathy Scale is was a valid and reliable measurement tool in evaluating the attitudes of individuals in business life towards their job and that it could be used in Turkish culture.

Originality: No measurement tool has been found in the literature that aims to measure a current problem such as job apathy.

Keywords: Job Apathy, Motivation, Scale Adaptation, Validity, Reliability.

JEL Codes: J21, J24, J29.

¹ Araştırma Görevlisi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Rehberlik ve Psikolojik Danışmanlık Bölümü, Samsun, Türkiye, zeynepoznur.ergin@omu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-5746-4469 (Sorumlu Yazar-Corresponding Author).

² Araştırma Görevlisi, Eskişehir Osman Gazi Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Rehberlik ve Psikolojik Danışmanlık Bölümü, Eskişehir, Türkiye, gozde.tekbas@ogu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-4525-877X.

³ Prof. Dr., Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Rehberlik ve Psikolojik Danışmanlık Bölümü, Samsun, Türkiye, sbalci@omu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9506-6528.

1.GİRİŞ

İş yaşamı, insan hayatının önemli bir parçasıdır. Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı'nın verilerine göre, bireyler yıllık ortalama 1726 saati çalışarak geçirmektedirler (OECD, 2021). Zamanın büyük bir kısmının işte geçtiği göz önüne alındığında, işe dair yaşanan herhangi bir olumsuzluk, bireyin yaşamını birçok açıdan (psikolojik, fiziksel, sosyal vb.) etkileyecektir. Gallup (2020) şirketinin yayınladığı bir rapora göre, çalışan bireylerin %13'ünü işlerinden memnun olmamaktadır. Günümüzde iş yaşamında gözlenen ücret dağılımındaki adaletsizlikler, görev yükümlülüğündeki artışlar, uzun çalışma saatleri, güvensiz çalışma koşulları, sosyal haklara erişiminden yoksun olma gibi nedenler (Uluslararası Çalışma Örgütü, 2020), bireylerin işlerine karşı ilgilerini kaybetmelerine ve yaptıkları işlerden verim alamamalarına neden olabilmektedir. Bu durum son zamanlarda araştırmalara konu olan iş ilgisizliği (job apathy) kavramıyla ele alınmaya başlanmıştır.

İlgisizlikle ilgili ilk tanımlamaları yapan Marin (1990) bu kavramı, motivasyon eksikliği ile karakterize bir durum olarak açıklamakta ve belirli faaliyetlere yönelik ilgi kaybı şeklinde tanımladığı seçici ilgisizliğin, daha yaygın bir durum olduğunu belirtmektedir. Marin (1990)'in tanımını temel alan Schmidt ve diğerleri (2017) iş ilgisizliğini, bireyin işine karşı azalan motivasyonu, enerjisi ve canlılık durumu olarak ifade etmektedirler. Örneğin birey ailesine veya sosyal çevresine son derece ilgili davranırken, işine aynı ilgi ve özeni göstermemektedir. Özellikle beklentilerin altında çalışma koşullarına sahip olan bireylerin, işin belirli yönlerine karşı ilgisiz davranışlar sergiledikleri gözlemlenmektedir (Ladebo, 2005).

Schmidt ve diğerlerine (2017) göre, iş ilgisizliği üç boyuttan (ilgisiz duygu, ilgisiz düşünce ve ilgisiz eylem) oluşan bir kavramdır. İlgisiz duygu boyutunda yer alan birey, iş arkadaşlarına, görevlerine veya çalıştığı kuruma karşı düşük düzeyde duygusal enerji harcamakta ve herhangi bir başarı veya başarısızlık durumları kişide güçlü duygusal tepkilere yol açmamaktadır. Diğer açıdan ilgisiz düşünce boyutunda yer alan bir bireyin, işine bilişsel anlamda dâhil olmadığı ve kendisine fayda sağlayacak stratejileri nadiren uyguladığı belirtilmektedir. Son olarak ilgisiz eylem boyutu ise, kişinin işine karşı bir çaba içerisinde olmaması, yalnızca yaptırımlardan kaçınmak amacıyla bir davranış sergilemesi olarak ele alınmaktadır. Bu tür durumları deneyimleyen kişilerde ise, hayal kırıklığı ve öfke duyguları ortaya çıkmaktadır. Spector'a (1975) göre kişilerin yaşadıkları hayal kırıklıklarına eşlik eden öfke duyguları, günlük hayatta bir nesneye veya bir kişiye yansıtılırken, iş yaşamında meslektaşlara veya yöneticilere yansıtılmaktadır. Dolayısıyla yansıtılan bu olumsuz duygular, bireyleri psikolojik açıdan etkileyerek, çalışma ortamının olumlu iklimine zarar vermekte ve çalışmada verimliliği düşürmektedir (Caldecott, 2021). Çalışma hayatında verimliliğin düşmesi, işten ayrılma niyeti ve işe devam etmeme gibi durumlarda artışa, örgütsel bağlılık ve iş tatmininde azalmaya ve çalışanların düşük düzeyde iş performansları sergilemelerine yol açabilmektedir (Çekmecelioğlu, 2006; Halaç ve Güloğlu, 2019). Bu bağlamda çalışanların iş ilgisizliklerinin bireysel ve örgütsel düzeydeki ciddi etkileri, çalışma süreçlerinde verimliliği sekteye uğratmakta ve bu durum iş yaşantıları ile ilgili olumsuz deneyimleri beraberinde getirmektedir. Diğer açıdan işlerine karşı motivasyonu ve ilgisi yüksek olan çalışanların, verimliliklerinin ve iş performanslarının daha yüksek olduğu gözlemlenmiş, ayrıca bu durumun çalışanların sorumluluk sahibi ve yenilikçi bireyler olmalarına ve çalıştıkları kuruma karşı güçlü duygusal bağlar geliştirmelerine destek sağladığı görülmüştür (Wagner ve Harter, 2006: 125).

Alan yazında işe yönelik ilgisizlik, genellikle işe bağlılık, işkoliklik, mesleki tükenmişlik, iş tatmini ve işi bırakma gibi kavramlarla ilişkili bulunmuştur (Schmidt ve diğerleri, 2017; Zolotareva, 2020). Ladebo (2005), Nijerya'da ilköğretim kademesinde görev yapan öğretmenlerin, mesleği bırakma niyetlerinin işle ilgili faktörlerle birlikte, mesleğe bağlılık ve iş tatmininde azalma ile ilişkili olduğunu ifade ederek, iş ilgisizliğini, iş tatminin alt boyutu olarak değerlendirmektedir. Bu bağlamda işten bir doyum elde edemeyen kişilerin, işe yönelik ilgi kaybı yaşadıkları sonucuna ulaşılmaktadır. Ayrıca sosyal haklara sahip olmama, yeterli maaş alamama, terfi ihtimalinin olmaması gibi işin bazı yönlerine karşı öğretmenlerin daha yoğun ilgisizlik yaşadıkları belirtilmektedir. Başka bir çalışmada, Ugwu ve diğerleri (2019) toplu taşıma şirketinde çalışan bireylerin, iş ilgisizlikleri ve işe bağlılıkları arasındaki ilişkide, liderlerin dürüst davrandıklarına ilişkin algıların ve manevi zekânın önemli bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Bu doğrultuda işe yönelik ilgisizliğin, bireysel ve örgütsel faktörlerden etkilendiği görülmektedir. İş ilgisizliği ölçeğinin psikometrik özelliklerini değerlendiren Zolotareva (2020) ise Rus çalışanlar için, Schmidt ve diğerleri (2017) tarafından geliştirilen İş İlgisizliği Ölçeğini uyarlayarak, mesleki tükenmişlik ve klinik ilgisizlikle pozitif ilişkili, işe bağlılık ve iş tatmini ile negatif ilişki olduğunu; genç ve evli bireylerin iş ilgisizliğini daha yoğun yaşadıklarını belirtmektedirler. Doğan ve Karakaplan Özer (2021) ise sosyal hizmet merkezinde çalışan bireyler ile yürüttükleri bir araştırmada, yöneticilerin çalışanlardan sergilemelerini bekledikleri duygusal tepkilerin yüzeysel olması yerine doğal ve içten olmasının, işe karşı olumlu duyguları, ilgiyi ve iş doyumunu arttırdığı sonucuna ulaşmışlardır. Son olarak Seyhan ve Sivuk (2021) sağlık çalışanlarıyla yaptıkları bir çalışmada örgütsel stres, örgütsel çatışma ve iş-yaşam kalitesindeki dengesizliğin işten sağlanan doyumun azalmasına ve işten uzaklaşmaya yol açtığını ortaya koymuşlardır.

Görüldüğü üzere iş yaşamı üzerinde önemli bir etkiye sahip olan iş ilgisizliği kavramıyla ilgili alan yazında yer alan çalışmalar sınırlı sayıda olup, güncelliğini korumaya devam etmektedir. Bu kavram kişilerin duygu, düşünce ve eylemleri üzerinde bir etkiye sahiptir. Dolayısıyla yaşama yön verebilecek bir sorunun alan yazında yarattığı boşluk Schmidt ve diğerleri (2017) geliştirdiği İş İlgisizliği Ölçeğiyle giderilmeye çalışılmaktadır. Türkiye'deki alan yazında İş Tatmini Ölçeği (Başol ve Çömlekçi, 2020; Keser ve Bilir, 2019), Çok Boyutlu İş Motivasyonu Ölçeği (Çivilidağ ve Şekercioğlu, 2017), İşe Bağlılık Ölçeği (Eryılmaz ve Doğan, 2012) ve Mesleki Bağlılık Ölçeği (Utkan ve Kırdök, 2018) gibi farklı ölçeklerin uyarlama çalışmaları yapılmış fakat işe yönelik ilgisizliği değerlendirmeyi sağlayan bir ölçme aracına rastlanmamıştır. Türkiye'de çalışan kişi sayısı 28 milyon 56 bin kişiye ulaşmıştır (Türkiye İstatistik Kurumu, 2021) ve OECD'nin (2016) raporuna göre çalışma alanında yer alan bireylerin %43'ünün niteliklerinden farklı bir işe yerleştiği ve istediği işte çalışmadığı belirtilmiştir. Niteliklerinden farklı bir işe yerleşmek, bireylerin işlerine karşı motivasyonlarını ve ilgilerini azaltarak, verimliliğin düşmesine neden olabilmektedir. Verimliliğin düşmesinin ise bireysel, örgütsel veya mesleki açıdan olumsuz sonuçlara yol açtığı bilinmektedir. Bu nedenle bu çalışmanın amacı; çalışanların işe karşı ilgisizlik düzeylerini belirlemeye yönelik bir ölçme aracını Türk kültürüne kazandırmaktır. Türk kültürüne kazandırılan bu ölçme aracı, çalışanların iş ve verimlilik ile ilgili sorunlarının tespit edilmesinde ve önlenmesinde yararlanılacak bir kaynak olabilir. Ayrıca ölçeğin, kariyer danışması alanında yapılacak bilimsel çalışmalara katkı sağlayacağı ve çalışanların iş ilgisizliği düzeylerinin belirlenerek bunlara neden olan faktörlerin değerlendirilmesinde faydalı olacağı düşünülmektedir.

Bu amaçla öncelikle uyarlama çalışması yapılacak ölçeğin İngilizce-Türkçe çeviri ve geri çeviri çalışmaları tamamlandıktan sonra dil eşdeğerliğini sağlamak için birer hafta ara ile önce Türkçe formu daha sonra İngilizce formu deneme grubu üzerinde uygulanmıştır. Dilsel eş değerlik sağlandıktan sonra pilot uygulamaya geçilmiştir. Pilot uygulama sonucunda, ölçeğin geçerlik ve güvenirlik çalışmalarından elde edilen bulgular alan yazın ışığında tartışılmıştır.

2.YÖNTEM

2.1.Çalışma Grubu

Çalışma kapsamında, büyükşehir statüsünde yer alan üç farklı ildeki 18-33 yaş arası, yarı zamanlı veya tam zamanlı bir işte çalışan 224 (145 kadın, 79 erkek) katılımcıdan veri toplanmıştır. Katılımcılar uygun örnekleme yöntemiyle belirlenmiştir. Örneklem büyüklüğünün belirlenmesinde, katılımcı sayısı (N) ve ölçülen parametre sayısı (p) oranının 20:1 olması tavsiye edilmektedir (Kline, 2019: 16). Bu doğrultuda örneklem sayısının, doğrulayıcı faktör analizi (DFA) için yeterli büyüklükte olduğuna karar verilmiştir. Örneklem yaş ortalaması 25,36'dır ($Ss=3,67$). Katılımcıların %50,4 ($n=113$) kamu sektörü, %49,6'sı ($n=111$) özel sektörde çalışmakta, %81,3'ü ($n=182$) tam zamanlı bir işte çalışırken, %18,8'i ($n=42$) yarı zamanlı bir işte çalışmaktadır. Katılımcıların eğitim düzeyleri açısından %12,1'i ($n=27$) lise mezunu, %4,5'i ($n=10$) önlisans mezunu, %51,8'i ($n=116$) lisans mezunu, %25'i ($n=56$) yüksek lisans ve %6,7'si ($n=15$) doktora eğitimine devam etmektedir. Ayrıca ölçeğin ayırt edici geçerliği için 120 katılımcıdan [68 kadın (%56,7), 52 erkek (%43,3)] veri toplanmıştır.

2.2. Veri Toplama Araçları

2.2.1. Kişisel Bilgi Formu

Araştırmacılar tarafından hazırlanan kişisel bilgi formunda yaş, cinsiyet, eğitim düzeyi, çalıştıkları sektör (kamu/ özel) ve çalışma zamanları (tam zamanlı/yarı zamanlı) soruları yer almaktadır.

2.2.2. İş İlgisizliği Ölçeği

Schmidt ve diğerleri (2017) tarafından geliştirilmiş olan İş İlgisizliği Ölçeği "İlgisiz Biliş" ve "İlgisiz Eylem" olmak üzere iki boyuttan ve 10 maddeden oluşmaktadır. İlk beş madde ilgisiz biliş, son beş madde ise ilgisiz eylem boyutunda yer almaktadır. Ölçekte ters madde bulunmamakta ve "(1) Kesinlikle Katılmıyorum" ile "(5) Kesinlikle Katılıyorum" arasında puanlanmaktadır. Ölçekten alınabilecek puan 10 ile 50 arasında değişmekte ve bir kesme puanı bulunmamaktadır. Katılımcıların ölçekten aldıkları puanlar yükseldikçe, işlerine karşı ilgisizlik düzeyleri de yükselmektedir. Ölçeğin geliştirilmesinde madde havuzu oluşturulduktan sonra 248 kişiden oluşan örneklem grubuna açımlayıcı faktör analizi uygulanmıştır. Açımlayıcı faktör analizi sonucunda 10 maddeden ve iki boyuttan (ilgisiz biliş ve ilgisiz eylem) oluşan ölçeğin açıklanan varyansı %54 olarak bulunmuş ve madde faktör yükleri 0,50 ile 0,80 arasında değişim göstermiştir. Açımlayıcı faktör analizinin uygulandığı örneklem grubuna ilişkin Cronbach Alpha güvenirlilik katsayıları ilgisiz biliş ve ilgisiz eylem için sırasıyla 0,77 ve 0,80 bulunmuştur. Daha sonra, çalışan yetişkinlerden oluşan 442 kişilik bir grubuna DFA analizi uygulanmıştır. Yapılan analiz sonucunda iki faktörlü modelin uyum değerleri $\chi^2= 103,06$, Normlaştırılmış $\chi^2= 3,03$, RMSEA= 0,07, TLI= 0,94 ve CFI= 0,96 olarak rapor edilmiştir. DFA analizinin uygulandığı örneklem grubuna ilişkin Cronbach Alpha güvenirlilik katsayıları ilgisiz biliş ve ilgisiz eylem alt boyutları için sırasıyla 0,85 ve 0,84 olarak bulunmuştur. Ölçeğe

ilişkin örnek maddeler “İşime motive olmakta zorlanırım”, “İşle ilgili bir görevde gerekli olan bir şeyi bulamazsam, onu aramaktan kolayca vazgeçerim” şeklindedir.

2.2.3. İş Tatmini Ölçeği

Brayfield ve Rothe (1951) tarafından geliştirilen, Judge ve diğerleri (1988) tarafından kısa formu oluşturulan ölçeğin Türkçeye uyarlama çalışması Keser ve Bilir (2019) tarafından gerçekleştirilmiştir. İş tatmini ölçeği, tek boyutlu ve beş maddeden oluşmakta, “(1) Kesinlikle Katılmıyorum” ile “(5) Kesinlikle Katılıyorum” arasında puanlanmaktadır. Ölçekte üçüncü ve beşinci maddeler ters maddedir. Ölçekte bir kesme puanı bulunmamakta ve yüksek puanlar, daha yüksek iş tatmini düzeyine karşılık gelmektedir. Uyarlama çalışması kapsamında ölçeğin açımlayıcı ve doğrulayıcı faktör analizi yapılmıştır. Açımlayıcı faktör analizi sonucunda 5 maddelik ölçeğin toplam varyansının %62 olduğu, faktör yüklerinin ise 0,72 ile 0,85 arasında değiştiği rapor edilmiştir. Doğrulayıcı faktör analizi sonucunda ise, $\chi^2 = 23$, Normlaştırılmış $\chi^2 = 4,6$, GFI= 0,91, CFI= 0,92, RMSEA= 0,05 değerleri faktör yapısının doğrulandığını göstermiştir. Ölçeğin Cronbach Alpha güvenilirlik katsayısı 0,85 çıkmıştır. Ölçeğe ilişkin örnek maddeler “Çoğu günler işime hevesle giderim”, “İşimi eğlenceli bulurum” şeklindedir.

2.3. Uyarlama Çalışması

Çalışma kapsamında kullanılan İş İlgisizliği Ölçeğinin (Schmidt ve diğerleri, 2017) Türkçe 'ye uyarlama aşamasında Aegisdóttir ve diğerleri (2008) önerdikleri dokuz basamaklı ölçek uyarlama süreci izlenmiştir. Bu doğrultuda ilk olarak ölçeği geliştiren araştırmacılardan uyarlanma sürecine ilişkin gerekli izinler alınmıştır. Daha sonra orijinal ölçeğin üç farklı İngiliz Dili Eğitimi bilim uzmanları tarafından Türkçe'ye çevirisi yapılmıştır. Elde edilen çeviriler Rehberlik ve Psikolojik Danışmanlık Bölümü'nde görev yapan, doktora düzeyine sahip beş uzmana gösterilmiştir. Uzmanlar tarafından, oy birliği ile kabul edilen nihai çeviri farklı iki İngiliz Dili Eğitimi bilim uzmanları tarafından Türkçe' den İngilizce'ye çevrilmiştir. Yapılan geri çeviri ve orijinal ölçek çalışmaları tarafından değerlendirildikten sonra, son hali oluşturulan ölçeğin dilsel eş değerlik çalışmaları kapsamında, her iki dile hâkim bir deneme grubunda uygulanmasına karar verilmiştir. Dilsel eş değerlik sağlandıktan sonra, İş İlgisizliği Ölçeğinin psikometrik özelliklerini değerlendirmek amacıyla, uygulama aşamasına geçilmiştir.

2.4. Verilerin Toplanması

Veri toplama araçları, pandemi süreci nedeniyle çevrimiçi ortamda oluşturulmuş ve gönüllü katılmak isteyen kişilerle paylaşılmıştır. Doldurmadan önce, katılımcılara çalışmanın amacı ve kullanılan ölçekler hakkında gerekli bilgiler verilmiştir.

2.5. Verilerin Analizi

Verilerin analizine geçmeden önce normallik varsayımları test edilmiştir. Normallik varsayımlarını test etmek amacıyla çarpıklık/basıklık değerlerine ve değişkenlere ait uç değerlere bakılmıştır. Çarpıklık/basıklık değerlerinin +1,5 ile -1,5 arasında yer alması verilerin normal dağılım gösterdiği anlamına gelmekte (Tabachnick ve Fidell, 2013) ve toplanan verinin çarpıklık/basıklık değerinin belirlenen aralıkta (İş İlgisizliği Ölçeği için çarpıklık değeri: 0,816, basıklık değeri: -0,133) yer aldığı görülmektedir. Uç değerlerin tespiti için Mahalonobis uzaklığına bakılmış ve veri setinde uç değerlerin yer almadığı görülmüştür.

Çalışmada İş İlgisizliği Ölçeği (İİÖ)'nin yapı geçerliğini test etmek amacıyla doğrulayıcı faktör analizi yapılmıştır. Doğrulayıcı faktör analizi, faktör yapısının belirli olduğu ve verilerin faktör yapısına uyum gösterip göstermediğini test etmek için kullanılmaktadır (Brown, 2015 :49; Hair ve diğerleri, 2018: 660; Tabachnick ve Fidell, 2013: 687). Veriler, doğrulayıcı faktör analizinin en çok olabilirlik (Maximum Likelihood) yöntemiyle analiz edilmiştir. Analiz, belirlenen modele ilişkin çeşitli uyum değerleri vermektedir. Modele ilişkin uyum değerlerinin belirlenmesinde Jackson ve diğerleri (2009) χ^2 , normlaştırılmış χ^2 , CFI, GFI, TLI (NNFI), RMSEA ve SRMR değerlerinin rapor edilmesini önermektedirler. Model uyum indekslerinde, RMSEA \leq 0,06, CFI, GFI ve TLI \geq 0,95, SRMR \leq 0,08 olması iyi uyum değerlerini göstermektedir (Brown, 2015: 87; Hu ve Bentler, 1999: 27; Tabachnick ve Fidell, 2013: 721-725). Browne ve Cudeck (1993: 144) RMSEA değerinin 0,08'nin altında olmasının kabul edilebilir olduğunu, 0,10 üzerinde olmasının kötü uyumu gösterdiğini belirtmektedir. Normlaştırılmış χ^2 değerinin ise, 3'ün altında olması iyi uyumu, 5'in altında olması kabul edilebilir uyum değerini göstermektedir (Kline, 2019: 270; Şimşek, 2007: 14). Ayrıca ölçeğin ayırt edici geçerliği Pearson Momentler Çarpımı Korelasyon analizi ile, yakınsak geçerliği Ortalama Açıklanan Varyans (AVE) analizi ile incelenmiştir. Ölçeğin güvenilirliği ise, Cronbach Alpha güvenilirlik katsayısı ve Birleşik Güvenirlik (CR) analizleri ile test edilmiştir. Ayrıca dilsel geçerlik çalışması için, Pearson korelasyon analizi ve bağımlı örneklem t testi kullanılmıştır. Verilerin analizinde SPSS 22.0 ve LISREL 8.80 paket programları kullanılmıştır.

3.BULGULAR

Uyarlama sürecine ilişkin yapılan geçerlik ve güvenilirlik çalışmalarının bulgularına aşağıda sırasıyla yer verilmiştir. Geçerlilik çalışmaları kapsamında dil geçerliği, yapı geçerliği ve ayırt edici geçerliğe ilişkin bulgular verilmiştir. Daha sonra güvenilirlik çalışmaları kapsamında iç tutarlılık güvenilirlik katsayılarına ve Birleşik Güvenirlik analizi sonuçlarına yer verilmiştir.

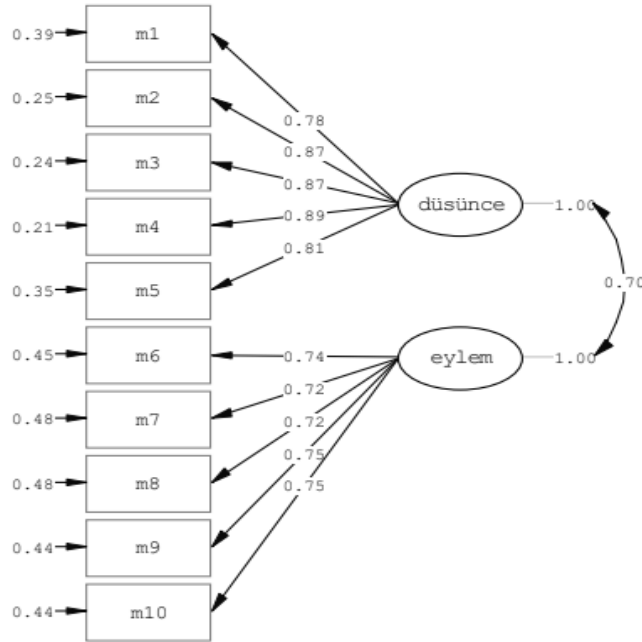
3.1.Geçerliğe İlişkin Bulgular

3.1.1.Dil Geçerliği

Dil geçerliğini sağlamak amacıyla her iki dili bilen 30 kişilik bir deneme grubuna ölçeğin önce Türkçe formu uygulanmış, bir hafta sonra Orijinal İngilizce formu uygulanmıştır. Ölçeklerin toplam puanları arasındaki ilişki Pearson korelasyon analizi ile incelenmiştir. Analiz sonucunda Türkçe ve İngilizce formlar arasındaki ilişki pozitif, yüksek ve istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($r= 0,86, p < 0,00$). Aynı zamanda bağımlı örneklem t testi analizi sonuçlarına göre, dilsel açıdan gruplar arasında bir önemli bir farklılık olmadığı bulunmuştur ($t = -1,41, df = 29, p > 0,05$).

3.1.2.Yapı Geçerliği

İş İlgisizliği Ölçeğinin çalışmadaki örneklem grubu üzerinde iki faktörlü modeli (ilgisiz biliş ve ilgisiz eylem) sergileyip sergilemediğini belirlemek amacıyla doğrulayıcı faktör analizi (DFA) yapılmıştır. DFA analizi sonucunda Ki kare değerinin (63,64, $p < 0,00$) anlamlı düzeyde olduğu bulunmuştur. Ki kare değerinin örneklemden büyüklüğüne duyarlı olması nedeniyle, normlaştırılmış Ki kare değerinin kullanılması önerilmektedir (Kline, 2019). Normlaştırılmış χ^2 değeri ($67,64/34= 1,99$) 2'den küçük bir değere sahip olduğu için iyi uyuma işaret etmektedir. DFA analiz sonucuna göre diğer uyum indeksleri (CFI = 0,99, GFI = 0,95, TLI = 0,98, RMSEA = 0,06, SRMR = 0,04) modelin iyi uyum değerlerine sahip olduğunu göstermektedir. Modele ilişkin herhangi bir modifikasyon önerisi bulunmamaktadır. DFA analizi sonucunda ölçeğin iki faktörlü yapısının doğrulandığı görülmektedir (Şekil 1). Standardize edilmiş katsayılar, madde faktör yüklerinin 0,72 ile 0,89 arasında değiştiğini göstermektedir.



Şekil 1. İş ilgisizliği ölçeğine ilişkin iki faktörlü model: Standardize edilmiş katsayılar

3.1.3.Ayırt Edici Geçerlik

Ölçeğin ayırt edici geçerlik çalışmaları kapsamında, İş Tatmini ölçeği ile arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla Pearson Momentler Çarpımı Korelasyon Katsayılarına bakılmıştır. Analize ilişkin sonuçlar Tablo 1'de yer almaktadır.

Tablo 1. Ölçek ve alt ölçeklere ilişkin korelasyon değerleri (N=120)

	\bar{x}	Ss	1	2	3	4
1.İö	25,24	11,83	-			
2.İbaö	11,95	6,29	0,95**	-		
3.İeaö	13,29	6,15	0,95**	0,81**	-	
4.İtö	16,76	5,68	-0,72**	-0,68**	-0,69**	-

Not. İö= iş ilgisizliği ölçeği; İbaö= ilgisiz biliş alt ölçeği; İeaö= ilgisiz eylem alt ölçeği; İtö= iş tatmini ölçeği; \bar{x} = aritmetik ortalama; Ss= standart sapma.

**p<.01.

Tablo 1'de görüldüğü gibi iş tatmini ölçeği ile iş ilgisizliği ölçeği ($r = -0,72, p < 0,01$), ilgisiz biliş alt ölçeği ($r = -0,68, p < 0,01$) ve ilgisiz eylem alt ölçeği ($r = -0,69, p < 0,01$) arasında negatif yönde ve önemli bir ilişki bulunmaktadır. Analiz sonuçları, iş ilgisizliği ölçeği ile iş tatmini ölçeği arasındaki ilişkilerin ayırt edici geçerliği desteklediğini göstermektedir.

3.2.Güvenirlğe İlişkin Bulgular

İş İlgisizliği Ölçeğinin uygulandığı örnekleme ilişkin güvenilirlik kanıtı elde etmek amacıyla, Cronbach Alpha iç tutarlılık katsayısı hesaplanmıştır. Ölçeğin bütününe ilişkin iç tutarlılık katsayısı 0,92 çıkmıştır. İlgisiz düşünce ve ilgisiz eylem alt ölçeklerine ilişkin iç tutarlılık katsayıları sırasıyla 0,92 ve 0,85 bulunmuştur. Araştırmalarda güvenilirlik katsayısının 0,70 ve üzerinde olması iyi düzeyde bir güvenilirliğe işaret etmektedir (Fraenkel ve diğerleri, 2011: 157). Bu bilgiler doğrultusunda iç tutarlılık bağlamında, ölçme aracından elde edilen puanların güvenilirliğinin yüksek olduğu ifade edilebilir. Bunun yanı sıra ölçekten elde edilen bilgilerin kararlı özellik taşıdığı ve hatadan arındırılmış olduğunu göstermek amacıyla yapılan tekrarlı ölçümlerin aynı sonuçlar vermesi, ölçeğin güvenilirliğini arttırmaktadır. Cronbach Alpha çok sayıda değişken olduğunda yüksek değerler verme eğiliminde olan bir istatistik olduğundan Birleşik Güvenirlik (CR) değeri Cronbach Alpha değerine bir alternatif olarak ya da bir kontrol aracı olarak kullanılmaktadır. CR değerinin de Cronbach Alpha gibi 0,70'den büyük olması istenen bir durumdur (Fornell ve Larcker, 1981; Hair ve diğerleri, 2010: 512). Buna göre iş ilgisizliği ölçeğinin ilgisiz biliş boyutu için CR değeri 0,94, ilgisiz eylem boyutu için CR değeri ise 0,88 bulunmuştur ve bu değerler kabul edilebilir değerlerin üzerindedir.

Yakınsak geçerlilik için bakıldığı zaman ise, ölçeğe ilişkin tüm CR değerlerinin, Ortalama Açıklanan Varyans olarak bilinen AVE (Average Variance Extracted) değerlerinden büyük olması ve AVE değerinin 0,50'den büyük olması beklenmektedir (Fornell ve Larcker, 1981; Klein, 2019: 199). AVE değeri, faktöre ilişkin ifadelerin kovaryanslarının karelerinin toplamının, ifade sayısına bölünerek hesaplanması sonucunda bulunmakta ve ölçekteki tüm faktör yapıları için ayrı ayrı hesaplanmaktadır. Buna göre ilgisiz eylem boyutunun AVE değeri 0,49, ilgisiz biliş boyutunun AVE değeri 0,66 olarak ölçülmüştür. Bununla birlikte Fornell ve Larcker' e (1981) göre AVE değeri 0,50'nin altında olmasına rağmen CR değeri 0,70' in üzerinde olması kabul edilebilir değeri göstermektedir. Bu bağlamda her iki boyuta ilişkin AVE ve CR değerlerinin kabul edilebilir düzeylerde olduğu söylenebilir.

4.SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada, yarı zamanlı veya tam zamanlı bir işte çalışan bireylerin işe yönelik ilgisizlik düzeylerini belirlemek amacıyla Schmidt ve diğerleri (2017) tarafından geliştirilen ölçeğin Türk kültürüne uyarlanarak, geçerlik ve güvenilirliklerine ilişkin kanıtların elde edilmesi amaçlanmıştır. Orijinal ölçeğin geliştirildiği örneklemin niteliklerine benzer bir katılımcı grubu üzerinde yürütülen çalışma sonucunda, ölçeğin faktör yapısının doğrulandığı ve iç tutarlılık katsayısının yüksek düzeyde çıktığı görülmüştür. İlk olarak ölçeğin dilsel geçerlik kapsamında 30 kişilik bir grup üzerinde yapılan çalışması sonucunda, Türkçe ve İngilizce form arasında yüksek düzeyde pozitif ve anlamlı bir ilişkinin olduğu görülmektedir. Aynı zamanda bağımlı örneklemler t testi analizi sonucunda, uygulanan formlar arasında önemli bir farkın bulunmaması, dilsel açıdan eşdeğerliğin sağlandığına ilişkin ilave kanıtlar sunmaktadır.

Ölçeğin iki faktörlü yapısının doğrulanması amacıyla yürütülen çalışma sonucunda, model uyum indekslerinin ve madde faktör yük değerlerinin iyi düzeyde olduğu bulunmuştur. Bu doğrultuda Türk örnekleminde, ölçeğin yapısının doğrulandığı çıkarımında bulunulabilir. Ayırt edici geçerlik kapsamında yapılan korelasyon analizi sonucunda, İş Tatmini Ölçeği ile İş İlgisizliği alt ölçekleri arasında negatif ve önemli bir ilişki bulunmuştur. Ölçeğin Rus çalışanlar üzerinde yapılan uyarılama çalışmasında, iş tatmini ile iş ilgisizliği arasında benzer sonuçların rapor edildiği görülmektedir (Zolotareva, 2020). Bir işte çalışmak varoluşsal amaçlara anlam katıyorsa ve kişinin değerli olduğu hissini karşılıyorsa, bireyler çalışma yaşamlarında bir anlam elde etmeye başlamaktadırlar (Allan ve diğerleri, 2014). Bu açıdan, iş tatmini, bireylerin çalışma yaşamlarını anlamlandırmalarına destek olarak, olumlu tutumlara yol açabilmektedir (Allan ve diğerleri, 2014; Allan ve diğerleri, 2018). Aksine kişinin iş yaşamından tatmin elde etmemesi de

İlgisizlik düzeyini arttırabilir. Ölçeğin yakınsak geçerlik çalışmasında ise, ilgisiz biliş ve ilgisiz eylem alt boyutları için AVE değerleri incelenmiş ve elde edilen değerlerin kabul edilebilir düzeyde olduğu görülmüştür. Son olarak güvenilirlik çalışması kapsamında, Cronbach Alpha iç tutarlılık katsayısı hesaplanan Türkçe formunun, yüksek düzeyde güvenilirliğe sahip olduğu söylenebilir. Ayrıca güvenilirliğe ilişkin ilave kanıtlar sunmak amacıyla Birleşik Güvenirlik değerlerine bakılmış ve elde edilen değerler iyi düzeyde bulunmuştur.

Bu doğrultuda çalışmanın sonuçlarına ilişkin bazı öneriler getirilebilir. Kariyer psikolojik danışmanlarının, istihdamda yer alan bireylere yönelik yürütecekleri araştırmalarda, kolay ve pratik bir uygulama fırsatı sunan İş İlgisizliği ölçeğini kullanmaları ve elde ettikleri sonuçlar doğrultusunda, önleme ve müdahale çalışmalarını yürütmeleri sağlanabilir. Gerek kamuda gerekse özel sektörün farklı kademelerinde çalışan bireylerin İş İlgisizliği düzeyleri belirlenerek, ilgisi düşük olan bireylere seminerler veya hizmet-içi eğitimler düzenlenebilir. İş İlgisizliği aynı zamanda iş veriminin de düşmesine yol açabilir ve bu durum çalışanların performansları, kuruma bağlılıkları veya iyi oluşları üzerinde olumsuz bir etki oluşturmaktadır (DiMaria ve diğerleri, 2020). Ayrıca kurumların veya işletmelerin, günümüz iş gücü piyasalarında var olabilmeleri ve sürekliliklerini koruyabilmeleri adına, çalışanların verimliliğine özellikle dikkat etmeleri ve verimi arttırmaya yönelik politikaları uygulamaları önemli bir unsur haline gelmektedir (Çekmecelioğlu, 2006). Bu nedenle verimliliğin düşük olduğu sektörlerde, çalışanların işe yönelik tutumları İş İlgisizliği ölçeğiyle belirlenebilir ve verimliliğin artırılmasına yönelik müdahale çalışmaları planlanabilir. Diğer açıdan deneysel çalışmalarda, İş İlgisizliği ölçeği ön test ve son test olarak kullanılabilir ve bu problemi azaltmaya yönelik yapılacak müdahale yöntemlerinin etkili olup olmadığı böylelikle test edilebilir. Bununla birlikte İş İlgisizliği yeni ve güncel bir kavram olup, bireylerin işe karşı ilgisiz hissetmelerine yönelik daha derin çıkarımlarda bulunabilmek ve ilgisizliğe etki eden faktörleri keşfedebilmek amacıyla nitel çalışmalar planlanabilir. Dahası, İş İlgisizliğinin zaman içinde değişimini ortaya koyabilmek amacıyla kesitsel çalışmaların yanı sıra boylamsal çalışmaların dahil edildiği araştırmalar yürütülebilir. Ayrıca İş İlgisizliğinin kültürlere göre farklılaşp farklılaşmadığı, kültürler arası fark çalışmalarıyla test edilebilir.

Diğer açıdan bu çalışma bazı sınırlılıkları da içermektedir. Çalışmanın örnekleme, kolay ve ekonomik bir yol sunan uygun örnekleme yöntemiyle belirlenmiştir. Daha sonra yapılacak çalışmalar, tabakalı örnekleme veya küme örnekleme gibi olasılığa dayalı örnekleme yöntemlerini kullanarak tekrarlanabilir. Olasılığa dayalı örnekleme yöntemlerinin evreni temsil etme ve genelleme açısından daha güçlü yöntemler olduğu belirtilmektedir (Fraenkel ve diğerleri, 2011: 93). Ayrıca çalışmada veriler Covid-19 salgını nedeniyle çevrimiçi anket oluşturularak toplanmıştır. Çevrimiçi anket, hızlı ve pratik veri toplama imkanı sağlasa da, internete erişimi olmayan kişilerin anketi dolduramaması gibi bazı sınırlılıkları da içermektedir (Creswell, 2002: 156). Bu nedenle ileride yapılacak çalışmalarda dezavantajların en aza indirilmesi amacıyla farklı veri toplama yöntemleri (yüz yüze gibi) uygulanabilir. Ayrıca bu çalışmada, cinsiyet, eğitim düzeyi, çalışma zamanı gibi faktörler açısından dağılımın eşit olmaması, karşılaştırma yapılamamasına neden olmuştur. Daha sonraki çalışmalarda dağılımların dengeli olması sağlanarak, gruplar arasındaki farklılıkların test edilmesine yönelik analizler yapılabilir. Son olarak uyarlanan Türkçe formun ölçme değişmezliği test edilmemiştir. Araştırmacılar çeşitli değişkenlere göre (örneğin cinsiyet gibi) ölçme değişmezliğini test etmeye yönelik çalışmalar planlayabilirler.

KAYNAKÇA

- Ægisdóttir, S., Gerstein, L.H. ve Çınarbaş, D.C. (2008). "Methodological Issues in Cross-Cultural Counseling Research: Equivalence, Bias, And Translations", *The Counseling Psychologist*, 36(2), 188-219.
- Allan, B.A., Autin, K.L. ve Duffy, R.D. (2014). "Examining Social Class and Work Meaning within the Psychology of Working Framework", *Journal of Career Assessment*, 22(4), 543-561.
- Allan, B.A., Batz-Barbarich, C., Sterling, H.M. ve Tay, L. (2018). "Outcomes of Meaningful Work: A Meta-Analysis", *Journal of Management Studies*, 56(3), 500-528.
- Başol, O. ve Çömlekçi, M.F. (2020). "İş Tatmini Ölçeğinin Uyarlanması: Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması", *Kırklareli Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi*, 1(2), 17-31.
- Brayfield, A.H. ve Rothe, H.F. (1951). "An Index of Job Satisfaction", *Journal of Applied Psychology*, 35(5), 307.
- Brown, T.A. (2015). "Confirmatory Factor Analysis for Applied Research (2nd Ed.)", Guilford Publications, Newyork.
- Browne, M.W. ve Cudeck, R. (1993). "Alternative Ways of Assessing Model Fit", (Editörler: Bollen, K.A. ve Long, J.S.), *Testing Structural Equation Models*, 136-162, Sage, Newbury Park.
- Caldecott, S. (2021). "Apathy at Work (Doesn't Work), Career Contessa", <https://www.careercontessa.com/advice/apathy-at-work>, (Erişim Tarihi: 28.10.2021).
- Çekmecelioğlu, H. (2006). "İş Tatmini ve Örgütsel Bağlılık Tutumlarının İşten Ayrılma Niyeti ve Verimlilik Üzerindeki Etkilerinin Değerlendirilmesi: Bir Araştırma", *ISGUC The Journal of Industrial Relations and Human Resources*, 8(2), 153-168.
- Çivilidağ, A. ve Şekercioğlu, G. (2017). "Çok Boyutlu İş Motivasyonu Ölçeğinin Türk Kültürüne Uyarlanması", *Akdeniz İnsani Bilimler Dergisi*, 7(1), 143-156.
- Creswell, J.W. (2002). "Educational Research: Planning, Conducting, and Evaluating Quantitative", Prentice Hall Upper Saddle River, NJ.
- DiMaria, C.H., Peroni, C. ve Sarracino, F. (2020). "Happiness Matters: Productivity Gains from Subjective Well-Being", *Journal of Happiness Studies*, 21(1), 139-160.
- Doğan, E. ve Karakaplan Özer, E. (2021). "Duygusal Emeğin İş Tatmini Üzerindeki Etkisi: Sosyal Hizmet Çalışanları Üzerine Bir Araştırma", *Abant Sosyal Bilimler Dergisi*, 21(3), 773-795.
- Eryılmaz, A. ve Doğan, T. (2012). "İş Yaşamında Öznel İyi Oluş: Utrecht İşe Bağlılık Ölçeğinin Psikometrik Özelliklerinin İncelenmesi", *Klinik Psikiyatri Dergisi*, 15(1), 49-55.
- Fornell, C. ve Larcker, D.F. (1981). "Evaluating Structural Equation Models with Unobservable Variables and Measurement Error", *Journal of Marketing Research*, 18(1), 39-50.
- Fraenkel, J.R., Wallen, N.E. ve Hyun, H.H. (2011). "How to Design and Evaluate Research in Education (8th Ed.)", McGraw-hill, New York.
- Gallup (2020). "Work and Workplace", <https://news.gallup.com/poll/1720/work-work-place.aspx>, (Erişim Tarihi:28.10.2021).
- Hair, J.F., Babin, B.J., Anderson, R.E. ve Black , W.C. (2018). "Multivariate Data Analysis (8 ed.)", Cengage, United Kingdom
- Hair, J.F., Black , W.C., Babin, B.J. ve Anderson, R.E. (2010). "Multivariate Data Analysis: Global Perspective", Pearson Education, New Jersey.
- Halaç, D.S. ve Güloğlu, C. (2019). "İşyerinde Psikolojik Yıldıрма Olgusunun Çalışan Verimliliği Üzerine Etkisi: MOSB'de Bir Saha Araştırması", *Yönetim ve Ekonomi: Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 26(1), 157-180.
- Hu, L.T. ve Bentler, P.M. (1999). "Cutoff Criteria for Fit Indexes in Covariance Structure Analysis: Conventional Criteria Versus New Alternatives", *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 6(1), 1-55.
- Jackson, D.L., Gillaspay, A. ve Purc-Stephenson, R. (2009). "Reporting Practices in Confirmatory Factor Analysis: An Overview and Some Recommendations", *Psychological Methods*, 14(1), 6-23.
- Judge, T.A., Locke, E.A., Durham, C.C. ve Kluger, A.N. (1998). "Dispositional Effects on Job and Life Satisfaction: The Role of Core Evaluations", *Journal of Applied Psychology*, 83(1), 17.
- Keser, A. ve Bilir, K.B.Ö. (2019). "İş Tatmini Ölçeğinin Türkçe Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması", *Kırklareli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 3(3), 229-239.
- Kline, R.B. (2019). "Yapısal Eşitlik Modellemesinin İlkeleri ve Uygulaması (Editör: Şen, S.)", Nobel Yayıncılık, Ankara
- Ladebo, O.J. (2005). "Effects of Work-Related Attitudes on the Intention to Leave the Profession: An Examination of School Teachers in Nigeria", *Educational Management Administration & Leadership*, 33(3), 355-369.

- Marin, R.S. (1990). "Differential Diagnosis And Classification of Apathy", *The American Journal of Psychiatry*, 147(1), 22-30.
- OECD (2016), Mismatch, <https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=MISMATCH>, (Erişim Tarihi:28.10.2021).
- OECD (2021), Hours worked (indicator), <https://10.1787/47be1c78-en>, (Erişim Tarihi:28.10.2021).
- Schmidt, G.B., Park, G., Keeney, J. ve Ghumman, S. (2017). "Job Apathy: Scale Development and Initial Validation", *Journal of Career Assessment*, 25(3), 484-501.
- Seyhan, F. ve Sivuk, D. (2021). "Örgütsel Çatışma, Örgütsel Stres, İş Yaşam Kalitesi, İş Tatmini ve İşten Ayrılma Niyeti Arasındaki İlişki: Sağlık Çalışanlarının Verimliliği Üzerine Bir Araştırma", *Verimlilik Dergisi*, 4, 185-201.
- Şimşek, Ö.F. (2007). "Yapısal Eşitlik Modellemesine Giriş: Temel İlkeler ve LISREL Uygulamaları", Ekinoks, Ankara.
- Spector, P.E. (1975). "Relationships of Organizational Frustration with Reported Behavioral Reactions of Employees", *Journal of Applied Psychology*, 60(5), 635.
- Tabachnick, B.G. ve Fidell, L.S. (2013). "Using Multivariate Statistics (6th Ed.)", Pearson, Boston
- Türkiye İstatistik Kurumu (2021). "İş Gücü İstatistikleri", <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Isgucu-Istatistikleri-Nisan-2021-37488>(28.10.2021).
- Ugwu, F.O., Onyishi, I. E., Egwu, O.I., Akanu, O.O., Groupson, O. ve Agudiegwu, M. (2019). "Job Apathy and Work Engagement: Moderating Influence of Perceived Leader Integrity and Spiritual Intelligence in A Nigerian Mass Transit Company", *Journal of Psychology in Africa*, 29(2), 104-109.
- Uluslararası Çalışma Örgütü (2020). "World Employment and Social Outlook: Trends", https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/---publ/documents/publication/wcms_734455.pdf, (Erişim Tarihi:28.10.2021).
- Utkan, Ç. ve Kirdök, O. (2018). "Dört Boyutlu Mesleki Bağlılık Ölçeği Uyarlama Çalışması", *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 4(2), 230-244.
- Wagner, R. ve Harter, J.K. (2006). "12: The Great Elements of Managing", The Gallup Organization, Washington.
- Zolotareva, A.A. (2020). "A Pilot Study to Assess the Psychometric Properties of the Job Apathy Scale with Russian Employees", *Psychology in Russia. State of the Art*, 13(3), 51-65.

EK**İş İlgisizliği Ölçeği**

Değerli Katılımcılar,

Aşağıda sizlerin işe yönelik ilgi düzeylerinizi belirlemeyi amaçlayan maddeler yer almaktadır. Lütfen her maddeyi dikkatli bir şekilde okuyunuz ve "(1) kesinlikle katılmıyorum" ile "(5) kesinlikle katılıyorum" arasında size en uygun olan dereceyi işaretleyiniz.

Maddeler	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1. İşime motive olmakta zorlanırım.					
2. İşime karşı ilgisizim.					
3.Zihinsel olarak kendimi işimden kopuk hissediyorum.					
4. İşimden duygusal olarak kopuğum.					
5. İşteki ruh halim pasif olarak tanımlanabilir.					
6. İşle ilgili bir görevde gerekli olan bir şeyi bulamazsam, onu aramaktan kolayca vazgeçerim.					
7. Bana verilen görevleri bitirdiğim sürece, genellikle gerekenden daha fazla çalışmam.					
8. Ortalama kalitede bir iş üretmek yeterince iyidir.					
9. Ne zaman yeni görevler ortaya çıksa, başkalarının bu görevleri almalarına izin veririm.					
10.Görevleri gönüllü olarak üstlenmekten kaçınırım.					

*Bilimsel ilkelere ve etik kurallara bağlı kalmak koşuluyla ölçeği, izin almadan bilimsel araştırmalarda kullanılabilir.

ÇEVİKLİK KRİTERLERİ VE TOPSIS YÖNTEMİ KULLANILARAK TEDARİKÇİ SEÇİMİ: İKLİMLENDİRME SEKTÖRÜNDE GERÇEKLEŞTİRİLEN BİR UYGULAMA

Murat BOLELLİ¹, Alper REİSOĞLU²

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amaçları, belirsizlik altında dış çevrede oluşan değişikliklere hızlı yanıt verebilme kabiliyeti olarak tanımlanan çeviklik kavramı bileşenlerinin, tedarikçi seçim sürecinde kriter olarak kullanımının incelenmesi ve TOPSIS yöntemi ile uygulamaya yönelik bir model geliştirilmesidir.

Yöntem: Araştırmanın uygulaması iklimlendirme sektöründe yapılmış olup metal işlem ve plastik enjeksiyon parçalarının yurt içinde üretimi için uygun tedarikçi seçimi konusu ele alınmıştır. Tedarikçiler, Sharifi ve Zhang'in Örgütsel Çeviklik Modeli'nde (2001) yer alan çeviklik yetenekleri ve kriterleri baz alınarak değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonuçları TOPSIS yöntemi ile analiz edilmiş, metal işlem ve plastik enjeksiyon parça tedarikçilerinin çeviklik performansları ayrı ayrı hesaplanmış ve alternatifler sıralanmıştır.

Bulgular: Sonuç olarak, çeviklik kriterlerini ve TOPSIS yöntemini kullanan modelin, tedarikçi seçiminde kullanılabilmesi anlaşılmıştır. Çalışmanın bir diğer çıktısı da çeviklik yetenekleri baz alınarak değerlendirilen tedarikçilerin geliştirilmesi gereken yönlerinin tespit edilmesi olmuştur.

Özgünlük: Bu çalışmanın literatürdeki diğer çalışmalara göre özgün yanları, metal şekillendirme ve plastik enjeksiyon sektörlerinde hizmet veren tedarikçi çeviklik skorlarını ölçümlemesi, iki farklı sektöre ait tedarikçilerin çeviklik skorlarını tek bir çalışmada ölçümlemesi ve çeviklik tabanlı tedarikçi seçimini iklimlendirme sektöründe uygulamasıdır. Ayrıca, bu çalışma çevikliğin verimlilik ile bağlantısının ortaya konulması açısından literatürdeki diğer çalışmalardan ayrılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Örgütsel Çeviklik, TOPSIS, Çok Kriterli Karar Verme.

JEL Kodları: D81, L61, L65, L68, M11.

SELECTION OF SUPPLIERS USING AGILITY CRITERIA AND TOPSIS METHOD: AN APPLICATION CARRIED OUT IN THE AIR CONDITIONING INDUSTRY

ABSTRACT

Purpose: Purposes of this study are to examine the use of components of agility concept which is defined as the ability to respond quickly against changes in the external environment under uncertainties as criteria for supplier selection and develop a model using TOPSIS method.

Methodology: Application of the research is conducted in air-conditioning industry in which selection of domestic sheet metal forming and plastic injection parts suppliers are taken into consideration. Suppliers are evaluated by the specialists based on agility components and criteria asserted by Sharifi and Zhang (2001). Agility performance of sheet metal forming and plastic injection parts suppliers are calculated separately using TOPSIS method and alternatives are listed.

Findings: As a result, the model which is uses the agility criteria and TOPSIS method can be used for supplier selection. Another result of the study is specifying the improvement areas of the suppliers which are evaluated by their agility capabilities.

Originality: The originalities of this study when it is compared with other studies in the literature are that it measures the agility scores of suppliers which are serving in metal forming and plastic injection industries, measures the agility scores of suppliers from two different industries in one study and applies agility-based supplier selection in the air conditioning industry. In addition, this study distinguishes itself from other studies in the literature in terms of revealing the connection of agility with productivity.

Keywords: Organizational Agility, TOPSIS, Multi-Criteria Decision Making.

JEL Codes: D81, L61, L65, L68, M11.

¹ Doç Dr., Altınbaş Üniversitesi, İşletme Fakültesi, İşletme Bölümü, İstanbul, Türkiye, murat.bolelli@gmail.com, ORCID: 0000-0002-9707-1387.

² Doktora Öğrencisi, İstanbul Okan Üniversitesi, İşletme ve Yönetim Bilimleri Fakültesi, İşletme Bölümü, İstanbul, Türkiye, reisoglu53alper@gmail.com, ORCID: 0000-0001-8198-8986 (Sorumlu Yazar-Corresponding Author).

1. GİRİŞ

Bütün canlıların varlıklarını devam ettirebilmeleri için dış çevrede gerçekleşen değişime uyum göstermelerinin önemli bir gereklilik olduğu, uyum gösteremeyen türlerin varlıklarını sürdürmedikleri, söz konusu değişim sürecinin toplumsal, ekonomik, sosyal vb. açılardan da geçerli olduğu uzun yıllardır farklı akademik disiplinler tarafından dile getirilmektedir. Günümüz işletmeleri açısından değerlendirildiğinde, değişimin özellikle müşteri beklentilerini ihtiyaç oluşmadan karşılama ve teknoloji boyutlarına adapte olabilmek, sürdürülebilirlik açısından mutlaka gerekli hale gelirken, tersi ise doğal seleksiyona teslim olma sebepleri arasında gösterilmektedir.

BrandZ tarafından hazırlanan “En Değerli Global Markalar” raporları 2006 ve 2019 yılları itibarıyla karşılaştırıldığında, 2006 yılında listenin ilk 5 sırasında Coca-Cola ve Marlboro gibi markaların yer aldığı görülürken (Millward Brown BrandZ 2006 Top 100 Most Powerful Brands Report, 2006), 2019 yılı raporunda ise Amazon, Apple, Google gibi müşteri beklentilerini karşılamanın ötesine geçerek, ihtiyaç oluşturma ve müşterilerinin alışveriş alışkanlıklarını değiştirmede öncü olan şirketlerin ilk sıralara yükseldiği dikkat çekmektedir (Kantar Millward Brown BrandZ 2019 Top 100 Most Valuable Global Brands Report, 2019). Bu bağlamda işletmelerin rekabet, değişen müşteri talepleri, enerji kısıtları, ekonomik ve demografik değişimler, yeni trend ve eğilimler gibi değişimi güçlendiren etkileri yakından takip ederek, değişim sürecinin olumsuz etkilerinden mümkün olduğunca kaçınmaları ve olumlu etkilerinden azami ölçüde istifade etmeye çalışmalarının kritik bir başarı unsuru haline geldiğini ifade etmek mümkün olabilecektir. Söz konusu stratejinin uygulanmasında ve şirketler arası rekabette avantaj sağlanmasında en önemli unsurlardan bir tanesi de tedarik zincirleridir. Günümüzde şirketler arası rekabetin işletmelerin tedarik zincirleri arasında gerçekleşmeye başladığı görülmektedir (Kehoe ve Boughton, 2001). Bir başka deyişle, artık şirketler değil, şirketlerin tedarik zincirleri rekabette belirleyici konumdadır. (Ng, 2008)’e göre tedarik zincirinin başarısı, büyük oranda iyi tedarikçilerin seçilmesine bağlıdır. Ham madde ve bileşenlerin toplam maliyetler içindeki payının büyüklüğü düşünöldüğünde iyi tedarikçi seçiminin, süreç boyunca oluşan işlem maliyetlerinin düşürölmesinde ve nihai ürünlerin kalitesinin artırılmasında anlamlı bir fark yaratabileceği görülmektedir. Bu nedenle çok alternatifli tedarikçiler arasından yapılacak seçimin her geçen gün daha fazla önem kazanacağı belirtilmektedir.

Bu araştırmada tedarikçi seçimi için kriter olarak kullanılan çeviklik kavramı ile ilgili çalışmalar, 90’lı yıllarda üretim organizasyonlarının değişen müşteri ihtiyaçlarına hızlı bir şekilde cevap verebilme kabiliyetlerini ve değişime uyum sağlama düzeylerini belirleyebilmek amacıyla hız kazanmıştır (Bakan ve diğerleri, 2017). 2000’li yıllara geldiğinde ise çeviklik tanımı, “hızla değişen koşulları önceden tahmin edebilmek ve bunlara yanıt verebilmek” ve “karmaşık ve birbirine bağımlı ilişkileri etkin bir şekilde yönetebilmek” şeklinde genişletilmiştir (Bakan ve diğerleri, 2017).

Bu çalışmanın amaçları, çeviklik kavramı bileşenlerinin tedarikçi seçimi sürecinde kriter olarak kullanımının incelenmesi ve TOPSIS yöntemi kullanılarak uygulamaya yönelik bir model geliştirilmesidir. Diğer taraftan TOPSIS yönteminin, analitik hesap gücü ve karar alternatifleri arasındaki ilişkiyi matematiksel formda ifade edebilme becerisinden yararlanarak, şeffaf ve nicel değerlendirme sürecinin önemli olduğu tedarikçi seçim sürecinde alternatif bir yöntem olarak kullanılabilirliğine işaret edilmesi de amaçlanmıştır. Kâr kriterlerini maksimize ederken, maliyet kriterlerini minimize eden pozitif ideal çözüme yakınlık ile maliyet kriterlerini maksimize ederken, kâr kriterlerini minimize eden negatif ideal çözüme uzaklıkların tutarlı sıralamasını sağlaması, TOPSIS yönteminin bu çalışmada tercih edilme sebebi olmuştur.

Çalışmanın, tedarikçi seçiminde değerlendirme kriteri olarak Zhang ve Sharifi’nin (2000) (Kasap ve Peker 2009 çalışmasından aktarılan) Örgütsel Çeviklik Modeli’nde belirtilen çeviklik kavramını oluşturan alt bileşenlerini kullanması, ana sanayi diyebileceğimiz büyük ölçekli şirketlerin veya bir sektörde hizmet veren birçok firmanın çeviklik skorlarının ölçümlenmesinin dışına çıkıp daha küçük ölçekli tedarikçi sınıfında, ihtiyaç duyulan fonksiyona yönelik firmaların çeviklik düzeylerinin ölçümlenmesinin amaçlanması, metal şekillendirme ve plastik enjeksiyon sektörlerine özgü olarak çeviklik skorunun ölçümlenmesine yönelik ender çalışmalardan olması ve iki farklı sektöre ait tedarikçilerin çeviklik skorlarının tek bir çalışmada ölçümlenmesi, çeviklik ölçümü haricinde çevik tedarikçi geliştirme sürecini ön plana çıkaran ve ana sanayi sınıfındaki şirketlerin kendilerine özgü tedarikçi değerlendirme sistemlerinde çeviklik kavramı ve bileşenlerini içerecek şekilde değişiklik yapmaları gerekliliğini vurgulayan önermeleri içermesi bakımından literatürde daha önce yapılan çalışmalardan ayrılan, özgün bir yapısı bulunmaktadır. Ayrıca çalışmada, işletmelerin etkinlik ve verimlilik düzeylerini artırmak amacıyla, işletmelerin ana iş kollarına ve günümüz ihtiyaçlarına uygun tedarikçi seçimini hızlı, tek seferde ve de doğru şekilde yapabilmeleri için çeviklik kavramının kullanılıyor olması da çevikliğin verimlilik ile olan bağlantısının ortaya konulması açısından diğer çalışmalara kıyasla farklı bir yönünün olduğuna işaret etmektedir.

Çalışmada giriş bölümünden sonra, ikinci bölümde çeviklik, örgütsel çeviklik, Örgütsel Çeviklik Modeli ve tedarikçi seçimi kavramlarına ilişkin seçilmiş araştırmalar incelenmiştir. Üçüncü bölümde araştırmanın amacına, metodolojisine, çok kriterli karar verme metodlarından TOPSIS kavramına, değerlendirme kriterlerinin belirlenmesi ve ağırlıklandırılmasına ve analiz kısmına yer verilmiştir. Dördüncü bölümde elde edilen bulgulara ve tedarikçi çeviklik skorları hesaplanması sonrası karar alternatiflerinin sıralanmasına, son bölümde ise sonuç ve tartışmaya yer verilmiştir.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

2.1. Çeviklik

Kelime olarak “hızlı hareket etmek, atik ve aktif olmak”, “kolaylık ve çabuklukla davranan, tetik, atik” gibi anlamları olan çeviklik, havacılık alanında “uçmanın bir manevra durumundan başka bir manevra durumuna başarılı bir şekilde geçme yeteneği” (Baki, 2003), sporda “bir uyarıya tepki olarak atik bir vücut hareketiyle gerçekleştirilen hız veya yön değişikliği” (Farrow ve diğerleri, 2005), askeri literatürde “yaklaşan bir tehdidin ya da çevresel diğer unsurların algılanması ve bu tehditlere hızla cevap verme yeteneği” (Dekker, 2006) olarak çeviklik tanımlanmaktadır. Üretim bakımından ise çeviklik, sürekli ve öngörülemeyen değişimlerin var olduğu yoğun rekabet ortamında başarılı olabilmek ve ürün özelliklerinin müşteriye merkeze alan kriterlerle belirlendiği pazarlarda, müşteri beklentilerine en kısa sürede yanıt verebilmek için geliştirilen bir felsefe olarak tarif edilmektedir (Baki, 2003).

Çeviklik kavramının işletme literatüründeki kullanımının, spor ve askeri literatürdekine büyük ölçüde benzediği dikkat çekmektedir. Alan yazında kavram ile ilgili farklı yaklaşım ve tanımların bulunduğu görülmektedir. “belirsiz piyasa koşullarında, talep yapısında meydana gelen beklenmedik ve ani durumlara karşı işletmelerin, hacimsel ve çeşitlilik açısından cevap verebilirlik yeteneği” tanımının genel kabul gördüğü söylenebilir (Vickery ve diğerleri, 1999; Christopher, 2000; Gunasekaran ve diğerleri, 2001; Sanchez ve Perez, 2005; Lummus ve diğerleri, 2005; Sawhney, 2006; Winkler, 2009; Swafford, 2006; Wadhwa ve diğerleri, 2008; Brusset, 2016; Sajad ve diğerleri, 2017). Çeviklik, yönetim literatüründe iki bakış açısı etrafında ele alınmaktadır (Shin ve diğerleri, 2015). İlk bakış açısına göre çeviklik, müşteri gereksinim ve pazar koşullarındaki ani değişim ve dalgalanmalarla başa çıkabilmek için şirketlerin operasyonlarını hızlı bir şekilde uyumlaştırmalarını sağlayan, dışa dönük bir yetenek olarak göze çarpmaktadır (Braunscheidel ve Suresh, 2009). İkinci bakış açısına göre ise çeviklik, dar kapsamda sadece bir yetenek olarak değil, çok yönlü yetenekler bağlamında, bir strateji, paradigma, sistem ya da yönetim uygulaması bileşimini inşa etmek anlamında kullanılmaktadır (Brannen ve Doz, 2012; Cao ve Dowlathshahi, 2005; Li ve diğerleri, 2008; Sharifi ve Zhang, 1999; Yusuf ve diğerleri, 1999). Bu görüşe göre çevik bir firma, sadece operasyonlarında esnek olmakla kalmamalı, aynı zamanda dış çevreden gelebilecek beklenmedik değişimlere cevap verebilmede ve bu değişimlere uyum sağlama stratejilerinin yeniden yapılandırılmasında da hızlı olmalı ve çok yönlü stratejik çeviklik yeteneği oluşturabilmelidir (Uğurlu ve diğerleri, 2019).

2.2. Örgütsel Çeviklik

Günümüze kadar üretim yöntemlerinin tarihsel gelişimi incelendiğinde, el sanatı üretimi, seri veya kitlesel üretim ve yalın üretim olmak üzere 3 farklı aşamanın olduğu tarif edilmektedir (Yılmaz, 2003). El sanatı üretimi, üretim sistemlerinin en eskisi olarak bilinen, siparişe göre çalışılan, usta-çırak ilişkisinin bulunduğu, çeşitli basit aletlerin kullanıldığı atölyelerde gerçekleştirilen, 1850’li yıllara kadar baskın olan üretim modelidir. El sanatı üretimi halen ismarlama ürünlerde varlığını sürdürmektedir (Hormozi, 2001).

Endüstri devriminden sonra buharlı makinelerin fabrikalarda kullanılmaya başlamasıyla el sanatı üretiminden kitlesel üretime geçiş başlamış, insan gücünün yerini makineler olarak üretim küçük atölyelerden fabrikalara kaymıştır. Henry Ford tarafından geliştirilen montaj hatlarıyla birlikte yaygınlaşan kitlesel üretim ile fiyatlar düşmüş, üretimlerin hızlandırılması ile arzda yaşanan artış sonrası ürünlerin daha çok müşteriye ulaşmasına olanak sağlanmıştır. Firmalar, üretimde ulaşılan yüksek hacim sayesinde elde edilen düşük maliyetlere ulaşmak için ürün ve süreç esnekliği az olan kitlesel üretim sistemini 1950’li ve 60’lı yıllarda temel üretim stratejisi olarak odaklarına almışlardır (Flidner ve Yokurka, 1997).

1970’lere gelindiğinde, pazar ve tüketici yapısındaki değişime cevap verebilmek ve sistemin problemlerini (özellikle israflardan oluşan) gidermek suretiyle verimliliğinin artırılmasına katkı sağlamak amacıyla üretimde köklü değişiklikler içeren yalın üretim sistemine geçiş gerçekleşmiştir. Toyota üretim sistemi olarak da bilinen yalın üretim, değer akışını yaratmak için “muda” olarak adlandırılan israfları ortadan kaldırmaya odaklanır (Christopher ve Towill, 2000: 206; Naylor ve diğerleri, 1999: 110). Sistemin özünde, satın almadan dağıtıma kadar olan tüm süreçlerde oluşan israfları gidermek yatar (Hay, 2000: 15). Yalın üretim, el sanatı üretimin ve seri üretimin avantajlarını birleştirerek, el sanatı üretiminin yüksek maliyetinden ve seri üretimin katılığından uzaklaşılmasını amaçlar (Womack ve diğerleri, 1993: 13).

Çeviklik kavramı, ilk olarak 1991 yılında ABD’de Lehigh Üniversitesi Iacocca Enstitüsü’nde 150’den fazla sanayi yöneticisinin katılımı ile düzenlenen forum sonrasında yayınlanan ve ABD sanayisinin rekabet durumunun gelecek 15 yılda nasıl gelişeceğine dair görüşlerin yer aldığı “21. Yüzyıl İmalat İşletmesi Stratejisi (21st Century Manufacturing Enterprise Strategy)” isimli iki ciltlik raporda kullanılmıştır (Nagel, 1992). Iacocca Enstitüsü’nün raporundan sonra çeviklik kavramını farklı açılardan ele alan birçok yayın yapılmıştır (Baki, 2003). Bu yayınların çoğunda yapılan tanımlamalarda örgütsel çeviklik, beklenmedik şekilde değişen pazar şartları karşısında hızlı olmak, değişim sonrası oluşan yeni koşullara meydan okuyabilecek bir konumda olabilmek ve sürekli yeni bir iş yapma tarzı benimsemek şeklinde tarif edilmektedir (Zain ve diğerleri, 2005). Diğer yandan çeviklik hız, esneklik, inovasyon, hesap verebilirlik gibi kavramları da barındırması itibarıyla örgütün ürün ve hizmetlerinin kalitesini de artıracığından, kritik bir unsur olarak görülmeye başlamıştır (Mehdibeigi ve diğerleri, 2016). İşletmelerin rekabet üstünlüğü elde edebilmeleri ve pazar konumlarını sürdürebilmeleri için iç ve dış çevrede yer alan değişkenlerin etkilerine en iyi uyum sağlayabilecekleri yapı ve süreçleri geliştirmelerine ihtiyaç bulunmaktadır. Küresel ekonominin sürekli değiştiği ve daha karmaşık bir hale geldiği günümüz normalinde, hizmet organizasyonları, devlet kurumları ve kâr amacı gütmeyen şirketler de dâhil olmak üzere tüm organizasyonların yüksek düzeyde çeviklik seviyesine sahip olmaları bir zorunluluk haline gelmiştir (Bakan ve diğerleri, 2017). Bu nedenlerle işletmelerin beklenmedik değişimlere adaptasyon sürecini kolaylaştıracak bir yaklaşım olan örgütsel çeviklik kavramı, her geçen gün daha da önem kazanmaktadır (Ganguly ve diğerleri, 2009). Bu amaçla son yıllarda özellikle gelişmiş ülkelerde teknoloji alanında faaliyet gösteren firmaların örgütsel çevikliğe sahip olmak için yoğun çaba gösterdikleri ve çevikliği en önemli üretim stratejilerinden biri olarak gördükleri dikkat çekmektedir (Nagel ve Bhargava, 1994; Nath ve diğerleri, 2008; Sukati ve diğerleri, 2012). Örgütsel çeviklik, özellikle tedarik zinciri yönetiminin kritik ve hassas olduğu durumlarda, dış çevreden gelebilecek belirsizliklerin ortadan kaldırılması için ihtiyaç duyulan önemli bir yöntem haline gelmiştir (Şahin ve diğerleri, 2017). Sırasıyla el sanatları üretimi, kitlesel üretim ve yalın üretimden sonra ortaya çıkan örgütsel çeviklik kavramı, araştırmacılar tarafından üretim yönetimi düşüncesinin gelişiminde yeni bir aşama olarak görülmekte ve bu kavramın, imalat yapan işletmeler için devrim niteliğinde bir yaklaşım olduğu belirtilmektedir (Hormozi, 2001).

Literatürde örgütsel çeviklik kavramının bileşenleri hakkında çok sayıda araştırma bulunduğu görülmektedir. Bunlardan 1999 yılında Sharifi ve Zhang tarafından yapılan çalışmada, işletmelerde çevik üretimin uygulanabilmesi için işletmenin iş yapma tarzlarını ve yapısını çevreye göre değiştirmesi ve organize etmesi olarak tanımlanan “Çeviklik Sürücüler”, işletmenin örgütsel çevikliği olarak ifade edilen “Çeviklik Yetenekleri” ve yöneticiler tarafından işletmenin çeviklik yeteneklerinin kullanımını ifade eden “Çeviklik Sağlayıcıları”ndan oluşan üç unsurlu bir örgütsel çeviklik modeli oluşturulmuştur (Akkaya ve Tabak, 2018). Bu modelde örgütsel çevikliğin bileşenleri; “cevap verme, yetkinlik, esneklik, hız” olarak belirlenmektedir (Sharifi ve Zhang, 1999; Zhang ve Sharifi, 2000; Sharifi ve diğerleri, 2001; Crocitto ve Youssef, 2003; Lin ve diğerleri, 2006; Shahaei, 2008; Zhang, 2011; Nejatian ve Hossein Zarei, 2013; Mohammadi ve diğerleri, 2015).

Cevap Verme: Literatürde cevap verme yeteneğine ilişkin olarak, çevresel sinyallere tepki verme hızı (Zaheer ve Zaheer, 1997), işletmenin sahip olduğu uzgörü yeteneğiyle kendi alanındaki değişiklikleri önceden tahmin edebilme ve değişimin avantajlarını algılayabilme yeteneği (Shahaei, 2008), dış çevreden kaynaklanan değişiklikleri hızlı ve proaktif şekilde belirleyerek karşılık verebilme yeteneği (Zhang ve Sharifi, 2000), işletmenin değişiklikleri tespit edebilmesi, bu değişikliklere hızla cevap verebilmesi ve bu değişikliklerden üstünlük sağlayarak çıkabilmesi (Kasap ve Peker, 2009) gibi tanımlar bulunduğu görülmektedir. Söz konusu yetenek, işletmelerin değişen koşullara rağmen ayakta durabilmesinde ve rekabet avantajı sağlamasında ana unsurlardan biri olarak değerlendirilmektedir.

Yetkinlik: Bu yetenek, işletmenin hedeflerine ulaşma sürecinde verimliliği ve etkinliği sağlaması olarak tanımlanmaktadır (Kasap ve Peker, 2009). Günümüzde işletmelerin faaliyetlerini sürdürürken, bir taraftan mevcut temel kabiliyetlerini geliştirmesi, diğer taraftan sürdürebilir rekabet üstünlüğüne ulaşmak için bu yeteneklere dinamizm kazandırması gerekmektedir. İşletmenin sahip olduğu bu dinamik yetenekler, “bir işletmenin karşısına çıkan fırsat ve tehditleri önceden algılayarak, zamanında pazar odaklı karar vermesi ve işletmenin kaynak temelli yetkinliklerini geliştirmesi” (Barreto, 2010; Teece ve diğerleri, 1997), “sadece o işletmeye ait olması ve rakip şirketler tarafından görünemediği için kolaylıkla taklit edilememesi ve başka bir firmaya entegre edilememesi” (Özbay, 2004, 10; Prahalad ve Hamel, 1990), “işletme hedeflerini etkili ve verimli şekilde gerçekleştirme kabiliyeti” (Sharifi ve Zhang, 1999) olarak tarif edilmektedir.

Esneklik: Yöneticilerin, işletmelerde örgütsel çevikliği sağlamak için farklı süreç ve alternatifleri kullanabilme kabiliyetidir (Shahaei, 2008). İşletmeler açısından bakıldığında bu süreçler, ürün miktarında esneklik, ürün desen ve yapısında esneklik, işletmenin yapısal esnekliği olarak belirtilebilir (Zhang ve Sharifi, 2000). Bozkurt ve Baştürk, 2009’a göre esneklik, değişen koşullara uyum sağlama yeteneği olarak tanımlanırken, örgütsel esneklik ise bir işletmenin üretim kapasitesindeki esneklik, örgütsel değişimdeki

esneklik ve personelin yeni teknolojiye adapte olma esnekliği olarak tanımlanmaktadır (Sharifi ve diğerleri, 2001). Buradan hareketle bir işletmenin esnekliği, bir yandan işletmenin değişen dış çevreye ve müşteri beklenti ve ihtiyaçlarına cevap vermesi, diğer yandan ise yönetimde dinamizme ihtiyaç duyuran etkileşim olgusu olarak tarif edilebilir. Volberda (1996), bu iki durumun denge içinde olması gerektiğini ve bu iki olgunun etkileşiminin önemini vurgulamaktadır (Akkaya ve Tabak, 2018).

Hız: Bu yetenek, bir işletmenin süreçlerini, mümkün olan en kısa zamanda yerine getirmesini ifade etmektedir (Sharifi ve Zhang, 1999). Yeni ürünleri piyasaya hızlı sürme süresi, ürün ve hizmetlerin teslimat hızı ve zamanlaması, hızlı işlem süresi (Sharifi ve Zhang, 1999; Zhang ve Sharifi, 2000; Sharifi ve Zhang, 2001) olarak belirtilen hız unsuru aynı zamanda, hızlı öğrenme, görevleri ve işlemleri hızlı gerçekleştirebilme, mümkün olan en kısa sürede değişiklik yapabilme, çalışma saatlerini ayarlama, üretim zamanı değişikliğini gerçekleştirme, ürün ve hizmet sunum zamanı, öğrenme zamanı ve değişime adaptasyon süresi gibi değişkenlerle ifade edilmektedir (Sherehiy ve diğerleri, 2007).

Literatürde örgütsel çeviklik ile işletmelerin etkinlik, verimlilik ve değişime uyum sağlama kabiliyetleri arasındaki pozitif ilişkilere işaret eden pek çok çalışma bulunduğu göze çarpmaktadır. Ebrahimpour ve arkadaşları İran'da ev aletleri fabrikalarında gerçekleştirilen, çeviklik yetenekleri ile örgütsel performans arasındaki ilişkilerin incelendiği 2012 yılı çalışmalarında, çeviklik uygulamalarının verimlilikte iyileşme sağladığı sonucuna ulaşmışlardır. Bu sonucu destekleyecek biçimde Mohammadi ve diğerleri (2015), Abesi ve diğerleri (2013), Zarkashan (2013), Keshtegar ve Seyedzadeh (2014), Rostami ve Hafizi (2015), Labaf ve Bigdeli (2015) tarafından yapılan araştırmalarda da örgütsel çevikliğin verimlilik üzerinde pozitif etkisinin bulunduğu vurgulanmaktadır. Diğer taraftan Meurs (2012: 39), Baraei ve Mirzaei (2018) çalışmalarında, çevikliğin işletmelerin üretkenlik seviyelerini pozitif yönde etkilediğini, kuruluş ne kadar çevikse üretkenliğinin o kadar yüksek olduğunu bulgulamıştır. Çeviklik kavramı ve unsurlarının işletmelerin etkinlik ve verimlilik düzeyleri üzerindeki etkileri göz önünde bulundurulduğunda, kavramın tedarikçi seçimi konusunda da kullanılmasının yüksek kaliteli ürün ve hizmetler sunma yeteneğini destekleyebileceğini, girdi maliyet, kalite, süreklilik ve esnekliğini en iyi duruma getirmede fayda sağlayabileceğini öne sürmek mümkün olabilecektir.

2.3. Tedarikçi Seçimi

Tedarikçi seçimi, üretim süreçlerinde kullanılan ham madde, yarı mamul ve diğer malzemelerin kimden ve hangi miktarda alınacağıının belirlenmesi olarak tanımlanabilir (Ghodsypour ve O'Brien, 1998). Başka bir ifadeye göre ise tedarikçi seçimi, mevcut piyasada bulunan tedarikçilerin çok sayıda değerlendirme kriteri baz alınarak karşılaştırılması ve en uygununun seçilmesidir. Tedarikçilerin değerlendirilmesinde kullanılan kriterler işletmelere göre farklılık gösterse de tedarikçi seçimi kavramı, tedarik etme ihtimali daha fazla olan tedarikçileri saptamak ve bunlardan en uygununun seçilebilmesine yönelik çalışmaları ifade etmektedir (Kahraman ve diğerleri, 2003).

Tedarikçi seçimi kavramı üzerine ilk çalışma Dickson (1966) tarafından ABD'de yapılmıştır. Dickson, satın alma acentesi ve Ulusal Satın Alma Derneği (National Association of Purchasing) yöneticileri arasından seçtiği 300 yöneticiye anket göndermiş ve bu anketlerin 273'ünden geri dönüş olarak tedarikçi seçimi konusundaki ilk sonuçları elde etmiştir (Dickson, 1966). Söz konusu çalışmada sunulan hizmetin fiyatı, tedarikçilerin kalite şartnamelerini karşılayabilme yeteneği, satıcı tarafından verilecek onarım hizmeti, teslimat programını karşılayabilme yeteneği, satıcının finansal durumu ve kredi notu gibi kriterler başta olmak üzere toplam yirmi üç adet önemli kriter yer almıştır. Araştırma sonucunda ürün kalitesi, zamanında teslimat ve garanti politikası kriterleri, diğerlerine göre daha önemli olarak ortaya çıkmıştır (Çizmecioğlu, 2019: 2).

Bu alanda önde gelen çalışmalardan bir diğeri de Weber (1991: 224) tarafından gerçekleştirilmiş olup tedarikçi seçiminde ele alınan ölçütlerin karşılaştırması sonucunda en önemli kriterlerin kalite, teslimat başarısı ve fiyat olduğu belirtilmiştir (Çizmecioğlu, 2019: 6).

Bu öncü çalışmalardan sonra gerçekleştirilen çalışmalardan bazılarında aşağıda yer verilmektedir;

- Ghodsypour ve O'Brien (1998) çalışmalarında, tedarikçi seçiminde kapasite kısıtlamaları olan ve olmayan bir model kurarak, bu modelin avantajını tartışmışlardır.
- Dağdeviren ve Eren (2001) ise çalışmalarında dört tedarikçi arasından kalite, tedarik performansı, maliyet ve teknoloji kriterlerini kullanarak kritik seçim yapmışlardır.
- Marvin ve diğerleri, (2003) yaptıkları çalışmada ise sandalye imalatı sektöründe tedarikçi seçimi sürecinde yer alan değişkenleri analiz etmek için bir metodoloji geliştirmeyi amaçlamışlardır.
- Chan ve Chan (2004), tedarikçi seçimini amaç edinen çalışmalarında içlerinde maliyet, teslimat, esneklik, yenilik, kalite ve servis gibi ana kriterleri barındıran yirmi alt kriterden yararlanmışlardır.

- Aydeniz (2004), Nydick ve Hill (1992) ve Narasimhan (1983) da çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemlerinden olan analitik hiyerarşi prosesini (AHP) kullanarak en iyi tedarikçileri belirlemişlerdir.
- Liu ve Hui (2005) yaptıkları çalışmada, kalite, sorumluluk alma, disiplin, teslimat, finansal yapı, yönetim, teknik kapasite ve kolaylık kriterlerini, Tseng ve Lin (2005) ise teknoloji, esneklik, kalite ve iletişim kanalları kriterlerini tedarik seçiminde kıstas olarak kullanmışlardır.
- Güner (2005: 72) ise yaptığı çalışmada ürün, pazar, servis ve firma ana kriterlerini kullanmış olup çalışmasında “ürün ana kriterinin” alt kriterleri olarak kalite, fiyat ve verimlilik; “pazar ana kriterinin” alt kriterleri olarak pazara uygunluk ve son mamul fiyatı; “servis ana kriterinin” alt kriterleri olarak takip ve desteği; “firma ana kriterinin” alt kriterleri olarak süreklilik, büyüklük, güvenilirlik ve tedarik edebilme kriterlerini kıstas olarak belirlemiştir. Yapılan çalışma sonucunda ana kriterler önem düzeyi açısından pazar, ürün, firma ve servis olarak sıralanmıştır.
- Pi ve Low (2006), tedarikçi değerlendirme ve seçme sürecine yönelik yaptığı çalışmalarında kalite, zamanında teslim, fiyat ve servis kriterlerini kullanmışlardır.
- Durdudiler (2006: 67), yedi tedarikçinin performanslarını AHP yöntemi ile belirlemek için satış performansı, teslimat, ürün iade sıklığı, iş birliği ve yenilik kriterlerini kullanmış ve yapılan değerlendirme sonucunda kriterler önem düzeyine göre satış performansı, teslimat, iş birliği, ürün iade sıklığı ve yenilik şeklinde sıralanmıştır.
- Chan ve diğerleri (2008) ise çalışmalarında, bulanık AHP yöntemini, imalat yapan bir şirkette global tedarikçi seçim probleminde kullanmışlardır.

Çalışma tarihi itibarıyla yerel literatürde, Gündoğan ve Güner (2018) tarafından otomotiv sektöründe tedarikçi çevikliği ölçülmesine yönelik yapılan çalışma dışında, çeviklik bileşenlerinin kriter olarak referans alındığı kritik tedarikçi seçimi uygulamasına dair yeterli kaynak bulunmamıştır. Söz konusu çalışmada, farklı çeviklik yetenekleri baz alınmakla birlikte, çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP yöntemi kullanılmıştır. Yerel literatürde tedarikçi çevikliği ölçümüne dair yeterli çalışma bulunmaması ve de çok kriterli karar verme yöntemlerinden TOPSIS yönteminin, çeviklik bazlı tedarikçi seçiminde yeterli kullanım alanı bulamamasından ötürü, bu çalışmada çeviklik bileşenleri ve TOPSIS yöntemi ile kritik tedarikçi seçimi uygulaması konu edinilmiştir.

3. YÖNTEM

Bu çalışmada, iklimlendirme sektöründe faaliyet gösteren global bir firmanın yurt dışındaki kardeş fabrikasından transfer edeceği 132 adet kalıpla üretilecek olan metal ve plastik parçaların yerli tedarik kaynaklarının tespitine yönelik tedarikçi seçim problemi ele alınmaktadır. Araştırmaya konu olan 3 adet metal işlem ve 3 adet plastik enjeksiyon parça tedarikçisi İstanbul, Kocaeli, Düzce, Çerkezköy lokasyonlarında faaliyet göstermekte ve hâlihazırda uygulamanın yapıldığı firma ile çalışmaktadırlar.

Çalışmanın tedarikçi seçimi literatüründe yapılan diğer araştırmalardan ayrılan en önemli özelliği, tedarikçi seçim sürecinde kriter olarak belirsizlik altında dış çevrede oluşan değişikliklere hızlı yanıt verebilme kabiliyeti olarak tanımlanan çeviklik kavramı bileşenlerini baz almasıdır. Yerel literatürde Gündoğan ve Güner (2018) tarafından gerçekleştirilen otomotiv sektöründe tedarikçi çevikliği ölçümü, Kasap ve Peker (2009) tarafından gerçekleştirilen otomotiv imalat sektöründe faaliyet gösteren ana sanayi sınıfındaki bir işletmenin çeviklik seviyesinin ölçümü ve yabancı literatürde Matawale ve diğerleri (2016) tarafından gerçekleştirilen çevik tedarik zincirinde tedarikçi seçimi konulu çalışmalardan farklı olarak, çeviklik kavramının ölçümünde Sharifi ve Zhang (2001) tarafından yayınlanan ve “cevap verme – yetkinlik – esneklik – hız” olmak üzere dört ana kriterden oluşan Örgütsel Çeviklik Modeli referans alınmıştır. Dört ana kriter ve bu ana kriterlere bağlı 20 alt kriterden oluşan modelin tedarikçi çevikliği ölçümü için uygun oluşu, uygulamada tercih edilmesini sağlamıştır. Modelin, benzer kapsamda yapılacak tedarikçi seçimi çalışmalarında referans olarak kullanılabilmesi öne sürülebilir. Çalışmanın literatürdeki araştırmalardan bir diğer önemli farkı da uygulama alanı olarak iklimlendirme sektörünün tercih edilmesidir.

Bu araştırma, Sakarya ilinde iklimlendirme sektöründe faaliyet gösteren bir firmanın farklı departmanlarında görev yapan, 3 ila 29 yıl arasında değişen iş tecrübesine sahip, konusunda uzman ve tedarikçilere hâkim çalışanlarından oluşan dokuz kişilik bir ekip ile gerçekleştirilmiştir. Ekip içerisindeki firma çalışanları metalurji ve malzeme, makine, endüstri ve kimya mühendisliği alanlarında eğitim almış olup firma içinde tedarik zinciri müdürü ve yönetim danışmanı, satın alma müdürü, kalite müdürü, satın alma şefi, tedarikçi geliştirme ve tedarikçi değerlendirme şefi, satın alma mühendisi, tedarikçi geliştirme mühendisi pozisyonlarında görev yapmaktadır.

Çeviklik ölçümü tabanlı tedarikçi seçim sürecinde çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan TOPSIS yöntemine dayalı alternatif bir yaklaşım sunan bu çalışmanın, tedarikçi seçimi ve tedarik zinciri

çevikliği literatürüne katkı sağlaması ve iklimlendirme sektöründe gerçekleştirilmesi itibarıyla pratik uygulama alanını genişletebilecek bir araç olarak kullanımı amaçlanmaktadır.

3.1. Araştırmanın Adımları

Araştırma, aşağıda belirtilen yedi adımda gerçekleştirilmiştir:

1. İlk adımda araştırmanın yapıldığı işletmede çalışan katılımcılardan uzman bir ekip oluşturulmuştur.
2. İkinci adımda, tedarikçi değerlendirilmesinde kullanılacak çeviklik yetkinlikleri literatür taraması ile belirlenmiştir. Belirlenen kriterlerin yapılacak çalışmaya uygunluğu konusunda uzman ekip ile mutabakat sağlanmıştır.
3. Üçüncü adımda, değerlendirme kriterlerinin önem dereceleri uzman ekip puanlaması ile belirlenmiştir.
4. Dördüncü adımda, uzman ekip tarafından metal işlem ve plastik enjeksiyon alanlarında değerlendirilecek tedarikçiler belirlenmiştir.
5. Beşinci adımda uzman ekibin, tedarikçileri birbirleriyle mukayese ederek değerlendirmeleri sağlanmıştır.
6. Altıncı adımda kriter ağırlıkları ve tedarikçi değerlendirme puanları kullanılarak TOPSIS yöntemi ile tedarikçilerin çeviklik skorları hesaplanmıştır.
7. Son adımda hesaplanan çeviklik skorlarına göre karar alternatifleri, metal işlem ve plastik enjeksiyon alanlarında ayrı ayrı sıralanmıştır.

3.2. TOPSIS Metodu

TOPSIS (Technique for Order Prefence by Similarity to Ideal Solution), Yoon ve Hwang'un 1981 yılında ortaya koyduğu çok kriterli karar verme yöntemidir. TOPSIS yönteminin temeli, çözüm noktasının ideal çözüme en yakın ve negatif ideal çözüme en uzak mesafede olacağı varsayımına dayanmaktadır. Yöntem, daha sonra Zeleny (1982) ve Hall (1989) tarafından da uygulanmış ve Yoon (1987) ve Hwang, Lai ve Liu (1994) tarafından nihai haline getirilmiştir (Eleren ve Karagül, 2008).

Literatürde TOPSIS yönteminin, çok kriterli robot seçimi (Agrawal ve diğerleri, 1991; Parkan ve Wu, 1999; Chu ve Lin, 2003), esnek üretim sistemleri için tutucu aparat seçimi (Agrawal ve diğerleri, 1992), çok kriterli üretim prosesi seçimi (Chau ve Parkan, 1995; Parkan ve Wu, 1998), havayolu işletmesi performansı belirlenmesi ve havayolu firması seçimi (Feng ve Wang, 2000; Hsu ve diğerleri, 2009), otellerde ve bankalarda hizmet kalitesini değerlendirme (Benitez ve diğerleri, 2007; Mukherjee ve Nath, 2005), insan kaynağı ve personel seçimi (Ecer, 2006; Baykal, 2007), mermer kesimine dair yöntem seçimi (Eleren ve Ersoy, 2007), uygun ERP yazılımı seçimi (Özgül ve Yazgan, 2006), dengelenmiş skor kartındaki stratejilerin seçimi (Dodangeh ve diğerleri, 2011), performans değerlendirme (Yurdakul ve İç, 2005; Demireli, 2010), CNC makinelerinin özelliklerini değerlendirme (Athawale ve Chakraborty, 2010) gibi alanlarda yaygın biçimde kullanıldığı görülmektedir.

TOPSIS yöntemi, nitel bir çevrim yapılmaksızın doğrudan veri üzerinde uygulanabilmekte olup (Eleren ve Karagül, 2008), kriter değerleri ve önem ağırlıkları sayısal değerler olarak ele alınmaktadır (Okul, 2012, 69). Probleme ilişkin kriterlerin değerleri tekdüze artan ve azalan olarak varsayıldığından, TOPSIS yönteminde ideal ve negatif ideal çözümlere kolayca erişilmektedir (Triantaphyllou, 2000). Pozitif ideal çözüm, kâr kriterlerini maksimize ve maliyet kriterlerini ise minimize eden çözümdür. Negatif ideal çözüm ise maliyet kriterlerini maksimize ve kâr kriterlerini ise minimize eden çözümdür (Karaca, 2011: 45).

TOPSIS yönteminin olumlu yönleri;

- İçeriğinin yalın ve kolay anlaşılır olması,
- Hesaplama becerisinin güçlü olması,
- Karar alternatifleri arasındaki ilişkinin basit matematiksel bir formda gösterilebilmesi,
- Alternatiflerin belirli kriterler doğrultusunda ve bu kriterlerin alabileceği maksimum ve minimum değerler arasında ideal duruma göre karşılaştırılmasını mümkün kılması şeklinde sıralanmaktadır (Okul, 2012: 68).

TOPSIS yönteminin bazı dezavantajları ise;

- Kriterler arasındaki korelasyonları göz ardı etmesi,
- Ağırlıkları objektif yöntemler kullanarak elde etmedeki belirsizlik,

- Alternatifin ideal noktaya ve en alt noktaya aynı anda kapalı olma olasılığı olarak belirtilmektedir (Xu ve diğerleri, 2015).

TOPSIS yönteminin aşamaları aşağıda verilmiştir (Özdemir, 2014: 134).

Adım 1. Karar matrisinin oluşturulması: Karar verici tarafından m sayıda alternatif, n sayıda kriter dikkate alınarak karar matrisi oluşturulur (Eşitlik 1).

$$A_j = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} \quad i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n \quad (1)$$

Adım 2. Normalize karar matrisinin oluşturulması: Normalize karar matrisi, karar matrisinin elemanlarından yararlanılarak, Eşitlik 2 ve 3 kullanılarak oluşturulur.

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m a_{ij}^2}} \quad i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n \quad (2)$$

$$R_{ij} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix} \quad (3)$$

Adım 3. Ağırlıklandırılmış normalize karar matrisinin oluşturulması: Normalize karar matrisindeki değerler w_i gibi bir değerle ağırlıklandırılır ve w_i değerlerinin toplamı 1 olmalıdır. Normalize karar matrisinin her bir sütunundaki elemanlar, tespit edilen w_i değerleri ile çarpılarak, ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi oluşturulur (Eşitlik 4).

$$V_{ij} = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & w_2 r_{12} & \dots & w_n r_{1n} \\ w_1 r_{21} & w_2 r_{22} & \dots & w_n r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_1 r_{m1} & w_2 r_{m2} & \dots & w_n r_{mn} \end{bmatrix} \quad (4)$$

Adım 4. İdeal ve negatif ideal çözümlerin oluşturulması: Pozitif ideal çözüm değerlerinin oluşturulabilmesi için normalize karar matrisindeki sütun değerlerinin en büyükleri seçilir (Eşitlik 5).

$$A^* = \left\{ (\max_i v_{ij} \mid j \in J), (\min_i v_{ij} \mid j \in J) \right\} \text{ ve } A^* = \{v_1^*, v_2^*, \dots, v_n^*\} \quad (5)$$

Negatif ideal çözüm seti ise normalize karar matrisindeki sütun değerlerinin en küçükleri seçilerek oluşturulur (Eşitlik 6).

$$A^- = \left\{ (\min_i v_{ij} \mid j \in J), (\max_i v_{ij} \mid j \in J) \right\} \text{ ve } A^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-\} \quad (6)$$

Adım 5. İdeal ve negatif ideal noktalara olan uzaklık değerlerinin hesaplanması: İdeal çözüme en yakın ve negatif ideal çözüme en uzak öklidyen uzaklığın tespit edilmesi için Eşitlik 7 ve 8'de belirtilen hesaplama yolu izlenir.

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2} \quad (7)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (8)$$

Adım 6. İdeal çözüme göreli yakınlığın hesaplanması: İdeal çözüme göreli yakınlık (C_i^*) Eşitlik 9'a göre hesaplanır.

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^*}; \quad 0 < C_i^* < 1 \quad (9)$$

C_i^* değeri 1'e ne kadar yaklaşırsa, ideal çözüme o kadar yaklaşılmış, C_i^* değeri 0'a ne kadar yaklaşırsa, negatif ideal çözüme o kadar yaklaşılmış olur.

3.3. Değerlendirme Kriterlerinin Belirlenmesi

Tedarikçilerin çeviklik yetkinlikleri üzerinden değerlendirilmesi sürecinde, çalışmaya esas oluşturacak kriterlerin tespiti için kapsamlı bir literatür araştırması yapılmıştır. Araştırmanın gerçekleştirildiği sektör ve faaliyet alanına uygunluğu bakımından, Sharifi ve Zhang'ın (2001) Örgütsel Çeviklik Modeli'nde belirtilen kriterlerin çeviklik skoru ölçümü için baz alınmasına karar verilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Örgütsel çeviklik ölçeği kriterleri

Kod	Açıklama
<i>Cevap Verme</i>	
CV ₁	Değişiklikleri algılamak, fark etmek ve değişikliklere önceden hazırlıklı olmak
CV ₂	Değişikliklere anında tepki vermek
CV ₃	Değişikliklerden üstünlük sağlayarak çıkmak
<i>Yetkinlik</i>	
Y ₁	Stratejik vizyon
Y ₂	Uygun teknoloji veya yeterli teknolojik yetenek
Y ₃	Ürün/hizmet kalitesi
Y ₄	Maliyet etkinliği
Y ₅	Yeni ürünlerin pazara sunulma oranının yüksek olması
Y ₆	Yönetimi değiştirmek
Y ₇	Bilgili, uzman ve yetkilendirilmiş çalışan
Y ₈	İşlemlerin verimliliği ve etkinliği (yalınlık)
Y ₉	İşletme içinde ve dışında iş birliği
Y ₁₀	Entegrasyon
<i>Esneklik</i>	
E ₁	Miktar esnekliği
E ₂	Ürün model esnekliği
E ₃	Organizasyon esnekliği
E ₄	Çalışan esnekliği
<i>Hız</i>	
H ₁	Yeni ürünlerin pazara sunulmasında hızlı olma
H ₂	Ürün/hizmet teslimatının hızlı ve zamanında olması
H ₃	İşlemlerde hızlı olma (kısa operasyon teslimat süresi)

Kaynak: Zhang ve Sharifi (2000); aktaran Kasap ve Peker (2009)

Çalışmada kullanılan Örgütsel Çeviklik Modeli, "cevap verme – yetkinlik – esneklik – hız" olmak üzere dört ana kritere bağlı 20 alt kriterden oluşmaktadır. Değerlendirme kriterlerinin ağırlıklandırılması sonrasında uzman ekip tedarikçileri 20 maddelik örgütsel çeviklik ölçeği üzerinden beşli Likert skalası ile değerlendirmiştir. Beşli Likert skalasında puanlama; "1=Çok Kötü; 2=Kötü; 3=Orta; 4=İyi; 5=Çok İyi" olarak belirlenmiştir.

3.4. Değerlendirme Kriterlerinin Ağırlıklandırılması

Örgütsel Çeviklik Ölçeği kriterlerinin ağırlıklandırılması aşamasında, kriterlerin öncelik değerlerinin belirlenmesi amaçlanmış, uzman ekibin her bir üyesi ile çalışmanın amacı ve örgütsel çeviklik ölçeği kriterlerinin tanımları hakkında yüz yüze görüşmeler yapılarak detaylı bilgi verilmiştir. Akabinde uzman ekip değerlendirme sonuçlarının aritmetik ortalaması alınarak kriter ağırlıklandırma verileri oluşturulmuştur (Tablo 2).

Değerlendirme kriterlerinin ağırlıklandırılması ve tedarikçi değerlendirme verilerinin elde edilmesinde, farklı branşlardan oluşan uzman ekibin görev ve tecrübelerinden beslenecek profesyonel değerlendirmelerin uça da dahil olmak üzere tamamının dikkate alınmasını sağlamak ve bu yolla optimize karar alternatiflerini oluşturabilmek amacıyla aritmetik ortalama yöntemi kullanılmıştır.

Alt kriterlerin, ana kriter içindeki ağırlık yüzdeleri ile ana kriter ağırlık yüzdesi çarpılarak, alt kriterlerin genel içindeki öncelikleri tespit edilmiştir. Bu oranlar incelendiğinde, tedarikçi çevikliğini belirleyen en önemli

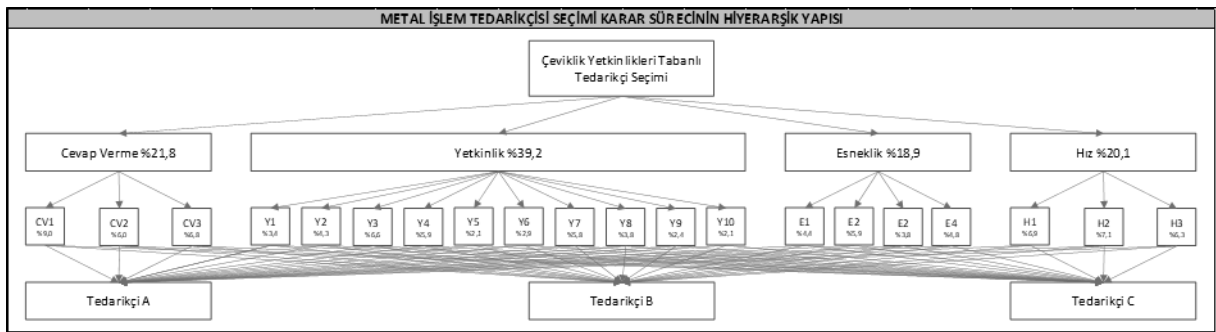
alt kriterin %9,0 oranla “değişiklikleri algılamak, fark etmek ve değişikliklere önceden hazırlıklı olmak” olduğu görülmektedir. Bu kriteri sırasıyla, “ürün ve hizmetlerin teslimatının hızlı olması” (%7,1), “yeni ürünlerin pazara sunulmasında hızlı olma” (%6,9), “değişikliklerden üstünlük sağlayarak çıkmak” (%6,8), “ürün/hizmet kalitesi” (%6,6), “işlemlerde hızlı olma” (%6,3), “değişikliklere anında tepki vermek” (%6,0), “maliyet etkinliği” (5,9), “ürün model esnekliği” (%5,9), “bilgili, uzman ve yetkilendirilmiş çalışanlar” (%5,8) takip etmektedir.

Tablo 2. Kriter ağırlıkları

Ana Kriterler	Ana Kriter Önceliği	Alt Kriterin Grup İçindeki		Alt Kriterin Genel Önceliği
		Alt Kriterler	Önceliği	
Cevap Verme	21,8%	CV ₁	%41,3	%9,0
		CV ₂	%27,6	%6,0
		CV ₃	%31,1	%6,8
Yetkinlik	39,2%	Y ₁	%8,8	%3,4
		Y ₂	%10,9	%4,3
		Y ₃	%16,9	%6,6
		Y ₄	%15,1	%5,9
		Y ₅	%5,3	%2,1
		Y ₆	%7,3	%2,9
		Y ₇	%14,7	%5,8
		Y ₈	%9,6	%3,8
		Y ₉	%6,2	%2,4
		Y ₁₀	%5,3	%2,1
Esneklik	18,9%	E ₁	%23,3	%4,4
		E ₂	%31,3	%5,9
		E ₃	%19,9	%3,8
		E ₄	%25,4	%4,8
Hız	20,1%	H ₁	%34,4	%6,9
		H ₂	%35,2	%7,1
		H ₃	%31,6	%6,3

3.5. Karar Alternatiflerinin Belirlenmesi

Çalışmada, tedarikçi çevikliğini belirlemek için seçilen kriterlerin görece ağırlıkları tespit edildikten sonra, tedarikçi seçimi uygulamasında yer alacak metal işlem ve plastik enjeksiyon firmaları belirlenmiştir. Seçilen metal işlem parça tedarikçileri MA, MB ve MC, plastik enjeksiyon parça tedarikçileri ise PA, PB ve PC olarak isimlendirilmiştir. Karar alternatiflerinin belirlenmesi sonrasında oluşturulan, tedarikçi seçimi karar sürecinin hiyerarşik yapısı, Şekil 1’de gösterilmektedir.



Şekil 1. Tedarikçi seçimi karar sürecinin hiyerarşik yapısı

4. BULGULAR

4.1. Karar Alternatiflerinin Değerlendirilmesi

Tedarikçilerin uzman ekip tarafından önceki aşamada belirlenen kriterler üzerinden değerlendirilmesi sonucu elde edilen puanların aritmetik ortalaması Tablo 3’te gösterilmiştir.

Tablo 3. Tedarikçi değerlendirme puanları

Ana Kriterler	Alt Kriterler	Metal İşlem Tedarikçileri			Plastik Enjeksiyon Tedarikçileri		
		MA	MB	MC	PA	PB	PC
Cevap Verme	CV ₁	3,86	3,57	3,71	2,86	3,57	4,14
	CV ₂	3,86	3,57	4,43	3,29	3,86	4,29
	CV ₃	3,14	3,71	3,29	3,71	3,86	4,57
Yetkinlik	Y ₁	3,29	3,86	2,43	3,71	3,86	4,00
	Y ₂	3,43	4,00	2,86	4,43	3,71	4,57
	Y ₃	3,71	4,14	4,14	3,29	4,00	4,29
	Y ₄	3,43	3,86	4,57	3,29	3,86	4,14
	Y ₅	3,29	3,43	3,00	2,86	3,29	3,57
	Y ₆	3,00	2,71	2,29	3,00	3,43	3,43
	Y ₇	3,57	3,86	3,71	3,57	3,43	4,43
	Y ₈	3,71	4,00	2,86	3,43	3,43	4,43
	Y ₉	4,00	3,86	4,14	3,71	3,86	4,43
	Y ₁₀	3,71	3,71	2,86	3,86	3,71	4,29
Esneklik	E ₁	3,86	3,71	4,14	3,86	4,29	4,29
	E ₂	3,86	3,71	4,14	4,29	4,29	4,57
	E ₃	3,14	3,43	3,57	3,57	3,43	3,86
	E ₄	3,43	3,43	3,86	3,86	4,00	4,29
Hız	H ₁	3,14	3,57	3,43	3,00	3,57	4,00
	H ₂	3,86	3,86	4,43	3,86	3,86	4,00
	H ₃	4,00	3,86	4,29	3,86	4,00	4,14

4.2. TOPSIS Yöntemi ile Tedarikçi Çeviklik Skoru Hesaplanması

Çalışmanın son aşamasında, Tablo 2'deki kriter ağırlıkları ve Tablo 3'teki tedarikçi değerlendirme puanları kullanılarak tedarikçi çeviklik skorları hesaplanmıştır.

4.2.1. Karar Matrisinin Oluşturulması

Tablo 2 ve Tablo 3'teki değerleri içeren karar matrisleri oluşturulmuş ve Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4. Karar matrisi

Tedarikçi	Kriterler																			
	CV ₁	CV ₂	CV ₃	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆	Y ₇	Y ₈	Y ₉	Y ₁₀	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	H ₁	H ₂	H ₃
MA	3,86	3,86	3,14	3,29	3,43	3,71	3,43	3,29	3,00	3,57	3,71	4,00	3,71	3,86	3,86	3,14	3,43	3,14	3,86	4,00
MB	3,57	3,57	3,71	3,86	4,00	4,14	3,86	3,43	2,71	3,86	4,00	3,86	3,71	3,71	3,71	3,43	3,43	3,57	3,86	3,86
MC	3,71	4,43	3,29	2,43	2,86	4,14	4,57	3,00	2,29	3,71	2,86	4,14	2,86	4,14	4,14	3,57	3,86	3,43	4,43	4,29
PA	2,86	3,29	3,71	3,71	4,43	3,29	3,29	2,86	3,00	3,57	3,43	3,71	3,86	3,86	4,29	3,57	3,86	3,00	3,86	3,86
PB	3,57	3,86	3,86	3,86	3,71	4,00	3,86	3,29	3,43	3,43	3,43	3,86	3,71	4,29	4,29	3,43	4,00	3,57	3,86	4,00
PC	4,14	4,29	4,57	4,00	4,57	4,29	4,14	3,57	3,43	4,43	4,43	4,43	4,29	4,29	4,57	3,86	4,29	4,00	4,00	4,14

4.2.2. Normalize Karar Matrisinin Oluşturulması

Tablo 4'de belirtilen her bir kriter için tedarikçilere verilen puanlardan oluşan değerler, ilgili kriter sütunundaki değerlerin kareleri toplamının kareköküne bölünerek normalize karar matrisi hesaplanmış ve Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 5. Normalize karar matrisi

Tedarikçi	Kriterler																			
	CV ₁	CV ₂	CV ₃	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆	Y ₇	Y ₈	Y ₉	Y ₁₀	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	H ₁	H ₂	H ₃
<i>Metal İşlem Parça Tedarikçileri</i>																				
MA	0,60	0,56	0,54	0,58	0,57	0,54	0,50	0,58	0,65	0,55	0,60	0,58	0,62	0,57	0,57	0,54	0,55	0,54	0,55	0,57
MB	0,55	0,52	0,63	0,69	0,67	0,60	0,56	0,61	0,58	0,60	0,65	0,56	0,62	0,55	0,55	0,58	0,55	0,61	0,55	0,55
MC	0,58	0,64	0,56	0,43	0,48	0,60	0,66	0,53	0,49	0,58	0,46	0,60	0,48	0,61	0,61	0,61	0,62	0,58	0,63	0,61
<i>Plastik Enjeksiyon Parça Tedarikçileri</i>																				
PA	0,46	0,50	0,53	0,56	0,60	0,49	0,50	0,51	0,53	0,54	0,52	0,53	0,56	0,54	0,56	0,57	0,55	0,49	0,57	0,56
PB	0,58	0,58	0,55	0,58	0,50	0,60	0,59	0,58	0,60	0,52	0,52	0,56	0,54	0,60	0,56	0,55	0,57	0,58	0,57	0,58
PC	0,67	0,65	0,65	0,60	0,62	0,64	0,63	0,63	0,60	0,67	0,67	0,64	0,62	0,60	0,60	0,61	0,61	0,65	0,59	0,60

4.2.3. Normalize Karar Matrisinin Ağırlıklandırılması

Üçüncü adımda, normalize karar matrisi, belirlenen kriter ağırlıkları ile çarpılarak ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi elde edilmiştir (Tablo 6).

Tablo 6. Ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi

Tedarikçi	Kriterler																			
	CV ₁	CV ₂	CV ₃	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆	Y ₇	Y ₈	Y ₉	Y ₁₀	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	H ₁	H ₂	H ₃
<i>Metal İşlem Parça Tedarikçileri</i>																				
MA	0,05	0,03	0,04	0,02	0,02	0,04	0,03	0,01	0,02	0,03	0,02	0,01	0,01	0,03	0,03	0,02	0,03	0,04	0,04	0,04
MB	0,05	0,03	0,04	0,02	0,03	0,04	0,03	0,01	0,02	0,03	0,02	0,01	0,01	0,02	0,03	0,02	0,03	0,04	0,04	0,03
MC	0,05	0,04	0,04	0,01	0,02	0,04	0,04	0,01	0,01	0,03	0,02	0,01	0,01	0,03	0,04	0,02	0,03	0,04	0,04	0,04
<i>Plastik Enjeksiyon Parça Tedarikçileri</i>																				
PA	0,04	0,03	0,04	0,02	0,03	0,03	0,03	0,01	0,02	0,03	0,02	0,01	0,01	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04
PB	0,05	0,03	0,04	0,02	0,02	0,04	0,03	0,01	0,02	0,03	0,02	0,01	0,01	0,03	0,03	0,02	0,03	0,04	0,04	0,04
PC	0,06	0,04	0,04	0,02	0,03	0,04	0,04	0,01	0,02	0,04	0,03	0,02	0,01	0,03	0,04	0,02	0,03	0,05	0,04	0,04

4.2.4. İdeal ve Negatif İdeal Çözüm Değerlerinin Hesaplanması

Dördüncü adımda, ideal çözüme en yakın ve negatif ideal çözüme en uzak öklidyen uzaklıklar hesaplanmıştır (Tablo 7).

Tablo 7. İdeal ve negatif ideal çözüm değerleri

	CV ₁	CV ₂	CV ₃	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆	Y ₇	Y ₈	Y ₉	Y ₁₀	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	H ₁	H ₂	H ₃
<i>Metal İşlem Parça Tedarikçileri</i>																				
Maksimum	0,05	0,04	0,04	0,02	0,03	0,04	0,04	0,01	0,02	0,03	0,02	0,01	0,01	0,03	0,04	0,02	0,03	0,04	0,04	0,04
Minimum	0,05	0,03	0,04	0,01	0,02	0,04	0,03	0,01	0,01	0,03	0,02	0,01	0,01	0,02	0,03	0,02	0,03	0,04	0,04	0,03
<i>Plastik Enjeksiyon Parça Tedarikçileri</i>																				
Maksimum	0,06	0,04	0,04	0,02	0,03	0,04	0,04	0,01	0,02	0,04	0,03	0,02	0,01	0,03	0,04	0,02	0,03	0,05	0,04	0,04
Minimum	0,04	0,03	0,04	0,02	0,02	0,03	0,03	0,01	0,02	0,03	0,02	0,01	0,01	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04

4.2.5. İdeal ve İdeal Olmayan Noktalara Uzaklık Değerlerinin Hesaplanması

Beşinci adımda, ideal ve negatif ideal çözüme göreceli yakınlıklar hesaplanmış ve elde edilen değerler Tablo 8'de belirtilmiştir.

Tablo 8. İdeal ve ideal olmayan noktalara olan yakınlık değerleri

Tedarikçi	S _i [*]	S _i ⁻
MA	0,02	0,01
MB	0,01	0,02
MC	0,02	0,02
PA	0,03	0,00
PB	0,02	0,02
PC	0,00	0,03

4.2.6. İdeal Çözüme Göre Yakınlık Değerlerinin Hesaplanması

Altıncı adımda hesaplanan ideal çözüme göreceli yakınlık değerleri Tablo 9'da belirtilmiştir.

Tablo 9. İdeal çözüme göre yakınlık değerleri

<i>Tedarikçi</i>	S_i^*	S_i^-	C_i^*	<i>Sıralama</i>
MA	0,02	0,01	0,39	3
MB	0,01	0,02	0,56	1
MC	0,02	0,02	0,51	2
PA	0,03	0,00	0,13	3
PB	0,02	0,02	0,48	2
PC	0,00	0,03	1,00	1

Hesaplama sonucunda metal işlem parça tedarikçilerinin çeviklik sıralaması MB>MC>MA olacak şekilde gerçekleşmiştir. MB ve MC tedarikçileri arasındaki çeviklik skoru farkının yüksek olmadığı dikkat çekmektedir.

Uygulama sonucunda firmanın metal işlem sektöründe yerli üretim parça tedarikçisi seçiminde önceliğinin MB tedarikçisi olduğu, skor yakınlığı nedeniyle MC tedarikçisinin ikinci tedarikçi olarak devreye alınabileceği sonucuna varılmıştır.

Plastik enjeksiyon parça tedarikçileri için yapılan analizde, tedarikçilerin çeviklik sıralaması PC>PB>PA olacak şekilde gerçekleşmiştir. Özellikle PC tedarikçisinin çeviklik skorunun, PB ve PA tedarikçileri skorlarına göre önemli ölçüde yüksek olduğu ve her kriterde en yüksek puanı aldığı tespit edilmiştir.

5. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Bu çalışmanın amaçları, çeviklik kriterlerinin tedarikçi seçim sürecinde kullanımının incelenmesi ve TOPSIS yöntemi kullanılarak uygulamaya yönelik bir model geliştirilmesidir. Araştırmanın uygulaması iklimlendirme sektöründe faaliyet gösteren bir işletmede, metal işlem ve plastik enjeksiyon sektörlerinde üretim yapan tedarikçilerinin değerlendirilmesi temelinde gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, öncelikle tüm değerlendirmeleri gerçekleştirecek uzman ekip oluşturulmuş, çeviklik yetkinlikleri, bu yetkinliklere bağlı alt kriterler ve kriterlerin önem dereceleri belirlenmiş, akabinde tedarikçiler seçilerek değerlendirilmiştir.

Araştırmanın ilk sonucu, çeviklik kriterleri ve TOPSIS yönteminin kullanılması suretiyle tedarikçi seçimine yönelik bir model geliştirilmesi olmuştur. Daha önce otomotiv sektöründe koltuk tedarikçisi seçiminde AHP yöntemi ile uygulama alanı bulan örgütsel çeviklik ölçeği esaslı çeviklik ölçümü, bu çalışma ile ilk defa iklimlendirme sektöründe gerçekleştirilerek anlamlı sonuç elde edilmiştir. Gündoğan ve Güner (2018) tarafından yapılan çalışmada, esneklik, hız, IT entegrasyonu ve iş birliği yeteneğinden oluşan çeviklik kriterleri referans alınmışken, bu çalışmada ihtiyaç duyulan fonksiyona yönelik olarak Zhang ve Sharifi'nin (2000) (Aktaran Kasap ve Peker 2009) Örgütsel Çeviklik Modeli'nde bulunan esneklik, hız, cevap verme ve yetkinlikten oluşan çeviklik bileşenleri değerlendirme kriteri olarak yer bulmuştur.

Araştırmanın ikinci sonucu, uzman ekip tarafından tedarikçi çevikliğini en yüksek oranda temsil eden unsur olarak yetkinliğin belirlenmiş olmasıdır. Gündoğan ve Güner (2018) tarafından yapılan çalışmanın çeviklik kriterleri ağırlıklandırılmasında, iş birliği yeteneği (%36,2) ve hız (%33,5) önceliği alırken, bu çalışmada yetkinlik (39,2%) diğer kriterlere göre anlamlı derecede farkla önceliklendirilmiştir. Yetkinlik ana kriterini sırasıyla %21,8'lik oranla cevap verme, %20,1'lik oranla hız ve %18,9'luk oranla esneklik kriterlerinin takip ettiği görülmektedir. Alt kriterlerin değerlendirme sonuçları incelendiğinde ise ana kriter önceliklendirmesinden farklı olarak cevap verme ve hız ana kriterlerine bağlı alt kriterlerin, yetkinlik ve esneklik ana kriterlerine bağlı alt kriterlere kıyasla daha öncelikli olacak şekilde belirlendiği bulgulanmıştır. Bu durumu, ana kriterleri oluşturan alt kriter sayılarının farklı olması ile açıklamak mümkün olabilir. Sonuçlar ışığında, dış çevre ve müşteri beklentilerindeki değişimlere uyum sağlama ve hızlı yanıt vermenin, işletmelerin çeviklik algılarını belirleyen en önemli unsurlar olabileceği iddia edilebilecektir.

Çalışmanın diğer sonucu olarak, kriter ağırlıklandırılması evresinde yetkinlik kriteri altındaki kriterlerden maliyet etkinliği kriterinin öncelik puanı %5,9 ve işlemlerin verimliliği ve etkinliği kriterinin öncelik puanı %3,8 olarak gerçekleşerek, verimlilik tabanlı kriterlerin çalışmada anlamlı yer bulduğunu ifade etmek mümkündür.

Çalışmanın iklimlendirme sektöründe yapılmış olmasının bir kısıt olduğu düşünülebilir. Bu bağlamda çevikliğin önemli bir rekabet aracı olarak değerlendirilebileceği elektronik ticaret, lojistik, hizmet vb. farklı sektörlerde de benzer çalışmaların yapılmasının literatüre katkı sağlayabileceğini ifade etmek mümkündür. Diğer yandan gelecekte yapılacak çalışmaların seçilecek farklı çeviklik kriterleri ile boylamsal ve/veya

karşılaştırmalı biçimde AHP, TOPSIS, VIKOR vb. diğer çok kriterli karar verme teknikleriyle birlikte bulanık mantık yaklaşımları kullanılarak gerçekleştirilmesi önerilebilir. Böylelikle TOPSIS yönteminin kısıtları arasında gösterilen kriterler arasındaki korelasyonların göz ardı edilmesi, ağırlıkların belirlenmesi ve değerlendirme süreçlerinin subjektif biçimde gerçekleştirilmesi unsurlarından kaynaklanabilecek zaafiyetlerin bertaraf edilmesi mümkün olabilecektir.

Araştırmanın sonuçları, uygulanan yaklaşım, model ve kriterlerin, firmaların tedarikçi seçme ve değerlendirme süreçlerinde başarılı biçimde kullanılabileceğine işaret etmektedir. Bu bağlamda, firmaların tedarikçi seçme ve değerlendirme prosedürlerini, çeviklik yetkinliklerini ve tedarikçilerin bu yetkinlikler üzerinden ölçümlenebilecek çeviklik skorlarını içerecek şekilde yeniden yapılandırmaları önerilebilir. Öte yandan tedarikçi çevikliği ölçümü yaklaşımının, tedarikçilerin çeviklik skorlarının mukayesesi üzerinden seçme ve değerlendirilmesi amacı dışında da kullanılması mümkün olabilecektir. Örneğin, firmalar tedarikçilerinin çeviklik skorlarının ölçümlendiği ve onları hedeflenen çeviklik düzeyine yükseltmeye yönelik çeşitli geliştirme faaliyetlerini içeren çevik tedarikçi geliştirme programları oluşturabilir. Böylelikle şirketler arasındaki rekabetin, şirketlerin tedarik zincirleri arasındaki rekabete indirgeendiği günümüz normalinde, tedarikçilerin çeviklik performansları artırılarak, tedarik zincirlerine ve dolayısıyla şirketlerin genel yapısına çeviklik yetkinliği kazandırılmasında önemli bir katkı sunulmuş olunabilecektir.

KAYNAKÇA

- Abesi, A., Mohammadi, M. ve Shafieepur, D. (2013). "The Role of Organizational Agility Capabilities in the Successful Performance of the National Production", *World of Sciences Journal*, 3, 17-32.
- Agrawal, V.P., Kohli, V. ve Gupta, S. (1991). "Computer-Aided Robot Selection: The Multiple Attribute Decision Making Approach", *International Journal of Production Research*, 29, 8, 1629-1644.
- Agrawal, V.P., Verma, A. ve Agarwal, S. (1992). "Computer-Aided Evaluation and Selection of Optimum Grippers", *International Journal of Production Research*, 30, 11, 2713-2732.
- Akkaya, B. ve Tabak, A. (2018). "Örgütsel Çeviklik Ölçeğinin Türkçeye Uyarlanması: Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması", *İş ve İnsan Dergisi*, 5, 2, 185-206.
- Athawale, V.M. ve Chakraborty, S. (2010). "A TOPSIS Method-Based Approach to Machine Tool Selection", *Proceedings of the 2010 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, Dhaka, Bangladesh.
- Aydeniz, N. (2004). "Analitik Hiyerarşi Sürecinin Tedarikçi Seçimi Problemine Uygulanması", *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 1-2, 18, 189-205.
- Bakan, İ., Buket, S. ve Kara C. (2017). "Bilgi Yönetiminin Örgütsel Çeviklik ve Örgütsel Atalet Üzerindeki Etkisi", *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 7, 121-123.
- Baki, B. (2003). "21. Yüzyılın Üretim Paradigması: Çevik Üretim", *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 17(1-2), 291-305.
- Baraei, E.K. ve Mirzaei, M. (2018). "Identification of Factors Affecting on Organizational Agility and Its Impact on Productivity", *UCT Journal of Management and Accounting Studies*, 6(4), 8-15.
- Barreto, I. (2010). "Dynamic Capabilities: A Review of Past Research and an Agenda for the Future", *Journal of Management*, 36(1), 256-280.
- Baykal, İ.Ö. (2007). "Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemlerinin Personel Seçimi Problemine Uygulanması", Yüksek Lisans Tezi, Galatasaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Benitez, J.M., Martin, J.C. ve Roman, C. (2007). "Using Fuzzy Number for Measuring Quality of Service in the Hotel Industry", *Tourism Management*, 28(2), 544-555.
- Bozkurt, V. ve Baştürk, Ş. (2009). "KOBİ Girişimcilerinde Risk ve Belirsizlik Algıları: Bursa Örneği", *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 64(2), 43-74.
- Brannen, M.Y. ve Doz, Y.L. (2012). "Corporate Languages and Strategic Agility: Trapped in Your Jargon or Lost in Translation?", *California Management Review*, 54(3), 77-97.
- 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.
- Brusset, X. (2016). "Does Supply Chain Visibility Enhance Agility?", *International Journal Production Economics*, 171, 46-59.
- Cao, Q. ve Dowlathshahi, S. (2005). "The Impact of Alignment Between Virtual Enterprise and Information Technology on Business Performance in An Agile Manufacturing Environment", *Journal of Operations Management*, 23(5), 531-550.
- Chan, F.T.S. ve Chan, H.K. (2004). "Development of The Supplier Selection Model- A Case Study in the Advanced Technology Industry", *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers*, 218(12), 1807-1824.
- Chan, F.T.S., Kumar, N., Tiwari, M.K., Lau, H.C.W. ve Choy, K.L. (2008). "Global Supplier Selection: A Fuzzy-AHP Approach", *International Journal of Production Research*, 46(14), 3825-3857.
- Chau, O.L. ve Parkan, C. (1995). "Selection of a Manufacturing Process with Multiple Attributes: A Case Study", *Journal of Engineering and Technology Management*, 12(3), 219-237.
- Christopher, M. (2000). "The Agile Supply Chain Competing in Volatile Markets", *Industrial Marketing Management*, 29, 37-44.
- Christopher, M. ve Towill, D.R. (2000). "Supply Chain Migration from Lean and Functional to Agile and Customized", *Supply Chain Management: An International Journal*, 5(4), 206-213.
- Chu, T.C. ve Lin, Y.C. (2003). "A Fuzzy TOPSIS Method for Robot Selection", *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 21, 284-290.
- Crocitto, M. ve Youssef, M. (2003). "The Human Side of Organizational Agility", *Industrial Management ve Data Systems*, 103(6), 388-397.
- Çizmeçioğlu, S. (2019). "Tedarik Zincirinde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleriyle Sürdürülebilir Tedarikçi Seçimi ve İmalat Sektöründe Bir Uygulama", Yüksek Lisans Tezi, KTO Karatay Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.

- Dağdeviren, M. ve Eren, T. (2001). "Tedarikçi Firma Seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve 0-1 Hedef Programlama Yöntemlerinin Kullanılması", *Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 16(2), 41-52.
- Dekker, A.H. (2006). "Measuring the Agility of Networked Military Forces", *Journal of Battlefield Technology*, 9(1), 1-6.
- Demireli, E. (2010). "TOPSIS Çok Kriterli Karar Verme Sistemi: Türkiye'deki Kamu Bankaları Üzerine Bir Uygulama", *Girişimcilik ve Kalkınma Dergisi*, 5(1), 101-112.
- Dickson, G.W. (1966). "An Analysis of Vendor Selection Systems and Decisions", *Journal of Purchasing*, 2(1), 5-17.
- Dodangeh, J., Yusuf, R.B.M. ve Jassbi, J. (2011). "The Best Selection of Strategic Plans in Balanced Scorecard Using Multi-Objective Decision Making Model", *African Journal of Business Management*, 5(3), 681-686.
- Durdudiler, M. (2006). "Perakende Sektöründe Tedarikçi Performans Değerlemesinde AHP ve Bulanık AHP Uygulaması", Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ebrahimpour, H., Salarifar, M. ve Asiaei, A. (2012). "The Relationship between Agility Capabilities and Organizational Performance: A Case Study among Home Appliance Factories in Iran", *European Journal of Business and Management*, 4(17), 186-195.
- Ecer, F. (2006). "Bulanık Ortamlarda Grup Kararı Vermeye Yardımcı Bir Yöntem: Fuzzy TOPSIS ve Bir Uygulama", *Dokuz Eylül Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 7(2), 77-96.
- Eleren, A. ve Ersoy, M. (2007). "Mermer Blok Kesim Yöntemlerinin Bulanık TOPSIS Yöntemiyle Değerlendirilmesi", *Madencilik*, 46(3), 9-22.
- Eleren, A. ve Karagöl, M. (2008). "1986-2006 Türkiye Ekonomisinin Performans Değerlendirmesi", *Celal Bayar Üniversitesi İİBF Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 15(1), 1-14.
- Farrow, D., Young, W. ve Bruce, L. (2005). "The Development of a Test of Reactive Agility for Netball: A New Methodology", *Journal of Science and Medicine in Sport*, 8(1), 52-60.
- Feng, C.M. ve Wang, R.T. (2000). "Performance Evaluation for Airlines Including the Consideration of Financial Ratios", *Journal of Air Transport Management*, 6(3), 133-142.
- Fliedner, G. ve Yokurka, R.J. (1997). "Agility: Competitive Weapon of the 1990s and Beyond?", *Production and Inventory Management Journal*, Third Quarter, APICS, 19-24.
- Ganguly, A., Nilchiani, R. ve Farr, J.V. (2009). "Evaluating Agility Incorporate Enterprises", *International Journal of Production Economics*, 118, 410-423.
- Ghodsypour, S.H. ve O'Brien, C. (1998). "A Decision Support System for Supplier Selection Using an Integrated Analytic Hierarchy Process and Linear Programming", *International Journal of Production Economics*, 56-57, 199-212.
- Gunasekaran, P., Patel, C. ve Tirtiroğlu, E. (2001). "Performance Measures and Metrics in a Supply Chain Environment", *International Journal of Operations & Production Management*, 21, 71-87.
- Gündoğan, T. ve Güner, S. (2018). "Tedarikçi Çevikliğinin Ölçülmesine Yönelik Bir Yaklaşım Önerisi: Otomotiv Sektörü Uygulaması", *İşletme Bilimi Dergisi*, 6(1), 1-25.
- Güner, H. (2005). "Bulanık AHP ve Bir İşletme İçin Tedarikçi Seçme Problemine Uygulanması", Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Hall, A.D. (1989). "Metasystems Methodology: A New Synthesis and Unification", Pergamon Press, Oxford.
- Hay E.J. (2000). "Tam Zamanında Yönetim Yeni Üretim Temellerinin Uygulanması (Just-In-Time Breakthrough)", Türkmen Kitabevi, İstanbul.
- Hormozi, M.A. (2001). "Agile Manufacturing: The Next Logical Step", *Benchmarking: An International Journal*, 8(2), 132-143.
- Hsu, T.K., Tsai, Y.F. ve Wu, H.H. (2009). "The Preference Analysis for Tourist Choice of Destination: A Case Study of Taiwan", *Tourism Management*, 30(2), 288-297.
- Hwang, C.L. ve Yoon, K. (1981). "Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications", Springer-Verlag, New York.
- Hwang, C.L., Lai, Y.J. ve Liu, T.Y. (1994). "TOPSIS for MODM", *European Journal of Operational Research*, 76(3), 486-500.
- Kahraman, C., Cebeci, U. ve Ulukan, Z. (2003). "Multicriteria Supplier Selection Using Fuzzy AHP", *Logistics Information Management*, 16(6), 382-394.
- Kantar Millward Brown BrandZ, 2019 Top 100 Most Valuable Global Brands Report, <https://www.rankingthebrands.com>, (Erişim Tarihi: 17/08/2019).
- Karaca, Y. (2011). Çok Kriterli Karar Verme Metotları ve Analitik Hiyerarşi Süreci ile Matematik Eğitimi Alanında Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Bozok Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yozgat.

- Kasap, G.C. ve Peker D. (2009). "Çevik Üretim: Otomotiv Ana Sanayisinde Faaliyet Gösteren Bir İşletmenin Çevikliğinin Ortaya Konmasına Yönelik Bir Araştırma", *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(27), 57-78.
- Kehoe, D. ve Boughton, N. (2001). "Internet Based Supply Chain Management: A Classification of Approaches to Manufacturing Planning and Control", *International Journal of Operations & Production Management*, 21(4), 516-524.
- Keshtegar, A.A. ve Seyedzadeh, S. (2014). "The Study of the Relationship Between Agility and Employee Productivity (Case Study: Governor of Sistan and Baluchestan)", *Applied Mathematics in Engineering, Management and Technology*, 2(3), 335-345.
- Labaf, H. ve Bigdelli, E. (2015). "The Impact of Organizational Agility on Efficiency and Job Satisfaction", *Journal UMP Social Sciences and Technology Management*, 3(3), 153-160.
- Li, X., Chung, C., Goldsby, T.J. ve Holsapple, C.W. (2008). "A Unified Model of Supply Chain Agility: The Work-Design Perspective", *International Journal of Logistics Management*, 19(3), 408-435.
- Lin, C.T., Chiu, H. ve Chu, P.Y. (2006). "Agility Index in the Supply Chain", *International Journal of Production Economics*, 100(2), 285-299.
- Liu, Fuh-Hwa F. ve Hui L.H. (2005). "The Voting Analytic Hierarchy Process Method for Selecting Supplier", *International Journal of Production Economics*, 97, 308-317.
- Lumms, R.R., Vokurka, R.J. ve Duclo, L.K. (2005). "Delphi Study on Supply Chain Flexibility", *International Journal of Production Research*, 43(13), 2678-2708.
- Marvin, E.G., Gioconda, Q. ve Carlo, A.M.M. (2003). "Article Information: Determining the Importance of the Supplier Selection Process in Manufacturing: A Case Study", *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 34(6), 492-504.
- Matawale, C.R., Datta, S. ve Mahapatra, S.S. (2016). "Supplier Selection in Agile Supply Chain: Application Potential of FMLMCDM Approach in Comparison with Fuzzy-TOPSIS and Fuzzy-MOORA", *Benchmarking*, 23(7), 2027-2060.
- Mehdibeigi, N., Dehghani, M. ve Yaghoubi, N.M. (2016). "Customer Knowledge Management and Organization's Effectiveness: Explaining the Mediator Role of Organizational Agility", *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 230, 94-103.
- Meurs, I.V. (2012). "An Agile Organization: The Influence of Trust and Empowerment on the Agility of an Organization", Yüksek Lisans Tezi, Erasmus University, Rotterdam School of Management, Rotterdam.
- Millward Brown BrandZ (2019). "2006 Top 100 Most Powerful Brands Report", <https://octavioislas.files.wordpress.com/>, (Erişim Tarihi: 17/08/2019).
- Mohammadi, M., Nikpour, A. ve Chamanifard, R. (2015). "The Relationship between Organizational Agility and Employee's Productivity (Case Study: Ministry of Youth Affairs and Sports, Iran)", *Fourth International Conference IT in Education, Research and Business-ITERB*, 1, 23-41.
- Mukherjee, A. ve Nath, P. (2005). "An Empirical Assessment of Comparative Approaches to Service Quality Measurement", *Journal of Services Marketing*, 19(3), 174-184.
- Nagel, R.N. (1992). "21st Century Manufacturing Enterprise Strategy Report", Office of Naval Research Arlington, VA.
- Nagel, R.N. ve Bhargava, P. (1994). "Agility: The Ultimate Requirement for World-Class Manufacturing Performance", *Global Business and Organizational Excellence*, 13(3), 331-340.
- Narasimhan R. (1983). "An Analytical Approach to Supplier Selection", *Journal of Purchasing and Management*, 19(4), 27-32.
- Nath, A.K., Saha, P. ve Salehi S.E. (2008). "Transforming Supply Chains in Digital Content Delivery: A Case Study in Apple", *Research and Practical Issues of Enterprise Information Systems II*, 1079-1089.
- Naylor J.B., Naim M.M. ve Berry, D. (1999). "Leagility: Integrating the Lean and Agile Manufacturing Paradigms in the Total Supply Chain", *International Journal of Production Economics*, 62(8), 107-118.
- Nejatian, M. ve Hossein, Z.M. (2013). "Moving Towards Organizational Agility: Are We Improving in the Right Direction?", *Global Journal of Flexible Systems Management*, 14(4), 241-253.
- Ng, W.L. (2008). "An Efficient and Simple Model for Multiple Criteria Supplier Selection Problem", *European Journal of Operational Research*, 186(3), 1059-1067.
- Nydick, R.L. ve Hill, R.P. (1992). "Using the Analytic Hierarchy Process to Structure the Supplier Selection Procedure", *International Journal of Purchasing and Materials Management*, 28(2), 31-36.
- Okul, D. (2012). "Stokastik Çok Kriterli Karar Vermede Yeni Bir Yöntem: SMAATOPSIS ve Bir Uygulama", Doktora Tezi, Kara Harp Okulu Savunma Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- Özbay, T. (2004). "Sorularla Dış Kaynak Kullanımı (Outsourcing)", İşletme Yönetiminde Yeni Eğilimler Dizisi-5, İstanbul Ticaret Odası, Yayın No: 2004-27, İstanbul.
- Özdemir, M. (2014). "TOPSIS Yöntemi", *Operasyonel, Yönetmel ve Stratejik Problemlerin Çözümünde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri*, Editörler: Yıldırım B. F. ve Önder E., 133-146, Dora Basım Yayın Dağıtım, Bursa.
- Özgül, Ö. ve Yazgan, H.R. (2006). "Bir İşletme İçin TOPSIS ve AHP Yöntemleri ile ERP Yazılımının Seçimi", *26. Yöneylem Araştırması ve Endüstri Mühendisliği Konferansı*, Kocaeli.
- Parkan, C. ve Wu, M.L. (1998). "Process Selection with Multiple Objective and Subjective Attributes", *Production Planning & Control the Management of Operations*, 9(2), 189-200.
- Parkan, C. ve Wu, M.L. (1999). "Decision-Making and Performance Measurement Models with Applications to Robot Selection", *Computers & Industrial Engineering*, 36(3), 503-523.
- Pi, W.N. ve Low, C. (2006). "Supplier Evaluation and Selection Via Taguchi Loss Functions and an AHP", *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 27, 625-630.
- Prahalad, C.K. ve Hamel, G. (1990). "The Core Competence of the Corporation", *Harvard Business Review*, 68(3), 79-91.
- Rostami B.M. ve Hafizi, A. (2015). "The Effect of Organizational Agility on Manpower's Productivity: Case Study (Esfahan Governorate)", *VISI Journal Akademik*, 2(9), 84-89.
- Sajad, F., Ambika, Z. ve Andrew, O'L. (2017). "Understanding and Development of Supply Chain Agility and Flexibility: A Structured Literature Review", *International Journal of Management Reviews*, 19, 379-407.
- Sanchez, A.M. ve Perez, M. (2005). Supply Chain Flexibility and Firm Performance a Conceptual Model and Empirical Study in the Automotive Industry", *International Journal of Operations & Production Management*, 25(7), 681-700.
- Sawhney, R. (2006). "Interplay Between Uncertainty and Flexibility Across the Valuechain: Towards a Transformation Model of Manufacturing Flexibility", *Journal of Operations Management*, 24, 476-493.
- Shahaei, B. (2008). "Paradigm of Agility, Definitions, Features and Concepts", *Tadbir Publication*, 194, 14-18.
- Sharifi, H. ve Zhang, Z. (1999). "A Methodology for Achieving Agility in Manufacturing Organisations: An Introduction", *International Journal of Production Economics*, 62(1), 7-22.
- Sharifi, H. ve Zhang, Z. (2001). "Agile Manufacturing in Practice-Application of a Methodology", *International Journal of Operations and Production Management*, 21(5-6), 772-794.
- Sharifi, H., Colquhoun, G., Barclay, I. ve Dann, Z. (2001). "Agile Manufacturing: A Management and Operational Framework. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers-Part B. Engineering Manufacture", *Professional Engineering Publishing*, 215(6), 857-869.
- Sherehiy, B., Karwowski, W. ve Layer, J.K. (2007). "A Review of Enterprise Agility: Concepts, Frameworks, and Attributes", *International Journal of Industrial Ergonomics*, 37(5), 445-460.
- Shin, H., Lee, J., Kim, D. ve Rhim, H. (2015). "Strategic Agility of Korean Small and Medium Enterprises and Its Influence on Operational and Firm Performance", *International Journal of Production Economics*, 168, 181-196.
- Sukati, I., Hamid, A.B., Baharun, R., Yusoff, R.M. ve Anuar, M.A. (2012). "The Effect of Organizational Practices on Supply Chain Agility: An Empirical Investigation on Malaysia Manufacturing Industry", *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 40, 274-281.
- Swafford, P.M., Ghosh, S. ve Murthy, N. (2006). "The Antecedents of Supply Chain Agility of a Firm: Scale Development and Model Testing", *Journal of Operations Management*, 24, 170-188.
- Şahin, E., Çemberci, M., Civelek, M.E. ve Uca, N. (2017). "The Role of Agility in the Effect of Trust in Supply Chain on Firm Performance", *Management Studies*, 5, 336-345.
- Teece, D., Pisano, G. ve Shuen, A. (1997). "Dynamic Capabilities and Strategic Management", *Strategic Management Journal*, 18, 509-533.
- Tseng, Y.J. ve Lin, Y.H. (2005). "A Model for Supplier Selection and Tasks Assignment", *Journal of American Academy of Business*, 6(2), 197-207.
- Triantaphyllou, E. (2000). "Multi-Criteria Decision Making Method: A Comparative Study", Springer Science-Business Media, 44 of the Applied Optimization, Dordrecht, 5-21.
- Uğurlu, Ö.Y., Çolakoğlu, E. ve Öztosun, E. (2019). "Stratejik Çevikliğin Firma Performansına Etkisi: Üretim İşletmelerinde Bir Araştırma", *İş ve İnsan Dergisi*, 6(1), 93-106.
- Vickery, S., Calantone, R. ve Droge, C. (1999). "Supply Chain Flexibility: An Empirical Study", *The Journal of Supply Chain Management: A Global Review of Purchasing and Supply Copyright*, 35(3), 16-24.
- Volberda, H.W. (1996). "Toward the Flexible Form: How to Remain Vital in Hypercompetitive Environments", *Organization Science*, 7(4), 359-374.

- Wadhwa, S., Saxena, A. ve Chan, F.T.S. (2008). "Framework for Flexibility in Dynamic Supply Chain Management", *International Journal of Production Research*, 46(6), 1373-1404.
- Weber, C.A. (1991). "A Decision Support System Using Multi-Criteria Techniques for Vendor Selection", Doktora Tezi, Ohio State University, Ohio.
- Winkler, H. (2009). "How to Improve Supply Chain Flexibility Using Strategic Supply Chain Networks", *Logistics Research*, 1(1), 15-25.
- Womack, J.P., Jones, D.T. ve Roos, D. (1993). "Dünyayı Değiştiren Makine", Otomotiv Sanayi Derneği, 3. Baskı, İstanbul.
- Xu, Q., Zhang, Y.B., Zhang, J. ve Lv., X.G. (2015). "Improved TOPSIS Model and Its Application in the Evaluation of NCAA Basketball Coaches", *Modern Applied Science*, 9(2), 259-268.
- Yılmaz, G. (2003). "Geleneksel Üretimden Esnek Üretime: Karşılaştırmalı Bir İnceleme", *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5(4).
- Yoon, K. (1987). "A Reconciliation Among Discrete Compromise Situations", *Journal of Operational Research Society*, 38, 277-286.
- Yurdakul, M. ve İç, Y.T. (2005). "Development of a Performance Measurement Model for Manufacturing Companies Using the AHP and TOPSIS Approaches", *International Journal of Production Research*, 43(21), 4609-4641.
- Yusuf, Y.Y., Sarhadi, M. ve Gunasekaran, A. (1999). Agile Manufacturing: The Drivers, Concepts and Attributes, *International Journal of Production Economics*, 62, 1-2, 33-43.
- Zain, M., Rose, R.C., Abdullah, I. ve Masrom, M. (2005). "The Relationship Between Information Technology Acceptance and Organizational Agility in Malaysia", *Information & Management*, 42, 829-839.
- Zaheer, A. ve Zaheer, S. (1997). "Catching the Wave: Alertness, Responsiveness, and the Market Influence in Global Electronic Networks", *Management Science*, 43(11), 1493-1509.
- Zarkashan, F. (2013). "Investigating the Relationship between Organizational Agility and Employee's Performance According to a Variety of Organizational Culture in Executive Organizations of Qazvin City", MA Thesis, Department of Public Administration, Qazvin Branch, Islamic Azad University, Qazvin, Iran.
- Zeleny, A. (1982). "Multiple Criteria Decision Making", McGraw-Hill, New York.
- Zhang, Z. ve Sharifi, H. (2000). "A Methodology for Achieving Agility in Manufacturing Organisations", *International Journal of Operations and Production Management*, 20(4), 496-513.
- Zhang, D.Z. (2011). "Towards Theory Building in Agile Manufacturing Strategies-Case Studies of an Agility Taxonomy", *International Journal of Production Economics*, 131(1), 303-312.

TÜRKİYE'DE ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİNE BİR BAKIŞ: GEÇMİŞİ, BUGÜNÜ VE GELECEĞİ

İhsan SABUNCUOĞLU¹, Berna DENGİZ²

ÖZET

Amaç: Bu yazıda mevcut verilere dayalı olarak Endüstri Mühendisliği (EM)'nin Türkiye'deki tarihsel gelişimi, bugünkü durumu ve geleceğiyle ilgili bir değerlendirme yapmak, gelecekte yapılacak farklı değerlendirme çalışmaları için bir temel oluşturmak amaçlanmıştır.

Yöntem: Literatür taraması yapılmış, mevcut istatistiklerin değerlendirilerek yazarların alanla ilgili deneyim ve bilgi birikimine dayalı öneriler geliştirilmiştir.

Bulgular: Bu yazıda "EM'nin Türkiye'de en çok tercih edilen ve geniş bir yelpazede uygulama alanı bulan meslekler" arasında olduğu istatistiklere dayalı olarak ortaya konmuştur. Günümüzde yaşanan hızlı değişime uygun olarak EM'nin bu konunun sürdürülebilirliğinin nasıl sağlanacağı incelenmiştir. İyileştirmeye açık alanlara, örneğin; Üniversite-Sanayi işbirliği, EM'nin dijitalleşme alanında yerini alması, Z-kuşağı'nın dikkate alınarak eğitim ve öğretim programlarının yenilenmesi, hizmet sektörüne doğru kayan eğilimin imalat sektörüne döndürülmesi gibi konulara dikkat çekilmiştir. Bunlara ek olarak küresel problemlerin örneğin açlık, sağlık, eğitim, girişimcilik-yenilikçilik (inovasyon), sürdürülebilirlik, barış ve demokrasi, ekonomik kalkınma vb. ayırında olan Endüstri mühendislerinin nasıl yetiştirilebileceği tartışılmıştır.

Özgünlük: Türkiye'de EM'nin tarihsel gelişimi başlangıçtan günümüze dek bu boyutta ilk kez ele alınmış ve bu değerlendirme çalışması hazırlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Endüstri Mühendisliği, Küreselleşme, Dijitalleşme, Endüstri 4.0, Z-Kuşağı.

JEL Kodları: I21, I29.

AN OVERVIEW OF INDUSTRIAL ENGINEERING IN TURKEY: PAST, PRESENT AND FUTURE

ABSTRACT

Purpose: This article aims to both evaluate the current and projected future situation of Industrial Engineering (IE) in Turkey, utilizing the available data, and also form a basis for future studies in related fields.

Methodology: Suggestions have been developed based on the literature review, and evaluation of available statistics as well as the experience and knowledge of the authors.

Findings: This article reveals that "IE is among the professions that are most preferred and have a wide range of application in Turkey". In order to ensure the sustainability of this position of IE, we identify the areas for improvement as; university-industry cooperation, further digitalization, regeneration of the curriculum(s) of IE programs according to the needs of the Z-generation, and reinstating the importance of IE's role by returning the trend from service sector to the manufacturing sector. Furthermore, suggestions are listed for Industrial Engineers to be educated as individuals with high awareness of global problems (hunger, healthcare, education, entrepreneurship-innovation, sustainability, peace and democracy, economic development, etc.).

Originality: This is the first study in Turkey, that explores IE in detail with its historical and current development and progress.

Keywords: Industrial Engineering, Globalization, Digitalization, Industry 4.0, Generation-Z.

JEL Codes: I21, I29.

¹ Prof. Dr., TED Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye, sabun@tedu.edu.tr, ORCID: 0003-0004-7305-7102.

² Prof. Dr., Başkent Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye, bdengiz@baskent.edu.tr, ORCID: 0003-0004-7305-7102 (*Sorumlu Yazar-Corresponding Author*).

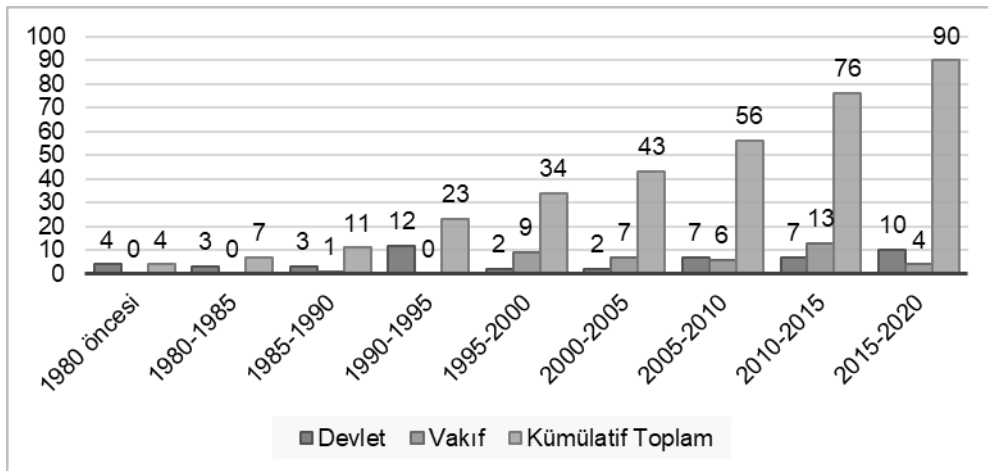
1. ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİNİN TÜRKİYE'DEKİ GELİŞİMİ

Günümüzün popüler mesleklerden biri olan Endüstri Mühendisliği (EM) aslında dünyanın en eski mühendisliklerinden biridir. Birinci dünya savaşından önce ortaya çıkan ilk mühendislik alanları olan inşaat, makine, elektrik ve kimyadan sonra, Sanayi Devrimiyle başlayan değişimle birlikte doğmuş, seri üretim sürecinin doğal sonucu olarak 1900'lü yıllardan beri gelişimini sürdürmüştür. Dünyada ilk EM programı Pennsylvania State ve Syracuse üniversitelerinde 1908 yılında açılmıştır. Ancak Syracuse'de açılan program kısa sürede kapatılmış daha sonra 1925 yılında yeniden açılmıştır (Turner ve diğerleri, 1978: 18-19). EM tarihçesi incelendiğinde, 1920 yılından günümüze dek gelişimini hızla sürdürdüğü görülmektedir.

Ülkemizde EM'nin gelişimine baktığımızda, ilk olarak 1956 yılında Türk Silahlı Kuvvetleri Genel Kurmay Başkanlığı bünyesinde "Harekât Araştırması" şubesi kurulduğu görülmektedir (Kara, 2012). Bu şubede gerçekleştirilen çalışmalar Yöneyem Araştırması (YA)'nın gelişmesini sağlamış ve EM'nin gelişmesine öncülük etmiştir. Bu bağlamda ilki 1961 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ)'nde olmak üzere, bazı üniversitelerimizde "Harekât Araştırması" veya "Faaliyet Araştırmaları" başlıkları altında dersler açılmıştır (Soysal, 1983), (Kara, 2012). YA'nın 1940-1970 yılları arasındaki gelişimi, YA ve EM etkileşimi ile (Turner ve diğerleri, 1978: 2-4) EM günümüzün en çok tercih edilen mesleklerinden biri haline gelmiştir.

Türkiye'de ilk EM programı 1965 yılında Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ) Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü içinde (Ercan ve diğerleri, 2005) ve ilk YA ünitesi ise aynı yıl Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) bünyesinde kurulmuştur (Doğrusöz, 1976, 2009). Bu program 1969 yılında Türkiye'nin ilk EM bölümünün içine alınmıştır. Aynı yıl İTÜ'de Sanayi Mühendisliği adı ile bir bölüm daha açılmıştır. 1980 yılına gelindiğinde, Türkiye'de toplam 20 üniversite olmasına rağmen EM bölüm sayısının 4 olarak sınırlı kaldığı görülmüştür. 1984 yılında, Türkiye'nin ilk vakıf üniversitesi Bilkent kurulmuş ve aynı yıl Mühendislik Fakültesi içinde EM bölümü açılmıştır. 1990 yılında EM bölüm sayısı 12'ye ulaşmış, izleyen yıllarda hızlı bir artış görülmüştür. Bugün aktif olarak eğitim ve öğretim faaliyetini yürüten EM bölümü sayısı 90'dır (Şekil 1). Bu hızlı artışta, 1980 sonrası Türkiye'nin serbest piyasa ekonomisine geçişi ile sağlanan sermaye hareketliliği, ithalat rejiminde serbestleşme ve gümrük birliği vb. değişiklikler ile işletmelerin dünya ölçeğinde rekabete açılmalarının rolünün büyük olduğu düşünülmektedir.

Aynı yıllarda ürün ve hizmet çeşitliliği artmış, kalite, maliyet, esnek üretim teknolojileri gibi alanlarda yatırımlar hızlanmış ve endüstri mühendislerine olan gereksinim artmıştır. Bu artış eğilimi küreselleşmenin doğal bir sonucu olarak, ülke ekonomisindeki büyümeye paralellik göstererek devam etmiştir. Aynı dönemde hizmet sektöründe de (bankacılık ve finans, bilgi teknolojileri, lojistik, sağlık, turizm, ulaşım vb.) ortaya çıkan büyüme EM alanındaki gelişmelerin ivme kazanmasına yol açmıştır. Hizmet sektörünün büyümesine paralel olarak sektör içindeki çeşitlilik artmış ve nitelikli insan gücüne ihtiyaç duyulmuştur (Ercan ve Ercan, 2020). Dolayısıyla 2000'li yıllarda çok sayıda endüstri mühendisi, başta bankacılık, finans ve bilgi teknolojileri olmak üzere hizmet sektöründe istihdam olanağı bulmuştur. Bu yıllarda artan rekabet, belirsizlik ve 2008-2012 küresel ekonomik krizinin etkisi, iş gücü piyasasında esnek ve bütünsel sistem bakış açısına sahip, disiplinlerarası çalışabilen endüstri mühendislerine olan talebi artırmıştır.



Şekil 1. Yıllara göre kurulan EM bölüm sayıları

Yükseköğretim Kurulu (YÖK) verilerine göre (2021) ülkemizde toplam EM bölüm sayısı yıllar içinde artarak 138'e ulaşmıştır. Bunların 90'ı aktif eğitim öğretim faaliyetini sürdürmektedir. "Endüstri Mühendisliği", "İşletme Mühendisliği", "Sanayi Mühendisliği", "Sistem Mühendisliği", "Endüstri ve Sistem Mühendisliği" gibi farklı isimler altında açılmış bulunan bu bölümlerde eğitim ve öğretim faaliyetleri yürütülmekte ve günümüz toplumunun ihtiyacı olan endüstri mühendisleri yetiştirilmektedir.

Bu gelişim süreci içinde EM örgütsel gelişimini de hızlandırmış, akademik ve iş dünyasının katılımıyla YA ile olan organik bağı güçlendirmiştir. Bu gelişmelere paralel olarak, EM’nin ulusal akademik etkinlikleri arasında çok önemli bir yeri olan, Yöneylem Araştırması/Endüstri Mühendisliği “YA/EM” Kongrelerinin ilki “Ulusal YA Kongresi” adıyla 1975 yılında Boğaziçi Üniversitesi’nde düzenlenmiştir (Kara, 2012). Bugüne kadar gerçekleştirilen toplam 40 Ulusal YA/EM kongresi üniversite, kamu, sanayi ve uygulayıcıları bir araya getirmiş, böylece büyük etkileşim ve sinerji yaratmıştır.

EM’nin gelişiminde diğer önemli bir etken de bu alanda yayımlanan ulusal dergilerdir. EM ile ilgili ilk dergi İTÜ Sanayi Mühendisliği Bölümünce 1982 yılında “Sanayi Mühendisliği” adıyla çıkan ve 1984 yılında değişen adıyla “Sanayi/Endüstri Mühendisliği” olarak yayıma devam eden dergidir. 1975 yılında kurulan Yöneylem Araştırması Derneği tarafından, 1980’den itibaren yayınlanan “Yöneylem Araştırması” dergisi de 1993 yılından itibaren “Yöneylem Araştırması Dergisi” adıyla yayın hayatına devam ederek (Ercan ve diğerleri, 2005) ülkemizde hem YA’nın hem de EM’nin gelişmesinde önemli rol oynamıştır.

2. AKADEMİK GELİŞİM VE ÖĞRENCİ PROFİLİ

2.1. Endüstri Mühendisliği Bölümleri ve Programları: Lisans ve Lisansüstü

Türkiye’de 2020 yılı itibarıyla 129’u devlet, 74’ü vakıf üniversitesi olmak üzere toplam 203 üniversite bulunmaktadır. YÖK tarafından oluşturulan (2020) Yükseköğretim Bilgi Yönetim Sistemi (YBYS) verilerine göre, 86’sı devlet, 53’ü vakıf olmak üzere 138 üniversitede EM bölümü vardır. Bu bölümlerde 112 lisans, 57 yüksek lisans, 36 doktora programı bulunmaktadır. Bu programlar eğitim-öğretim dilleri bakımından %100 Türkçe, %100 İngilizce ve %30 İngilizce olmak üzere farklılık göstermektedir. Bazı üniversitelerde %100 Türkçe ve %100 İngilizce olan iki farklı program ile eğitim öğretim faaliyetleri sürdürülmektedir. Ayrıca iki üniversitede, biri Almanca diğeri Fransızca olmak üzere iki EM programı da vardır.

Dünyada olduğu gibi ülkemizde de mühendislik programları, özellikle son 20 yıldır akreditasyona önem vermektedir. Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği programı 2006 yılında Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET) tarafından akredite edilen ilk EM programıdır. Günümüzde mühendislik programlarının akreditasyonunu, ulusal bir kuruluş olan Mühendislik Eğitim Programları Değerlendirme ve Akreditasyon Derneği (MÜDEK) de yapmaktadır. MÜDEK, YÖK tarafından 2007 yılında mühendislik programlarını akredite eden ulusal bir kuruluş olarak kabul edilmiştir. MÜDEK tarafından akreditasyon verilen lisans programları listesinde (2007) yer aldığı üzere Gazi Üniversitesi EM programı 2004 yılında MÜDEK tarafından akredite edilen ilk EM programıdır. Günümüzde 16’sı devlet, 18’i vakıf üniversitelerinde olmak üzere toplam 34 EM programı MÜDEK akreditasyonu ve EUR-ACE etiketine sahiptir. EUR-ACE, Avrupa’da mühendislik programlarının standartlarının yüksek kalitede sağlandığını gösteren bir akreditasyon sistemidir.

Endüstri mühendisliği öğrencileri ERASMUS Programı kapsamında, Avrupa’da ve anlaşmalara bağlı olarak dünyada çeşitli üniversitelerde, Mevlâna ve Farabi değişim programları ile yurtiçinde veya yurtdışındaki üniversitelerde bir veya iki dönem eğitim ve öğretimlerine devam edebilmektedirler. Yurtdışından gelen öğrenciler ise bu programlar kapsamında bir veya iki dönem EM programlarından eğitim ve öğretim alabilmektedirler.

EM bölümü olan devlet ve vakıf üniversitelerinin illere göre dağılımı Şekil 2’de verilmektedir. Harita incelendiğinde EM bölümlerinin en çok İstanbul, Ankara ve İzmir’de yoğunlaştığı görülmektedir. Bu durum Türkiye ekonomisinin il bazındaki dağılımı ile paralellik göstermektedir.



Şekil 2. Endüstri mühendisliği bölümlerinin il bazında dağılımı

2.2. Öğrenciler

2019-20 Akademik yılında Türk Yükseköğretim Sistemine kayıtlı toplam 4,5 milyonu aşkın öğrenci vardır. Bunların %91'i devlet, %9'u ise vakıf üniversitelerindedir. EM'nin toplam içindeki payı %0,69'dur. Ayrıca 952'si doktora olmak üzere, EM lisansüstü programlarında kayıtlı 3516 öğrenci vardır.

Her yıl Türkiye Cumhuriyeti Ölçme, Seçme ve Yerleştirme Merkezine (ÖSYM) yaklaşık 2,5 milyon öğrenci başvurmaktadır. Bu verilere göre, 2019-20 akademik yılında başvuran öğrencilerin %16,2'si lisans programlarına yerleşmiştir. EM programlarına giren öğrenci sayısı ise 6400 üzerindedir. Öğrenciler arasındaki kadın-erkek dağılımında lisans düzeyindeki öğrenci sayılarının birbirine çok yakın olduğu, bu dağılımın yüksek lisansta kadın yönünde, doktora düzeyinde ise erkek yönünde arttığı görülmektedir. YÖK Atlası'na göre (2020) bir önceki yıla göre lisans öğrenci sayılarında artış, yüksek lisansta azalış ve doktora da olsa bir artış eğilimi gözlenmektedir (Tablo 1).

Tablo 1. Endüstri mühendisliği bölümlerindeki toplam öğrenci sayıları

Akademik Yıl	Lisans			Yüksek Lisans			Doktora		
	E	K	T	E	K	T	E	K	T
2019-20	15746	15356	31102	1162	1402	2564	503	449	952
2018-19	14863	15026	29889	1718	1616	3334	535	405	940
2017-18	13938	14469	28407	2178	1780	3958	583	404	987
2016-17	12745	13535	26280	2375	1866	4241	605	386	991
2015-16	11432	12836	24268	2086	1708	3794	576	370	946

E: Erkek, K: Kadın, T: Toplam

YÖK Atlasında (2020) en başarılı öğrencilerin genel tercih eğilimlerine bakıldığında, tıp ve dış hekimliğinden sonra, en çok tercih edilen mühendislik programları arasında endüstri mühendisliği programının 3.sırada olduğu görülmektedir (Tablo 2).

Tablo 2. İlk 20 bin başarı sıralamasında yer alan öğrencilerin tercih ettiği bölümlere göre dağılım

Bölüm Adı	İlk 20 Bin	%
Tıp	13384	66,92
Dış Hekimliği	964	4,82
Bilgisayar Mühendisliği	786	3,93
Elektrik Elektronik Mühendisliği	649	3,25
Endüstri Mühendisliği	525	2,63
Makine Mühendisliği	562	2,81
Moleküler Biyoloji ve Genetik	91	0,46
Uçak Mühendisliği	78	0,39
Kimya Mühendisliği	76	0,38
İnşaat Mühendisliği	72	0,36
Diğer (Fizik, Matematik, Yapay Zekâ, Pilotaj, Havacılık ve Uzay, Mimarlık, Kontrol ve Otomasyon)	2813	14,07

2.3. Öğretim Elemanları

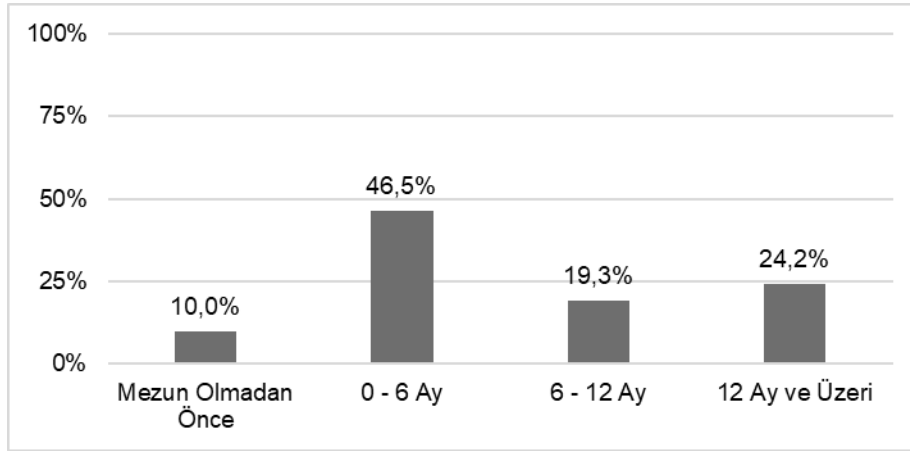
YÖK tarafından oluşturulan (2020) YBYS verilerine göre, Türkiye'de EM Bölümlerinde 230 profesör, 153 doçent, 459 Dr. öğretim üyesi, 32 öğretim görevlisi ile toplam 874 öğretim elemanı ve 363 araştırma görevlisi çalışmaktadır (Tablo 3). Toplamda 90 aktif EM bölümü dikkate alındığında, bir bölümde ortalama 9,7 öğretim üyesi çalışmaktadır. Öğretim üyesi başına düşen öğrenci sayısı ise 35,6'dır. Bu rakam National Center for Educational Statistics tarafından (2020) ortalama değer olarak 18:1 olarak rapor edilmiştir. Önümüzdeki yıllarda EM'ye olan talebin artacağı düşünüldüğünde, Türk Yükseköğretim Sisteminde öğretim üyesi yetiştirilerek, arz-talep dengesini karşılayacak bir planlama yapılması gerekmektedir.

Tablo 3. Endüstri mühendisliği bölümlerinde 2019-2020 öğretim elemanı sayıları

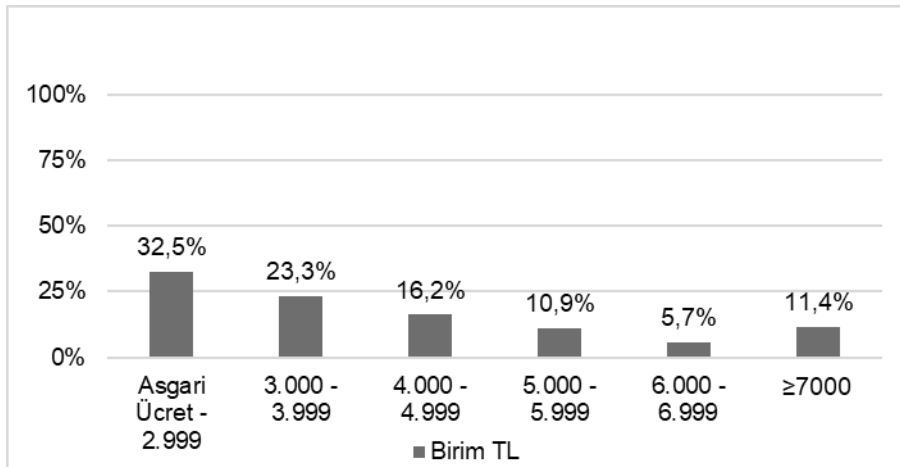
Tür	Profesör			Doçent			Dr. Öğr. Üyesi			Öğr. Gör.			Arş. Gör.		
	E	K	T	E	K	T	E	K	T	E	K	T	E	K	T
Devlet	98	48	146	67	37	104	154	106	260	9	8	17	113	160	273
Vakıf	64	20	84	31	18	49	120	79	199	8	7	15	26	64	90
Toplam	162	68	230	98	55	153	274	185	459	17	15	32	139	224	363

3. İŞ VE KARIYER OLANAKLARI

2019-20 Akademik yılında Türkiye'deki toplam örgün öğretim lisans mezunlarının sayısı YÖK Atlas'a (2020) göre 307608'dir. Bu sayının %1,66'sı EM lisans mezunlarıdır. Cumhurbaşkanlığı İnsan Kaynakları Ofisi tarafından hazırlanan Üni-Veri (2019) verilerine göre, son yıllardaki istihdam verilerine göre, Türkiye'de endüstri mühendislerinin %10'u mezun olmadan önce, %65,8'i ise ilk bir yıl içinde iş bulabilmektedir (Şekil 3). Kariyer ve Yetenek Yönetimi Derneği verilerine göre, mezuniyetlerinin ardından ilk 6 ay içinde iş bulanların oranı %34 iken, endüstri mühendislerinde bu oran %39,14 ile Türkiye ortalamasının oldukça üzerindedir.

**Şekil 3. Endüstri mühendislerinin iş bulma süresi**

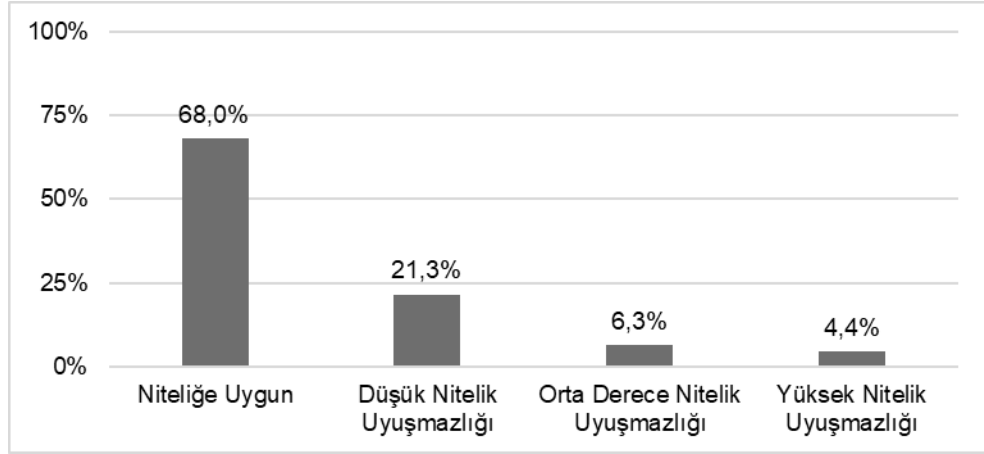
Cumhurbaşkanlığı İnsan Kaynakları Ofisi tarafından hazırlanan Üni-Veri (2019) verilerine göre, EM mezunlarının işe başlangıç ücretlerinin dağılımı Şekil 4'te verilmiştir. Bu şekilden asgari ücretin üzerinde bir ücretle işe başlayan endüstri mühendislerinin oranının %67,5 olduğu, toplam içinde %30'a yakın bir kesimin ise oldukça yüksek bir ücretle işe başladığı görülmektedir.

**Şekil 4. Endüstri mühendislerinin başlangıç ücreti dağılımı**

International Labour Office (2018) verilerine göre, beceri uyumsuzluğu ve nitelik uyumsuzluğunun işsizlik probleminin önemli etkenleri arasında olduğu bilinmektedir. İşverenin beklentisi ile mezunların sahip oldukları özellikler arasındaki "beceri uyumsuzluğu (skills mismatch)" dünyanın gündemindeki önemli konulardan biridir. Özellikle son yıllarda hızla artan genç işsizliği küresel bir problem haline gelmiştir. Ancak,

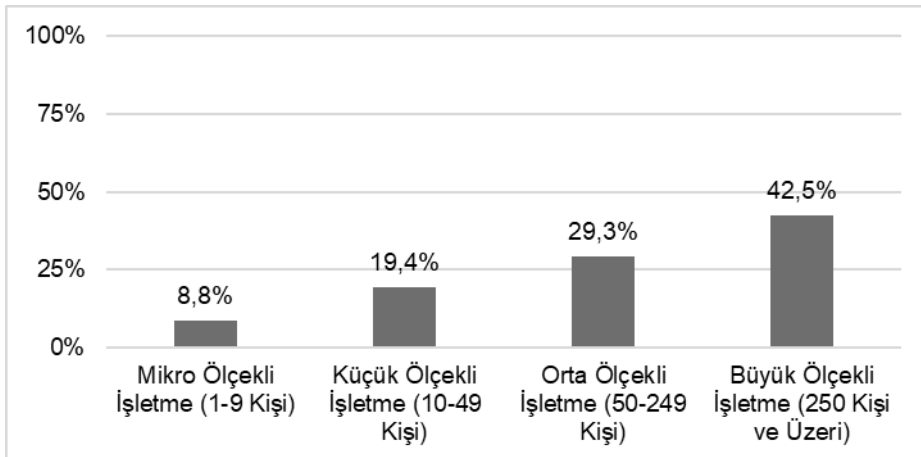
beceri uyumsuzluğu kolay hesaplanabilir bir ölçüt değildir. Nitelik uyumsuzluğu, çalışılan işlerin eğitim düzeylerine göre daha düşük ya da daha yüksek nitelik gerektirdiği durumlarda ortaya çıkmaktadır. The Bureau of Labor Statistics tarafından yayınlanan Employment Projections (2020) ve Cumhurbaşkanlığı İnsan Kaynakları Ofisi tarafından açıklanan ÜniVeri Yöntem (2020)'de nitelik uyumsuzluğu göstergesi, eğitim ve istihdam bilgilerine dayanmakta olup, Uluslararası Çalışma Örgütü'nün (ILO) standart meslek (ISCO) ve beceri setleri sınıflandırması ile hesaplanmaktadır.

Cumhurbaşkanlığı İnsan Kaynakları Ofisi tarafından hazırlanan Üni-Veri (2019) verilerine göre hazırlanan Şekil 5 endüstri mühendisleri için nitelik uyumsuzluğu ile ilgili verileri göstermektedir. Endüstri mühendisleri şanslı bir grup içinde olup, nitelik uyumsuzluğunun en düşük düzeyde yaşandığı mesleklerden biridir. Ülkemizde endüstri mühendisleri %68 gibi yüksek bir oranla yetenek uyumsuzluğu yaşamamaktadır. Bu da eğitim standardının oldukça iyi bir düzeyde sağlandığını göstermektedir. Öte yandan, endüstri mühendisleri mesleki formasyonları gereği, kazanılmış sosyal becerileriyle 21. yüzyıl yetkinliklerinin birçoğuna sahip oldukları için şirketlerin, kamu ve sivil toplum kuruluşlarının en çok tercih ettiği mesleklerden biridir.



Şekil 5. Endüstri mühendislerinin nitelik uyumsuzluğu

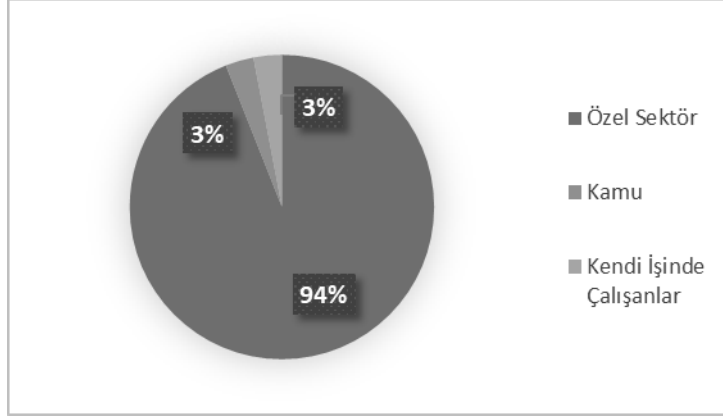
Cumhurbaşkanlığı İnsan Kaynakları Ofisi tarafından hazırlanan Üni-Veri (2019) verilerine göre, Endüstri mühendislerinin firma ölçeğine göre hangi tür işletmelerde çalıştıkları ile ilgili dağılıma göre (Şekil 6), %8,8'i mikro ölçekli işletmelerde, %48,7'si KOBİ'lerde, %42,5'i büyük işletmelerde çalışmaktadır. Bu tablo; ülkemizin gelişmiş ya da gelişimini sürdüren büyük ölçekli işletmelerinin, endüstri mühendisi çalıştırmanın sağlayacağı katma değer farkında olduğunu ve dolayısıyla bu firmaların gelişiminde endüstri mühendislerinin etkisinin büyük olduğu sonucunu göstermektedir.



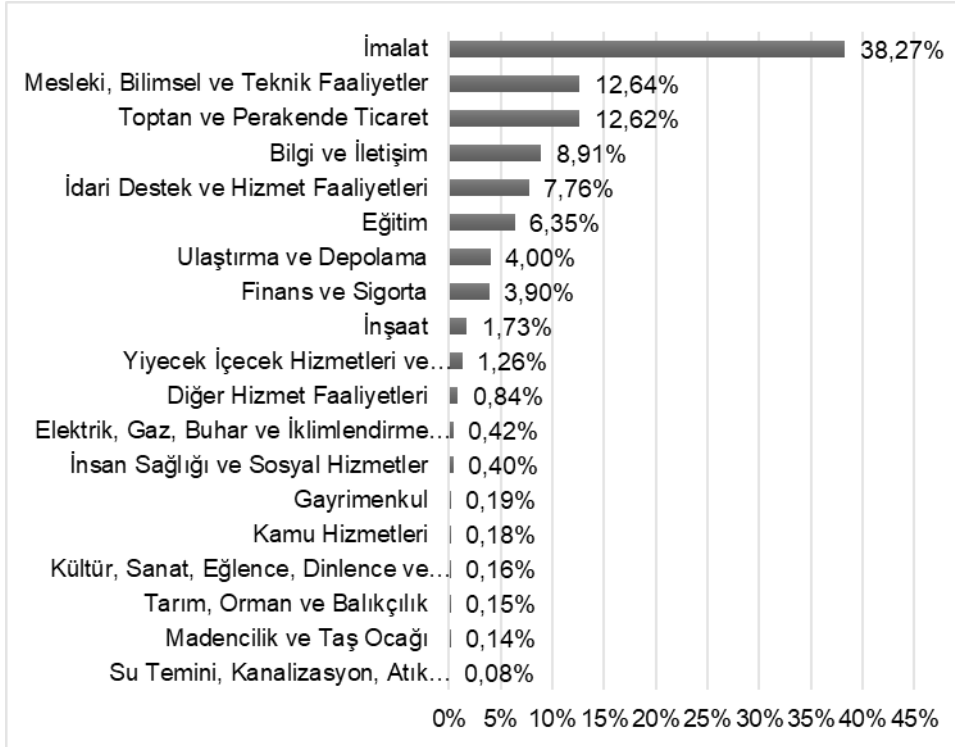
Şekil 6. Endüstri mühendislerinin işletme ölçeğine göre istihdam edilebilirlikleri

Cumhurbaşkanlığı İnsan Kaynakları Ofisi tarafından hazırlanan Üni-Veri (2019) verileri incelendiğinde, özel sektör, kamu ve kendi işinde çalışanlara göre yapılan bir sınıflandırmada, endüstri mühendislerinin %94'ünün özel sektörde, geri kalanın ise eşit oranla kamuda veya girişimci olarak kendi işinde çalışmakta olduğunu görmekteyiz (Şekil 7). Yine Üni-Veri (2019)'da işletmelerin sektör bazlı dağılımı

dikkate alınarak yapılan bir diğer değerlendirmeye göre, endüstri mühendislerinin %38’i imalat sektöründe, %59’u hizmet sektöründe, geri kalanı ise inşaat, tarım-orman-balıkçılık, madencilik, su-kanalizasyon-atık yönetimi gibi sektörlerde çalışmaktadır (Şekil 8). Endüstri mühendislerinin hizmet sektöründe daha fazla istihdam edilmeleri, esnek mesleki formasyonları nedeniyle tercih edilmelerine bağlıdır denebilir.



Şekil 7. Endüstri mühendislerinin özel-kamu-kendi işine göre istihdam dağılımı



Şekil 8. Endüstri mühendislerinin sektör ve alt sektörler bazında istihdam dağılımı

4. ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİNİN GELECEĞİ

Pilita Clark (2020) Financial Times’taki yazısında, dijitalleşmeye bağlı olarak büyük bir değişimin yaşandığı dünyamızda, Covid-19’un da etkisiyle, gelecekte tüm sektörlerde yeni iş alanlarına olan talebin artacağını belirtmektedir. Bu işler arasında; The Bureau of Labor Statistics tarafından yayınlanan Employment Projections (2020), YÖK tarafından hazırlanan Geleceğin Meslekleri Çalışmaları (2019) kapsamında belirtilen veri analizi ve araştırması, yapay zekâ ve makine öğrenmesi, büyük veri analizi, dijital pazarlama ve strateji geliştirme, süreç geliştirme, iş geliştirme, dijital dönüşüm gibi işler bulunmaktadır. Değişmekte olan bu iş kompozisyonunda bazı mesleklerin öne çıkacağını ve bunlardan birinin EM olduğunu söyleyebiliriz. Endüstri mühendislerinin insan odaklı, bütünsel sistem bakış açısına ve esnek mesleki formasyona sahip olması; bu süreçte yukarıda belirtilen yeni iş alanlarında önemli roller oynayacağını düşündürmektedir. Ayrıca, derin eniyileme bilgisi ve analiz yeteneği, günümüzde giderek

karmaşık hale gelen sistemlerin ve büyük verinin modellenmesinde ve çözümünde onlara büyük avantaj yaratacaktır. İçinde bulunduğumuz konjonktürde, önümüze çıkan bu fırsatlardan yararlanabilmemiz için atılması gereken adımlar ve bu adımlarla ilgili strateji ve politika önerileri aşağıda verilmektedir:

Üniversite-sanayi iş birliği: Uzun yıllardır tartışılmasına rağmen bir türlü istenilen düzeye gelemeyen üniversite-sanayi iş birliği gerçek anlamda hayata geçirilmelidir. Yükseköğretimde gerekli yapısal reformların yapılmaması nedeniyle eğitim ve araştırma faaliyetleri birbirinden ve hayattan kopuk bir şekilde yürütülmektedir. Özellikle, öğretim üyelerinin üzerindeki yayın baskısı, işletmelerin günlük meselelere ağırlık vererek Ar-Ge'ye yeterli zaman ve bütçe ayırmamaları, üniversite-sanayi iş birliğinin istenen düzeye ulaşmasını engellemektedir. Her iki kesimin farklı beklenti ve bakış açıları nedeniyle, ülkemizde son yıllarda kurulan çok sayıda teknopark ve teknoloji transfer ofisleri de yeterli düzeyde iş birliği geliştirilmesine katkı sağlayamamıştır. Diğer bir gözlem ise mevcut Ar-Ge projelerinin içinde EM'nin payının çok düşük olmasıdır. Bunun temel nedenlerinden birisi ülkemizde Ar-Ge'nin daha çok ürün odaklı algılanmasıdır. Üretim süreçleriyle ilgili Ar-Ge çalışmaları yeterli düzeye ulaşamamıştır. Dolayısıyla, endüstri mühendislerinin bu tür Ar-Ge faaliyetleri içinde yer alma şansı azalmaktadır. Mevcut iş birlikleri, çoğunlukla son sınıf öğrencilerinin bitirme projeleri kapsamında yapılan uygulama çalışmalarıyla sınırlı kalmaktadır. Sanayi ve üniversitenin karşılıklı birbirlerinden yararlanma kültürünün EM'de de gelişmesi için "süreç tasarımı" ve "süreç iyileştirme" konularında Ar-Ge farkındalığının yaratılması gereklidir. Ürün tasarımlarında, özellikle sürdürülebilirliğin sağlanması ve karbon ayak izinin azaltılması için, üretilebilirlik ve geri dönüşümün birlikte ele alınması dünyanın küresel boyutta önem verdiği öncelikli konulardan biri haline gelmiştir. Bu bağlamda, yakın gelecekte endüstri mühendislerine Ar-Ge ve Ür-Ge çalışmalarında yeni fırsatlar çıkabilecektir.

Dijitalleşme: Bilginin çok fazla üretildiği, tüketildiği ve teknolojinin hızla değiştiği bir dönem içindeyiz. 21. yüzyıl 'bilgi ve teknoloji çağı' olarak adlandırılırken, bu dönemde bir de Endüstri 4.0 devrimini yaşıyoruz. Dijital teknolojilerin sağladığı olanaklar dünyayı küresel anlamda farklı yerlere taşımaktadır. Endüstri mühendisleri bu gerçeğin dışında kalabilir mi? Öte yandan, Covid-19 salgını dijitalleşme sürecini hızlandırmıştır. Endüstri mühendislerinin bu sanal dünyada ortamında yerlerini almaları kaçınılmazdır. Bu kapsamda, EM programlarının güncellenmesi ve yeni tür laboratuvarların (dijital ikizler, artırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik, Endüstri 4.0, simülasyon vb.) kurulması ve öğretimde kullanılması gereklidir. Mevcut iş modelleri dijital dönüşüme uygun bir şekilde yeniden tasarlanırken yeni iş modelleri doğabilecek ve bu süreçte endüstri mühendislerine olan gereksinim artacaktır.

Z-Kuşağı: EM doğal yapısı gereği odağında insan olan sistemleri tasarlayıp kuran ve yöneten tercih edilebilir mesleklerden biridir. Bu durumunu sürdürülebilir kılmak için Z-kuşağını ve beklentilerini daha iyi anlamak zorundadır. Kuşaklar değiştikçe eğitim ve öğretim programlarının yenilenmesi kaçınılmaz bir gereksinimdir. Girişimcilik, kültürel farkındalık, küreselleşme, toplumsal değerlere ve çevreye duyarlılık Z-kuşağının öne çıkan özellikleri arasındadır. Aynı zamanda, toplumun bu kuşaktan beklentisi ve bu kuşağın yetkinliklerinin değişimi dikkate alınmalıdır. Diğer bir deyişle, Z-kuşağının güçlü ve zayıf özellikleri ortaya konarak, EM'nin eğitim ve öğretim programlarının yeniden tasarlanması önem kazanmaktadır. Bu bağlamda yeni dersler tasarlanmalı, aktif öğrenmeye dayalı öğretim metodolojileri geliştirilmeli, ölçme ve değerlendirme sistemleri güncellenmelidir. Dolayısıyla öğrenme çıktıları ve program çıktıları da yeniden tanımlanmalıdır. Böylece EM lisans üstü programlarının ve doktora sonrası araştırmalarının toplum ve bilime olan katkısı artırılabilir.

Üretime geri dönüş: Covid-19 salgını, yerli üretimin ve kendi kendine yetebilmenin bir ülkenin ekonomisinde ne kadar önemli olduğunu gözler önüne sermiştir. Önümüzdeki yıllarda imalat sektörünün ülke ekonomisi içindeki payının artması beklenmektedir. Günümüzde hizmet sektörüne kaymış olan eğilimin bir kısmının üretim sektörüne geri döneceği düşünüldüğünde, yukarıda sözü edilen öğretim programlarının yenilenmesinde, bu durumun da dikkate alınması uygun olacaktır. EM programlarının, dijital ortamlarda ürün ve süreç tasarımı konularında yeni derslerle desteklenmesi endüstri mühendislerinin imalat sektöründeki rolünü güçlendirebilecektir.

Girişimcilik ve inovasyon: EM programlarında, gelişmeye açık alanlardan biri olarak, girişimcilik ruhu ve yenilikçilik (inovasyon) kültürü daha fazla ve daha etkin bir şekilde kazandırılmalıdır. Böylece, yaratıcı fikirlerini değeri çok yüksek start-up (unicorn) şirketlere dönüştürebilecek mezunlar yetiştirebiliriz. Bu nedenle, kritik düşünme, eleştirel düşünme ve yaratıcı düşünme yetkinliklerini sistematik bir şekilde EM programlarına serpiştirmeliyiz. Bu kapsamda, disiplinler arası ve ekip çalışmasıyla yürütülebilecek "yıkıcı yenilik (disruptive innovation)" projelerine de yer vermelidir.

Küresel sorunlar: Endüstri mühendisleri uzun bir zamandır dünyanın yaşadığı ve çözüm beklediği küresel problemlerden uzaklaşarak, işletmelerin kar eniyilemesine dayalı mikro ölçekli problemlere daha çok yönelmişlerdir. Birleşmiş Milletlerin "Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri" doğrultusunda tüm dünya ülkelerinin birlikte ve disiplinler arası bakış açısıyla çözmeye çalıştığı küresel problemlere; örneğin açlık, sağlık, eğitim, yenilikçilik (inovasyon), sürdürülebilirlik, barış ve demokrasi, ekonomik kalkınma vb.

konulardan uzak kalmışlardır. EM programlarında gerekli düzenlemeler yapılarak, dünyanın bu küresel sorunlarının ayırında olan, analiz ve çözüm yöntemleri geliştirebilecek ve topluma olan katkısı sağlayacak mezunlar yetiştirmek gelecekteki ana amaçlar arasında olmalıdır. Böylece, endüstri mühendislerinin kamuda ve sivil toplum kuruluşlarında daha geniş iş olanakları bulması mümkün olabilecektir.

5. SONUÇ

Bu yazıda EM'nin Türkiye'de ortaya çıkışından günümüze kadar uzanan gelişimi, mevcut durumu ve geleceği değerlendirilmiştir. Bugün EM, Türkiye'de en çok tercih edilen meslekler arasındadır. Bu durumun sürdürülebilirliğini artırarak sağlamak için üzerinde çalışılması gereken iyileştirmeye açık alanlar da yine bu çalışmada paylaşılmıştır.

Öncelikle, günümüzde yaşanan değişim ve dönüşüm sürecinin iyi okunarak, iyi analiz edilmesi gerekmektedir. Bu çerçevede, toplumun her kesiminden paydaşlarla (öğrenci, veli, mezun, akademi, iş /sanayi dünyası/ kamu/sivil toplum kuruluş temsilcileri vb.) birlikte, EM'nin başta eğitim öğretim olmak üzere araştırma ve topluma katkı görevleri (misyonları) gözden geçirilerek, çağın gereksinimlerine uygun strateji ve politikaların geliştirilmesi ve uygulanması kaçınılmaz hale gelmiştir.

Bu yazıda EM ile ilgili yapılan tespitler, değerlendirmeler ve öneriler ihtiyaç duyulan strateji ve politikaların geliştirilmesine yol gösterici olacaktır. İçinde bulunduğumuz ortamda önümüze çıkan ve bu yazıda vurgulanan bu tarihi fırsatlardan yararlanabilmek için atılması gereken adımların hızla atılması gerektiğinin altını bir kez daha çizmek isteriz.

Teşekkür: Bu yazının hazırlanması, verilerin toplanması ve değerlendirmesi sürecinde önemli katkılarından dolayı Abdullah Gül Üniversitesi Öğretim Görevlisi Volkan Özden'e teşekkür ederiz. Ayrıca, Prof. Dr. Sinan Kayalığıl'e bu yazının ilk taslağına vermiş olduğu değerli geribildirimler için teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

- Clark, P. (2020). "The New In-Demand Jobs: Delivery Drivers and Tax Specialists", *Financial Times*, <https://www.ft.com/content/6bd2feb3-39af-4f6e-9875-c9be0bdd0474>, (Erişim Tarihi: 29.08.2021).
- Cumhurbaşkanlığı İnsan Kaynakları Ofisi (2021). "ÜniVeri Yöntem", <https://www.cbiko.gov.tr/cms-uploads/2020/08/yontemPdf2020.pdf>, (Erişim Tarihi: 29.08.2021).
- Cumhurbaşkanlığı İnsan Kaynakları Ofisi (2021). "ÜniVeri", <https://www.cbiko.gov.tr/projeler/uni-veri?process=sectionProfile§ionProfile=221&variables=3>, (Erişim tarihi: 29.08.2021).
- Doğrusöz, H. (1976). "Türkiye'de Yöneylem Araştırması", *Yöneylem Araştırması Bildiriler* 75, Gebze.
- Doğrusöz, H. (2009). "Yöneylem Araştırması Serüvenim", Yöneylem Araştırması Derneği, Ankara.
- Ercan, N.Y. ve Ercan, H. (2020). "Brief Milestones In Turkey's Planned Development Era: 1960-2010", Yayınlanmamış Rapor, Orta Doğu Teknik Üniversitesi İktisat Bölümü.
- Ercan, S., Can Metin, B. ve Düzdar, İ. (2005). "Endüstri Mühendisliğine Güncel Bir Bakış", *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 4 (7 Bahar-1), 1-18.
- International Labour Office (2021). "ICLS/20/2018/Room document 15", https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---stat/documents/publication/wcms_644595.pdf, (Erişim Tarihi: 29.08.2021).
- Kara, İ. (2012). "Yöneylem Araştırması ve Endüstri Mühendisliği (YA/EM) Ulusal Kongreleri: Gözlemler, Öneriler", *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, Nisan-Mayıs-Haziran Sayısı, 42-50.
- MÜDEK Akreditasyon Kurulu (2021). "MÜDEK Tarafından Akreditasyon Verilen Lisans Programları", <http://www.mudek.org.tr/tr/akredit/akredite2007.shtm>, (Erişim Tarihi: 29.08.2021).
- National Center for Educational Statistics (2021). "What is a Good Student-to-Faculty Ratio for U.S. Colleges?", <https://www.bestvalueschools.com/faq/what-is-a-good-student-to-faculty-ratio-for-u-s-colleges/> (Erişim Tarihi: 29.08.2021).
- Soysal, A. (1983). "Yöneylem Araştırması Alanında Türkiye'deki Durum, Gelişme Yön ve Olanakları", *Yöneylem Araştırması Dergisi*, 2(2), 56-67.
- The Bureau of Labor Statistics (2021). "Employment Projections", <https://www.bls.gov/emp/>, (Erişim Tarihi: 29.08.2021).
- Turner, C.W., Mize, J.H., Case, K.E. ve Nazemetz, J.W. (1978). "Introduction to Industrial and Systems Engineering", Third Edition, Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J.
- Yükseköğretim Kurulu (2021). "Geleceğin Meslekleri Çalışmaları", https://www.yok.gov.tr/Documents/Yayinlar/Yayinlarimiz/2019/gelecegin_meslekleri_calismalari.pdf (Erişim Tarihi: 29.08.2021).
- Yükseköğretim Kurulu (2021). "Yükseköğretim Bilgi Yönetim Sistemi", <https://istatistik.yok.gov.tr>, (Erişim Tarihi: 29.08.2021).
- Yükseköğretim Kurulu (2021). "Yükseköğretim Program Atlası", <https://yokatlas.yok.gov.tr>, (Erişim Tarihi: 29.08.2021).



STRATEJİK ARAŞTIRMALAR VE VERİMLİLİK GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

