

VERİMLİLİK DERGİSİ



T.C. SANAYİ VE
TEKNOLOJİ BAKANLIĞI

2022 | 1

ÜNİVERSİTELERİN TOPLAM FAKTÖR VERİMLİLİĞİNİN HICKS-MOORSTEEN VE FÄRE-PRIMONT ENDEKSLERİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI
Erdinç KOÇ, Halim TATLI

YÜKSELEN EKONOMİLERDE ENERJİ ETKİNLİĞİNİ ARZ YANLI ETKİLEYEN FAKTÖRLER
Mustafa NAİMOĞLU, Mustafa AKAL

AR-GE TÜRLERİNİN KATMA DEĞER ÜZERİNE ETKİLERİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ
İpek AKAD

HIZLI YEMEK (FAST FOOD) SEKTÖRÜNDE PAZARLAMA İNOVASYON KRİTERLERİNİN BELİRLENMESİ VE FİRMA SEÇİMİ: GİRESUN
İLİ UYGULAMASI
Salih MEMİŞ, Selçuk KORUCUK

İNSANİ GELİŞME ENDEKSİ VE VIKOR YÖNTEMİNE GÖRE TÜRKİYE'DEKİ İLLERİN SIRALAMASI
Buse Eda AKYÜZ, Emre İPEKÇİ ÇETİN

G7 ÜLKELERİNİN LOJİSTİK ETKİNLİK VE VERİMLİLİK PERFORMANSLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ
Furkan Fahri ALTINTAŞ

BANKA TELEPAZARLAMA BAŞARISININ TAHMİNİ İÇİN BİR BİRLEŞİK MAKİNE ÖĞRENME TABANLI KARAR DESTEK MODELİ
Ersin NAMLI, Ömer ALGORABI

A MIXED-INTEGER PROGRAMMING MODEL FOR THE JOB SCHEDULING PROBLEM IN A PRODUCTION COMPANY
Durdu Hakan UTKU, Karanfil ÖZYİĞİT, Esra Yağmur FARİZOĞLU

TOPLAM KALİTE YÖNETİMİ UYGULAMALARI İLE HASTANE ÇALIŞANLARININ İŞ TATMİNİ, İŞ YAŞAM KALİTESİ VE İŞTEN AYRILMA
NİYETİ ARASINDAKİ İLİŞKİ
Tuğçe Nur DURSUN TEMİZ, Derya SİVUK

KATILIM-30 ENDEKSİNDE FİNANSAL VOLATİLİTE TAHMİNLEYİCİ MODEL BELİRLENMESİ
Selahattin BEKTAŞ

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: 1

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

Genel Koordinatör
Dr. Cangül TOSUN

Sorumlu Yazı İşleri Müdürü
Lutfiye DAĞLIOĞLU

Grafik Tasarım ve Uygulama
Burcu ÖZŞİMŞEK

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/tr/pub/verimlilik>

Baskı Yeri
Elma Teknik Basım Matbaacılık
Adres: İvedik OSB Matbaacılar Sitesi 1516/1 Sk. No: 35
Yenimahalle 06378 ANKARA
Tel: 0.312. 229 92 65 - Fax: 0.312. 231 67 06 elma@elmateknikbasim.com.tr

Baskı Tarihi
31.01.2022

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 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 - Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi
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 & Nottingham Trent University
Prof. Dr. Metin DAĞDEVİREN - Gazi Üniversitesi
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 savgm@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.

TÜBİTAK

DergiPark
AKADEMİK

EBSCO
HOST

İÇİNDEKİLER

- 1**
15
ÜNİVERSİTELERİN TOPLAM FAKTÖR VERİMLİLİĞİNİN HICKS-MOORSTEEN VE FÄRE-PRIMONT ENDEKSLERİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI
COMPARISON OF UNIVERSITIES' TOTAL FACTOR PRODUCTIVITY WITH HICKS-MOORSTEEN AND FÄRE-PRIMONT INDEXES
Erdoğan KOÇ, Halim TATLI
- 16**
31
YÜKSELEN EKONOMİLERDE ENERJİ ETKİNLİĞİNİ ARZ YANLI ETKİLEYEN FAKTÖRLER
SUPPLY SIDE FACTORS AFFECTING ENERGY EFFICIENCY IN EMERGING ECONOMIES
Mustafa NAİMOĞLU, Mustafa AKAL
- 32**
46
AR-GE TÜRLERİNİN KATMA DEĞER ÜZERİNE ETKİLERİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ
EFFECTS OF THE TYPES OF R&D ON THE VALUE ADDED: THE CASE OF TURKEY
İpek AKAD
- 47**
59
HIZLI YEMEK (FAST FOOD) SEKTÖRÜNDE PAZARLAMA İNOVASYON KRİTERLERİNİN BELİRLENMESİ VE FİRMA SEÇİMİ: GİRESUN İLİ UYGULAMASI
DETERMINATION OF MARKETING INNOVATION CRITERIA AND COMPANY SELECTION IN FAST FOOD SECTOR: GİRESUN PROVINCE APPLICATION
Salih MEMİŞ, Selçuk KORUCUK
- 60**
77
İNSANI GELİŞME ENDEKSİ VE VIKOR YÖNTEMİNE GÖRE TÜRKİYE'DEKİ İLLERİN SIRALAMASI
RANKING OF PROVINCES IN TURKEY ACCORDING TO HUMAN DEVELOPMENT INDEX AND VIKOR METHOD
Buse Eda AKYÜZ, Emre İPEKÇİ ÇETİN
- 78**
93
G7 ÜLKELERİNİN LOJİSTİK ETKİNLİK VE VERİMLİLİK PERFORMANSLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ
EVALUATION OF LOGISTICS EFFECTIVENESS AND PRODUCTIVITY PERFORMANCE OF G7 COUNTRIES
Furkan Fahri ALTINTAŞ
- 94**
109
BANKA TELEPAZARLAMA BAŞARISININ TAHMİNİ İÇİN BİR BİRLEŞİK MAKİNE ÖĞRENME TABANLI KARAR DESTEK MODELİ
AN INTEGRATED MACHINE LEARNING BASED DECISION SUPPORT MODEL FOR PREDICTION OF BANK TELEMARKEETING SUCCESS
Ersin NAMLI, Ömer ALGORABI
- 110**
119
A MIXED-INTEGER PROGRAMMING MODEL FOR THE JOB SCHEDULING PROBLEM IN A PRODUCTION COMPANY
BİR ÜRETİM FİRMASINDA İŞ ÇİZELGELEME PROBLEMİ İÇİN BİR TAM SAYILI PROGRAMLAMA MODELİ
Durdu Hakan UTKU, Karanfil ÖZYİĞİT, Esra Yağmur FARIZOĞLU
- 120**
131
TOPLAM KALİTE YÖNETİMİ UYGULAMALARI İLE HASTANE ÇALIŞANLARININ İŞ TATMİNİ, İŞ YAŞAM KALİTESİ VE İŞTEN AYRILMA NİYETİ ARASINDAKİ İLİŞKİ
THE RELATIONSHIP BETWEEN TOTAL QUALITY MANAGEMENT PRACTICES AND HOSPITAL EMPLOYEES' JOB SATISFACTION, QUALITY OF WORK LIFE AND TURNOVER INTENTION
Tuğçe Nur DURSUN TEMİZ, Derya SIVUK
- 132**
145
KATILIM-30 ENDEKSİNDE FİNANSAL VOLATİLİTE TAHMİNLEYİCİ MODEL BELİRLENMESİ
DETERMINATION OF THE FINANCIAL VOLATILITY ESTIMATIVE MODEL IN THE PARTICIPATION-30 INDEX
Selahattin BEKTAŞ

ÜNİVERSİTELERİN TOPLAM FAKTÖR VERİMLİLİĞİNİN HICKS-MOORSTEEN VE FÄRE-PRIMONT ENDEKSLERİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI

Erdinç KOÇ¹, Halim TATLI²

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı, Türkiye'de 2007 yılında kurulan devlet üniversitelerinin etkinliğini Färe-Primont ve Hicks-Moorsteen Endeksleri ile değerlendirmektir.

Yöntem: Çalışmada, Girdi Odaklı Teknik Etkinlik (ITE), Karma Etkinlik (IME) ve Kalan Girdi Odaklı Ölçek Etkinliğinden (RISE) faydalanılarak Toplam Faktör Verimliliğinin Etkinliği (TFPE) bulunmuştur. Üniversitelere ilişkin girdi ve çıktı değişkenlerinden oluşan veri seti Färe-Primont ve Hicks-Moorsteen endekslerinde analiz edilmiştir.

Bulgular: Yapılan analizler sonucunda Färe-Primont endeksi içerisinde IME'nin TFPE içerisinde belirleyici rol üstlendiği tespit edilmiştir. Hicks-Moorsteen endeksinde ise TFPE'nin en fazla RISE'den etkilendiği belirlenmiştir. Üniversitelerin geneli değerlendirildiğinde kalan girdi odaklı ölçek etkinliğinin 2018-2019 yılları arasındaki düşüşü 2019-2020 yıllarında yükselişe dönüşmüş olduğu görülmüştür. Färe-Primont ve Hicks-Moorsteen TFP endeksleri ile gerçekleştirilen analiz sonuçlarının birbirleriyle örtüşmediği tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde yalnızca ITE'nin Färe-Primont ve Hicks-Moorsteen endeksinde aynı değerlere sahip olduğu görülmektedir.

Özgünlük: Üniversitelerin etkinliklerinin karşılaştırılması amacıyla gerçekleştirilen birçok çalışma mevcuttur. Bu çalışma kullandığı veri seti ve analiz yöntemleri itibarıyla mevcut çalışmalardan ayrırmakta olup özgün değere sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Etkinlik, Toplam Faktör Verimliliği, Färe-Primont Endeksi, Hicks-Moorsteen Endeksi.

JEL Kodları: M11, O33, P42.

COMPARISON OF UNIVERSITIES' TOTAL FACTOR PRODUCTIVITY WITH HICKS-MOORSTEEN AND FÄRE-PRIMONT INDEXES

ABSTRACT

Purpose: The main purpose of this study is to evaluate the efficiency of the state universities, which was established in Turkey in 2007, with the Färe-Primont and Hicks-Moorsteen indexes.

Methodology: In the study, the Total Factor Productivity Efficiency (TFPE) was found by using Input-Oriented Technical Efficiency (ITE), Mixed Efficiency (IME) and Residual Input-Oriented Scale Efficiency (RISE). The data set consisting of input and output variables related to universities was analyzed in Färe-Primont and Hicks-Moorsteen indexes.

Findings: As a result of the analysis, it was determined that mixed efficiency in the Färe-Primont index plays a determining role in TFPE. In the Hicks-Moosteen index, it was determined that the TFPE was most affected by the RISE. When the universities in general were evaluated, it was seen that the downward trend of the RISE between 2018-2019 turned into an upward trend in 2019-2020. It has been determined that the results of the analysis performed with the Färe-Primont and Hicks-Moorsteen TFP indices did not overlap each other. When the results obtained are examined, it is seen that only the ITE has the same values in the Färe-Primont and Hicks-Moorsteen indexes.

Originality: There are many studies conducted to compare the efficiency of universities. This study differs from existing studies in terms of the data set and analysis methods it uses and has a unique value.

Keywords: Efficiency, Total Factor Productivity, Färe-Primont Index, Hicks-Moorsteen Index.

JEL Codes: M11, O33, P42.

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Bingöl Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Bingöl, Türkiye, ekoc@bingol.edu.tr, ORCID: 0000-0002-8209-5714 (Sorumlu Yazar- Corresponding Author).

² Doç. Dr., Bingöl Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, Bingöl, Türkiye, htatli@bingol.edu.tr, ORCID: 0000-0002-7940-0087.

1. GİRİŞ

Bir ülkenin sosyoekonomik yönden gelişiminde önemli bir katkıya sahip olan nitelikli insanların kaynağı üniversitelerdir. Üniversiteler ülkelerde eğitime katılım oranını artırarak beşerî sermayenin niteliğinin artmasına katkı sağlar. Günümüzde ülkelerin küresel çapta ekonomik açıdan rekabet edebilirliğinin nitelikli beşerî sermayeye ve teknolojik üstünlüğe bağlı olduğu ifade edilebilir. Bu üstünlüğü sağlayan önemli araçlardan birisi üniversitelerdir. Zira üniversitelerin toplumun ihtiyaç duyduğu nitelikli insan kaynağını yetiştirmek, beşerî, kültürel ve sosyal sermayenin gelişimine katkı sağlamak, bilgiye kolay erişimi desteklemek, mesleki eğitimi teşvik etmek, kültürel ve sportif faaliyetlerin kalitesinin artırılmasını sağlamak, bilimsel araştırma yapmak, bilimsel araştırmanın sonuçlarını toplumla paylaşmak ve toplumun sosyal ve kültürel gelişimini desteklemek gibi fonksiyonları bulunmaktadır. Bunların yanında küreselleşme dünyanın bilgi toplumuna hızlı bir geçiş yapmasını sağlayarak bilgi ekonomisini ortaya çıkarmıştır (Özel Kadılar, 2015). Böyle bir ekonomik yapıda ülkeler arasındaki karşılaştırmalı üstünlük rekabetinde üniversitelere önemli roller düşmektedir. Üniversitelerin yukarıda belirtilen fonksiyonlarının yanında bir kurum olarak genel bütçe ve döner sermaye gelirleri ile öğrenci ve personel harcamaları yaparak buldukları yörenin ekonomisine katkı sunmaktadır. Türkiye’de yapılan birçok çalışmada üniversitelerin buldukları yörenin ekonomisine önemli oranda pozitif katkı sundukları saptanmıştır (Atik, 1999; Görkemli, 2009; Çalışkan, 2010; Selçuk ve Başar, 2012; Yayar ve Demir, 2013; Arslan, 2014; Tatlı, 2014; Özyakışır ve Şayan, 2016).

Son yıllarda Türkiye’de yükseköğretim sistemi kapsamındaki üniversite sayısında, önemli bir artış süreci yaşanmakta ve bu artışa paralel birçok yeni program açılmaktadır. Bu bağlamda 2016 yılında devlet üniversitesi sayısı 52 iken, yaklaşık %148 oranındaki bir artışla 2020’de bu sayı 129’a ulaşmıştır. 2020 yılında 75 vakıf üniversitesi ile birlikte Türkiye’deki toplam üniversite sayısı 204’tür (Yüksek Öğretim Kurumu, 2021). 2007-2008 öğretim yılında devlet üniversitelerine kayıtlı öğrenci sayısı 2.345.050 kişi iken, bu sayı yaklaşık 3 kat artarak 7.320.449 kişiye yükselmiştir (Yüksek Öğretim Kurumu, 2021). Üniversite ve öğrenci sayısındaki bu artışla birlikte, son dönemde yükseköğretim sisteminin geleceği ve üniversitelerin farklı alanlarda uzmanlaşması ile ilgili tartışmalar gündeme gelmiştir. Bu bağlamda üç çağrı üzerinde yapılan değerlendirmeler sonucunda her çağrıda beş olmak üzere toplam 15 üniversite Bölgesel Kalkınma Odaklı Misyon Farklılaşması ve İhtisaslaşma Programı kapsamında yetkilendirilmiştir. Bu yetkilendirmenin temel amacı, 2023 yılı hedeflerine ulaşılmasına yönelik olarak hazırlanan “Bölgesel Gelişme Ulusal Stratejisi” kapsamında bölgelerin rekabet gücünün geliştirilmesine yönelik olarak, üniversitelerin buldukları bölgelere katkı sağlamaktır.

2021 yılında aktif olan 129 devlet üniversitesine ayrılan bütçe yaklaşık 45,3 milyar TL’dir (Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2021). Üniversitelerin sayısındaki artış, sahip oldukları fonksiyonlarının çeşitli olması, yönettikleri bütçe miktarlarının fazla olması ve bilgi ekonomisinin küresel çapta ortaya çıkardığı ekonomik ilişkiler ağı nedeniyle üniversite kaynaklarının etkin ve verimli kullanılmasını gerektirmektedir.

Türkiye’deki üniversite sayısındaki artış ile birlikte üniversiteler aralarındaki rekabet artmış ve sahip oldukları kaynakların kullanımındaki etkinliğin ve verimliliğin sağlanmasına yönelik çabalar da artmıştır. Bu rekabetin, birbirine benzeyen ve bir karar birimi olarak da ifade edilebilen üniversiteler arasında yaşandığı ifade edilebilir. Bununla birlikte Türkiye’de 2007 yılında kurulan üniversitelerin daha önce kurulan üniversitelere göre rekabet açısından daha geride oldukları ifade edilebilir. Bunun için kâr amacı gütmeyen ve 2007 yılında kurulan devlet üniversiteleri için de etkinlik analizinin yapılması önemli hale gelmektedir.

Genel olarak etkinlik, daha az girdiyle daha fazla çıktı üretme başarısıdır. Girdi ve çıktıların tümünün ideal bir biçimde belirlenip ölçülmesi koşuluyla bir karar verme biriminin belirlenmiş girdilerle daha fazla çıktı elde etmede başarılı olmasına etkinlik denir (Farrel, 1957). Etkinlik bir karar verme biriminin performansının bir göstergesi olarak kabul edilebilir. Performans genel olarak bir karar verme biriminde belirlenen hedeflere ulaşabilmek üzere kaynakların iyi idare edilmesi ile ilgili bir süreç olarak tanımlanabilir (Lebas, 1995).

Literatür incelendiğinde etkinlik iki yaklaşımla incelenmektedir. Birincisi iktisadi etkinlik yaklaşımı, ikincisi ise teknik etkinlik³ yaklaşımıdır (Çetin, 2010). İktisadi etkinlik yaklaşımı, daha çok Pareto optimumu ile ilgili koşulları içerir ve üretim ile dağılımın etkinliğini ifade eder. Pareto etkinliğinin sağlandığı kaynakların veya malların bir kısmının yeniden dağılımı ile kendi değer yargıları içerisinde diğer kişileri daha kötü duruma getirmeden, insanların bir kısmını veya tamamını, yine kendi değer yargıları içerisinde, daha iyi bir konuma getirme imkânının olmadığı bir durum olarak görülmektedir (Kutlar ve

³ Bu kavram yerine X etkinlik kavramı da kullanılmaktadır.

diğerleri, 2011, 31; Yaylalı, 2013, 489). Teknik etkinlik yaklaşımında ise etkinlik, girdi ve çıktılar yoluyla bir karar verme birimindeki faaliyetlerin doğru bir biçimde yapılması olarak tanımlanmaktadır (Yükçü ve Atağan, 2009). Bu noktada etkinliği, fiili çıktının potansiyel çıktıya oranı şeklinde tanımlamak mümkündür (Kalirajan ve Shand, 1999).

Bu çalışmanın temel amacı 2007 yılından sonra kurulan yeni üniversitelerin verimlilik ve etkinliklerini en güncel etkinlik ölçüm yöntemleri ile ölçmek ve buna yönelik politika önerilerini geliştirmektir. Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde üniversitelerin toplam faktör verimlilik analizinin Hicks-Moorsteen endeksi ile yalnızca Arjomandi ve diğerleri (2015) tarafından gerçekleştirildiği görülmüştür. Bu çalışmada ise ilk defa üniversitelerin toplam faktör verimliliği endeksleri ilk defa Hicks-Moorsteen ve Färe-Primont endeksleri kullanılarak hesaplanmış ve karşılaştırılmıştır.

Çalışma, beş bölümden oluşmakta olup ikinci bölümde literatür taramasına, üçüncü bölümde çalışmanın metodolojisine ve analiz yöntemine yer verilmiştir. Dördüncü bölümde analizden elde edilen bulgular özetlenmiş ve yorumlanmıştır. Beşinci ve son bölümde ise araştırmanın sonuçları değerlendirilmiş ve politika önerilerinde bulunulmuştur.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Çalışma konusu ile ilgili literatür taraması yapıldığında, farklı sektördeki firma veya kurum etkinliklerini ölçen yerli ve yabancı birçok çalışmanın olduğu görülmektedir. Bu çalışmalarda etkinlik ölçümünde yoğun olarak Malmquist Toplam Faktör Verimliliği (TFP) endeksi ve Veri Zarflama Analizi (VZA) kullanıldığı, bunun dışında da farklı yöntemlerin tercih edildiği görülmektedir. Bu bağlamda Georganta (1997) Yunanistan'ın tahıl endüstrisini; Madden ve Savage (1999) telekomünikasyon sektörünü; Deliktaş (2002) Türkiye'nin özel sektör imalat sanayisini; Sheng ve diğerleri (2015) 40 ülkenin enerji ticaretini; Kevork ve diğerleri (2006) Avrupa'da bankacılık sektörünü; Chen (2011) ABD, Avrupa, Japonya ve Kuzey Kore'deki otomobil endüstrisini; Katharaki ve Katharakis (2010) Yunanistan'daki üniversiteleri; Tatlı ve Bayrak (2017) Türkiye'de gıda sektörünün etkinliğini VZA ile incelemişlerdir. VZA'nın dışında firma ya da sektör etkinliğini ölçen çalışmalarda kullanılan ve göze çarpan yöntem Stokastik Sınır Analiz yöntemidir. Örneğin; Birlik ve diğerleri (2016) Türk gıda sanayinde faaliyet gösteren firmaların kısa ve uzun dönemli teknik etkinsizlik düzeylerini ve Laureti ve diğerleri (2014) İtalya'daki üniversitelerin eğitim aktivitelerinin etkinliğini araştırmak için stokastik sınır analizi yöntemini kullanmışlardır.

TFP değişiminin hesaplanmasında fiyatlar mevcut ise Törnqvist ve Fisher endeksleri (Molinos-Senante ve Sala-Garrido, 2015), fiyatlar mevcut değilse Malmquist verimlilik endeksi yaygın bir biçimde kullanılmaktadır. Törnqvist ve Fisher endeksleri, çok taraflı ve çok zamanlı karşılaştırmalar yapmak için uygun değildir (Rao ve diğerleri, 2002, 89; Coelli ve diğerleri, 2005, 97; O'Donnell, 2011b, 4). Genel olarak yurt dışında üniversitelerin etkinliğini ölçen çalışmalarda VZA ve Malmquist TFP endeksi yaygın bir biçimde kullanılmaktadır (Joumady ve Ris, 2005; Ying Chu ve Sung-ko; 2009; Berbegal-Mirabent ve diğerleri, 2013; Kuah ve Wong, 2011; Cook ve diğerleri, 2014; Katharaki ve Katharakis, 2010; Guironnet ve Peypoch, 2017; Sagarra ve diğerleri, 2017). Bazı çalışmalar üniversiteler arasındaki etkinliği ölçerken (Johnes ve Yu, 2008; Bougnol ve Dulá, 2006; Fandel, 2007; Zoghbi ve diğerleri, 2013; Aleskerov ve Petruschenko, 2013), bazıları ise üniversitelerde bulunan bölümler arasındaki etkinliği ölçmektedir (Kao ve Hung, 2008; Johnes, 2006; Beasley, 1995; Cunha ve Rocha, 2012; Köksal ve Nalçacı, 2006). Türkiye'de üniversitelerin etkinliği ile yapılan çalışmalarda da VZA ve Malmquist TFP endeksi yaygın bir biçimde kullanılmıştır (Baysal ve diğerleri, 2005; Oruç ve diğerleri, 2009; Bal, 2013).

Son zamanlarda fiyatlar hakkında veri ve istatistiksel sorunlar olmadan kullanılan Bjurek (1996) tarafından önerilen Hicks-Moorsteen endeksi ve O'Donnell (2011a) tarafından önerilen Färe-Primont endeksi olmak üzere iki yeni verimlilik endeksi ampirik çalışmalarda kullanılmaya başlanmıştır. Bu iki endeks etkinlik tahminlerinin, verimliliğin altında yatan eğilimleri tam olarak belirlemede yetersiz kalması endişesini giderebilecek özelliكتedir (Baležentis, 2015). Bu anlamda iki endeks bazı yeni özellikler sunmaktadır. Bu endeksler, teknik değişim, verimlilik değişimi ve ölçek ve karma verimliliği değişimi gibi üç bileşenine açık ve kolay biçimde ayrışabilmesi özelliğiyle diğer endekslere göre öne çıkmaktadır (Laurenceson ve O'Donnell, 2014; Molinos-Senante ve Sala-Garrido, 2015). Ayrıca bu endekslerin birçok karar verme birimi ve dönemleri içeren karşılaştırmaların yapılmasına imkân vermesi, üretim teknolojisinin doğası, firmanın optimize etme davranışı, piyasaların yapısı, ölçek getirisi veya fiyat bilgisi hakkında kısıtlayıcı varsayımlardan muaf olması, farklı etkinlik ölçütlerinin çarpımından oluşması ve geçişlilik testi gibi diğer tüm düzenleyici endeks koşullarını da karşılaması nedeniyle diğer endekslere göre güvenilir sonuçlar ürettiği kabul edilmektedir (Molinos-Senante ve Sala-Garrido, 2015). Färe-Primont ve Hicks-Moorsteen endeksleri daha önce tarım (Reziti, 2020), bankacılık (Maredza ve diğerleri, 2013), sigortacılık (Ilyas ve Rajasekaran, 2020), imalat (O'Donnell, 2011b) gibi sektörlerde

kullanılmasına karşın üniversitelerin toplam faktör verimlilikleri ile ilgili literatür taramasında sadece bir çalışma olduğu gözlemlenmiştir. İlgili çalışmada, Arjomandi ve diğerleri (2015), Hicks-Moorsteen TFP endeksini kullanarak Malezya devlet üniversitelerinin verimliliklerini ölçmüşlerdir. Analiz sonuçları, teknik verimliliğin Malezya'da uygulanan 2007 Ulusal Yüksek Öğretim Stratejik Planı'ndan sonra araştırma kapsamına alınan üniversitelerin hepsinde geliştiğini göstermiştir. Türkiye'de üniversitelerin etkinliğinin hesaplanmasında bu endekslerin kullanıldığı bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Üniversitelerin etkinliği daha çok VZA ile analiz edilmiştir. Bu bağlamda Türkiye'de üniversitelerin etkinliği üzerine yapılan çalışmalardan seçilmiş olanlar Tablo 1'de verilmiştir.

Çalışmanın konusu ile ilgili verilen Tablo 1'deki çalışmalarda Hicks-Moorsteen ve Färe-Primont endekslerine dayalı üniversite etkinliğini araştıran bir çalışma bulunmamaktadır. Tablo 1'de belirtilen çalışmalarda üniversitelerin etkinlikleri VZA ve Malmquist endeksleriyle ölçülmüştür. Bu çalışma konusu ile ilgili yapılan literatür taraması neticesinde üniversitelerin toplam faktör verimliliğini Hicks-Moorsteen ve Färe-Primont endeksine göre ölçen çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmada diğer endekslere göre daha güvenilir sonuçlar üreten Hicks-Moorsteen ve Färe-Primont endeksleri (Molinos-Senante, ve diğerleri, 2017) ile 2007 yılında kurulan üniversitelerin etkinliği araştırılmıştır. Bu açıdan çalışmanın literatüre katkı sunacağı düşünülmektedir.

3. YÖNTEM

TFP, toplam çıktının toplam girdiye oranı olarak ifade edilmektedir (Sudit, 1984). Farklı sektörler üzerine yapılan çalışmalarda TFP'nin hesaplanmasında Fisher (Kuosmanen ve Sipiläinen, 2009), Törnqvist (Tan, 2000), Färe-Primont (Reziti, 2020), Hicks-Moorsteen (Arjomandi ve diğerleri, 2015) ve en popüler olan Malmquist (Abed ve Acosta, 2018) endekslerinin kullanıldığı görülmektedir. Malmquist endeksinin popülaritesi, fiyat bilgisi veya fonksiyonel varsayımlar gerektirmemesinden ve hesaplamadaki basitliği nedeniyle araştırmacılar tarafından sık tercih edilmesinden gelmektedir (Dakpo ve diğerleri, 2019). Bu çalışmada ise Färe-Primont ve Hicks-Moorsteen TFP endeksleri kullanılarak veriler analiz edilmeye çalışılmıştır. Her iki yöntemin kullandığı ortak eşitlikler aşağıda belirtilmektedir. Yöntemlerin ayrıştığı eşitlikler ise yöntemlerin açıklandığı alt başlık içerisinde verilmektedir. Çalışmada kullanılan x_{it} , i üniversitesinin t zamandaki girdi miktarına ilişkin vektörü ve q_{it} ise çıktı miktarına ilişkin vektörü temsil etmektedir. D_0 ve D_1 Shephard çıktı ve girdi uzaklık fonksiyonudur ve aşağıdaki gibi (Eşitlik 1 ve Eşitlik 2) ayrıntılı olarak ifade edilebilir (Dakpo ve diğerleri, 2019):

$$D_t^1(x, q) = \frac{Sup}{\theta} \left[\theta > 0 \mid \left(\frac{x}{\theta}, q \right) \in \Psi_t \right] \quad (1)$$

$$D_0^t(x, q) = \frac{Inf}{\phi} \left[\phi > 0 \mid \left(x, \frac{q}{\phi} \right) \in \Psi_t \right] \quad (2)$$

O'Donnell (2011a)'a göre bir i işletmesinin t dönemdeki TFP etkinliği Eşitlik 3'teki gibi hesaplanmaktadır:

$$TFPE_{it} = \frac{TFP_{it}}{TFP_t^*} \quad (3)$$

Araştırmacılar model tercihinde girdi ya da çıktı yönlü tercihlerde bulunabilmektedir. Çalışmada çıktı değişkenleri olarak kullanılan mezun sayıları özellikle üniversite seçimlerinde ilin tercih edilebilirliği ile de ilişkili olduğu düşünüldüğünden girdi odaklı yaklaşım tercih edilmiştir. Girdi odaklı teknik etkinlik (ITE), ölçek etkinliği (ISE), karma etkinlik (IME) ve kalan girdi odaklı ölçek etkinliğinin (RISE) formülasyonu aşağıda belirtilmektedir. ITE, RISE ve IME'nin kullanıldığı TFP etkinliği ise Eşitlik 4'te gösterilmektedir.

$$TFPE_t = ITE_t * IME_t * RISE_t \quad (4)$$

$$ITE_{it} = \frac{Q_{it}/X_{it}}{Q_{it}/\bar{X}_{it}} = \frac{\bar{X}_{it}}{X_{it}} = D_o(x_{it}, q_{it}, t) \leq 1 \quad (5)$$

$$ISE_{it} = \frac{Q_{it}/\bar{X}_{it}}{\bar{Q}_{it}/\bar{X}_{it}} \leq 1 \quad (6)$$

$$IME_{it} = \frac{Q_{it}/\bar{X}_{it}}{Q_{it}/\bar{X}_{it}} = \frac{\bar{X}_{it}}{X_{it}} \leq 1 \quad (7)$$

$$RISE_{it} = \frac{Q_{it}/X_{it}}{TFP_{it}^*} \leq 1 \quad (8)$$

Tablo 1. Türkiye’de üniversitelerin etkinliğiyle ilgili yapılan seçilmiş bazı çalışmalar

<i>Çalışma</i>	<i>Verilerin Kapsamı ve Dönemi</i>	<i>Kullanılan Değişkenler</i>	<i>Bulgular</i>
Kutlar ve Kartal (2004)	Cumhuriyet Üniversitesi bünyesindeki 8 fakültenin 2003 dönemi	<i>Girdiler:</i> Akademik Personel Sayısı, İdari Personel Sayısı, Yolluk, Personel, Hizmet Alımı ve Tüketim Giderleri, Yüz Ölçümü <i>Çıktılar:</i> Öğrenci Sayısı, Öğrenci Harçları, Projeler, Lisansüstü Öğrenci Sayısı.	Fakülteler arasında verimlilik skorları arasında farklılık bulunmuştur.
Babacan ve diğerleri (2007)	53 devlet üniversitesinin 2000-2005 dönemi	<i>Girdiler:</i> Genel Bütçe Giderleri, Bütçe Dışı Harcama, Prof. Sayısı Doç. Sayısı, Yrd. Doç. Sayısı, Yardımcı Öğr. Elemanı Sayısı ve İdari Personel Sayısı. <i>Çıktılar:</i> Endekslerde Yer Alan Yayın Sayısı, Üniversite Gelirleri, Lisans Öğrenci Sayısı, Lisans Mezun Öğrenci Sayısı, Lisansüstü Öğrenci Sayısı, Lisansüstünden Mezun Öğrenci Sayısı.	Türk kamu üniversitelerinde etkinsizlik gittikçe arttığı ve etkinliğin beş yıl boyunca sürekli düşüş sergilediği tespit edilmiştir.
Özden (2008)	24 vakıf üniversitesinin 2006 dönemi	<i>Girdiler:</i> Toplam giderler, öğretim üyesi sayısı, diğer akademik ve personel sayısı. <i>Çıktılar:</i> Ön lisans ve lisans öğrenci sayısı, lisansüstü öğrenci sayısı, yayın sayısı, eğitim-öğretim gelirleri, diğer gelirler.	24 vakıf üniversitesinden 15’inin görece toplam etkin, 9 üniversitenin ise görece toplam etkin olmadığı saptanmıştır.
Ulucan (2011)	50 devlet üniversitesine ait 2008 dönemi	<i>Girdiler:</i> Öğretim üyesi sayısı, diğer akademik personel sayısı <i>Çıktılar:</i> SCI, SSCI, AHCI tarafından taranan dergilerde yer alan makale ve atıf toplamı, öğrenci sayısı/öğretim üyesi sayısı oranı.	Türkiye’deki üniversite verimliliğinin model türüne bağlı olarak %82 ile %99 arasında değiştiği tespit edilmiştir.
Çınar (2013)	45 devlet üniversitesinin 2010 dönemi	<i>Girdiler:</i> Genel harcama ve yatırım harcaması. <i>Çıktılar:</i> Yayın sayısı, TÜBİTAK tarafından onaylanmış proje tutarı, lisans, yüksek lisans ve doktora öğrenci sayısı.	Üniversiteler arasından “Araştırma Etkin” veya “Eğitim Etkin” üniversiteler tespit edilmiştir.
Özel (2014)	52 devlet üniversitesinin 2009-2010 dönemi	<i>Girdiler:</i> Toplam bütçe giderleri, profesör sayısı, doçent sayısı, yardımcı doçent sayısı, araştırma görevlisi sayısı, girdi değişkenleri, <i>Çıktılar:</i> Ön lisans ve lisans öğrenci sayısı, lisansüstü öğrenci sayısı, proje sayısı, uluslararası yayın sayısı çıktı değişkenleri.	Çukurova Üniversitesi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Galatasaray Üniversitesi, Gazi Üniversitesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi ve Orta Doğu Teknik Üniversitesi’nin 2009-2010 öğretim yılında süper-etkin devlet üniversiteleri olduğu belirlenmiştir.
Özel Kadılar (2015)	33 Vakıf üniversitesinin 2009-2010 dönemi	<i>Girdiler:</i> Prof. sayısı, Doç. sayısı, Yrd. Doç. sayısı, yardımcı öğretim elemanı sayısı ve toplam bütçe harcamaları <i>Çıktılar:</i> Uluslararası yayın sayısı, lisans öğrenci sayısı, lisansüstü öğrenci sayısı, lisansüstünden mezun öğrenci sayısı ve proje sayısı	Sabancı ve Bilkent Üniversitesi’nin 2009-2010 öğretim yılında süper-etkin vakıf üniversiteleri olduğu belirlenmiştir.
Günay ve diğerleri (2017)	1992 yılında kurulan 23 devlet üniversitesinin 2004-2013 dönemi	<i>Girdiler:</i> Prof. sayısı, akademik ve idari personel sayısı, kapalı alan miktarı ve mali nitelikli girdiler <i>Çıktılar:</i> Öğrenci sayısı, yayın sayısı ve proje sayısı	Üniversitelerin ortalama toplam faktör verimliliğinin 2004 ile 2013 yılları arasında teknolojik gerileme kaynaklı %1 azaldığı saptanmıştır.

Eşitlik 5, çıktıları sabit tutarken girdilerin teknik verimliliğini artırarak TFP'nin ne kadar artırılabilirliğini ölçmektedir. Girdi karışımları değişiminin TFP'deki artışa ne ölçüde katkı sağladığı Eşitlik 7 ile bulunmaktadır (Asante ve Villano, 2019). Ölçekte gerçekleşen bir değişimin TFP üzerindeki etkisi Eşitlik 6 ve kalan girdi odaklı ölçekte yaşanabilecek bir değişimin etkisi ise Eşitlik 8 ile hesaplanmaktadır.

3.1. Färe-Primont Toplam Faktör Verimlilik Endeksi

Cillero ve Thorne (2019), etkinlik endeksleri ile yapılan ampirik çalışmaların sıklıkla Fisher, Tornqvist, Malmquist TFP endekslerini kullandığını ancak bu endekslerin hiçbirinin geçişkenlik özelliğine sahip olmadığını ifade etmiştir. Färe-Primont endeksi, geçişkenlik testi ile birlikte endeks sayılar teorisinin tüm düzenlilik koşullarını ve testlerini karşıladığı için ekonomik olarak uygun yöntemler arasında gösterilmektedir. Geçişkenlik, iki karar verme biriminin verimliliğinin doğrudan karşılaştırılmasının; üçüncü bir karar verme biriminin dolaylı olarak yapılan karşılaştırması ile aynı verimlilik değişikliği tahminini vereceği anlamına gelir (O'Donnell, 2011b). Ayrıca Färe-Primont endeksi, verimliliği çok zamanlı ve çok taraflı olarak ölçmeye imkân sağlamaktadır. Malmquist endeksi, teknik değişim ve teknik etkinlik değişimi yöntemlerini içerirken, Färe-Primont endeksi girdi ve çıktı odaklı olarak teknik değişim, teknik etkinlik değişimi, ölçek etkinlik değişimi, karma etkinlik değişimi, artık karma etkinlik değişimi ve artık ölçek etkinlik değişimi olmak üzere altı etkinlik ölçüm yöntemini içermektedir (Asante ve Villano, 2019). Bu nedenle de güvenilir ölçümler gerçekleştirdiği söylenebilir (O'Donnell, 2011a). Färe-Primont endeksine göre TFP, Eşitlik 9-11'de gösterildiği gibi hesaplanmaktadır. Burada h ve i iki farklı üniversiteyi, s ve t ise iki ayrı zamanı temsil etmektedir.

$$Q(q) = D_0(x_0, q, t_0) \quad (9)$$

$$X(x) = D_1(x, q_0, t_0) \quad (10)$$

$$TFP_{hs,it} = \left(\frac{D_0(x_0, q_{it}, t_0) D_1(x_{hs}, q_0, t_0)}{D_0(x_0, q_{hs}, t_0) D_1(x_{it}, q_0, t_0)} \right) \quad (11)$$

3.2. Hicks-Moorsteen Toplam Faktör Verimlilik Endeksi

İlk defa Bjurek (1996) tarafından ortaya atılan Hicks-Moorsteen endeksi daha sonra Färe ve diğerleri (1996), Briec ve Kerstens (2004) ve O'Donnell (2012) tarafından geliştirilmiştir (See ve Li, 2015). Bu endeks, Hicks (1961) ve Moorsteen'in (1961) çalışmalarına dayanan Malmquist çıktı ve girdi endekslerinin bir oranıdır (Arjomandi ve diğerleri, 2015). Farklı etkinlik ölçütlerinin çarpımından oluşan Hicks-Moorsteen TFP endeksi, Färe-Primont endeksi gibi fiyat verileri gerektirmeden tahmin gerçekleştirilen bir endekstir. Ferreira ve Marques (2016) Hicks-Moorsteen endeksinin TFP çalışmalarında en sık kullanılan yöntem olan Malmquist endeksinden daha iyi bir alternatif olduğunu ifade etmiştir. Malmquist endeksinin ölçeğe göre sabit getiri (CRS) varsayımı üzerine gelen eleştiri (Epure ve diğerleri, 2011) ölçeğe göre değişken getiri (VRS) varsayımının kullanımına izin veren Hicks-Moorsteen endeksinin son dönemde yapılan çalışmalarda kullanılmasına neden olmuştur. Hicks-Moorsteen endeksine göre TFP, Eşitlik 12-14'te gösterildiği gibi hesaplanmaktadır. h ve i iki farklı üniversiteyi, s ve t ise iki ayrı zamanı ifade etmektedir.

$$Q(q) = [D_0(x_{hs}, q, s) D_0(x_{it}, q, t)]^{\frac{1}{2}} \quad (12)$$

$$X(x) = [D_1(x, q_{hs}, s) D_1(x, q_{it}, t)]^{\frac{1}{2}} \quad (13)$$

$$TFP_{hs,it} = \left(\frac{D_0(x_{hs}, q_{it}, s) D_1(x_{hs}, q_{hs}, s) D_0(x_{it}, q_{it}, s) D_1(x_{hs}, q_{it}, s)}{D_0(x_{hs}, q_{hs}, s) D_1(x_{it}, q_{hs}, s) D_0(x_{it}, q_{hs}, s) D_1(x_{it}, q_{it}, s)} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (14)$$

3.3. Veri

Analiz; 2007 yılında kurulan 17 devlet üniversitesinin 2018-2020 yılları arasındaki elde edilen girdi ve çıktı değişkenleri üzerinden gerçekleştirilmiştir. Çalışmada girdi değişkenleri olarak; üniversitelerde görev yapan profesör, doçent ve doktor öğretim üye sayıları (Abramo ve diğerleri, 2011) ile üniversitelerin yıllık bütçeleri (Agasisti ve Johnes, 2009) kullanılmıştır. Öğretim üyeleri sayılarına ilişkin yıllık veri Yüksek Öğretim Kurumu (YÖK) istatistik veri tabanından elde edilmiştir. Üniversitelerin bütçeleri ise Resmî Gazete'nin her yılın son günü yayınlanan sayısından öğrenilmiştir. Çalışmada çıktı değişkenleri olarak; üniversitelerin önlisans/lisans, yüksek lisans, doktora mezun sayıları (Agasisti ve Johnes, 2009) ve yayın sayıları (Arjomandi ve diğerleri, 2015) kullanılmıştır. Derece programlarına göre mezun sayıları YÖK istatistik, yayın sayıları ise *Web of Science* veri tabanından elde edilmiştir. Çalışmada kullanılan girdi ve çıktı değişkenleri literatürde yapılan çalışmalarla uyum içerisindedir. 2018-2020 yılları arasında kullanılan girdi ve çıktı değişkenlerinin hepsinde sayısal artış olduğu verilerden anlaşılmaktadır. Tablo 2'de çalışmada kullanılan girdi ve çıktı değişkenlerine ilişkin diğer açıklayıcı istatistikler görülmektedir. Veriler O'Donnell'in (2011a) geliştirmiş olduğu DPIN 3.0 programı aracılığıyla analiz edilmiştir.

Tablo 2. Girdi ve çıktılara ilişkin tanımlayıcı istatistikler

<i>Girdiler</i>	<i>Yıllar</i>	<i>Ortalama</i>	<i>Std Hata</i>	<i>En Büyük</i>	<i>En Küçük</i>
Profesör*	2018	21,88	17,97	86,00	5,00
	2019	26,76	20,16	98,00	10,00
	2020	31,35	22,14	110,00	13,00
Doçent*	2018	28,88	14,99	67,00	12,00
	2019	35,53	19,18	93,00	15,00
	2020	43,41	20,10	110,00	24,00
Dr. Öğr. Üyesi*	2018	160,76	53,82	328,00	93,00
	2019	177,24	49,36	324,00	115,00
	2020	190,71	59,99	376,00	97,00
Yıllık Bütçe**	2018	104314,24	25976,34	196012	76719
	2019	122432,06	29279,28	220259	85785
	2020	167397,41	39364,01	286492	107845
Çıktılar					
Önlisans/Lisans***	2018	2490,94	1478,23	7721,00	1414,00
	2019	2635,15	1669,86	8503,00	1426,00
	2020	2815,65	1946,31	9904,00	1572,00
Yüksek Lisans***	2018	76,29	64,97	238,00	19,00
	2019	104,12	85,13	327,00	25,00
	2020	172,76	137,46	633,00	47,00
Doktora***	2018	4,06	6,58	21,00	0,00
	2019	6,71	13,44	55,00	0,00
	2020	7,76	15,71	66,00	0,00
Yayın Sayısı****	2018	163,00	91,11	368,00	62,00
	2019	198,65	103,19	391,00	78,00
	2020	187,88	89,32	410,00	89,00

* Kişi Sayısı, ** Bin Türk Lirası, *** Mezun Sayısı, **** Adet

4. BULGULAR

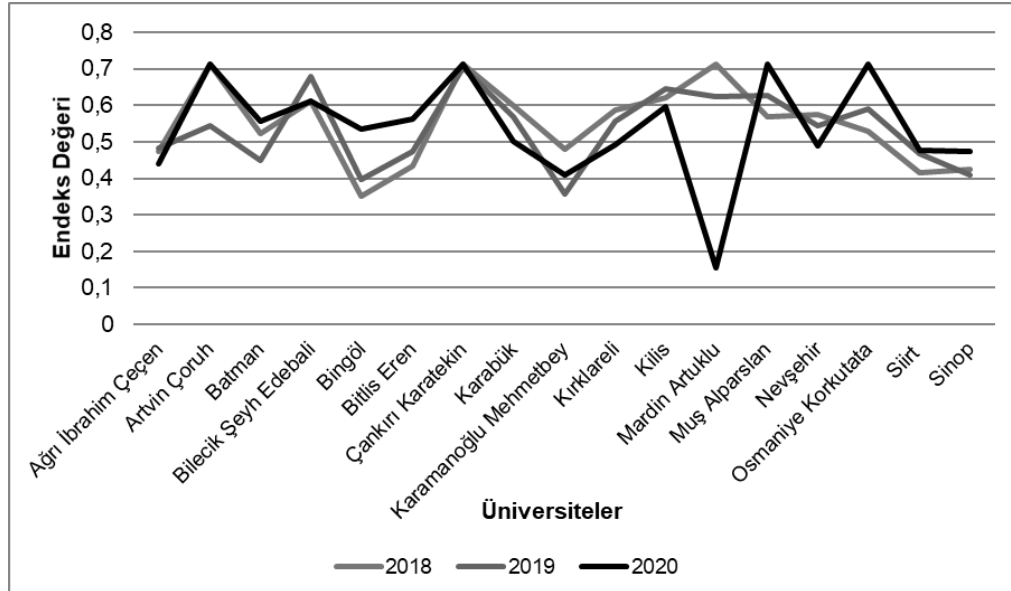
Ampirik çalışma bulguları O'Donnell'nin (2012) sunmuş olduğu şekilde raporlanmıştır. Tablo 3'te Färe-Primont endeksine göre hesaplanan 2018-2019 yılları arasındaki TFP, TEC ve TFPE'deki değişim görülmektedir. 2018-2019 yılları arasında en yüksek TFP artışı yaklaşık %12 ile Bingöl Üniversitesi'nindir. Bu dönemde yaşanan en yüksek TFP azalışı ise yaklaşık %24 ile Artvin Çoruh Üniversitesi'ne aittir. TFPE'de ise en yüksek artış yaklaşık %15 ile Siirt Üniversitesi'nin ve en fazla azalış ise yaklaşık %25 ile Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi'nindir.

Üniversitelerin 2018-2020 yılları arasındaki Färe-Primont TFP endeks değerleri Şekil 1'de verilmiştir. Buna göre; 2019-2020 yılları arasında ise TFP'de en yüksek artış yaklaşık %35 ile Bingöl Üniversitesi'nin, en yüksek azalış ise yaklaşık %13 ile Karabük Üniversitesi'nindir. TFPE'de en yüksek artış yaklaşık %33 ile Bingöl Üniversitesinin, en yüksek azalış ise yaklaşık %14 ile Karabük Üniversitesi'nindir. Färe-Primont endeksine göre TEC tüm karar verme birimleri tarafından elde edilebilecek bir unsur olarak görüldüğünden tüm karar verme birimleri için aynı değer kullanılmaktadır. ITE, IME ve RISE'nin de yıllar arasındaki değişimi Tablo 3'te görülmektedir. Çalışmaya dâhil edilen 17 üniversitenin hepsi dikkate alındığında ITE ve IME'de önemli bir değişiklik görülmemekle birlikte RISE'de 2019-2020 yılları arasında 2018-2019 yıllarına göre yükseliş olduğu izlenebilmektedir.

Tablo 3. 2018-2020 yılları arasında Färe-Primont TFP değişim oranları

Üniversite	2018-2019						2019-2020					
	TFP	TEC	TFPE	ITE	IME	RISE	TFP	TEC	TFPE	ITE	IME	RISE
Ağrı İbrahim Çeçen	1,01	0,98	1,03	1,00	1,16	0,88	0,91	1,01	0,90	1,00	0,79	1,12
Artvin Çoruh	0,76	0,98	0,77	1,00	0,94	0,82	1,31	1,01	1,29	1,00	1,06	1,21
Batman	0,85	0,98	0,87	0,82	1,07	0,97	1,23	1,01	1,21	1,21	0,90	1,10
Bilecik Şeyh Edebali	1,10	0,98	1,12	1,06	1,06	0,99	0,90	1,01	0,88	0,97	1,00	1,02
Bingöl	1,12	0,98	1,14	1,01	1,10	1,02	1,35	1,01	1,32	1,00	1,24	1,06
Bitlis Eren	1,09	0,98	1,10	0,93	1,14	1,03	1,18	1,01	1,16	1,19	0,95	1,02
Çankırı Karatekin	0,98	0,98	1,00	1,00	1,00	1,00	1,01	1,01	1,00	1,00	1,00	1,00
Karabük	0,95	0,98	0,96	1,00	1,00	0,96	0,87	1,01	0,86	1,00	0,80	1,07
Karamanoğlu Mehmetbey	0,74	0,98	0,75	1,35	0,63	0,88	1,14	1,01	1,12	0,87	1,12	1,14
Kırklareli	0,95	0,98	0,96	1,00	1,06	0,90	0,88	1,01	0,86	0,92	0,83	1,12
Kilis	1,03	0,98	1,05	1,00	1,01	1,04	0,92	1,01	0,90	1,00	0,83	1,08
Mardin Artuklu	0,87	0,98	0,88	1,00	1,00	0,88	0,93	1,01	0,91	1,00	0,86	1,06
Muş Alparslan	1,09	0,98	1,11	1,01	1,15	0,95	1,13	1,01	1,12	1,00	1,00	1,12
Nevşehir	0,94	0,98	0,96	0,95	1,01	0,98	0,89	1,01	0,88	1,00	0,88	1,01
Osmaniye Korkut Ata	1,11	0,98	1,13	1,08	0,97	1,08	1,20	1,01	1,19	1,00	1,03	1,08
Siirt	1,12	0,98	1,15	1,04	1,17	0,92	1,02	1,01	1,00	1,00	1,24	1,03
Sinop	0,96	0,98	0,97	1,00	1,04	0,93	1,15	1,01	1,13	1,00	1,07	1,05

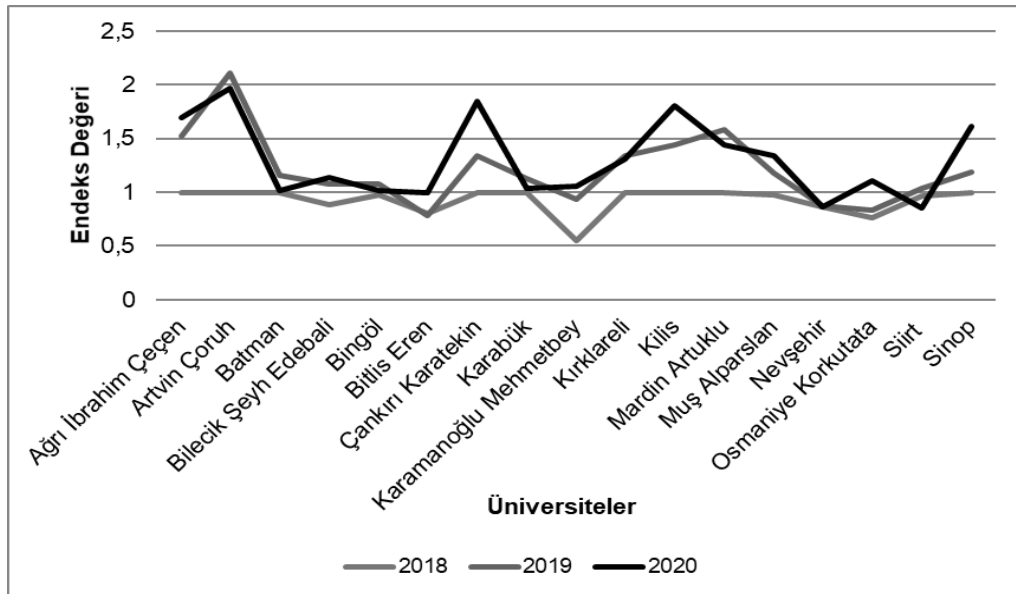
Tablo 4'te Hicks-Moorsteen endeksine göre hesaplanan 2018-2020 yılları arasındaki TFP, TEC ve TFPE değerleri görülmektedir. 2018-2019 yılları arasındaki TFP değişimine bakıldığında, en yüksek artış yaklaşık %29 ile Siirt Üniversitesi'ne, en fazla azalış ise yaklaşık %48 ile Batman Üniversitesi'ne aittir. İlgili yıllar arası TFPE değişiminde ise en yüksek artış yaklaşık %71 ile Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi'nin en fazla azalış ise yaklaşık %12 ile Kırklareli Üniversitesi'nindir. Hicks-Moorsteen endeksinde TFP'de yaşanan düşüşlerin en önemli nedeni TEC'te yaşanan değişimdir. Färe-Primont endeksinde sabit olduğu kabul edilen TEC Hicks-Moorsteen endeksinde işletmelere göre farklılaşmaktadır. Färe-Primont endeksinde olduğu gibi Hicks-Moorsteen endeksinde de RISE 2019-2020 yılları arasında 2018-2019 yıl aralığına göre yükseliş eğilimi içerisindedir.

**Şekil 1. 2007 yılında kurulan üniversitelerin 2018-2020 yılları arasındaki Färe-Primont TFP endeks değerleri**

Tablo 4. 2018-2020 yılları arasında Hicks-Moorsteen TFP değişim oranları

Üniversite	2018-2019						2019-2020					
	TFP	TEC	TFPE	ITE	IME	RISE	TFP	TEC	TFPE	ITE	IME	RISE
Ağrı İbrahim Çeçen	1,03	0,73	1,40	1,00	1,00	0,80	0,90	1,01	0,90	1,00	0,96	0,63
Artvin Çoruh	0,74	0,59	1,25	1,00	0,77	0,64	0,92	1,01	1,28	1,00	1,23	0,78
Batman	0,52	0,58	0,89	0,82	0,66	0,50	1,49	1,01	1,29	1,21	1,49	1,70
Bilecik Şeyh Edebali	1,21	0,86	1,39	1,06	1,00	0,71	0,86	1,01	0,96	0,97	0,85	1,26
Bingöl	1,03	0,88	1,17	1,01	1,00	0,83	1,08	1,01	0,96	1,00	1,00	0,95
Bitlis Eren	0,90	0,82	1,08	0,93	0,85	0,98	1,25	1,01	2,12	1,19	1,14	0,89
Çankırı Karatekin	0,83	0,81	1,01	1,00	0,99	0,63	0,84	1,01	1,47	1,00	1,00	0,93
Karabük	0,99	0,90	1,09	1,00	0,98	0,79	1,05	1,01	1,08	1,00	1,00	1,00
Karamanoğlu Mehmetbey	1,20	0,70	1,71	1,35	0,85	0,70	0,63	1,01	0,79	0,87	0,79	1,05
Kırklareli	0,66	0,75	0,88	1,00	0,93	0,52	0,75	1,01	0,77	0,92	0,77	1,38
Kilis	0,67	0,60	1,11	1,00	0,9	0,48	0,94	1,01	1,47	1,00	1,00	1,11
Mardin Artuklu	0,98	0,74	1,33	1,00	1,00	0,99	1,13	1,01	1,06	1,00	1,00	1,25
Muş Alparslan	1,07	0,85	1,25	1,01	1,00	0,66	1,13	1,01	1,23	1,00	1,00	1,31
Nevşehir	0,91	0,85	1,06	0,96	0,86	0,94	1,04	1,01	0,97	0,97	1,10	0,92
Osmaniye Korkut Ata	1,09	0,97	1,12	1,08	0,99	0,96	1,10	1,01	1,26	1,05	1,00	0,59
Siirt	1,29	1,08	1,20	1,04	1,00	0,75	0,80	1,01	0,66	0,77	0,87	1,24
Sinop	1,06	1,04	1,01	1,00	1,00	0,91	0,68	1,01	1,10	1,00	1,00	0,52

Üniversitelerin 2018-2020 yılları arasındaki Hicks-Moorsteen TFP endeks değerleri Şekil 2'de verilmiştir. Buna göre; 2019-2020 yılları arasındaki TFP değişiminde ise en yüksek artış yaklaşık %49 ile Batman Üniversitesi'nin, en yüksek azalış ise yaklaşık %37 ile Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi'nindir. İlgili yıllar arasındaki TFPE'de yaşanan en yüksek artış %120 ile Bitlis Eren Üniversitesi'ne, en fazla azalış ise yaklaşık %34 ile Siirt Üniversitesi'ne aittir.



Şekil 2. 2007 yılında kurulan üniversitelerin 2018-2020 yılları arasındaki Hicks-Moorsteen TFP endeks değerleri

Tablo 5'te görüldüğü üzere Färe-Primont endeksi ile TFP hesaplandığında 2020 yılı için Artvin Çoruh, Çankırı Karatekin ve Osmaniye Korkut Ata Üniversitelerinin maksimum verimlilik derecesine ulaştığı görülmektedir. 2007 yılında kurulan üniversiteler arasında bulunan Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi ise 2020 yılı için en 0,6176 ile en düşük toplam faktör verimliliğine sahiptir.

Tablo 5. 2020 yılına ait Färe-Primont endeks değerleri

Üniversite	TFP	TFPE	ITE	IME	RISE
Ağrı İbrahim Çeçen	0,4606	0,6176	1,0000	0,7799	0,7919
Artvin Çoruh	0,7458	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Batman	0,5798	0,7775	1,0000	0,7812	0,9952
Bilecik Şeyh Edebali	0,6391	0,8570	0,9707	0,8942	0,9874
Bingöl	0,5597	0,7505	1,0000	0,7937	0,9455
Bitlis Eren	0,5873	0,7876	1,0000	0,9435	0,8347
Çankırı Karatekin	0,7458	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Karabük	0,5222	0,7002	1,0000	0,8033	0,8716
Karamanoğlu Mehmetbey	0,4266	0,5720	0,8740	0,7013	0,9332
Kırklareli	0,5130	0,6879	0,9241	0,7461	0,9978
Kilis	0,6225	0,8348	1,0000	0,8393	0,9946
Mardin Artuklu	0,6077	0,8149	1,0000	0,8651	0,9420
Muş Alparslan	0,7445	0,9982	1,0000	1,0000	0,9982
Nevşehir	0,5114	0,6857	0,8753	0,8247	0,9499
Osmaniye Korkut Ata	0,7458	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Siirt	0,4992	0,6693	0,7777	0,8989	0,9575
Sinop	0,4936	0,6618	1,0000	0,6851	0,9660

Üniversitelerin 2020 yılına ait Hicks-Moorsteen endeksine göre hesaplanmış TFP değerleri Tablo 6'da görülmektedir. Elde edilen sonuçlara göre 1,96 ile en yüksek TFP değerine Artvin Çoruh Üniversitesi sahiptir. En düşük TFP değeri ise Nevşehir Üniversitesine aittir. TFPE'ye bakıldığında ise 0,87 ile en yüksek değer Muş Alparslan Üniversitesi'ne ait olduğu görülmektedir. En düşük TFPE ise 0,42 değeri ile Artvin Çoruh Üniversitesi'nindir.

Tablo 6. 2020 yılına ait Hicks-Moorsteen endeks değerleri

Üniversite	TFP	TFPE	ITE	IME	RISE
Ağrı İbrahim Çeçen	1,4338	0,4935	1,0000	0,9670	0,5103
Artvin Çoruh	1,9626	0,4241	1,0000	0,9535	0,4448
Batman	0,9929	0,8107	1,0000	1,0000	0,8107
Bilecik Şeyh Edebali	1,1252	0,7432	0,9707	0,8507	0,9001
Bingöl	1,0132	0,7969	1,0000	1,0000	0,7969
Bitlis Eren	0,9945	0,8667	1,0000	0,9766	0,8874
Çankırı Karatekin	1,8410	0,5975	1,0000	1,0000	0,5975
Karabük	1,0323	0,7933	1,0000	1,0000	0,7933
Karamanoğlu Mehmetbey	1,0425	0,4371	0,8740	0,6769	0,7387
Kırklareli	1,2798	0,4364	0,9241	0,7223	0,6537
Kilis	1,8027	0,5101	1,0000	0,9695	0,5261
Mardin Artuklu	1,3291	0,8531	1,0000	1,0000	0,8531
Muş Alparslan	1,3373	0,8786	1,0000	1,0000	0,8786
Nevşehir	0,7875	0,7261	0,8753	0,9546	0,8689
Osmaniye Korkut Ata	1,1051	0,5752	1,0000	1,0000	0,5752
Siirt	0,8447	0,5674	0,7777	0,8794	0,8296
Sinop	1,6148	0,4784	1,0000	1,0000	0,4784

2020 yılına ait Färe-Primont ve Hicks-Moorsteen endeksleri ile elde edilen TFP değerleri incelendiğinde her iki endekste de Artvin Çoruh Üniversitesi'nin en yüksek TFP değerine sahip olduğu görülmektedir. Ayrıca Färe-Primont endeksi ile elde edilen 2020 yılı sonuçlarına göre Çankırı Karatekin ve Osmaniye Korkut Ata Üniversitelerinin, Artvin Çoruh Üniversitesi ile aynı değere sahip olduğu da anlaşılmaktadır. Tablo 6, Eşitlik 4 dikkate alınarak incelendiğinde ve üniversitelerin ITE ve IME değerlerinin genelinenin 1.0 ve 1.0'e yakın oluşu dikkate alındığında TFPE değerini en fazla etkileyen faktörün RISE olduğu görülmektedir. RISE, teknik ve karma etkin bir noktada TFP ile maksimum verimlilik arasındaki farkı ölçmektedir (O'Donnell, 2010). Üretim olanakları eğrisi altında karma etkin bir noktadan farklı bir noktaya hareket TFP'de bir değişikliğe neden oluyorsa bu ölçek etkisi ile açıklanmaktadır. Kalan girdi odaklı ölçek

etkinliğinde “kalan” ifadesinin kullanılması karma etkin noktalar arasında hareket gerçekleşse de farklı girdi ve çıktı karışım oranlarına sahip olması nedeniyledir. Bu doğrultuda, Tablo 6’da görülen RISE değerlerinin TFPE üzerindeki belirleyici rol üstlenme durumu üniversitelerin farklı girdi ve farklı çıktı karmalarına sahip olması ile açıklanabilir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Üniversiteler, nitelikli insan kaynağı yetiştirmenin yanı sıra bilimsel bilgi üretme amacını da taşımaktadır. Özellikle devlet üniversitelerinin kamu kaynağını kullandığı dikkate alınırca sınırlı kaynaklardan oluşan girdilerinden etkin bir şekilde faydalanma gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bu doğrultuda farklı veri setleri ve girdi-çıkıtı değişkenleri ile üniversitelerin etkinliğinin ölçülmesi amacı taşıyan çalışmalar literatürde görülmektedir. Ancak, üniversitelerin toplam faktör verimlilikleri bu çalışma ile ilk defa Färe-Primont ve Hicks-Moorsteen endeksleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Färe-Primont ve Hicks-Moorsteen endeksleri etkinlik çalışmalarında en sık kullanılan Malmquist yöntemi gibi fiyat bilgisine ihtiyaç duymayan yöntemlerdendir. Bununla birlikte, Malmquist yöntemi teknik etkinlik ve teknik etkinlik değişimi parametrelerini kullanırken Färe-Primont ve Hicks-Moorsteen endeksleri girdi ve çıktı odaklı olarak teknik değişim, teknik etkinlik değişimi, ölçek etkinlik değişimi, karma etkinlik değişimi, artık karma etkinlik değişimi ve artık ölçek etkinlik değişimi olmak üzere altı etkinlik parametresini içermektedir (Asante ve Villano, 2019). Üniversiteler arasında önemli girdi farklılıkları olmaması adına aynı yılda kurulan 17 devlet üniversitesi çalışmaya dâhil edilmiştir. Bu noktada yapılan çalışma kullandığı veri seti ile literatürde yapılan çalışmalardan ayrılmaktadır. Günay ve diğerlerinin (2017) de çalışmalarında kullandıkları şekliyle benzer altyapı ve üstyapı olanaklarına sahip olan devlet üniversitelerinin çalışmaya dâhil edilmesi ile ölçme hataları en aza indirilmeye çalışılmıştır.

Çalışmada ITE, IME ve RISE’den faydalanılarak TFPE elde edilmeye çalışılmıştır. Färe-Primont endeksi içerisinde IME’nin TFP etkinliği içerisinde belirleyici rol üstlendiği görülmektedir. Dolayısıyla IME’de yapılacak iyileştirmeler TFP’nin artırılmasına katkı sağlayacaktır. Hicks-Moorsteen endeksinde ise TFPE’nin en fazla RISE’den etkilendiği anlaşılmaktadır. RISE, teknik ve karma etkin olan nokta ile maksimum verimlilik noktasındaki etkinlik farkını ifade etmektedir. Bu nedenle teknik ve karma etkinliğin yükseltilmesi TFP’yi yükseltecektir. 2018-2020 döneminde analizlere dâhil edilen üniversitelerin farklı verimlilik değişim değerleri elde ettiği, bazı üniversitelerin yüksek verimlilik skorlarına bazılarının ise düşük verimlilik skorlarına ulaştığı saptanmıştır. Çalışmanın bulgularına benzer biçimde Türkiye’de devlet üniversitelerinin verimliliği ve etkinliğini ölçmeye yönelik çalışmalarda da devlet üniversitelerinin verimlilik skorları bakımından farklılaştığı belirlenmiştir (Çınar, 2013; Özel, 2014; Babacan ve diğerleri, 2007; Özden, 2008; Ulucan, 2011; Günay ve diğerleri, 2017). Üniversitelerin, geneli değerlendirildiğinde, kalan girdi odaklı ölçek etkinliğinin 2018-2019 yılları arasındaki azalışı 2019-2020 yıllarında yükselişe dönüşmüştür. Kalan girdi odaklı ölçek etkinliği üniversitelerin girdilerinin yeterli etkinlikte kullanılmadığını göstermektedir. Elde edilen bu sonuç Günay ve diğerlerinin (2017) çalışmasıyla uyum içerisindedir. Üniversitelerin sahip olduğu girdileri daha etkili kullanması sayesinde kalan girdi odaklı teknik etkinliklerinin 1’e yaklaşacağı düşünülmektedir. Diğer faktörlerin sabit kalması durumunda yükselen RISE üniversitelerin TFPE’nin de artmasını sağlayacaktır. Färe-Primont ve Hicks-Moorsteen endekslerinin TFP ve TFPE çalışmada örtüşen sonuçlar vermemiştir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde yalnızca ITE’nin Färe-Primont ve Hicks-Moorsteen endeksinde aynı değerlere sahip olduğu görülmektedir. Yapılan analizler sonucunda üniversitelerin performanslarını değerlendirebileceği ve kaynaklarını daha etkin kullanmak için elde edilen etkinlik değerlerini çalışmaya da dâhil olan üniversiteler ile karşılaştırabileceği düşünülmektedir (Özel, 2014). Bunun yanında üniversitelerin üretkenliğini sürekli olarak iyileştirmek için iyi bir yönetim sergileyerek sahip olduğu iç ve dış girdi kaynaklarını etkin ve verimli biçimde kullanmaları önerilmektedir. Bu bağlamda üniversite yöneticileri, üniversitelerde üretkenlikte ilerleme sağlamak için gereken beceri ve bilgi zenginliğini artırmak amacıyla her kademedeki çalışanlar için elverişli bir çalışma ortamı ve çeşitli iş zenginleştirme ortamlarını oluşturmaları önerilmektedir.

Bu alanda yapılacak olan çalışmalar, aynı veri seti ile farklı yöntemleri karşılaştırabilir ya da farklı üniversitelerden oluşan veri setiyle bu çalışmada kullanılan endeksler üzerinden değerlendirme yapabilir. Çalışma ile elde edilen sonuçlar üniversite yöneticileri tarafından etkinliğin artırılması için değerlendirmeye alınabilir. Bu sayede gerçekleştirilen iyileştirmelerin yükseköğretim kurumlarının gelişmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Çalışmada kullanılan yöntemlerin eğitim sektörünün farklı alt gruplarında, sağlık ve turizm gibi alanlarda yapılacak etkinlik araştırmalarında da uygulanabileceği düşünülmektedir. Bu sayede alt sektörler içerisinde yer alan kuruluşlar ya da işletmeler arasında etkinlik değerlendirmesi yapılabilecektir. Yapılan çalışmanın kısıtları olarak veri setinin üç yıllık bir zaman dilimini içermesi ve yöntemin sosyal faktörleri dikkate almaması gösterilebilir. Ayrıca çıktı değişkenleri olarak kullanılan önlisans/lisans, yüksek lisans ve doktora mezun sayılarının, öğrencilerin üniversite tercihinde üniversitenin bulunduğu ilin olanaklarından da etkilenebileceği dikkate alındığında, girdi değişkenlerinden bağımsız

olarak değişebileceği düşünölmektedir. Bu nedenle gelecekte yapılacak çalışmalarda etkinliğe katkı sağlayabilecek sosyal faktörler de dikkate alınabilir.

KAYNAKÇA

- Abed, R. ve Acosta, A. (2018). "Assessing Livestock Total Factor Productivity: A Malmquist Index Approach", *African Journal of Agricultural and Resource Economics*, 13(4), 297-306.
- Abramo, G., Cicero, T. ve D'angelo, C.C. (2011). "A Field-Standardized Application of DEA to National Scale Research Assessment of Universities", *Journal of Infometrics*, 5, 618-628.
- Agasisti, T. ve Johnes, G. (2009). "Beyond Frontiers: Comparing the Efficiency of Higher Education Decision-Making Units Across more than One Country", *Education Economics*, 17(1), 59-79.
- Aleskerov, F. ve Petruschenko, V. (2013). "DEA by Sequential Exclusion of Alternatives", *Higher School of Economics Working Paper Series*, WP7/2013/02.
- Arjomandi, A., Salleh, M.I. ve Mohammadzadeh, A. (2015). "Measuring Productivity Change in Higher Education: An Application of Hicks-Moorsteen Total Factor Productivity Index to Malaysian Public Universities", *Journal of the Asia Pacific Economy*, 20(4), 630-643.
- Arslan, H. (2014). "Çankırı Karatekin Üniversitesinin Kente Ekonomik Katkısı ve Öğrenci Harcamalarının Farklı Değişkenler Açısından Analizi", *Dicle Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 6(2), 114-127.
- Asante, B.O. ve Villano, R.A. (2019). "Components of Farm-Level Productivity in Integrated Crop-Livestock Farming Systems in Ghana: The Role of Mix Efficiency", *International Journal of Food and Agricultural Economics*, 7(1), 63-76.
- Atik, H. (1999). "Üniversitelerin Yerel Ekonomiye Katkıları: Teori ve Erciyes Üniversitesi Üzerine Bir Uygulama", *Erciyes Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, 15, 99-109.
- Babacan, M., Kartal, M. ve Bircan, M.H. (2007). "Cumhuriyet Üniversitesinin Etkinliğinin Kamu Üniversiteleri ile Karşılaştırılması: Bir VZA Tekniği Uygulaması", *C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8(2), 97-114.
- Bal, V. (2013). "Vakıf Üniversitelerinde Veri Zarflama Analizi ile Etkinlik Belirlenmesi", *Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 2(1), 1-14.
- Baležentis, T. (2015). "The Sources of the Total Factor Productivity Growth in Lithuanian Family Farms: A Färe-Primont Index Approach", *Prague Economic Papers*, 24(2), 225-241.
- Baysal, M.E., 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.
- Beasley, J. (1995). "Determining Teaching and Research Efficiencies", *Journal of the Operational Research Society*, 46, 441-452.
- Berbegal-Mirabent, J., Lafuente, E. ve Solé, F. (2013). "The Pursuit of Knowledge Transfer Activities: An Efficiency Analysis of Spanish Universities", *Journal of Business Research*, 66, 2051-2059.
- Birlik, M., Aydın, Ü. ve Kahyaoğlu, H. (2016). "Türkiye Gıda Sanayinde Kısa ve Uzun Dönemli Etkinlik: Stokastik Sınır Analizi", *Çankırı Karatekin Üniversitesi İİBF Dergisi*, 6(2), 67-84.
- Bjurek, H. (1996). "The Malmquist Total Factor Productivity Index", *The Scandinavian Journal of Economics*, 98(2), 303-313.
- Bougnol, M.L. ve Dulá, J.V. (2006). "Validating DEA as a Ranking Tool: An Application of DEA to Assess Performance in Higher Education", *Annals of Operations Research*, 145, 339-365.
- Briec, W. ve Kerstens, K. (2004). "A Luenberger-Hicks-Moorsteen Productivity Indicator: Its Relation to the Hicks-Moorsteen Productivity Index and the Luenberger Productivity Indicator", *Economic Theory*, 23(4), 925-939.
- 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.
- Cillero, M.M. ve Thorne, F. (2019). "Sources of Productivity Growth Using the Färe-Primont Decomposition: An Empirical Application to the Irish Beef Sector", *Applied Economics*, 51(36), 3982-3994.
- Coelli, T.J., Rao, D.S.P., O'Donnell, C.J. ve Battese, G.E. (2005). "An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis", 2nd Edition, Springer, New York.
- Cook, W.D., Tone, K. ve Zhu, J. (2014). "Data Envelopment Analysis: Prior to Choosing a Model Wade", *Omega*, 44, 1-4.
- Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı (2021). "Orta Vadeli Mali Plan 2021-2023", <https://www.sbb.gov.tr/butce-orta-vadeli-mali-planlar>, (Erişim Tarihi:20.01.2021).
- Cunha, M. ve Rocha, V. (2012). "On the Efficiency of Public Higher Education Institutions in Portugal: An Exploratory Study", *FEP Working Papers*, 1-31.

- Çalışkan, Ş. (2010). "Üniversite Öğrencilerinin Harcamalarının Kent Ekonomisine Katkısı (Uşak Üniversitesi Örneği)", *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(31), 169-179.
- Çetin, T. (2010). "İktisadi Etkinlik Üzerine Bir Deneme: X Etkinlik Yaklaşımı", *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 11(2), 183-198.
- Çınar, Y. (2013). "Türkiye'de Kamu Üniversitelerinin Eğitim-Araştırma Etkinlikleri ve Etkinlik Artışında Stratejik Önceliklerin Rolü: Çok-Aktiviteli VZA Uygulaması", *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 68(2), 27-62.
- Dakpo, K.H., Desjeux, Y., Jeanneaux, P. ve Latruffe, L. (2019). "Productivity, Technical Efficiency and Technological Change in French Agriculture During 2002-2015: A Fare-Primont Index Decomposition Using Group Frontiers and Meta-Frontier", *Applied Economics*, 51(11), 1166-1182.
- Deliktaş, E. (2002). "Efficiency and Total factor Productivity Analysis in Private Manufacturing Industry in Turkey", *The Journal of METU Development*, 29(3-4), 247-284.
- Epure, M., Kernstems, K. ve Diego, D. (2011). "Technology-Based Total Factor Productivity and Benchmarking: New Proposals and an Application", *Omega International Journal of Management Science*, 39(6), 608-619.
- Fandel, G. (2007). "On the Performance of Universities in North Rhine-Westphalia, Germany: Government's Redistribution of Funds Judged Using DEA Efficiency Measures", *European Journal of Operational Research*, 176, 521-533.
- Färe, R., Grosskopf, S. ve Roos, P. (1996). "On Two Definitions of Productivity", *Economics Letters*, 53(3), 269-274.
- Farrel, M.J. (1957). "The Measurement of Productive Efficiency", *Journal of the Royal Statistical Society, Series A (General)*, 120(3), 253-290.
- Ferreira, D.C. ve Marques, R.C. (2016). "Malmquist and Hicks-Moorsteen Productivity Indexes for Clusters Performance Evaluation", *International Journal of Information Technology & Decision Making*, 15(5), 1015-1053.
- Georganta, Z. (1997). "The Effect of a Free Market Price Mechanism on Total Factor Productivity: The Case of the Agricultural Crop Industry in Greece", *International Journal of Production Economics*, 52, 55-71.
- Görkemli, H.N. (2009). "Selçuk Üniversitesinin Konya Kent Ekonomisine Etkileri", *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 22, 169-186.
- Guironnet, J.P. ve Peypoch, N. (2017). "The Geographical Efficiency of Education and Research: The Ranking of U.S. Universities", *Socio-Economic Planning Sciences*, 1-12
- Günay, A., Dulupçu, M.A. ve Oruç, K.O. (2017). "Türkiye'de Devlet Üniversitelerinin Etkinlik ve Verimlilik Analizi: Veri Zarflama Analizi ve Malmquist Toplam Faktör Verimlilik Endeksi Uygulamaları", *AİBÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 17(3), 85-113.
- Hicks, J.R. (1961). "Measurement of Capital in Relation to the Measurement of Other Economic Aggregates", *In Theory of Capital*, Macmillan, London.
- Ilyas, A.M. ve Rajasekaran, S. (2020). "Productivity of the Indian Non-Life Insurance Sector New Evidence Employing Fare-Primont Inde Approach", *International Journal of Productivity and Performance Measurement*, 69(4), 633-650.
- Johnes, J. (2006). "Measuring Teaching Efficiency in Higher Education: An Application of Data Envelopment Analysis to Economics Graduates from UK Universities 1993", *European Journal of Operational Research*, 174, 443-456.
- Johnes, J. ve Yu, L. (2008). "Measuring the Research Performance of Chinese Higher Education Institutions Using Data Envelopment Analysis", *China Economic Review*, 19, 679-696.
- Joumady, O. ve Ris, C. (2005). "Performance in European Higher Education: A Non-Parametric Production Frontier Approach", *Education Economics*, 13(2), 189-205.
- Kalirajan, K.P. ve Shand, R.T. (1999). "Frontier Production Functions and Technical Efficiency Measures", *Journal of Economic Surveys*, DOI: 10. 1111/1467-6419.00080.
- Kao, C. ve Hung, H.T. (2008). "Efficiency Analysis of University Departments: An Empirical Study", *Omega*, 36, 653-664.
- Katharaki, M. ve Katharakis, G. (2010). "A Comparative Assessment of Greek Universities' Efficiency Using Quantitative Analysis", *International Journal of Educational Research*, 49, 115-128.
- Kevork, I., Pange, J., Tzeremes, P. ve Tzeremes, N.G. (2017). "Estimating Malmquist Productivity Indexes Using Probabilistic Directional Distances: An Application to the European Banking Sector", *European Journal of Operational Research*, 26, 1125-1140.
- Köksal, G. ve Nalçacı, B. (2006). "The Relative Efficiency of Departments at a Turkish Engineering College: A Data Envelopment Analysis", *Higher Education*, 51, 173-189.
- Kuah, C.T. ve Wong, K.W. (2011). "Efficiency Assessment of Universities through Data Envelopment Analysis", *Procedia Computer Science*, 3, 499-506.

- Kuosmanen, T. ve Sipiläinen, T. (2009). "Exact Decomposition of the Fisher Ideal Total Factor Productivity Index", *Journal of Productivity Analysis*, 31, 137-150.
- Kutlar, A. ve Kartal, M. (2004). "Cumhuriyet Üniversitesinin Verimlilik Analizi: Fakülteler Düzeyinde Veri Zarflama Yöntemiyle Bir Uygulama", *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8(2), 49-79.
- Kutlar, A., Yüksel F. ve Bakırcı, F. (2011). "Türkiye'de Belediyelerin Ekonomik Etkinliği ve Etkinliğe Etki Eden Faktörler Üzerine Bir Araştırma", Korza Yayıncılık, Ankara.
- Laurenceson, J. ve O'Donnell, C. (2014). "New Estimates and a Decomposition of Provincial Productivity Change in China", *China Economic Review*, 30, 86-97.
- Laureti, T., Secondi, L. ve Biggeri, L. (2014). "Measuring the Efficiency of Teaching Activities in Italian Universities: An Information Theoretic Approach", *Economics of Education Review*, 42, 147-164.
- Lebas, M. (1995). "Performance Measurement and Performance Management", *International Journal of Production Economics*, 41(1-3), 23-35.
- Madden, G. ve Savage, S.J. (1999). "Telecommunications Productivity, Catch-Up and Innovation", *Telecommunications Policy*, 23(1), 65-81.
- Maredza, A., Kapingura, F. ve Mishi, S. (2013). "Exploring the Nexus between Bank Competition and Productivity in the South African Banking Sector", <https://www.econrsa.org/system/files/workshops/papers/2013/kapingura.pdf>, (Erişim Tarihi: 27.02.2021).
- Molinos-Senante, M. ve Sala-Garrido, R. (2015). "The Impact of Privatization Approaches on the Productivity Growth of the Water Industry: A Case Study of Chile", *Environmental Science & Policy*, 50, 166-179.
- Molinos-Senante, M., Maziotis, A. ve Sala-Garrido, R. (2017). "Assessment of the Total Factor Productivity Change in the English and Welsh Water Industry: A Färe-Primont Productivity Index Approach", *Water Resour Management*, 31, 2389-2405.
- Moorsteen, R.H. (1961). "On Measuring Productive Potential and Relative Efficiency", *The Quarterly Journal of Economics*, 75, 451-467.
- O'Donnell, C.J. (2012). "An Aggregate Quantity Framework for Measuring and Decomposing Productivity Change", *Journal of Productivity Analysis*, 38, 255-272.
- O'Donnell, C.J. (2010). "DPIN Version 1.0 A Program for Decomposing Productivity Index Numbers", *Centre for Efficiency and Productivity Analysis*, University of Queensland, Brisbane, 1-11.
- O'Donnell, C.J. (2011a). "DPIN 3.0 a Program for Decomposing Productivity Index Numbers", *Centre for Efficiency and Productivity Analysis*, University of Queensland, Brisbane, 1-28.
- O'Donnell, C.J. (2011b). "The Sources of Productivity Change in the Manufacturing Sectors of the US Economy", *Centre for Efficiency and Productivity Analysis (CEPA)*, Working Paper No. WP07/2011, University of Queensland, Brisbane, 1-56.
- Oruç, K.O., Güngör, İ. ve Demiral, M.F. (2009). "Üniversitelerin Etkinlik-Ölçümünde Bulanık Veri Zarflama Analizi Uygulaması", *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 22, 279-294.
- Özden, H.Ü. (2008). "Veri Zarflama Analizi ile Türkiye'deki Vakıf Üniversitelerinin Etkinliğinin Ölçülmesi", *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 37(2), 167-185.
- Özel Kadılar, G. (2015). "Efficiency Analysis of Foundation Universities in Turkey", *Education and Science*, 40(177), 31-41.
- Özel, G. (2014). "Devlet Üniversitelerinin Etkinlik Analizi: Türkiye Örneği", *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29(3), 124-136.
- Özyakışır, D. ve Şayan, S. (2016). "Üniversite Öğrenci Harcamalarının Kent Ekonomisine Katkısı: Kafkas Üniversitesi Üzerine Bir Saha Çalışması", *Kafkas Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Ek Sayı 1; 197-219.
- Rao, D.S.P., O'Donnell, C.J. ve Ball, V.E. (2002). "Transitive Multilateral Comparisons of Agricultural Output, Input, and Productivity: A Nonparametric Approach", *Agricultural Productivity: Measurement and Sources of Growth*, Editor: Ball, V. E. ve Norton, G. W., Kluwer Academic Publishers, Norwell.
- Reziti, I. (2020). "Total Factor Productivity Change in Greek Crop Production Using a Färe-Primont Index Analyses", *Research in Agricultural & Applied Economics*, 8(2), 167-178.
- Sagarra, M., Mar-Molinero, C. ve Agasisti, T. (2017). "Exploring the Efficiency of Mexican Universities: Integrating Data Envelopment Analysis and Multidimensional Scaling", *Omega*, 67, 23-133.
- See, K.F. ve Li, F. (2015). "Total Factor Productivity Analysis of the UK Airport Industry: A Hicks-Moorsteen Index Method", *Journal of Air Transport Management*, 43, 1-10.
- Selçuk N.G. ve Başar, S. (2012). "Kafkas Üniversitesi Öğrencilerinin Harcamalarının Kars İli Ekonomisine Katkısı", *Kafkas Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 3(4), 89-106.

- Sheng, Y., Wu, Y., Shi, X. ve Zhang, D. (2015). "Energy Trade Efficiency and Its Determinants: A Malmquist Index Approach", *Energy Economics*, 50, 306-314.
- Sudit, E.F. (1984). "The Productivity Concept: Definition, Measurement and Managerial Importance", *Productivity Based Management Studies in Productivity Analysis*, Vol 5, Springer, Dordrecht.
- Tan, W. (2000). "Total Factor Productivity in Singapore Construction", *Engineering, Construction and Architectural Management*, 7(2), 154-158.
- Tatlı, H. (2014). "Bingöl Üniversitesi Öğrencilerinin Bingöl Ekonomisine Katkıları", *Bingöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 4(7), 79-94.
- Tatlı, H. ve Bayrak, R. (2014). "Total Factor Productivity Analysis in Food Sector", *International Journal of Advances in Management and Economics*, 6(4), 25-34.
- Ulucan, A. (2011). "Measuring the Efficiency of Turkish Universities Using Measure-specific Data Envelopment Analysis", *Sosyoekonomi*, 1, 181-196.
- Yayar, R. ve Demir, D. (2013). "Gaziosmanpaşa Üniversitesinin Tokat İli Ekonomisine Etkisi", *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, 5(8), 106-122.
- Yaylalı, M. (2013). "Mikroiktisat", 3. Baskı, Beta Yayınları, İstanbul.
- Ying Chu N.G. ve Sung-Ko, L.I. (2009). "Efficiency and Productivity Growth in Chinese Universities during the Post-Reform Period", *China Economic Review*, 20, 183-192.
- Yükçü, S. ve Atağan, G. (2009). "Etkinlik, Etkililik ve Verimlilik Kavramlarının Yarattığı Karışıklık", *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 23(4), 1-13.
- Yüksek Öğretim Kurumu, (2021). "Yüksek Öğrenim Bilgi Yönetim Sistemi", <https://istatistik.yok.gov.tr>, (Erişim Tarihi: 20.01.2021).
- Zoghbi, A.C., Rocha, F. ve Mattos, E. (2013). "Education Production Efficiency: Evidence from Brazilian Universities", *Economic Modelling*, 31, 94-103.

YÜKSELEN EKONOMİLERDE ENERJİ ETKİNLİĞİNİ ARZ YANLI ETKİLEYEN FAKTÖRLER*

Mustafa NAIMOĞLU¹, Mustafa AKAL²

ÖZET

Amaç: Yükselen ekonomiler yüksek büyüme rakamlarına sahip ülkelerdir. Bu rakamları ise ithal ettiği enerjiyle gerçekleştirirler. Dolayısıyla bu ülkeler için enerji etkinliği son derece önemli olduğundan enerji arzı yapılırken kullanılan enerji kaynaklarının enerji etkinliği üzerindeki etkisi araştırılmak istenmiştir.

Yöntem: Bu çalışmada Driscoll ve Kraay Dirençli Tahmincisi kullanılarak 1990-2018 döneminde 23 yükselen ekonomi için enerji etkinliğini arz yanlı etkileyen faktörler araştırılmıştır.

Bulgular: Enerji etkinliğini en fazla olumlu etkileyen yenilenebilir enerji kaynaklarından hidro iken en az olumlu etkileyen ise yine yenilenebilir enerji kaynaklarından rüzgâr, güneş vd. kullanımı bulunmuştur. Katsayılar olarak incelendiğinde hidro kaynağında meydana gelen %1'lik artış enerji etkinliğini %0,18 artırmakta iken rüzgâr, güneş vd. kullanımında meydana gelen %1'lik artış enerji etkinliğini %0,01 oranında artırmaktadır. Dolayısıyla yenilenebilir enerji kullanımı bu ekonomilerde enerji etkinliği için çok önemli fırsatlar sunmaktadır.

Özgünlük: Günümüz teknolojilerine rağmen petrol, kömür, gaz, biokütle, nükleer, yenilenebilir enerji girdilerinde yaşanan etkinlik/verimlilik %11 civarında oldukça düşük bir orana sahiptir. Literatürde enerji kaynaklarının ve enerji kayıplarının enerji etkinliği üzerindeki etkisini araştıran çalışmalara rastlanmamıştır. Dolayısıyla bu çalışmanın diğer çalışmalardan farkı enerji kaynakları ile beraber enerji kayıplarının enerji etkinliği üzerindeki etkisinin araştırılmasıdır.

Anahtar Kelimeler: Yükselen Ekonomiler, Enerji Etkinliği, Arz Yanlı Model.

JEL Kodları: P28, Q41, Q42.

SUPPLY SIDE FACTORS AFFECTING ENERGY EFFICIENCY IN EMERGING ECONOMIES

ABSTRACT

Purpose: Emerging economies are countries with high growth figures. They realize these figures with the energy they import. Therefore, since energy efficiency is extremely important for these countries, the effect of energy resources used in energy supply on energy efficiency has been investigated.

Methodology: In this study, the supply-side factors affecting energy efficiency for 23 emerging economies in the 1990-2018 period were investigated using the Driscoll and Kraay Resistive Estimator.

Findings: While hydro is one of the renewable energy sources that affect energy efficiency the most positive, wind, solar, etc. have been found to have the least positive effects. When analyzed as coefficients, 1% increase in hydro resource increases energy efficiency by 0.18%, while a 1% increase in wind, solar, etc. increases energy efficiency by 0.01%. Therefore, the use of renewable energy offers very important opportunities for energy efficiency in these economies.

Originality: Despite today's technologies, the efficiency/productivity experienced in oil, coal, gas, biomass, nuclear, renewable energy inputs has a very low rate of around 11%. There are no studies investigating the effects of energy sources and energy losses on energy efficiency in the literature. Therefore, the difference of this study from other studies is that the effect of energy losses on energy efficiency together with energy sources is investigated.

Keywords: Emerging Economies, Energy Efficiency, Supply Side Model.

JEL Codes: P28, Q41, Q42.

* Bu çalışma, Mustafa NAIMOĞLU tarafından Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü'nde Prof. Dr. Mustafa AKAL danışmanlığında yürütülen "Yükselen Ekonomiler İçin Enerji Etkinliğinin Önemi ve Ampirik Modellemesi" başlıklı Doktora tezinden türetilmiştir.

¹ Arş. Gör. Dr., Bingöl Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, Bingöl, Türkiye, mnaimoglu@bingol.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9684-159X (Sorumlu Yazar-Corresponding Author).

² Prof. Dr., Sakarya Üniversitesi, Siyasal Bilgiler Fakültesi, İktisat Bölümü, Sakarya, Türkiye, akal@sakarya.edu.tr, ORCID: 0000-0002-0504-100X.

1. GİRİŞ

IMF'nin 2015 yılı dünya ekonomik raporunda 23 ülke yükselen ekonomi olarak sınıflandırılmıştır. Bunlar; Arjantin, Bangladeş, Brezilya, şili, Çin, Kolombiya, Macaristan, Hindistan, Endonezya, Malezya, Meksika, Pakistan, Peru, Filipinler, Polonya, Romanya, Rusya, Güney Afrika, Tayland, Türkiye, Ukrayna ve Venezuela'dır (IMF; WEO, 2015: 124). Bu lkeler yüksek büyüme rakamlarına sahiptir ancak bu yüksek büyümeyi ithal ettikleri enerjiyle sağlamaktadır. Dolayısıyla bu ülkeler büyüdükçe enerji konusunda giderek daha fazla dışa bağımlı ülkeler haline gelmektedir. Bu açıdan enerjinin etkin kullanımı yükselen ekonomiler için hayati öneme sahiptir.

Yükselen ekonomiler için yoğun bir rekabetin bulunduğu küresel piyasalarda kendi geleceklerine yn verebilmek adına iki konu ön plana çıkmaktadır. Birincisi teknoloji, diğerisi ise enerjidir. Bu ekonomiler teknolojik yönden ileride değillerdir. Bu yüzden bol ve ucuz enerji kaynaklarına sahip olmak ve sahip oldukları enerjiyi etkin kullanmak zorundadırlar (Naimoğlu ve Akal, 2021: 455). Ayrıca bu ülkelerin ekonomilerini petrol fiyatları başta olmak üzere enerji fiyatlarındaki değişmeler çok fazla etkilemektedir (Uğur, 2021: 69). Bu ülkelerde kısa ve orta vadede enerjinin etkin kullanılması, yeni enerji kaynaklarının kullanılabilmesi için yapılacak yatırımlardan daha ekonomik olmaktadır. Dolayısıyla bu durum sosyal bilimcilerin dikkatini çekmiş ve enerjinin nasıl daha etkin kullanılması gerektiği problemine bir çözüm bulmak için daha karmaşık sosyal bağamları ve uygulamaları gözlemleyen araştırmalara gerek duyulmuştur. Bu yüzden enerjinin etkin kullanılması konusunda kavramsal temelleri, pratik uygulamaları, sosyolojik yönleri ve eleştirel temelleri içeren etkinliği daha geniş bir şekilde araştırmaya ihtiyaç vardır. Bu alışma bu amaçla ele alınmış, enerji etkinliğini ve/veya verimliliğini olumlu veya olumsuz yönde etkileyen arz yanlı faktörler üzerinde durulmuştur. Bunun için enerji arzı yapılırken kullanılan enerji kaynaklarının enerji etkinliği üzerindeki etkisinin büyüklüğü ve yönünü belirleyebilmek için panel EKK (En Küçük Kareler Yöntemi) yöntemi kullanılacaktır.

Dünya Bankası lke sınıflamasına göre kişi başına düşen GSYİH dikkate alındığında yükselen ekonomileri, herhangi bir krize karşı gelişmiş ülkelere göre dirençleri daha az olan ülkeler olarak sınıflar (Chen ve diğerleri 2019). Dolayısıyla lkeler için enerji politikalarını oluştururken enerji üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının çeşitliliği, enerji kayıplarının azaltılması, Ar-Ge faaliyetleri, kaynak çeşitliliği ve enerjinin etkin kullanılması gibi konular enerji planlamasında çok önemlidir (Kılınç, 2021). Bu yüzden ekonomilerin enerji kaynaklarının enerji etkinliği üzerindeki etkisini incelemek, gelecekte enerji politikalarının iyileştirilmesi ve geliştirilmesi için somut bilgiler sağlayacaktır. Dolayısıyla bu çalışmanın sonuçları gelecekteki enerjinin nasıl daha etkin kullanılabileceği belirsizliğini azaltılabileceği, etkinliği artırma yönündeki risklerin minimize edilebileceği ve uzun vadeli enerji planlama faaliyetlerine yardımcı olacağı yönünde katkı sağlayacaktır.

Bu bölümü takip eden ikinci bölümde literatür araştırmasına yer verilmektedir. nc bölümde ekonometrik analizde kullanılan değişkenlere, model eve yönteme yer verilmiştir. Dördüncü bölümde ampirik bulgular sunulmuş ve son bölümde ise elde edilen bulgular ışığında değerlendirmeler yapılarak politika nerileri sunulmaktadır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Enerji etkinliği genel de enerji verimliliği ve enerji yoğunluğu ile çok karıştırılan bir kavramdır. Ancak bu kavramlar birbirlerinden farklı kavramlardır. Enerji etkinliği aynı miktarda enerji kullanarak maksimum çıktı elde etmek (zkara, 2015: 13; Karabat ve Aydın, 2018), enerji verimliliği üreticiler için aynı miktarda hizmet veya faydalı çıktı üretmek için daha az enerji kullanmak (Patterson, 1996), Enerji yoğunluğu ise bir birim Gayrı Safi Yurt İçi Hasıla (GSYİH) başına kullanılan birincil enerji miktarıdır (İslatine ve Haydaroğlu, 2009). Dolayısıyla elde edilen çıktı için enerjinin yoğun kullanılması enerji verimliliğini azaltacak bu durum ise enerji etkinliğinin azalmasına neden olacaktır.

Literatürde enerji arzı için kullanılan enerji kaynaklarının enerji etkinliği üzerindeki etkisiyle ilgili herhangi bir çalışma bulunmamakla birlikte dolaylı olarak çalışmalar bulunmektedir. Yapılan alışmalar genelde enerji verimliliği veya enerji yoğunluğu için yapılan çalışmalardır. Dolayısıyla enerji yoğunluğunun azalması/artması, enerji verimliliğini artması/azalmasına bu durum ise enerji etkinliğinin artması/azalmasına neden olacaktır.

Tablo 1. Enerji verimliliğinde arz yanlı ilişkiye yönelik ampirik literatür

<i>Çalışma</i>	<i>Ülke/Ülke Grubu (Dönem)</i>	<i>Yöntem</i>	<i>Bulgular</i>
Paul ve Bhattacharya (2004)	Hindistan (1950-1996)	Eangle-Granger eş bütünleşme testi	Elektrik tüketiminde yaşanan artışın enerji verimliliğini/ etkinliğini artırdığını elde etmişlerdir.
Fisher-Vanden ve diğerleri (2004)	Çin (1997-1999)	Regresyon analizi	Çin'de birincil enerji tüketimi %8 oranında gerilerken, temelde kömür tüketiminde %17,4'lük bir düşüş yaşanmış ve bu düşüşün Çin'de enerji verimliliğini/etkinliğini artırdığını elde etmişlerdir.
Miguez ve diğerleri (2006)	Galiçya (İspanya) (2000-2010)	Vaka analizi	Elektrik tasarrufunun 2010 yılında, %51'inin rüzgâr enerjisinden sağlanması, enerji verimliliğini/etkinliğini %4 artıracığını elde etmişlerdir.
Ciarreta ve Zarraga (2010)	12 Avrupa ülkesi (1970-2007)	Genelleştirilmiş Momentler Metodu (GMM)	Elektrik tüketiminde yaşanan artışın enerji verimliliğini/ etkinliğini azalttığını elde etmişlerdir.
Apergis ve Payne (2011)	88 Dünya Bankası üye ülkesi (1990-2006)	Eş bütünleşme ve panel nedensellik testleri	Elektrik tüketiminde yaşanan artışın enerji verimliliğini/ etkinliğini artırdığını elde etmişlerdir.
Akal (2015)	Çin, ABD, Japonya ve AB (1971-2009)	VARX modeli	Çin'i yoğun kömür veya yenilenemez enerji kullanımından dolayı eşlenikleri arasında en az etkin ülke bulmuştur.
Xie ve diğerleri (2015:70)	Çin (1978-2010)	Panel veri zarflama analizi	1998 yılından 2010'a kadar artan petrol kullanımının artması Çin' de enerji etkinliğini azalttığını elde etmişlerdir.
Balitskiy ve diğerleri (2016)	AB (1997- 2011)	Pedroni eşbütünleşme testi ve ikincisi Kao eşbütünleşme testi ve tam modifiye edilmiş En Küçük Kareler prosedürünü (FMOLS)	AB için doğalgaz tüketiminin artması enerji etkinliğini artırdığı sonucunu elde etmişlerdir.
Wu ve diğerleri (2017)	Çin (2015-2016)	Doğrusal programlama analizi	Çin'de ham petrol operasyonlarında, bir boru hattı yoluyla depolama tanklarından şarj tanklarına petrol nakliyesi büyük miktarda enerji tüketmektedir. Eğer bu tüketilen enerji azaltılmazsa hem enerji üretimi içerisindeki petrolün oranı artacak hem de bunların nakliyesinde enerji tüketimi artacaktır. Bu ise enerjinin etkin kullanılmasının hayati önemini gösterdiğini elde etmişlerdir.

Tablo 1. (Devamı)

<i>Çalışma</i>	<i>Ülke/Ülke Grubu (Dönem)</i>	<i>Yöntem</i>	<i>Bulgular</i>
Sağlam (2017)	ABD' deki 236 rüzgâr çiftliği (2016)	Tobit modeli	ABD'deki rüzgâr santrallerinin yaklaşık üçte ikisinin rüzgâr gücünü etkilili bir şekilde işletmektedir. Dolayısıyla rüzgâr enerji kullanımı ve türbini markası seçiminin enerji verimliliğine önemli katkıları bulunduğunu elde etmişlerdir.
Chi ve diğerleri (2018)	İspanya (Sevilla) (22 Haziran-22 Aralık 2017)	Farklı özel yazılımların kullanımını içeren1. Rhinoceros, 2. Diva-for-Grasshopper, 3.'saatlik aydınlatma ve şeffaflık programları şeklinde 3 adımlı bir süreç kullanılarak gerçekleştirilir.	Optimize edilmiş delikli güneş ekranlarının (DGE) kullanımı tamamen camlı cephelere göre, Güney'de %55, Doğu' da %40-48, Batı'da %46-53 ve Kuzey'de %29-33 toplam enerjiyi azalttığını elde etmiştir. Dolayısıyla güneşten faydalanılırken DGE kullanımı enerji etkinliği için önemli katkılar sağlamaktadır.
Sun ve diğerleri (2019)	Çin (2016)	Ekserji analiz yöntemi	Çin'in kuzeyi için bölgesel ısıtma sisteminde doğalgaza ve derin jeotermal enerjiye dayalı yeni konfigürasyonları geleneksel bölgesel ısıtma sistemleriyle karşılaştırıldığında doğalgaz tüketimini azaltmak enerji etkinliğini %12 oranında artırabilir.
Robertson ve diğerleri (2020)	Kanada (2015)	Uzak Topluluk Optimizasyon Modeli (RCOM)	Küçük bir hidro sistemin (225 kW) geliştirilmesi, yakıt maliyetlerini 30 yılda 5,2 milyon dolar azaltabilecektir. Bu durum ise enerji etkinliği için çok önemlidir.
Kasap ve diğerleri (2020)	Türkiye (2009–2018)	Karşılaştırmalı etkililik analizi	Elektrik üretiminde kullanılan kömürde yaşanan %16,4 oranında verimlilik artışı, genel enerjide etkinliği ciddi bir şekilde artırdığı elde edilmiştir.

Enerji kaynaklarının enerji verimliliği/etkinliği üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmalar Tablo 1'de sunulmuştur. Bu çalışmalar da genel olarak enerji etkinliğini/verimliliğini etkileyen enerji kaynakları araştırılmış, çalışmada ülke/ülke grupları, çalışma dönemine ve yöntemine bağlı olarak farklı bulgular elde edilmiştir. Bazı çalışmalar da enerji kaynaklarının enerji etkinliği/ verimliliği arasındaki ilişki yenilenebilir enerji kaynakları olarak araştırılırken, bazı çalışmalar ise fosil yakıtlar, elektrik tüketimi ve enerji kayıpları olarak araştırılmıştır. Enerji etkinliği/verimliliği üzerindeki etkiyi Miguez ve diğerleri (2006), Sağlam (2017) rüzgâr, Chi ve diğerleri (2018) Güneş, Robertson ve diğerleri (2020) hidro, Paul ve Bhattacharya (2004), Ciarreta ve Zarraga (2010), Apergis ve Payne (2011) elektrik tüketimi, Akal (2015), Fisher-Vanden ve diğerleri (2004), Kasap ve diğerleri (2020) kömür, Xie ve diğerleri (2015), Wu ve diğerleri (2017) petrol, Balitskiy ve diğerleri (2016), Sun ve diğerleri (2019) doğalgaz olarak araştırmışlardır.

Enerji etkinliğini etkileyen en önemli nedenlerden biri de enerji üretiminde, iletilmesinde ve taşınmasında yaşanan kayıplardır. Enerji üretim, dağıtım ve tüketim gibi tüm süreçlerde enerji politikalarının belirlenmesi ve bu politikalara uyumlu teknolojilerin seçimi önemli bir problem oluşturmaktadır. 1994 itibarıyla, OECD ülkelerinde enerji dağıtım sisteminde meydana gelen kayıplar %7,9 iken günümüzde gelişmiş ülkelerin şebekeden kaynaklanan kaybın brüt üretime oranı %8 düzeyindedir (Arbul 1999: 38). 2013 yılı verilerine göre ise şebekeden kaynaklanan enerji kaybının brüt üretime oranı %18'e (2 milyar \$) eşittir. Ayrıca dünyada kişi başına yıllık ortalama tüketim miktarı 2,326 Kwh/kişi iken Türkiye'de kaçak ve kayıplarla beraber ortalama 1,509 Kwh/kişi'dir (Bahar, 2005: 40). Elektriğin üretimi, iletimi ve taşınması sırasında ciddi kayıplar yaşanmaktadır. Yükselen ekonomilere bakıldığında elektrik kayıpları 1990 yılında Bangladeş'de %33, 1995 yılında Pakistan'da %22, 2000 yılında Hindistan'da %27, 2005 ve 2017 yılında sırasıyla %27 ve %31 oranında Venezuela'da gerçekleşmiştir (IEA, 2020). Enerji kullanımında yaşanan kayıplar GSYİH'da herhangi bir çıktı üretmeyen, büyüme için katlanılmak zorunda olunan ve ülkelerin enerji konusunda yaşadığı ciddi problemler arasında odaklanılması gereken çok önemli bir sorun olup kayıpların azaltılması gerekir.

Enerji etkinliğinin direkt olarak birincil belirleyicileri enerji kullanımı ve GSYİH faktörleridir. Enerji kullanımı ise üretilen enerjinin tüketilmesidir. Diğer yandan enerji üretimi sırasında kullanılan enerji kaynakları enerji üretiminin birincil belirleyicileridir. Dolayısıyla enerji kaynakları enerji etkinliği üzerinde dolaylı olarak birincil belirleyicilerdir. Literatürde enerji etkinliğini etkileyebilecek arz yanlı faktörler veya doğrudan enerji kaynaklarının enerji etkinliği üzerindeki etkisinin araştırıldığı çalışmalara rastlanmamıştır. Dolayısıyla bu çalışma enerji etkinliği literatürüne arz yanlı olarak çok önemli katkılar sunmaktadır. Ayrıca seçilen ülkelerin ise gelişmekte olan ülkeler arasında ve küresel ekonomi için çok önemli olması çalışmanın bulgularını da çok önemli hale getirmektedir.

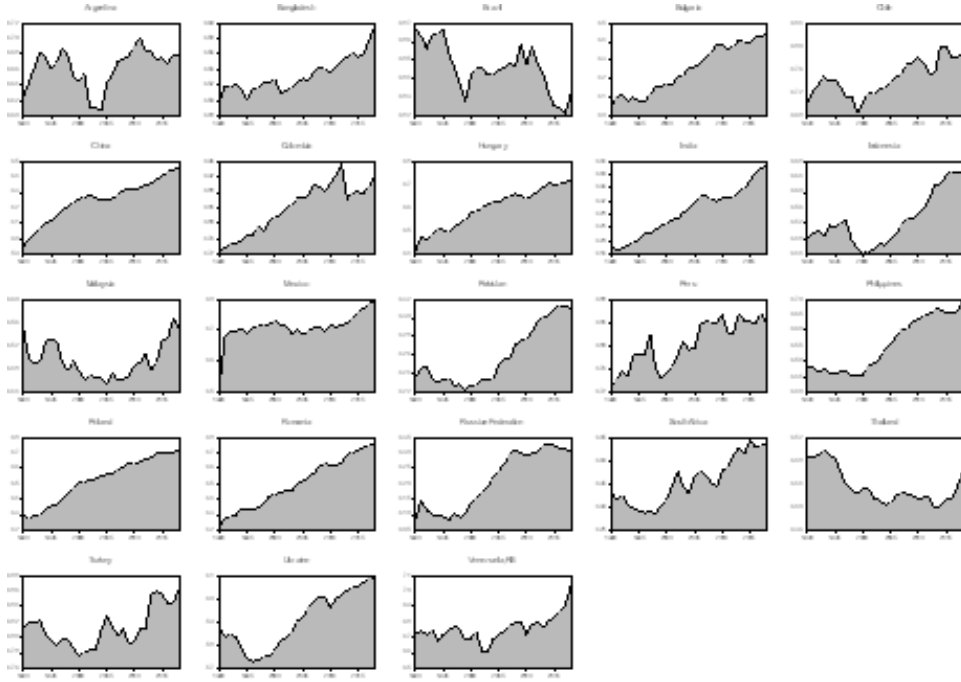
3. YÖNTEM

3.1. Çalışmanın Verileri

Çalışmadaki bağımlı değişken olan enerji etkinliği (LOGEE), birim enerji başına üretilen maksimum çıktının logaritmasıdır (Eşitlik 1).

$$LOGEE = \text{Log}(GSYİH (2010 \text{ temel yılı Sabit fiyatlarla ABD doları}) / \text{Toplam Enerji Arzı (ktoe)}) \quad (1)$$

Modelde kullanılacak olan değişkenlerin tanımı, tanımlayıcı istatistikleri, veri kaynakları ve değişkenlere ait özet bilgiler Tablo 2'de gösterilmiştir. Tüm değişkenlerin doğal logaritması alınmıştır. Tablo 2 incelendiğinde standart sapmanın en fazla olduğu seri yenilenebilir enerji kaynaklarından rüzgâr vd. (WSE), en az olan ise enerji etkinliğidir (EE). Etkinlik, nükleerden ve rüzgâr ve diğerlerinden enerji üretimi hariç diğer serilerin ise ortalama değerleri ise birbirine yakındır (Şekil 1).



Şekil 1. Bireysel enerji etkinlik grafikleri 1990-2018 (Uluslararası Enerji Ajansı (IEA))

Tablo 2. Değişkenlerin tanımı ve tanımlayıcı istatistikleri

Değişken	Tanımı	Kaynak	Ortalama	Standart Hata	Minimum	Maksimum
EE	Log (GSYİH (2010 temel yılı Amerikan Doları) / Toplam Enerji Arzı (TES) (ktoe)).	GSYİH: Dünya Bankası, TES: Uluslararası Enerji Ajansı	6,517	0,253	5,730	7,036
COA	Log (Kömürden enerji üretimi (ktoe)).	Uluslararası Enerji Ajansı	3,927	1,083	-6,000	6,307
OIL	Log (Petrol ürünlerinden enerji üretimi (ktoe)).	Uluslararası Enerji Ajansı	4,382	0,499	3,228	5,785
NTR	Log (Doğalgazdan enerji üretimi (ktoe)).	Uluslararası Enerji Ajansı	4,056	1,030	-6,000	5,617
HDR	Log (Hidrojen enerji üretimi (ktoe)).	Uluslararası Enerji Ajansı	3,104	0,808	1,114	5,013
WSE	Log (Güneş pv, güneş th, gelgit, rüzgâr, ısı pompası, kazan, kimya ısı ve diğerlerinden enerji üretimi (ktoe)).	Uluslararası Enerji Ajansı	-0,071	3,865	-6,000	4,909
BW	Log (Biyoyakıtlar ve atıklardan enerji üretimi (ktoe)).	Uluslararası Enerji Ajansı	3,816	0,707	2,149	5,312
ELEC	Brüt elektrik üretimidir. Ayrıca hidro istasyonlardaki üretim, pompalı depolama tesislerinden üretimi içerir (ktoe).	Uluslararası Enerji Ajansı	3,670	1,901	-6,000	5,790
LOS	Log (Enerji dağıtımı, iletimi ve taşınmasında yaşanan enerji kayıpları (ktoe)).	Uluslararası Enerji Ajansı	3,483	0,525	2,434	4,792

Serilere ait değişkenler arasındaki basit ilişkinin derecesini ve yönü hakkında bilgi edinmek için basit korelasyon katsayıları hesaplanmış ve Tablo 3'de gösterilmiştir.

Tablo 3. Basit Pearson korelasyon katsayıları

	EE	COA	OIL	NTR	HDR	WSE	BW	ELEC	LOS
EE	1								
COA	-0,436 (0,000)***	1							
OIL	-0,111 (0,004)***	0,524 (0,000)***	1						
NTR	-0,164 (0,000)***	0,229 (0,000)***	0,422 (0,000)***	1					
HDR	0,098 (0,011)**	0,222 (0,000)***	0,737 (0,000)***	0,290 (0,000)***	1				
WSE	0,138 (0,000)***	0,409 (0,000)***	0,430 (0,000)***	0,063 (0,103)	0,211 (0,000)***	1			
BW	-0,017 (0,659)	0,466 (0,000)***	0,606 (0,000)***	0,071 (0,065)*	0,434 (0,000)***	0,393 (0,000)***	1		
ELEC	-0,258 (0,000)***	0,571 (0,000)***	0,197 (0,000)***	0,082 (0,034)**	0,023 (0,557)	0,294 (0,000)***	0,395 (0,000)***	1	
LOS	-0,390 (0,000)***	0,609 (0,000)***	0,840 (0,000)***	0,515 (0,000)***	0,644 (0,000)***	0,298 (0,000)***	0,468 (0,000)***	0,287 (0,000)***	1

Not: ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılık seviyeleridir.

3.2. Çalışmanın Analiz Yöntemi

Ekonometrik analizler zaman serisi, yatay kesit ve panel veri analizi olarak üçe ayrılmaktadır. Panel veriler hem birim hem de zaman diliminde farklı değerlere sahip olmaktadır. Son dönemlerde panel veri yöntemleri birçok çalışmada kullanılmaktadır. Bunun sebebi paneli oluşturan birimlere ait verilere ulaşım kolaylığı ve zaman serisi ve yatay kesite göre daha fazla bilgi sahibi olma imkânı vermesidir (İnci, 2014: 189).

Panel veri analizi için üç tahmin yöntemi kullanılmaktadır. Bu tahmin yöntemleri (Çemrek ve Burhan, 2014): Klasik Model, Sabit Etkiler Modeli, Rassal Etkiler Modelidir. Klasik Model hem sabit hem de eğim parametrelerinin birimlere ve zamana göre sabit olduğu modellerdir ve yaygın olarak havuzlanmış En Küçük Kareler (EKK) Yöntemi ile tahmin edilir (Eşitlik 2).

$$Y_{it} = X'_{it}\beta + u_{it} \quad (2)$$

Sabit Etkiler Modeli, etkilerin birer parametre olarak tahmin edildiği modellerdir. Sabit etkiler modeli Sabit Birim Etkiler Modeli, Sabit Zaman Etkiler Modeli ve Sabit Birim-Zaman Etkiler Modeli olmak üzere üçe ayrılmaktadır. Bu modellere ilişkin formülasyonlar sırasıyla Eşitlik 3-5'te verilmiştir.

$$Y_{it} = \mu_i + X'_{it}\beta + u_{it} \quad (3)$$

$$Y_{it} = \lambda_t + X'_{it}\beta + u_{it} \quad (4)$$

$$Y_{it} = \mu_i + \lambda_t + X'_{it}\beta + u_{it} \quad (5)$$

Burada μ_i ve λ_t sırasıyla birim ve zaman sabitini, β eğim parametresini ve u hata terimini ifade etmektedir.

Rassal Etkiler Modeli, etkilerin modelin hata terimi olarak oluştuğu modellerdir. Rassal etkiler modeli Rassal Birim Etkiler Modeli, Rassal Zaman Etkiler Modeli ve Rassal Birim-Zaman Etkiler Modeli olmak üzere üçe ayrılmaktadır. Bu modellere ilişkin formülasyonlar sırasıyla Eşitlik 6-8'de verilmiştir.

$$Y_{it} = \mu_i + X'_{it}\beta + u_{it} \text{ ya da } Y_{it} = X'_{it}\beta + v_{it} \quad (6)$$

$$Y_{it} = \lambda_t + X'_{it}\beta + u_{it} \text{ ya da } Y_{it} = X'_{it}\beta + e_{it} \quad (7)$$

$$Y_{it} = \mu_i + \lambda_t + X'_{it}\beta + u_{it} \text{ ya da } Y_{it} = X'_{it}\beta + \varepsilon_{it} \quad (8)$$

Burada $v_{it} = \mu_i + u_{it}$, $e_{it} = \lambda_t + u_{it}$ ve $\varepsilon_{it} = \mu_i + \lambda_t + u_{it}$ şeklindedir.

Ampirik analizde ilk olarak analize dahil edilen değişkenlerin birim kök sürece sahip olup olmadıkları incelenmektedir. Birim kök süreç incelemesi öncesinde serilerde birimler arası korelasyonun varlığı ortaya konulacaktır. Çünkü birimler arasında korelasyonun mevcut olması durumunda 1. nesil birim kök testleri kullanılmaktadır Aksi durumda ise yeni (ikinci) nesil birim kök testleri ile analiz gerçekleştirilecektir. Ekonometri literatüründe panel veri analizinin yapıldığı çalışmalarda, kesitler arası bağımlılığı test etmek için ($T > N$) şartının sağlandığı verilerde Breusch-Pagan (1980) CDLM₁ testi ve Pesaran (2004) CDLM₂ testleri tercih edilmektedir (Hepaktan ve Çınar, 2011). Diğer yandan, Pesaran (2004) CDLM testinin ise N ve T 'nin yeterince büyük olduğu durumlarda kullanıldığı görülmektedir. Fakat Pesaran (2004) CDLM testi bireysel ortalamalar sıfırdan farklı ve grup ortalaması sıfır olduğundan sapmalı çıktılarında elde edilmesine yol açabilmektedir. Bu durumu aşmak için Pesaran ve diğerleri (2008), CDLM-Adj testini ortaya koymuş; Pesaran (2004) CDLM test istatistiğine ortalamayı ve varyansı birlikte ekleyerek CDLM testini geliştirmişlerdir. Böylece söz konusu tette meydana gelen sapma düzeltilmiş ve düzeltilmiş LM testi olarak adlandırılmıştır (Göçer ve diğerleri, 2012). Dolayısıyla $T > N$ koşulunun geçerli olduğu değişkenlerde kesitler arası bağımlılığının varlığı CDLM₁ (Breusch-Pagan, 1980), CDLM₂ (Pesaran, 2004) ve CDLM-Adj (Pesaran-Ullah-Yamagato 2008) testleri ile araştırılmaktadır.

Modellerde yatay kesit bağımlılığı bulunduğu için ikinci nesil birim kök testlerinden Pesaran (2007) tarafından geliştirilen CIPS (Cross-sectionally augmented IPS) ve Bai ve Ng (2010) tarafından geliştirilen PANIC (Panel Analysis of Nonstationarity in Idiosyncratic and Common components) durağanlık testleri kullanılacaktır. PANIC testi modele dâhil edilen ortak faktörler ile elde edilen hata terimlerini temel bileşenler yaklaşımıyla ayırarak birimler arası korelasyonu Eşitlik 9-10'da gösterildiği gibi dikkate almaktadır.

$$X = A_{it} + \delta'_i B_t + e_{it} \quad (9)$$

$$e_{it} = \alpha_i e_{it-1} + \varepsilon_{it} \quad (10)$$

Ayrıca PANIC testi yapılırken (Eşitlik 11-16) P_a , P_b ve PMSB havuzlanmış modifiye Sargan-Bhargava (1983) ve Stock (1999) test istatistiklerini vermektedir.

$$P_{a1} = \frac{T\sqrt{N}(\theta^+ - 1)}{\sqrt{\frac{2\vartheta^4}{\mu^4}}} \quad (11)$$

$$P_{a2} = \frac{T\sqrt{N}(\theta^+ - 1)}{\sqrt{(36/5)\vartheta^4/\mu^8}} \quad (12)$$

$$P_{b1} = T\sqrt{N}(\theta^+ - 1) \sqrt{\frac{1}{NT^2 \text{tr}(\hat{\varepsilon}'_{-1} \hat{\varepsilon}) \mu^2}} \quad (13)$$

$$P_{b2} = T\sqrt{N}(\theta^+ - 1) \sqrt{1/NT^2 \text{tr}(\hat{\varepsilon}'_{-1} \hat{\varepsilon}) 5\mu^6/6\vartheta^4 \mu^4} \quad (14)$$

$$PMSB_1 = \frac{\sqrt{N} \left(\text{tr} \left(\frac{1}{NT^2 \hat{\varepsilon}' \hat{\varepsilon}} \right) - \frac{\mu^2}{2} \right)}{\sqrt{\frac{\vartheta^4}{3}}} \quad (15)$$

$$PMSB_2 = \frac{\sqrt{N} (\text{tr}(1/NT^2 \hat{\varepsilon}' \hat{\varepsilon}) - \mu^2/6)}{\sqrt{\vartheta^4/45}} \quad (16)$$

Burada sabitli veya sabitsiz Model için P_{a1} , P_{b1} ve $PMSB_1$, sabitli ve trendli Modeller için ise P_{a2} , P_{b2} ve $PMSB_2$ hesaplamaları yapılmaktadır. ε_{it} hata terimi için kısa dönem, uzun dönem ve tek taraflı varyans tahminleri sırasıyla ϑ^2 , μ^2 ve ϑ^2 şeklindedir (Sahabi, 2019: 77). P_a , P_b ve PMSB tüm istatistikleri için H_0 hipotezi serilerin durağan olmadığını belirtmektedir.

Çalışmada kullanılacak olan bir diğer birim kök testi ise Pesaran (2007) tarafından geliştirilen CIPS (Cross Sectionally Augmented Im, Pesaran ve Shin (2003)) testidir. CIPS testinde yatay kesit ortalamaları ile faktör ayrıştırması yapmakta ve genişletilmiş bireysel kesit (ADF) regresyonlarını yatay kesit ortalamalarını kullanarak testi gerçekleştirmektedir. Hipotez testi için kesit açısından genişletilmiş Dickey-Fuller (CADF; Cross-Sectionally Augmented Dickey- Fuller) test istatistiği kullanılmaktadır (Eşitlik 17).

$$CADF_{ist} = t_i(a_i) = (\Delta y'_i M w_i y_{i-1}) / \sqrt{\hat{\sigma}_{\varepsilon_i}^2 (y'_{i-1} M w_i y_{i-1})} \quad (17)$$

CADF istatistiklerinin bireysel ortalamaları alınarak hesaplanan kesitsel olarak genişletilmiş (CIPS) istatistiği ise Eşitlik 18'deki gibi hesaplanmaktadır.

$$CIPS_{ist} = (1/N) \sum_{i=1}^N CADF_i \quad (18)$$

Birim kök test sınavı yapıldıktan sonra kullanılacak olan regresyon modelinin seçimi için F, LM ve Hausman testleri yapılacaktır. F testi klasik modelin mi yoksa sabit etkili modelinin mi tercih edileceğini sınavarken LM testi ise klasik modelin mi yoksa rassal etkili modelin mi tercih edileceğini sınavmaktadır. Hausman testi ise sabit ve rassal etkili model arasında tercih testi olarak kullanılmaktadır.

3.3. Model

Enerji kaynaklarının enerji etkinliği üzerindeki etkisini belirlemek için hazırlanan modeller şu şekildedir (Eşitlik 19-21):

$$\text{Model 1: } EE_{it} = \beta_0 + \beta_1 COAL_{it} + \beta_2 OIL_{it} + \beta_3 NTR_{it} + \beta_4 HDR_{it} + \beta_5 WSE_{it} + \beta_6 BW_{it} + \beta_7 ELEC_{it} + \beta_8 LOS_{it} + u_{it} \quad (19)$$

$$\text{Model 2: } EE_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 OIL_{it} + \alpha_2 NTR_{it} + \alpha_3 HDR_{it} + \alpha_4 ELEC_{it} + \alpha_5 LOS_{it} + v_{it} \quad (20)$$

$$\text{Model 3: } EE_{it} = \theta_0 + \theta_1 OIL_{it} + \theta_2 NTR_{it} + \theta_3 HDR_{it} + \theta_4 WSE_{it} + e_{it} \quad (21)$$

Model 1'de tüm enerji kaynaklarının yükselen ekonomiler için enerji etkinliği üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Ancak bazı değişkenlerin istatistiksel olarak anlamsız çıkması ve değişkenlerden daha fazla bilgi alınabilmesi için istatistiksel olarak maksimum sayıda anlamlı çıkabilecek Model 2 ve Model 3 alternatif modelleri oluşturulmuştur. Kabul edilen bu modellerde birim ve zaman etkili sabit terimler ($\beta_0 = \mu_i + \lambda_t$) bulunmaktadır.

4. BULGULAR

Çalışmada birim kök sınavı öncesi değişkenlerde yatay kesit bağımlılığının varlığı test edilmiş ve Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4. Yatay kesit bağımlılığı için yapılan testlerin sonuçları

Değişkenler	CDLM ₁		CDLM ₂		CDLM-adj	
	Sabitli	Sabit ve Trendli	Sabitli	Sabit ve Trendli	Sabitli	Sabit ve Trendli
EE	355,855***	361,152***	4,572***	4,808***	18,603***	18,103***
COAL	421,254***	410,087***	7,480***	6,983***	3,541***	1,763**
OIL	412,022***	437,448***	7,069***	8,200***	14,120***	14,749***
NTR	462,794***	524,394***	9,326***	12,065***	-2,844	-3,279
HDR	387,807***	401,039***	5,993***	6,581***	16,315***	15,871***
WSE	560,985***	579,054***	13,692***	14,495***	5,322***	6,006***
BW	254,000	294,540**	0,044	1,847**	3,408***	4,309***
ELEC	704,890***	715,266***	20,089***	20,550***	-3,831	-3,412
LOS	319,805***	360,652***	2,970***	4,786***	1,584*	1,363*

Not: ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılık seviyeleridir.

Tablo 4'te tüm değişkenlere ait CDLM₁, CDLM₂ ve CDLM-adj yatay kesit bağımlılığı testleri kullanılmıştır. CDLM₁ ve CDLM₂ test sonuçlarına göre tüm değişkenlerde, sabitli ile sabitli ve trendli modellerin hepsinde birimler arası korelasyon bulunmaktadır. Dolayısıyla tüm değişkenler için 2. durağanlık testleri kullanılacaktır.

Değişkenlerin durağanlığı yatay kesit bağımlılığını dikkate alan testlerden CIPS (Cross-sectionally augmented IPS) ve PANIC (Panel Analysis of Nonstationarity in Idiosyncratic and Common components) kullanılmış ve sonuçlar Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 5'e göre kömür (COA) P_a ve P_b testleri için "sabit ve trendli", petrol (OIL) ve doğalgaz (NAT) CIPS testi için "sabit", hidro (HDR) P_a, P_b ve P_{MSB} testleri için "sabit ve trendli" ve CIPS testi için "sabit" ve "sabit ve trendli" rüzgâr ve diğerleri (WSE) P_a ve P_b testleri için "sabit", enerji kayıpları (LOS) CIPS testi için "sabit" ve "sabit ve trendli" Model için düzeyde durağandır. Dolayısıyla hidro (HDR) değişkeni düzeyde durağan, diğer değişkenler ise birinci farkta durağan olmaktadır.

Burada model tahmini için EKK yöntemi tercih edilecektir. Model EKK ile tahmin edileceği zaman modelde sabit ve rassal etkilerin varlığının sınavması gerekir. Bu çalışmada sabit etkiler F testi ile rassal etkiler ise LM testi ile sınavılmıştır. Ayrıca bu etkilerden hangisinin anlamlı olduğuna karar vermek için Hausman testi kullanılmıştır. Her üç model için de yapılan F, LM ve Hausman testlerinin sonuçları Tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 5. Birim kök testi sonuçları

Düze	P_a		P_b		P_{MSB}		CIPS	
	Sabitli	Sabitli ve Trendli	Sabitli	Sabitli ve Trendli	Sabitli	Sabitli ve Trendli	Sabitli	Sabitli ve Trendli
EE	-0,404	0,980	-0,446	1,129	0,800	1,301	-1,865	-2,333
COA	1,197	-2,639***	2,247	-1,776**	3,488	-1,024	-1,574	-2,419
OIL	0,007	1,402	0,009	1,787	1,819	2,277	-2,183**	-2,297
NTR	1,065	0,671	2,593	0,868	6,472	1,112	-2,558***	-2,479
HDR	0,009	-8,357***	2,736	-4,900***	2,567	-2,362***	-2,951***	-3,550***
WSE	-1,790**	-0,891	-1,483*	-0,818	-0,803	-0,610	-1,740	-2,035
BW	0,960	-1,182	1,100	-1,021	0,993	-0,805	-1,634	-1,857
ELEC	1,049	0,305	3,034	0,337	7,838	0,374	-1,927	-2,288
LOS	0,739	0,918	0,916	1,084	1,636	1,314	-2,611***	-2,890***

Fark	P_a		P_b		P_{MSB}		CIPS	
	Sabitli	Sabitli ve Trendli	Sabitli	Sabitli ve Trendli	Sabitli	Sabitli ve Trendli	Sabitli	Sabitli ve Trendli
ΔEE	-4,887***	-8,263***	-2,697***	-4,565***	-1,493*	-1,902**	-3,165***	-3,177***
ΔCOA	-36,573***	-20,355***	-8,467***	-8,307***	-1,766**	-1,796**	-2,954***	-2,929***
ΔOIL	-10,882***	-8,183***	-4,378***	-4,695***	-1,738**	-1,993***	-2,547***	-2,770**
ΔNTR	-6,835***	-14,113***	-2,858***	-5,730***	-1,202	-1,636*	-3,809***	-4,077***
ΔHDR	-46,490***	-21,688***	-10,025***	-9,409***	-1,856**	-2,526***	-3,755***	-3,888***
ΔWSE	-4,736***	-7,036***	-2,270**	-3,447***	-0,977	-1,223	-3,293***	-3,386***
ΔBW	-3,099***	-1,914**	-1,916**	-1,460*	0,987	-0,879	-3,093***	-3,167***
$\Delta ELEC$	-31,884***	-14,455***	-7,949***	-6,113***	-1,852**	-1,593*	-3,474***	-3,407***
ΔLOS	-24,832***	-26,671***	-8,176***	-11,278***	-2,521***	-2,928***	-4,053***	-4,160***

Not: *, ** ve *** sırası ile %1, %5 ve %10 anlamlılık seviyelerin de serilerin durağan olduğunu, Δ serilerin birinci farkını ifade edilmektedir.

Tablo 6. F, LM ve Hausman test sonuçları

Testler	Model 1		Model 2		Model 3	
	İstatistik Değeri	Olasılık Değeri	İstatistik Değeri	Olasılık Değeri	İstatistik Değeri	Olasılık Değeri
Fbirim	294,972	0,000***	324,487	0,000***	499,894	0,000***
Fzaman	8,634	0,000***	21,345	0,000***	10,230	0,000***
Fbirim-zaman	140,620	0,000***	165,213	0,000***	228,198	0,000***
LMbirim	1289,548	0,000***	1165,653	0,000***	1556,714	0,000***
LMzaman	5,220	0,000***	25,687	0,000***	10,000	0,000***
LMbirim-zaman	1400,154	0,000***	1489,778	0,000***	1699,711	0,000***
Hausman	36,220	0,000***	12,560	0,013**	22,210	0,001***

Not: *, ** ve *** sırası ile %1, %5 ve %10 anlamlılık seviyelerin de serilerin anlamlı olduğunu göstermektedir.

Tablo 6'da sonuçları görünen F testine göre, her üç modelde %1 önem seviyesinde sabit birim ve zaman etkileri bulunmaktadır. LM testine göre ise Model 1 ve Model 3 rassal birim, Model 2 için ise rassal birim ve zaman etkileri %1 önem seviyesinde anlamlı olarak bulunmuştur. Hausman test sonucuna göre ise %5 önem seviyesinde sabit etkili modelin kullanılmasının daha doğru olduğu görülmektedir. Dolayısıyla her üç model için çift yönlü sabit etkili modeller tahmin olarak kullanılacaktır. Model 1 için yapılan tahminden elde edilen sonuçlar Tablo 7'de görülmektedir. Model 2 ve Model 3 sonuçları ise ekte yer alan Tablo 10'da gösterilmiştir.

Tablo 6'dan görüldüğü üzere Model 1 için enerji etkinliğini en fazla artıran hidro kaynağı iken en fazla olumsuz etkileyen ise enerji kayıpları bulunmuştur. Ancak elde edilen sonuçların yanıltıcı olamaması için modellerde değişen varyans ve otokorelasyon gibi sapların bulunmaması gerekir. Modellerde değişen varyans ve otokorelasyon sorununun varlığını sınamak için Wald Testi ve Bhargava ve diğerleri, Durbin-Watson ve Baltagi-Wu LBI testleri kullanılmıştır. Ayrıca Modelde yatay kesit bağımlılığının varlığı CDLM1 (Breusch-Pagan, 1980), CDLM2 (Pesaran, 2004) ve CDLM-Adj (Pesaran ve diğerleri, 2008) testleri ile araştırmıştır. Bu testlerin sonuçları Tablo 8'de görülmektedir.

Tablo 7. Model 1 için sabit etkili regresyon tahmin sonuçları

Değişken	Katsayı	Standart Hata	t-İstatistik Değeri	Olasılık Değeri
COA	-0,010	0,005	-2,080	0,038**
OIL	-0,092	0,025	-3,710	0,000***
NTR	-0,000030	0,003	-0,010	0,993
HDR	0,100	0,020	4,940	0,000***
WSE	0,002	0,001	1,460	0,145
BW	0,035	0,017	1,990	0,047**
ELEC	0,004	0,003	1,420	0,157
LOS	-0,114	0,022	-5,130	0,000***
Sabit terim	6,925	0,141	49,220	0,000***

Not: *, ** ve *** sırası ile %1, %5 ve %10 önem düzeylerinde serilerin anlamlı olduğunu göstermektedir. Parantez içindeki değerler ise standart hataları göstermektedir. $F_{\text{istatistik}}$: 253,89; $F_{\text{olasılık}}$: 0,000***; R^2 :0,9603; Adj. R^2 : 0,9566.

Tablo 8. Değişken varyans, otokorelasyon ve yatay kesit bağımlılık testlerinin sonuçları

Testler	Model 1		Model 2		Model 3	
	İstatistik Değeri	Olasılık Değeri	İstatistik Değeri	Olasılık Değeri	İstatistik Değeri	Olasılık Değeri
Wald	1218,920	0,000***	6951,600	0,000***	2327,050	0,000***
Bhargava ve diğerleri	0,260		0,230		0,214	
Baltagi-Wu	0,476		0,406		0,411	
CDLM1	314,477	0,005***	423,667	0,000***	379,439	0,000***
CDLM2	2,733	0,003***	7,587	0,000***	5,621	0,000***
CDLM-adj	4,428	0,000***	8,115	0,000***	17,464	0,000***

Not: *, ** ve *** sırası ile %1, %5 ve %10 önem düzeylerinde serilerin durağanlığı anlamına gelmektedir.

Wald testi sonucuna göre her üç modelde de %1 önem seviyesinde sabit varyansın bulunmadığı elde edilmiştir. Bhargava ve diğerleri (1982) ve Baltagi-Wu (1999) testleri sonucunda ise bulunan değerler 2'ye çok uzak olması nedeniyle otokorelasyonun varlığı belirlenmiştir. Ayrıca her üç model için modelde yatay kesit bağımlılığı da söz konusudur. Dolayısıyla modellerin yeniden dirençli tahminciler ile tahmin edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla modeller değişken varyans, otokorelasyon ve yatay kesit bağımlılığı sapmalarını dikkate alan Driscoll ve Kraay dirençli tahmincisi ile tekrar tahmin edilmiş ve Model 1 için sonuçlar Tablo 9'a yerleştirilmiştir. Model 2 ve Model 3 için Driscoll ve Kraay dirençli tahminci ile tahmin sonuçları ise ekte yer alan Tablo 11'de gösterilmiştir. Driscoll ve Kraay tekniği $N < T$ için uygundur (Hoechle, 2007).

Enerji kaynaklarının enerji etkinliğini etkileyen Model 1 için düzeltilmiş regresyon tahmin sonuçlarına göre anlamlı çıkan değişkenler göz önüne alındığında, enerji etkinliğini en fazla olumlu etkileyen hidro kaynağı iken en az olumlu etkileyen ise rüzgâr, güneş, vd. kullanımı bulunmuştur. Katsayılar olarak bakıldığında hidro kaynağında meydana gelen %1 birimlik artış enerji etkinliğini yaklaşık %0,18 artırmakta, rüzgâr, güneş, vd. kullanımında meydana gelen %1 birimlik artış ise enerji etkinliğini %0,009 oranında artırmaktadır. Dirençli tahminciler kullanılmadan önce kömür, petrol ve enerji kayıpları anlamlı doğalgaz ve rüzgâr, güneş vd. ise anlamsız çıkarken sonrasında ise kömür, petrol ve enerji kayıpları değişkenleri anlamsız, doğalgaz ve rüzgâr, güneş vd. ise anlamlı çıkmıştır. Elektrik kullanımı dirençli tahminciler kullanılmadan önce ve sonra değişiklik göstermemiştir. F istatistik değerine göre ise %1 önem seviyesinde modelin anlamlı olduğu belirlenmiştir. Ayrıca Birim etkilere göre 12 ülke negatif etkilenirken 4 ülke ise pozitif etkilenmiştir. Pozitif etkilenen ülkelerden 0,148 oranı ile en fazla etkilenen Türkiye iken 0,094 oranla en az etkilenen ise Venezuela bulunmuştur. Diğer taraftan negatif etkilenenlerden, -0,640 oranla en fazla olumsuz etkilenen Ukrayna iken -0,129 oran ile en az etkilenen ise Bangladeş bulunmuştur. Dolayısıyla bazı ülkeler enerjiji etkin kullanmayı başarabilirken bazı ülkelerin ise etkin kullanamadığı görülmektedir.

Tablo 9. Model 1 için düzeltilmiş sabit etkili regresyon tahmin sonuçları

Değişken	Katsayı	Drisc/Kraay		Olasılık Değeri
		Std. Hata	t-İstatistik Değeri	
COA	-0,0008	0,005	-0,17	0,865
OIL	-0,031	0,032	-0,96	0,345
NTR	0,012	0,005	2,66	0,013**
HDR	0,176	0,026	6,90	0,000***
WSE	0,009	0,001	7,19	0,000***
BW	0,157	0,012	13,51	0,000***
ELEC	0,002	0,003	0,74	0,466
LOS	-0,016	0,036	-0,45	0,658
Sabit terim	5,515	0,125	44,31	0,000***

Not: *, ** ve *** sırası ile %1, %5 ve %10 önem düzeylerinde serilerin anlamlı olduğunu göstermektedir. Parantez içindeki değerler Driscoll Ve Kraay standart hataları göstermektedir. $F_{istatistik} = 385,74$, $F_{olasılık} = 0,000$ ***, $Within R^2 = 0,4560$.

5. SONUÇ

Günümüzde enerjinin etkin kullanıma ihtiyacı güncelliğini korumakta ve çok daha şiddetli bir ihtiyaç olmaktadır. Eski zamanlarda enerjiye ihtiyaç çok fazla değilken gün geçtikçe küreselleşmeyle beraber enerji konusunda rekabet uluslararası bir nitelik kazanmıştır. Bu rekabet hem ülkelerin kendi geleceklerine yön verebilmek hem de dünya üzerinde söz sahibi olabilmek için çok önemli bir argüman olmuştur. Bu yüzden ülkeler enerji konusunda sürdürülebilir bir enerji politikasına ihtiyaç duymaktadır. Bunun için yenilenebilir enerji çok önemli fırsatlar sunduğu gibi kullanılan enerjinin etkin bir şekilde kullanılması da önemli hale gelmektedir. Bu ise enerji konusunda Ar-Ge faaliyetlerini artırarak enerji verimliliği yüksek teknolojilerin geliştirilmesi olabileceği gibi alternatif enerji kaynakları aramak ve elde edilen enerji kaynağını nasıl daha tasarruflu, daha verimli ve daha etkin bir şekilde kullanılması gerektiğini araştırmakla sağlanabilecektir. Bu farkındalığın her geçen gün artmasından dolayı ülkeler ve işletmeler her geçen gün enerji konusunda daha ciddi politikalar izlemektedir.

Yükselen ekonomiler, küresel ekonomik büyümenin üzerinde büyüme gerçekleştirmektedir. Bu büyümeyi ise genel olarak ithal ettikleri enerjiyle sağlamaktadır. Ancak enerji fiyatlarında yaşanan artış ve ithal edilen fosil yakıt rezervlerinin yakın gelecekte tükenmesi bu ekonomiler için çok ciddi bir tehdit olmaktadır ve makro ekonomik göstergelerine olumsuz yansımalarla kırılgan ekonomi olmalarına neden olmaktadır. Dolayısıyla bu ekonomiler için sürdürülebilir büyüme ve enerji güvenliği için enerji arz edilirken kullanılan enerji kaynağı ve arz edilen enerjinin etkin bir şekilde kullanımı çok önemli hale gelmektedir. Bu durum için yenilenebilir enerji çok önemli fırsatlar sunmanın yanında çevre dostu, temiz ve sürdürülebilir enerji için bir seçenek değil zorunluluk haline gelmektedir. Dolayısıyla yükselen ekonomiler için enerji arzı yapılırken yenilenebilir enerji kullanımı sonucu artan enerjide etkinlik dışı bağımlılığı azaltmanın yanında daha az enerji talebi, daha az döviz ihtiyacı, daha az cari açık ve daha az kırılgan ekonomi olmayı beraberinde getirmektedir.

Bu çalışmada, 23 yükselen ekonomi için 1990-2018 döneminde kullanılan enerji kaynaklarının enerji etkinliği üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Dirençli tahminler ile yapılan tahmin sonuçlarına göre kömür kullanımı, petrol kullanımı ve enerji kayıpları enerji etkinliğini olumsuz etkilerken doğalgaz, hidro, elektrik, rüzgâr, güneş vd. ve biyoyakıt ve atık kullanımı enerji etkinliğini olumlu etkilemektedir. Ancak kömür kullanımı, petrol kullanımı ve enerji kayıpları istatistiksel olarak anlamsız çıkmıştır. Diğer yandan istatistiksel olarak anlamlı çıkan değişkenler için enerji etkinliğini en fazla olumlu etkileyen hidro kaynağı iken, en az olumlu etkileyenler ise rüzgâr, güneş vd. bulunmuştur. Dolayısıyla yenilenebilir enerji kullanımı yükselen ekonomiler için enerji etkinliğini olumlu etkilemektedir. Bunun nedeni yenilenebilir enerji kaynakları kurulum maliyetleri dışında bir maliyeti bulunmayan enerji kaynaklarıdır. Ancak yükselen ekonomilerin coğrafi konumu, geliri, yetersiz teknolojik altyapısı gibi sebeplerden dolayı hala fosil yakıt kullanımının uzun yıllar süreceği öngörülmektedir. Bu durum bu ülkeler için enerji etkinliği öneminin uzun yıllar güncelliğini koruyacağı anlamına gelmektedir. Dolayısıyla yükselen ekonomiler için yenilenebilir enerji kaynakları çok önemli fırsatlar sunmakta ve enerji etkinliğini artırmaktadır.

Bu çalışmada elde edilen bulgular; Çin için Fisher-Vanden ve diğerleri (2004) ve Akal (2015) tarafından yapılan çalışmalarda kömür kullanım artışının, Çin için Xie ve diğerleri (2015) ve Wu ve diğerleri (2017) tarafından yapılan çalışmalarda petrol kullanım artışının enerji etkinliğini olumsuz etkilediği sonuçlarıyla ve Hindistan için Paul ve Bhattacharya (2004) tarafından yapılan çalışmada elektrik kullanım artışının, Kanada

için Robertson ve diğerleri (2020) tarafından yapılan çalışmada hidro kullanımının enerji etkinliğini olumlu etkilediği sonuçlarıyla örtüşmektedir.

Arz yanlı model tahminlerinde elde edilen tüm sonuçlar ışığında yükselen ekonomiler için enerji alanında politika yapıcılara şu öneriler getirilebilir:

- i.* Yükselen ekonomilerde fosil yakıt (kömür ve petrol) kullanımının enerji etkinliğini olumsuz etkilemesi bu ekonomilerin hala enerji kaynakları arasında fosil yakıt payının yüksek olduğu ve bu enerji kaynaklarının çoğunu dışardan ithal ettiği ve bu yüzden daha fazla maliyet getirerek üretimde azalma ile ilişkilendirilebilir. Fosil yakıt kullanımının azaltılması ile hem enerji etkinliği artar hem de karbondioksit salınımı azalır.
- ii.* Rüzgâr, güneş vd. kaynak kullanımının enerji etkinliğini çok küçük olarak olumlu etkilemesi bu kaynakların enerji alanında dışa bağımlılığı azaltmada çok önemli bir alternatif olmasının bu ülkeleri kendine çektiğini ancak bu kaynakların kullanımı için yüksek teknoloji gerektirmesi ve ihtiyaç duyulan ekipmanların ve aletlerin dışarıdan ithal edilmesi, bu ekonomilerin ise teknoloji bakımından yeterli düzeyde olmaması ve bu yüzden bu kaynakların kullanım maliyetlerinin hala yüksek seviyelerde olması nedeniyle yeterince etkili bir şekilde faydalanılmadığı ile ilişkilendirilebilir. Dolayısıyla bu alanda yapılacak yatırımlarla beraber gerekli olan ekipman ve aletlerin ülke içerisinden karşılanması için yapılacak teşvik ve destek politikaları enerji maliyetlerini ve en önemlisi dışa bağımlılığı azaltarak sürdürülebilir, güvenilir ve çevre dostu enerji kullanımı ve daha az maliyetle daha fazla çıktı sağlanması yoluyla kırılğan bir ekonominin önüne geçilmektedir.
- iii.* Hidro kullanımı enerji alanında dışa bağımlılığı azaltacak olan önemli bir alternatif enerji kaynağıdır. Yükselen ekonomilerde birçok ülke barajlar yardımıyla bu enerji kaynağından yararlanmaktadır. Dolayısıyla hidro kaynağının enerji etkinliğini en fazla olumlu etkilemesi bu ülkeler tarafından bu kaynağın etkin bir şekilde faydalandığı ile ilişkilendirilebilir. Dolayısıyla artan hidro kullanımı daha az maliyetle daha fazla enerji üretimi gerçekleştirerek üretim artışına önemli etkisi olmaktadır. Ayrıca artan hidro kullanımının elektrik üretiminde daha fazla yer alması elektrik kullanımının da enerji etkinliğini olumlu etkilemesine neden olmaktadır. Dolayısıyla yükselen ekonomiler için enerji etkinliğini olumlu etkileyebilecek fosil yakıt kullanımının yerine yenilenebilir; jeotermal enerji, rüzgâr enerjisi, hidroelektrik enerji ve güneş enerjisi gibi enerji kaynaklarına önem vermek yükselen ekonomilerde arz yanlı olarak enerji etkinliğinin artırılmasında çok önem arz etmektedir. Bu enerji kaynakları aynı zamanda çevre dostu olduğu için bu alanda yatırım teşvikleriyle arzının artırılması önerilir.
- iv.* Diğer yandan artan enerji kayıpları bu ekonomilerin yetersiz teknolojiye sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca artan enerji kayıpları herhangi bir çıktıya dönüşmediğinden daha fazla enerji talebine, daha fazla enerji ithalatına, daha fazla enerji maliyetine, daha fazla döviz ihtiyacına, daha fazla cari açığa ve daha fazla kırılğan bir ekonomi olmaya neden olmaktadır. Dolayısıyla enerji kayıplarının azaltılması da enerji etkinliğini olumlu etkileyecektir.

Bu çalışmayı izleyen araştırmalarda yükselen ekonomilerin de aralarında bulunduğu ülke grupları için daha güncel ve daha geniş veri setleri ile araştırmalar yine arz yanlı araştırmanın yanında talep, karma ve sektörel olarak geniş bir şekilde araştırılabilir. Ayrıca çalışılacak ülke grupları için enerji ithalatçısı veya ihracatçısı şeklinde homojen gruplara ayrılarak enerji etkinliği geniş bir şekilde araştırılabilir. Son olarak yükselen ekonomiler ile gelişmiş ülkeler veya diğer ülke grupları için enerji etkinliği araştırılarak ne gibi benzer ve farklılıklara sahip olduğu ortaya konabilir.

KAYNAKÇA

- Akal, M. (2015). "A VARX Modelling of Energy Intensity Interactions between China, the United States, Japan and EU", *OPEC Energy Review*, 39(1), 103-124.
- Apergis, N. ve Payne, J.E. (2011). "A Dynamic Panel Study of Economic Development and the Electricity Consumption-Growth Nexus", *Energy Economics*, 33(5), 770-781.
- Arabul, H. (1999). "Türkiye' de Elektrik Enerjisi Dağıtımında Yatırım Fırsatları", *Enerji Dünyası*, 25, Ankara.
- Bahar, O. (2005). "Türkiye'de Enerji Sektörü Üzerine Bir Değerlendirme" *Muğla Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (14), 35-59.
- Bai, J. ve Ng, S. (2010). "Panel Unit Root Tests with Cross-Section Dependence: A Further Investigation", *Econometric Theory*, 1088-1114.
- Balitskiy, S., Bilan, Y., Strielkowski, W. ve Štreimikienė, D. (2016). "Energy Efficiency and Natural Gas Consumption in the Context of Economic Development in the European Union", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 55, 156-168.
- Baltagi, B.H. ve Wu, P.X. (1999). "Unequally Spaced Panel Data Regressions with AR(1) Disturbances", *Econometric Theory*, 15(6), 814-823.
- Beaumont, R. (2012). "An Introduction to Statistics Correlation", <http://www.floppybunny.org/robin/web/virtuaLNCRassroom/stats/basics/part9.pdf>, (Erişim Tarihi: 07.10.2019).
- Bhargava, A., Franzini, L. ve Narendranathan, W. (1982). "Serial Correlation and the Fixed Effects Model", *Review of Economic Studies*, 49(4), 533-549.
- Breusch, T.S. ve Pagan A.R. (1980). "The Lagrange Multiplier Test and Its Applications to Model Specification in Econometrics", *Review of Economic Studies*, 47(1), 239-253.
- Çemrek, F. ve Burhan, E. (2014). "Petrol Tüketiminin Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisinin Panel Veri Analizi İle İncelenmesi: Avrupa Birliği Ülkeleri ve Türkiye Örneği", *Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, 6(3), 47-58.
- Chen, Y.E., Fu, Q., Zhao, X., Yuan, X. ve Chang, C.P. (2019). "International Sanctions' Impact on Energy Efficiency in Target States", *Economic Modelling*, 82, 21-34.
- Chi, D.A., Moreno, D. ve Navarro, J. (2018). "Impact of Perforated Solar Screens on Daylight Availability and Low Energy Use in Offices", *Advances in Building Energy Research*, 1-25.
- Ciarreta, A. ve Zarraga, A. (2010). "Economic Growth-Electricity Consumption Causality in 12 European Countries: A Dynamic Panel Data Approach", *Energy Policy*, 38(7), 3790-3796.
- Fisher-Vanden, K., Jefferson, G.H., Liu, H. ve Tao, Q. (2004). "What is Driving China's Decline in Energy Intensity?", *Resource and Energy Economics*, 26(1), 77-97.
- Göçer, İ., Mercan, M. ve Hotunluoğlu, H. (2012). "Seçilmiş OECD Ülkelerinde Cari İşlemler Açığının Sürdürülebilirliği: Yatay Kesit Bağımlılığı Altında Çoklu Yapısal Kırılmalı Panel Veri Analizi", *Maliye Dergisi*, 163, 449-467.
- Hepaktan, C.E. ve Çınar, S. (2011). "OECD Ülkeleri Vergi Sistemi Esnekliğinin Panel Eşbütünleşme Testleri ile Analizi", *Sosyal Bilimler Dergisi*, 4(2), 133-153.
- Hoechle, D. (2007). "Robust Standard Errors for Panel Regressions with Cross-Sectional Dependence", *The Stata Journal*, 7(3), 281-312.
- IMF, (2015). "World Economic Outlook", <https://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2015/02/pdf/text.pdf>, (Erişim Tarihi: 07.10.2019).
- Im, K.S., Pesaran, M.H. ve Shin, Y. (2003). "Testing for unit roots in heterogeneous panels", *Journal of Econometrics*, 115(1), 53-74.
- İnci, C. (2014). "Finansal Yönetim Kararlarının Firmanın Karlılığı ve Piyasa Değeri Üzerindeki Etkileri: BIST'deki Sanayi Şirketleri Üzerine Bir Panel Veri Uygulaması", Yayımlanmamış Doktora Tezi, Bülent Ecevit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Zonguldak.
- International Energy Agency, (2020). "Data and Statistics", <http://www.iea.org>, (Erişim Tarihi: 07.10.2019).
- İslatince, H., ve Haydaroğlu, C. (2009). "Türk İmalat Sanayinde Enerji Verimliliği ve Yoğunluğunun Analizi", *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 24.
- Karabat, S. ve Aydın, B. (2018). "İyi Tarım Uygulamalarının Mandarin Üretiminde Enerji Kullanım Etkinliği ve Ekonomik Analiz Üzerine Etkisi: İzmir İli Örneği", *Toprak Su Dergisi*, 7(1), 1-10.
- Kasap, Y., Şensöğüt, C. ve Ören, Ö. (2020). "Efficiency Change of Coal Used for Energy Production in Turkey", *Resources Policy*, 65, 101577.
- Kılınc, E.C. (2021). "Ekolojik Ayak İzi-Enerji Ar-Ge Harcamaları İlişkisi: OECD Ülkeleri Örneği", *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14(2), 527-541.

- Miguez, J.L., Lopez-Gonzalez, L.M., Porteiro, J., Paz, C., Granada, E. ve Moran, J.C. (2006). "Contribution of Renewable Energy Sources to Electricity Production in Galicia (Spain)", *Energy Sources*, 28(11), 995-1012.
- Naimoglu, M. ve Mustafa, A. (2021). "Yükselen Ekonomilerde Enerji Etkinliğini Talep Yanlı Etkileyen Faktörler", *Sosyoekonomi*, 29(49), 455-481.
- Özkara, Y. (2015). "Türkiye İmalat Sanayinin 2003-2012 Dönemi Enerji Verimliliği ve Çevresel Performansı".
- Patterson, M.G. (1996). "What is Energy Efficiency? Concepts, Indicators and Methodological Issues", *Energy Policy*, 24(5), 377-390.
- Paul, S. ve Bhattacharya, R.N. (2004). "Hindistan'da Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme Arasındaki Nedensellik: Çelişkili Sonuçlar Üzerine Bir Not", *Enerji Ekonomisi*, 26(6), 977-983.
- Pesaran, H. (2004). "General Diagnostic Tests for Cross Section Dependence in Panels", *University of Cambridge. Cambridge Working Papers in Economics*, 435, 1-38.
- Pesaran, M.H. (2007). "A Simple Panel Unit Root Test in the Presence of Cross-Section Dependence", *Journal of Applied Econometrics*, 22(2), 265-312.
- Pesaran, M.H., Ullah A. ve Yamagata, T. (2008). "A Bias-Adjusted LM Test of Error Cross-Section Independence", *The Econometrics Journal*, 11(1), 105-127.
- Robertson, B., Bekker, J. ve Buckham, B. (2020). "Renewable Integration for Remote Communities: Comparative Allowable Cost Analyses for Hydro, Solar and Wave Energy", *Applied Energy*, 264, 114677.
- Sağlam, Ü. (2017). "Assessment of the Productive Efficiency of Large Wind Farms in the United States: An Application of Two-Stage Data Envelopment Analysis", *Energy Conversion and Management*, 153, 188-214.
- Sahabi, A.M. (2019). "Finansal Performans Ölçütlerinin Firma Değeri Üzerindeki Etkisi: Borsa İstanbul'da bir Araştırma", Yayımlanmış Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi/ Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.
- Sargan, J.D. ve Bhargava A. (1983). "Testing Residuals from Least Squares Regression for Being Generated by the Gaussian Random Walk", *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 51(1), 153-174.
- Stock, J.H. (1999). "A Class of Tests for Integration and Cointegration, Cointegration, Causality and Forecasting", *A Festschrift in Honour of Clive WJ Granger*, 137-167.
- Sun, F., Zhao, X., Chen, X., Fu, L. ve Liu, L. (2019). "New Configurations of District Heating System Based on Natural Gas and Deep Geothermal Energy for Higher Energy Efficiency in Northern China", *Applied Thermal Engineering*, 151, 439-450.
- Uğur, B. (2021). "Petrol Fiyatlarının Cari İşlemler Üzerindeki Etkisi: Türkiye ve Hindistan Ekonomilerinin Karşılaştırılması", *Uluborlu Mesleki Bilimler Dergisi*, 4(2), 68-80.
- Wu, N., Li, Z. ve Qu, T. (2017). "Energy Efficiency Optimization in Scheduling Crude Oil Operations of Refinery Based on Linear Programming", *Journal of Cleaner Production*, 166, 49-57.
- Xie, W., Sheng, P. ve Guo, X. (2015). "Coal, Oil, or Clean Energy: Which Contributes Most to the Low Energy Efficiency in China?", *Utilities Policy*, 35, 67-71.

EKLER

Tablo 10. Model 2 ve Model 3 için sabit etkili regresyon tahmin sonuçları

Değişkenler	Model 2			Model 3			
	Katsayı	Standart Hata	Olasılık Değeri	Değişkenler	Katsayı	Standart Hata	Olasılık Değeri
logoil	-0,102	0,025	0,000	logoil	-0,182	0,022	0,000
logntr	-0,003	0,003	0,417	logntr	-0,004	0,003	0,236
loghdr	0,098	0,020	0,000	loghdr	0,071	0,021	0,001
logelec	0,006	0,003	0,025	logwse	0,003	0,001	0,004
loglos	-0,140	0,020	0,000	Sabit	7,153	0,099	0,000
Sabit	7,146	0,097	0,000				

Not: Model 2 için $R^2=0,9559$; $F_{ist}=263,67$; $F_{(Olasılık)}=0,000$; Model 3 için $R^2=0,9532$; $F_{ist}=252,29$; $F_{(Olasılık)}=0,000$.

Tablo 11. Model 2 ve Model 3 için düzeltilmiş sabit etkili regresyon tahmin sonuçları

Değişkenler	Model 2			Model 3			
	Katsayı	Standart Hata	Olasılık Değeri	Değişkenler	Katsayı	Standart Hata	Olasılık Değeri
logoil	0,016	0,072	0,822	logoil	-0,081	0,037	0,036
logntr	0,011	0,006	0,104	logntr	0,008	0,004	0,030
loghdr	0,286	0,036	0,000	loghdr	0,166	0,028	0,000
logelec	0,004	0,003	0,199	logwse	0,014	0,001	0,000
loglos	-0,091	0,062	0,154	Sabit	6,323	0,118	0,000
Sabit	5,819	0,101	0,000				

Not: Model 2 için Within $R^2=0,2149$; $F_{ist}=257,33$; $F_{(Olasılık)}=0,000$; Model 3 için Within $R^2=0,3805$; $F_{ist}=73,83$; $F_{(Olasılık)}=0,000$.

AR-GE TÜRLERİNİN KATMA DEĞER ÜZERİNE ETKİLERİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ

İpek AKAD¹

ÖZET

Amaç: Bu çalışma, OECD tarafından Temel Araştırma, Uygulamalı Araştırma ve Deneysel Geliştirme olmak üzere üç Ar-Ge türü olarak sınıflandırılan Ar-Ge türlerinin katma değer üzerine etkilerini açıklama amacındadır.

Yöntem: Kullanılan veri setinin içsellik probleminden hareketle eş anlı bir denklem sisteminde İki Aşamalı En Küçük Kareler (2AEKK) kullanılarak araç değişken tahminlemesi yapılmıştır.

Bulgular: Bu çalışmada, Türkiye'nin 1994-2019 yılları arasındaki verileri kullanılarak, Ar-Ge türleri kamu ve özel sektör finansmanı altında sınıflandırılmıştır. Özel sektörün Ar-Ge'ye kamuya göre daha fazla harcama yaptığı, ancak söz konusu harcamaların kamu sektörüne göre etkili sonuçlar vermediği sonucuna varılmıştır. Ayrıca özel sektör tarafından finanse edilen Temel ve Uygulamalı Araştırmanın hem kamu sektörü hem de diğer Ar-Ge türlerine göre en yüksek katma değeri yarattığı bu çalışmanın en önemli bulgularından biridir.

Özgünlük: Kamu ve özel sektör tarafından finanse edilen Ar-Ge türlerinin katma değer üzerindeki etkisi, gelişmekte olan ülkeler için araştırılması gereken önemli bir konudur. Bu çalışma, Türkiye gibi gelişmekte olan bir ülkenin verilerine dayanan ilk çalışmadır.

Anahtar Kelimeler: Katma Değer, Araştırma ve Geliştirme, Kamu Politikaları, Araç Değişken Tahminlemesi.

JEL Kodları: C26, D24, O32, O38.

EFFECTS OF THE TYPES OF R&D ON THE VALUE ADDED: THE CASE OF TURKEY

ABSTRACT

Purpose: This study aims to explain the effects of R&D types, which are classified as three types of R&D, namely Basic Research, Applied Research and Experimental Development by OECD, on value-added.

Methodology: Based on the endogeneity problem of the data set used in the study, a simultaneous equation system has been used to estimate the instrument variable by using Two-Stage Least Squares (2AEKK).

Findings: In this study, using data from Turkey between the years 1994-2019, R&D types are classified under public and private sector financing. It has been concluded that the private sector spends more on R&D than the public sector, but these expenditures do not yield effective results compared to the public sector. In addition, it is one of the most important findings of this study that Basic and Applied Research, financed by the private sector, creates the highest added value compared to both the public sector and other types of R&D.

Originality: The impact of R&D types financed by the public and private sector on value-added is an important issue that needs to be investigated for developing countries. This study is the first study based on data from a developing country such as Turkey.

Keywords: Value-added, Research and Development, Government Policy, Instrumental Variables (IV) Estimation.

JEL Codes: C26, D24, O32, O38.

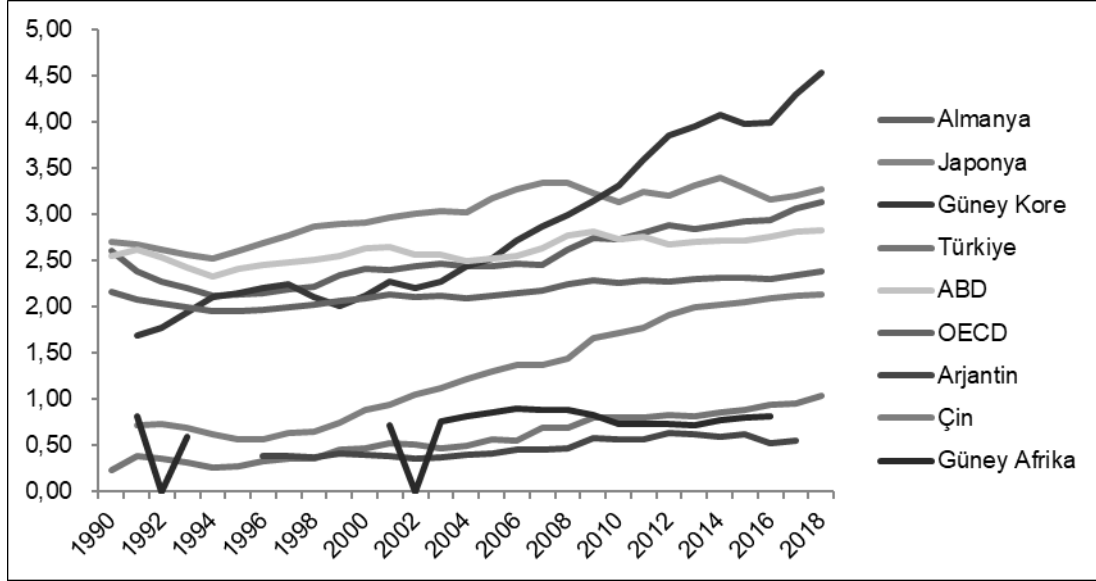
¹Arş. Gör., Bitlis Eren Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, Bitlis, Türkiye, iakad@beu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-1048-2982.

DOI: 10.51551/verimlilik.815152

Araştırma Makalesi/ Research Article |GelişTarihi/Submitted Date: 22.10.2020 | Kabul Tarihi/Accepted Date: 26.03.2021

1. GİRİŞ

Ar-Ge'nin üretim süreçlerindeki dönüşümlerden makro büyüklüklere varan etkileri, bu yatırımların etkinliği konusunda merak uyandırmıştır. Öyle ki üretimin her aşamasında uygulanabilen Ar-Ge, her aşamada farklı etkiler yaratmaktadır. Bu çok yönlü yapı, Ar-Ge faaliyetlerinin sadece üretim süreçlerinde değil üretimden önce ve sonra da uygulanabilir olmasını sağlamıştır. Tam da bu noktada Ar-Ge'nin bu farklı uygulama alanları, karar vericiler tarafından iyi analiz edilmesi gereken bir durum ortaya çıkarmıştır: Ar-Ge harcamaları ne şekilde ve üretimin hangi aşamasında yapılmalı? Bu sorunun yanıtı Ar-Ge harcamalarından ne beklendiği ile doğrudan ilgilidir. Bu beklentiler makroekonomik anlamda ele alındığında; yenilik üretmek, uluslararası piyasalardan pay almak, öncü olmak gibi beklentilerdir. Bu beklentileri gerçekleştirmeye yönelik olarak çoğu gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde Ar-Ge'ye ayrılan kaynaklar da günden güne artış göstermektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde Ar-Ge harcamaları/GSYİH oranı (Kaynak: OECD, Temel Bilim ve Teknoloji Göstergeleri)

OECD'nin Temel Bilim ve Teknoloji Göstergeleri (Main Science and Technology Indicators (MSTI)) 2018 yılı rakamlarına bakıldığında özellikle Japonya, Amerika Birleşik Devletleri (ABD) ve Almanya gibi gelişmiş ülkelerin Ar-Ge harcamalarının Türkiye'ye göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Japonya milli gelirin %3,28'ini, ABD %2,83'ünü ve Almanya %3,13'ünü Ar-Ge harcamalarına ayırmaktadır. Türkiye Ar-Ge harcamalarının da 1990-2018 yılları arasında bir artış trendinde olduğu ve Arjantin ve Güney Afrika ile benzerlik gösterdiği söylenebilir. Çin'de Türkiye, Arjantin ve Güney Afrika'nın yaklaşık 2 katı kadar Ar-Ge harcaması yapılırken Güney Kore'de bu oran 4,5 kattan fazladır.

Türkiye gibi gelişmekte olan bir ülke için Ar-Ge harcamaları oldukça önemlidir. Türkiye'nin öncelikli hedefi sürdürülebilir bir büyüme trendi yakalamaktır. Sürdürülebilir büyüme ise katma değeri yüksek mal ve hizmet üretimi ile mümkündür. Katma değeri yüksek, yüksek teknoloji ürün ve hizmet üretimi için yapılan Ar-Ge harcamalarının etkin planlanması gerekmektedir. Bunun için Ar-Ge yatırımlarını ihtiyaç duyulan alanlara yoğunlaştırarak bu yatırımların etkinliği artırılmalıdır. Burada ne tür bir Ar-Ge'ye ihtiyaç duyulduğunun tespiti oldukça önemlidir. Bu girdinin farklı üretim hedeflerine yanıt vermesi için uygulama yöntemleri de farklılaşmalıdır. Ar-Ge'nin farklı uygulama yollarını OECD üç başlık altında toplamıştır. Bunlar: temel araştırma uygulamalı araştırma ve deneysel araştırma olarak sıralanmıştır (OECD, 2002: 77-79).

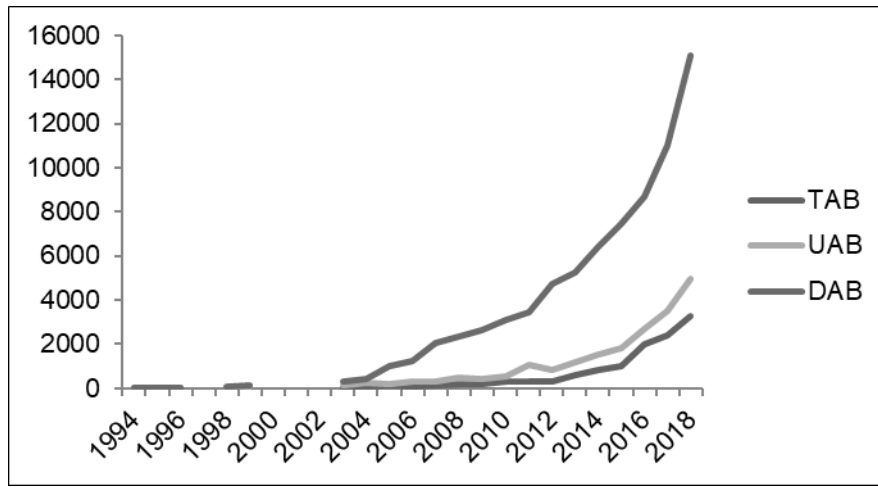
Temel Araştırma (Basic Research): OECD'nin tanımına göre Ar-Ge'nin uygulama yollarından biri olan temel araştırma, herhangi bir özel uygulama göz önünde bulundurulmadan, gözlemlenebilir olayların altında yatan temelleri saptamaya yönelik yapılan teorik çalışmaları içerir (OECD, 2002: 78). Tanımdan da anlaşılacağı üzere bu araştırma türünde sorunun saptanması ve çözümün bulunması konusunda önerilerde bulunulur.

Uygulamalı Araştırma (Applied Research): Ar-Ge'nin uygulanma yollarından bir diğeri de uygulamalı araştırmadır. OECD tanımına göre uygulamalı araştırmalar, teorik araştırmalardan elde edilen bulguları kullanarak ya da yeni bir yol veya teknik kullanarak spesifik bazı çıktılar elde etmeye yönelik çalışmalardır.

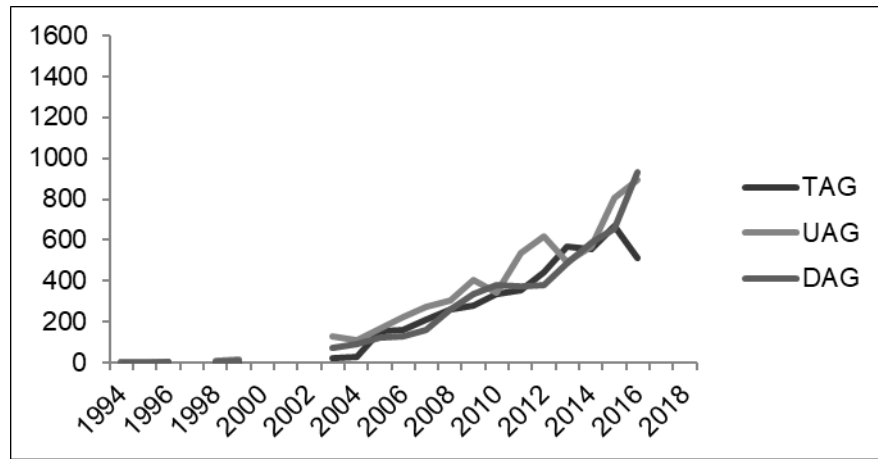
(OECD, 2002: 78). Bu araştırmaların orijininde de yine belirli bir probleme yönelik çözümler arayışı bulunmaktadır. Temel araştırmanın aksine ticari hedefleri vardır.

Deneysel Araştırma (Experimental Research): Ar-Ge'nin uygulanma türlerinden sonucusu deneysel araştırmadır. Bu araştırma türü, var olan ürünün temel ve uygulamalı araştırma çıktıları kullanılarak geliştirilmesini içerir (OECD, 2002: 78). Bu Ar-Ge türü, gelişmiş ülkelerde ve Türkiye'de diğer araştırma türlerine kıyasla en fazla kaynak ayrılan araştırma türüdür.

Çalışmada üzerinde durulan ana soru, kamu ve özel kesimin üç Ar-Ge türüne yaptıkları harcamaların daha çok hangi Ar-Ge türünden katma değere dönüştüğüdür. Bunun için öncelikli olarak kamu kesimi ve özel sektörün bu Ar-Ge türlerine yaptıkları harcamalarına Şekil 2 ve 3'te karşılaştırmalı olarak bakılmıştır. Bu şekillerden de anlaşılacağı üzere, özel sektörün harcamalarını daha çok deneysel geliştirmeye ayırdığı ancak genel olarak kamu kesimine göre daha yüksek Ar-Ge harcamaları yaptığı söylenebilir. Yüksek Ar-Ge harcamaları her zaman daha yüksek getiri anlamına gelmemektedir. Bu harcamalardan elde edilen çıktının yeniliği, niteliği, sunulduğu pazar, ihtiyaçları karşılamaya dönük olması, çıktının katma değerini belirleyen özelliklerdir.



Şekil 2. Özel sektör Ar-Ge harcamalarının Ar-Ge türlerine göre dağılımı (Kaynak: OECD)



Şekil 3. Kamu kesimi Ar-Ge harcamalarının Ar-Ge türlerine göre dağılımı (Kaynak: OECD)

Ar-Ge türlerinin sadece katma değer üzerine etkileri değil toplam faktör verimliliği (TFV) gibi bir makroekonomik göstergeye etkileri de yabancı literatürde geniş yer bulmuştur (Mansfield, 1980: 866; Link, 1981; Griliches, 1985:147; Lichtenberg ve Siegel, 1991; Griliches, 1998:4; Guellec ve De La Potterie, 2002:103). Ar-Ge türlerinin verimlilik üzerindeki olumlu etkileri aynı zamanda katma değer yaratılması için uygun ortamı sağlamaktadır. Bir diğer deyişle, verimlilik artışı katma değer için kaynağı olarak görülebilir (Verma, 2012:177).

Mevcut literatürde Ar-Ge türlerinin katma değer üzerine etkileri sıklıkla araştırılmıştır (Lichtenberg ve Siegel, 1991; Tsang ve diğerleri, 2008; Czarnitzki ve Thorwarth, 2012). Çalışmalarda ABD, OECD ve

Avrupa ülkelerine yönelik araştırmalar yapılmış ancak Türkiye'ye yönelik bir çalışma bulunamamıştır. Dolayısıyla bu çalışmada, Türkiye'de kamu kesimi ve özel sektörün Ar-Ge türlerine yaptığı harcamaların katma değer üretimi üzerine etkilerinin incelenmesi ulusal literatürdeki boşluğu doldurmaktadır. Ayrıca çalışma, kamu kesimi ve özel sektörün katma değer üretimini artırmaya yönelik politika girdisi üretmesi yönünden önem taşımaktadır.

Çalışmanın ikinci bölümünde Ar-Ge türlerinin ekonomik etkileri literatür taraması ile tartışılmıştır. Üçüncü bölümde ise ampirik bir yaklaşımla Türkiye verileri kullanılarak Ar-Ge türlerinin finansman kaynaklarına sınıflaması yapılarak katma değer üzerine etkileri sayısal olarak hesaplanmıştır. Son bölümde ise çalışmanın sonuçlarından türetilen politika önerileri yer almaktadır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Ar-Ge türlerinin farklı yöntemler kullanması, bu araştırma türlerine ayrılan kaynakların da farklı olmasına neden olmuştur. Temel araştırma bilimsel teorik çalışmaları içerirken, uygulamalı araştırmanın temel araştırma çıktıları kullanarak pratiğe geçirmesi, uygulamalı araştırmaya ayrılan bütçenin daha yüksek olmasına neden olmaktadır. Bu noktada farklı Ar-Ge türlerine ayrılan farklı miktarda kaynağın bu araştırma türlerinin ekonomik değer yaratma performansını nasıl etkilediği uzun süredir araştırılan bir sorudur.

Literatürde Ar-Ge türlerinin verimlilik, katma değer ve toplam gelir üzerine etkileri sıklıkla araştırılmıştır. Bu araştırmaların odağı genellikle temel ve uygulamalı araştırma üzerine yoğunlaşmıştır. Çalışmaların bir kısmı özellikle temel araştırmanın verimlilik, katma değer, toplam gelir ve hatta yenilik faaliyetleri üzerindeki etkisinin diğer Ar-Ge türlerine göre daha yüksek olduğunu göstermektedir (Mansfield, 1980; Link, 1981; Griliches, 1985:147; Lichtenberg ve Siegel, 1991; Tsang ve diğerleri, 2008; Czarnitzki ve Thorwarth, 2012).

Mansfield'in çalışması birçok çalışmanın başlangıç noktasını oluşturmuştur. Mansfield, Amerika Birleşik Devletleri (ABD) imalat sanayi verilerini kullanarak yaptığı çalışmada, temel araştırmalar ile üretim verimliliği arasında güçlü bir ilişki olduğu sonucuna varmıştır (Mansfield, 1980). Mansfield'in bulgularına ek kanıtlar sunmak için Link (1981) tarafından yapılan çalışmada ise temel araştırmalar, özel sektör ve kamu finansmanına göre sınıflandırılmış ve özel sektörün finanse ettiği temel araştırmaların firma verimliliği üzerinde daha güçlü bir etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Daha sonra Griliches buna paralel olarak, ABD'deki en büyük bin imalat firması üzerine yaptığı çalışmada, temel araştırmaların üretim verimliliği üzerine etkisinin daha yüksek olduğu sonucuna ulaşmıştır (Griliches, 1985:147). Benzer şekilde ABD imalat sanayisinde temel araştırmaların toplam faktör verimliliği üzerinde diğer araştırma türlerine göre daha etkili olduğu sonucuna ulaşmıştır (Lichtenberg ve Siegel, 1991). Amerikan firmaları için yapılan bir genel değerlendirmede, firmaların temel araştırma yeteneklerini geliştirmesinin uygulamalı araştırmalar için önemli bir girdi olacağı vurgulanmıştır (Rosenberg, 1990). Görece eski literatür ABD eksenli çalışmaları içerirken biraz daha yakın dönem literatürde farklı ülke örneklemi de kullanılmıştır. Örneğin, Singapur sanayi sektörüne yönelik yapılan bir çalışmada, yerli ve yabancı firmalardaki temel araştırmanın diğer Ar-Ge türlerine göre hem yerli hem yabancı firmalarda daha yüksek katma değer ürettiği sonucuna ulaşılmıştır (Tsang ve diğerleri, 2008). Belçika'da firma düzeyinde yapılan bir çalışmada ise yüksek ve düşük teknoloji firmalarda temel araştırmanın firmanın yarattığı katma değere etkileri araştırılmış ve yüksek teknoloji sektörlerde temel araştırmanın etkisi yüksek bulunurken düşük teknoloji sektörlerde temel araştırmanın bir etkisi bulunamamıştır (Czarnitzki ve Thorwarth, 2012).

Literatüre bakıldığında Ar-Ge türlerinin ekonomik değer yaratma performansı, bu araştırma türlerinin finansman kaynağına göre de değişiklik göstermektedir. Örneğin, firma ya da sektör düzeyinde yapılan çalışmalardan farklı olarak üniversitelerdeki araştırma faaliyetlerinde kamu ve özel sektör finansmanının etkileri araştırılmıştır. ABD'deki üniversiteler üzerine yapılan çalışmada, kamu tarafından finanse edilen temel araştırmaların Ar-Ge'nin etkinliğini artırdığı sonucuna ulaşılmıştır (Rosenberg ve Nelson, 1994). Kamu finanslı temel araştırmaların etkilerini daha geniş bir perspektifle araştıran çalışmalar da bulunmaktadır. Bu çalışmalardan biri, ABD endüstrilerinde kamu tarafından finanse edilen temel araştırmaların, bilgisayar, malzeme bilimi, elektrik ve makine mühendisliği gibi alanlarda teknolojik gelişme sağlayacağını öne sürmektedir (Klevorick ve diğerleri, 1995). Bir diğer çalışmada genel olarak literatür değerlendirilmiş ve kamu tarafından finanse edilen temel araştırmaların pozitif ekonomik etkilerine ek olarak sosyal faydaya da olumlu etki ettiği vurgulanmıştır (Salter ve Martin, 2001).

Ar-Ge türlerinin birbirinden bağımsız düşünülmemeyeceği de çalışmalarda sıklıkla dile getirilmiştir. Bu birbirine bağlı süreç, araştırmacıları Ar-Ge türleri arasındaki etkileşimin nasıl ve ne yönde olduğu konusunda bazı kanıtlar aramaya sevk etmiştir. Ar-Ge türleri arasındaki etkileşim, erken dönem literatürde teorik bir modelle araştırılmıştır. Bu modelde, sadece temel araştırmalara yapılacak olan bir yatırımın uygulamalı ve deneysel araştırmaları dışlayıcı etkisinin önlenmesi için bu üç araştırma türünü ihmal etmeyen bir politikanın izlenmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır (March, 1991). Bir diğer teorik modelde,

temel araştırmaların bir firmada tek başına verimliliği artırma ya da ürün kalitesini geliştirme konusunda yeterli olmadığı, ancak uygulamalı araştırmalarla desteklenirse bir etki yaratabileceği sonucuna ulaşılmıştır (Cassiman ve diğerleri, 2002). Teorik modellerden elde edilen sonuçlar ampirik çalışmalarla da desteklenmiştir. ABD'de 106 firmanın finansal verileri kullanılarak yapılan bir diğer çalışmada temel araştırma girişimleri, gelecekteki uygulamalı araştırmalar için temel oluşturabilecek olan bilgi stokunun derinliğini artırıcı etki yapabileceği sonucuna ulaşılmıştır (Henard ve McFadyen, 2005). Dolayısıyla temel araştırmaların var olan bilgi seviyesini artırdığı ancak doğrudan firma performansına bir etkisi olmadığı söylenebilir. Aynı çalışmada, uygulamalı araştırmaların temel araştırmalardan beslendiği ve bu nedenle de uygulamalı araştırmaların firma performansı üzerinde daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Henard ve McFadyen, 2005). On OECD ülkesi verileriyle yapılan diğer bir çalışmada ise uygulamalı ve deneysel araştırmalar aynı başlık altında toplanmış ve temel araştırmalarla karşılaştırılmıştır. Çalışmada iki başlık altında toplanan araştırmaların her ikisinin de üretim ve verimlilik üzerinde etkili olduğu ancak deneysel ve uygulamalı araştırmaların temel araştırmalara göre daha etkili olduğu ampirik olarak kanıtlanmıştır (Luintel ve Khan, 2011: 73). Özellikle 2000 yılı sonrası literatürün temel ve uygulamalı araştırmaları birbirini besleyen bir süreç olarak ele almıştır. Bu durum, temel araştırmalardan elde edilen bilgilerin, bilgi ve iletişim teknolojileri aracılığıyla daha ulaşılabilir ve yaygın hale gelmesiyle açıklanabilir.

Ar-Ge türlerinin etkilerine yönelik farklı yaklaşımlar da bulunmaktadır. Örneęin, teorik bir modelle temel ve uygulamalı araştırmaların ekonomik büyüme üzerine etkilerini sektörel olarak inceleyen bir çalışmada, temel araştırmaların imalat sektöründe hizmet sektörüne kıyasla daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Aynı çalışmada, yeterli uygulamalı araştırma ortamı varsa büyümenin temel araştırmalara yapılan yatırımlarla sağlanabileceği de vurgulanmıştır (Gersbach ve diğerleri, 2018). Bir diğer çalışmada, yirmi sekiz Avrupa Birlięi (AB) üyesi ülke verileri kullanılarak ülkelerin gelir seviyeleri ile Ar-Ge türleri arasındaki ilişki araştırılmıştır. Elde edilen ampirik bulgular, yüksek gelirli ülkelerde uygulamalı araştırma faaliyetlerinin temel araştırmaya göre daha verimli olduğunu göstermektedir (Holý ve Šafr, 2018).

Literatürden farklı olarak Ar-Ge faaliyetlerinin etkilerinin daha uzun dönemde ortaya çıkacağını ve kısa dönemde katma değer ya da büyüme gibi ekonomik göstergelere etki etmeyeceğine yönelik çalışmalar da bulunmaktadır (Ebel, 1973; Cadil ve diğerleri,2018).

Yapılan çalışmalarda Ar-Ge türlerinin etkileri, bu araştırma türlerinin birbiriyle ilişkisi, ülkelerin gelir düzeyi, firmaların teknolojik yapısı ve bu araştırma faaliyetlerinin finansman yöntemi gibi etkenler dikkate alınarak araştırılmıştır. Bu çalışmalarda genellikle temel ve uygulamalı araştırmaların etkileri üzerinde durulmuştur. Oysa Türkiye'de, Şekil 2 ve 3'te de görüleceği gibi hem özel sektörün hem kamunun en çok kaynak ayırdığı Ar-Ge türü, deneysel araştırmadır. Literatürde gelişmiş ülke örnekleri bulunan bu çalışmada literatürden farklı olarak hem kamu hem özel sektör finanslı üç Ar-Ge türünün katma değer üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu çalışma, gelişmekte olan bir ülke olarak Türkiye'nin Ar-Ge politikalarını kendi dinamiklerine özgü olarak değerlendirmesi için önemlidir.

3. YÖNTEM

3.1. Veri Seti

Çalışmada kullanılan verilerden Ar-Ge harcamaları, OECD'nin sınıflaması esas alınarak üç başlık altında toplanmıştır. Daha sonra bu harcamalarda, kamu ve özel sektör finansmanı ayırımına da gidilmiş ve altı farklı Ar-Ge harcaması elde edilmiştir. Veriler hakkındaki açıklamalar Tablo 1'de yer almaktadır. Oluşturulan veri seti, hangi Ar-Ge türünün daha fazla katma değer yarattığına ek olarak, kamu ve özel sektör ayırımı yapılarak hangi sektörün bu harcamalarda etkinliği sağladığını görmeye olanak sağlayacaktır.

Çalışmada kullanılan veri seti, 1994-2019 yıllarına ait yıllık verileri içermektedir. Bu verilerde eksik gözlem olması nedeniyle yaklaşık yirmi yıllık bir zaman periyodu sonuçlara yansıtılmıştır. Ayrıca çift sayım olmaması için TZE Ar-Ge personel sayısı toplam istihdam sayısından (L) çıkarılmıştır. Bu değişkenlere ilişkin özet istatistikler Ekler bölümünde yer alan Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 1. Veri seti kaynağı ve açıklaması

<i>Değişken</i>	<i>Açıklama</i>	<i>Kaynak</i>	<i>Birim</i>
KD	Katma Değer	OECD	Ulusal Para Birimi
TAB	Özel Sektör Finanslı Temel Araştırma Harcamaları	OECD	Ulusal Para Birimi
TAG	Kamu Finanslı Temel Araştırma Harcamaları	OECD	Ulusal Para Birimi
UAB	Özel Sektör Finanslı Uygulamalı Araştırma Harcamaları	OECD	Ulusal Para Birimi
UAG	Kamu Finanslı Uygulamalı Araştırma Harcamaları	OECD	Ulusal Para Birimi
DAB	Özel Sektör Finanslı Geliştirme Araştırma Harcamaları	OECD	Ulusal Para Birimi
DAG	Kamu Finanslı Geliştirme Araştırma Harcamaları	OECD	Ulusal Para Birimi
TZE	Tam zaman eşdeğeri Ar-Ge personel sayısı	TÜİK	Sayı
K	Sermaye Stoku	IMF	Ulusal Para Birimi
L	Toplam istihdam sayısı	TÜİK	Sayı

3.2. Ampirik Model

Ampirik model, katma değer üzerine doğrudan ve dolaylı etkileri olabilecek değişkenlerle oluşturulmuştur. Eşitlik 1'de katma değer bağımlı değişken, kamu ve özel sektör finanslı üç farklı Ar-Ge türü, Ar-Ge personel sayısı, sermaye stoku ve istihdam sayısı bağımsız değişken olarak yer almıştır.

Ampirik model oluşturulurken literatürde de sık vurgulanan, Ar-Ge harcamalarının yapıldığı dönemden sonraki dönemlere etki edeceğinden hareketle modelde bağımsız değişkenlerde gecikmeli değerler kullanılmıştır. Temel ampirik model, Eşitlik 1'de gösterilmiştir:

$$\ln KD_t = \beta_0 + \beta_1 \ln TAB_{t-2} + \beta_2 \ln TAG_{t-2} + \beta_3 \ln UAB_{t-2} + \beta_4 \ln UAG_{t-2} + \beta_5 \ln DAB_{t-2} + \beta_6 \ln DAG_{t-2} + \beta_7 \ln TZE_{t-1} + \beta_8 \ln K_{t-1} + \beta_9 \ln L_{t-1} + \varepsilon_t \quad (1)$$

Eşitlik 1'de bulunan bağımsız değişkenlere uygulanacak olan gecikme sayıları Ekler bölümünde yer alan Tablo 6 ve 7'deki gecikme seçim kriterleri tablosuna göre verilmiştir. Gecikme sayılarının seçimi yapılırken Akaike bilgi kriteri (AIC) kullanılmıştır. Gecikme sayıları dahili ve harici araç değişkenler için ayrı hesaplanmıştır.

3.3. Analiz Yöntemi

Çalışmada kullanılan analiz yöntemi, veri seti ve araştırma sorusu ile uyumlu olmalıdır. Araştırma sorusu ve veri seti ile uyumlu olmayan bir ekonometrik model, sapmalı sonuçlar vermektedir. Bu nedenle bu çalışmada, literatürde de benzer araştırma soruları için kullanılan İki Aşamalı En Küçük Kareler (2AEKK) yöntemi kullanılmıştır.

3.3.1. İki Aşamalı En Küçük Kareler Yöntemi

Eşanlı denklem sistemlerinde bağımsız değişkenden bağımlı değişkene, bağımlı değişkenden bağımsız değişkene bir etki söz konusudur. Eşanlı denklem sistemlerinde de karşılıklı etkileşimde bulunan her bir değişken için bir denklem kurulur. Bu eşanlılık durumunu çözebilmenin bir yolu da araç değişken (AD) kullanımıdır.

EKK tahmin yönteminde değişkenler arası içsellik problemi düşük seviyede olsa dahi katsayı tahminlerini tutarsızlaştırır. Bunu gidermenin en iyi yolu da araç değişken kullanmaktır (Semadeni ve diğerleri, 2014). Araç değişkenlerin, ölçüm hataları ve rastgele bozulmalara karşı kullanılması ilk olarak Reiersøl (1941) tarafından önerilmiştir. Araç değişkenlerin kullanımı, ölçüm hataları olduğunda dahi tutarlı katsayı tahminleri üretir (Sargan, 1958). Bu bilgilere dayanarak tahminlenecek olan ampirik model, altı ayrı modele ayrılmıştır.

Bu çalışmada 2AEKK yöntemi uygulanmadan, araç değişkenlerin içselliği ve dayanıklılığına yönelik bir dizi test yapılmıştır. Bu test sonuçları, ekonometrik modeldeki hata terimlerinin eş ya da değişen varyanslı olmasına göre farklılık göstermektedir. Bu nedenle, bu testler öncesinde değişen varyansın varlığını tespit etmek için Pagan ve Hall'ın önerdikleri araç değişkenlerin bulunduğu modeller için eş varyans testi uygulanmıştır (Pagan ve Hall, 1983). Testin sonuçlarına göre araç değişkenlerin güç sınavında kullanılan testler değişmektedir.

Bu çalışmada oluşturulan altı regresyon modelinin tamamında Pagan-Hall test istatistiğine göre değişen varyans tespit edilmiştir. Buna ek olarak değişkenler arası otokorelasyon tespiti için Breusch-Godfrey LM test uygulanmış ve değişkenler arası otokorelasyon bulunmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Dikkat edilmesi gereken diğer bir durum ise değişkenlerin durağanlığı sorunudur. Çalışmada kullanılan zaman serisi kısa dönemli olduğundan Kwiatkowski–Phillips–Schmidt–Shin (KPSS) birim kök testi kullanılmıştır. Bu test kısa dönemli zaman serileri için daha uygundur (Arltova ve Fedorova, 2016). KPSS test sonuçları Ekler bölümünde yer alan Tablo 4'te yer almaktadır. Tablo 4'e göre toplam istihdam (L) birinci farkta I (1), katma değer (KD) ise ikinci farkta I (2) düzeyinde durağandır. Bu nedenle bu değişkenler farkları alınarak durağanlaştırılmış ve analize bu şekliyle dahil edilmiştir. Diğer değişkenler sermaye (C) ve tam zaman eşdeğeri Ar-Ge personel sayısının (FTE) gecikmeli değerleri I (0) düzeyinde durağandır.

Ar-Ge türleri için KPSS birim kök testi, bu değişkenlerin eksik gözlem içermesi nedeniyle sonuç vermemiştir. Bu nedenle Ar-Ge türleri için Dickey-Fuller birim kök testi uygulanmıştır. Dickey-Fuller birim kök testi, eksik gözlemler için uygun bir birim kök testidir (Ryan ve Giles, 1998:12). Ar-Ge türlerine ait birim kök test sonuçları Ekler bölümünde yer alan Tablo 5'te verilmiştir. Tablo 5'e göre Ar-Ge türlerinin de gecikmeli değerleri I (0) düzeyinde durağandır.

3.3.2. Durbin-Wu-Hausman İçsellik Testi

Bu test, ampirik modelde içsel bir değişken olduğundan şüphe duyulan değişkenin içsel olup olmadığına karar vermeye yarayan bir testtir. Testin hipotezi ise aşağıdaki şekildedir.

H_0 : Değişkenin diğer değişkenlerle arasında içsellik bağlantısı yoktur, değişken dışsaldır.

Bu hipotezin reddedilmesi içsel değişkenin tahminlenen modelde etkisinin anlamlı olduğunu ve araç değişken kullanmanın gerekli olduğunu gösterir. Bu test, Durbin (1954), Wu (1973) ve Hausman (1978) tarafından önerilmiştir.

3.3.3. Eksik Tanımlama (Under- Identification): Anderson LM ve Kleibergen-Paap LM Test

Eksik tanımlanmış model, parametrelerin tahmininde verilerde eksik bilgi bulunan modeldir. Eksik tanımlama için yaygın olarak kullanılan istatistik Andersonkanonik korelasyonları Lagrange çarpanıdır (LM). Bu test, hata terimlerinde eş varyans (homoscedasticity) olduğunu varsayar. Fakat değişen varyans durumlarında geçerliliği yoktur. Bu nedenle bu çalışmada Pagan-Hall testi ile hata terimlerinde değişen varyans durumu tespit edildiğinden Kleibergen-Paap LM test sonuçları dikkate alınmıştır. Kleibergen-Paap LM test sonuçları, değişen varyans durumunda kullanılması önerilen bir eksik tanımlama testidir.

3.3.4. Zayıf Tanımlama (Weak- Identification): Cragg-Donald ve Kleibergen-Paap Wald Test

Birden fazla içsel değişken olması durumunda, araç değişkenlerin gücünü ölçen testise Cragg ve Donald testidir (Cragg ve Donald, 1993). Ardından Stock ve Yogo (2002:4)'de yaptıkları çalışmada Cragg ve Donald testinin kritik değerlerini tablo haline getirmiştir. Buna göre hesaplanan Cragg-Donald F istatistiği Stock-Yogo kritik değerinden büyükse araç değişkenlerin zayıf tanımlandığına yönelik boş hipotez reddedilir. Fakat bu test, değişen varyans (heteroscedasticity) olması durumunda geçerli değildir (Baum ve diğerleri, 2007).

Cragg-Donald Wald testinin değişen varyans durumunda etkin sonuçlar verememesi nedeniyle KleibergenandPaap,2006'da değişen varyansa dayanıklı bir test geliştirmiştir. Kleibergen-PaapWald test olarak adlandırılan bu test, değişen varyans durumunda da etkin bir tahmin sonucu vermektedir (Kleibergen ve Paap, 2006).

3.3.5. Aşırı Tanımlama (Over-identification): SarganveHansen J Testi:

Aşırı tanımlanmış modeller, eksik tanımlanmış modellerin aksine, parametrelerin tahmininde verilerde fazlasıyla bilgi bulunan modellerdir. Aşırı tanımlamayı belirlemek için geliştirilen testler Sargan ve Hansen J testleridir. Her iki testin boş hipotezinde, araç değişkenlerin hata terimleri ile ilişkili olmadığı yer alır. Test sonucunda p değeri 0.05 değerinin üstünde ise boş hipotez reddedilmez ve araç değişkenlerin hata terimleri ile ilişkili olmadığı sonucuna ulaşılır. Bu durum ise kullanılan araç değişkenin doğru olduğunu göstermektedir. Buna ek olarak Sargan testi eş varyans durumunda, Hansen J testi ise değişen varyans durumunda tutarlı sonuçlar vermektedir (Ventura, 2018).

Çalışmada kullanılan her bir modelde hata terimlerinde değişen varyans tespit edildiğinden, eksik tanımlama için Kleibergen-Paap LM, zayıf tanımlama için Kleibergen-PaapWald, aşırı tanımlama için de Hansen J testlerinin sonuçları esas alınmıştır.

Çalışmada, Stata 13 paket programında *ivreg2* kodları kullanılarak analiz yapılmıştır (Baum ve diğerleri, 2002). Bu kod (*ivreg2*), araç değişken kullanılan 2AEKK modellerinde değişen varyans ve otokorelasyon bulunduğu durumda dahi tutarlı sonuçlar üretmektedir.

4. BULGULAR

Araştırmada eşanlı denklem modeli kullanılmış ve ampirik model 2AEKK yöntemiyle tahmin edilmiştir. Bu tahmin yönteminden önce, bazı ön testlerle 2AEKK yönteminin hangi testler kullanılarak uygulanması gerektiği belirlenmiştir. Bunlardan ilki, Ekler bölümünde yer alan Tablo 3'te verilmiş olan korelasyon değerleridir. Yüksek korelasyon değerleri, değişkenlerin tek bir modelle tahminini zorlaştırmıştır. Bu nedenle altı farklı model oluşturulmuştur.

Modeller oluşturulurken 2AEKK içerisinde var olan tanımlama testleri ve içsel olabileceği düşünülen değişkenlere Durbin-Wu-Hausman testi uygulanmıştır. Bunun sonucunda altı farklı Ar-Ge türüne ait harcamaların içsel olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Araç değişkenlerin seçimi yapılırken ise araç değişkenlerin tam tanımlanmış model özelliklerine uyması, kurulan modelin bağımlı değişkeni açıklama konusunda yeterli olduğunu göstermektedir. Araç değişkenler hata terimleriyle ilişkisiz ve içsel değişkenler ile ilişkili değişkenlerdir. Literatürde araştırmacılar çoğunlukla istatistiksel bir kanıt arzusuyla, üzerine çok düşünülmeden değişkenin gecikmeli değerini araç değişken olarak kullanmaktadır. Fakat Rossi, sadece gecikmeli değerlerin araç değişken olarak kullanılmasının iktisadi açıdan savunulabilir bir durum olmadığını belirtmiştir (Rossi, 2014). Bu durumda araç değişken seçimi bu tahmin yönteminde en zor kısmı oluşturmaktadır. Bu çalışmada araç değişkenler, içsel değişkenle potansiyel ilişkisi düşünülmüş olarak belirlenmiştir. Çalışmada tahminlenen altı eşitlik şu şekildedir (Eşitlik 2-7):

$$\ln KD_t = \beta_0 + \beta_1 \ln D_{t-1} + \beta_2 \ln C_{t-1} + \beta_3 \ln TZE_{t-1} + (\beta_4 \ln TAB_{t-2} = \ln TAB_{t-3} \ln TAG_{t-2}) \quad (2)$$

$$\ln KD_t = \beta_0 + \beta_1 \ln D_{t-1} + \beta_2 \ln C_{t-1} + \beta_3 \ln TZE_{t-1} + (\beta_3 \ln TAG_{t-2} = \ln TAG_{t-3} \ln TAB_{t-2}) \quad (3)$$

$$\ln KD_t = \beta_0 + \beta_1 \ln D_{t-1} + \beta_2 \ln C_{t-1} + \beta_3 \ln TZE_{t-1} + (\beta_3 \ln UAB_{t-2} = \ln UAB_{t-3} \ln UAG_{t-2}) \quad (4)$$

$$\ln KD_t = \beta_0 + \beta_1 \ln D_{t-1} + \beta_2 \ln C_{t-1} + \beta_3 \ln TZE_{t-1} + (\beta_3 \ln UAG_{t-2} = \ln UAG_{t-3} \ln UAB_{t-2}) \quad (5)$$

$$\ln KD_t = \beta_0 + \beta_1 \ln D_{t-1} + \beta_2 \ln C_{t-1} + \beta_3 \ln TZE_{t-1} + (\beta_3 \ln DAB_{t-2} = \ln DAB_{t-3} \ln UAB_{t-2}) \quad (6)$$

$$\ln KD_t = \beta_0 + \beta_1 \ln D_{t-1} + \beta_2 \ln C_{t-1} + \beta_3 \ln TZE_{t-1} + (\beta_3 \ln DAG_{t-2} = \beta_3 \ln DAG_{t-3} \ln UAG_{t-2}) \quad (7)$$

Tahminlenen beş denklemde, parantez içerisinde eşitliğin sağ tarafındaki değişkenler regresyona dahil edilmeyen araç değişkenlerdir. Harici araç değişkenler; araç değişkenin 1 gecikmeli değeri ve diğer Ar-Ge türleri arasından seçilmiştir (Tsang ve diğerleri, 2008: 430; Liao, 2018).

Seçilen araç değişkenlerden sonra yapılan tanımlama testleri, modellerin tam tanımlandığını göstermektedir. Bu sonuçlar, çalışmanın Ekler bölümünde yer alan Tablo 8-13'te yer almaktadır. Sonuçlara bakıldığında, regresyon modelinin varyansının sabit ya da değişen varyanslı olması, uygulanan testlerin geçerliliği için önemlidir. Çünkü, En Küçük Kareler (EKK) modelinde, sabit varyans temel varsayımlardan biridir. Dolayısıyla regresyon modelinin varyans özelliğinin bilinmesi yapılacak olan testlerin seçimi için bir ön koşuldur. Bunun için eşanlı denklem sistemlerinde kullanılan araç değişkenlerin bulunduğu regresyonların varyans özelliğini tespit etmeye yönelik Pagan-Halleş varyans testi uygulanmıştır.

Ek'te yer alan tablolardaki (Tablo 8-13) regresyon sonuçları incelendiğinde, özel sektör temel ve uygulamalı araştırma faaliyetlerinin diğer araştırma faaliyetlerine göre katma değer üzerine en yüksek etkiyi yaptığı görülmektedir. Buna ek olarak deneysel araştırmalar ile diğer araştırma türleri arasında bariz bir fark bulunmamakla birlikte bu araştırma türü de katma değer üzerine pozitif etki etmektedir. Sermaye stoku ve Ar-Ge personel sayısı, kamu finanslı Ar-Ge türleri ile birlikte pozitif ve anlamlı iken, istihdam sayısı sadece özel sektör uygulamalı araştırmalarıyla pozitif ve anlamlı bulunmuştur.

5. SONUÇ

Bu çalışmada, üç farklı Ar-Ge uygulama türünün kamu ve özel sektör finansmanına göre sınıflanarak katma değer üretimi üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışmadan elde edilen bulgular, özel sektör finanslı temel ve uygulamalı araştırma faaliyetlerinin, kamu kesimi finanslı faaliyetlere göre daha yüksek katma değer yarattığını göstermektedir. Bu durum, özel sektör Ar-Ge faaliyetlerinin kamu kesimine göre daha etkin ve verimli olduğunu göstermektedir.

Ar-Ge'nin bir üretim faktörü gibi üretimin her aşamasında kullanılabilir olması, üretimde hedeflenen çıktı üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Literatüre bakıldığında Ar-Ge'nin yüksek teknoloji ve katma değeri yüksek ürünler ortaya koyması, verimliliği artırıp değer yaratması, üretim sürecinden önce yapılan bilimsel çalışmalara dayanmaktadır. Bu bilimsel araştırmalar, bilinen adı ile temel araştırmalar, üretim süreçlerinden önce "ne, nasıl, ne şekilde yapılmalıdır?" sorularını sorarak problem için çözüm sunmaktadır. Dolayısıyla bu çalışmalar, toplumda var olan ihtiyaçlara yönelik bir projeksiyon gibi düşünülebilir. Bu nedenle de üretici ticari bir ürün ortaya çıkarırken bu araştırmalardan beslenmelidir. Bu etkileşim, üreticinin doğru bir üretim kararı alması ve üretim sürecini doğru yönetmesi açısından önemlidir. Bilimsel araştırma temelli üretim süreçleri, ihtiyaca yönelik yüksek teknoloji, katma değeri yüksek ürünler ortaya koyarak makroekonomik göstergelere de olumlu etki edecektir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar da bunu doğrular niteliktedir.

Literatürde yer alan birçok ülke örneğinde görüldüğü gibi Türkiye'de de temel araştırmalar uygulamalı araştırmalarla birlikte katma değere en yüksek katkı yapan Ar-Ge türleridir. Dolayısıyla bu sonuçlar, iki Ar-Ge türüne de yatırım sürekliliği sağlanması gerektiğini göstermektedir. Çalışmadan elde edilen bulgular, Henard ve McFadyen'in çalışmasıyla paraleldir (Henard ve McFadyen, 2005). Diğer Ar-Ge türlerine göre daha az kaynak ayrılan ve genellikle emek yoğun bir süreç olan temel araştırmalara daha fazla kaynak ayrılması gerektiği, çalışmanın ana bulgularından biridir. Buna ek olarak temel araştırma çıktılarının uygulamalı araştırma zemininde ticari bir ürüne dönüşmesi için gerekli altyapı sağlanmalıdır. Çünkü çalışmadan elde edilen ampirik bulgular, temel araştırmalardan sonra uygulamalı araştırmaların en yüksek katma değer üreten Ar-Ge türü olduğunu göstermektedir. Çalışmanın sonuçları, temel araştırmalar ve uygulamalı araştırmalara yapılacak olan yatırımın, katma değeri yüksek ve yüksek teknoloji mal ve hizmet üretimine geçişi hızlandıracağını düşündürmektedir. Dolayısıyla bu çalışma Gersbach'ın çalışmasını da desteklemektedir. Temel araştırmalara yapılacak olan yatırımlar, uygulamalı araştırma zemini oluşturulursa sürdürülebilir büyüme sağlayacaktır (Gersbach ve diğerleri, 2018). Buna ek olarak Ar-Ge harcamalarından en yüksek payı almasına rağmen deneysel araştırmaların, diğer Ar-Ge türleri ile katma değer üretimine benzer etkide bulunması aslında bu harcamaların etkin olmadığını göstermektedir. Bu aynı zamanda deneysel araştırmaların verimlilik üzerine etkilerinin diğer araştırma türlerine göre daha düşük olduğunu göstermektedir. Temel araştırmalar, "ne, nasıl, ne şekilde yapılmalı?" sorularını yanıtlarken özellikle üretim sürecinde fiziki ve beşeri sermaye verimliliğini artıran önemli bir role sahiptir. Katma değer üretimi ise üretim süreçlerinin verimli olması ile mümkündür. Dolayısıyla bilimsel araştırmalara ve bu araştırmaların pratiğe dökülmesine daha fazla kaynak ayrılarak önce üretimde verimlilik sağlanmalıdır Bu faaliyetlerle verimliliğin sağlanmasıyla katma değerli üretim ve sürdürülebilir büyüme gibi makroekonomik göstergelerde iyileşmenin sağlanabileceği düşünülmektedir.

Çalışmada 1994-2019 yıllarına ait Türkiye verileri ile Ar-Ge türlerinin katma değer üretimi üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu çalışmada, veri setindeki bazı değişkenlere ait eksik gözlemler dolayısıyla daha uzun dönemli bir tahminleme yapılamamıştır. Ar-Ge faaliyetlerinin etkileri uzun dönemde görüldüğünden, daha uzun dönemli veri setine sahip ülke örnekleri ile daha güçlü bulgular elde edilebilir.

KAYNAKÇA

- Arltova, M. ve Fedorova, D. (2016). "Selection of Unit Root Test on the Basis of Length of the Time Series and Value of AR (1) Parameter", *Statistika-Statistics and Economy Journal*, 96(3), 47-64.
- Baum, C.F. Schaffer, M.E., ve Stillman, S. (2002). "IVREG2: Stata Module for Extended Instrumental Variables/2SLS and GMM Estimation", Boston College Department of Economics.
- Baum, C.F., Schaffer, M.E. ve venStillman, S. (2007). "Enhanced Routines for Instrumental Variables/Generalized Method of Moments Estimation and Testing", *The Stata Journal*, 7(4), 465-506.
- Cadil, J., Mirošnik, K., Petkovova, L. ve Mirvald, M. (2018). "Public Support of Private R&D—Effects on Economic Sustainability", *Sustainability*, 10(12), 4612.
- Cassiman, B., Perez-Castrillo, D. ve Veugelers, R. (2002). "Endogenizing Know-How Flows Through the Nature of R&D Investments", *International Journal of Industrial Organization*, 20(6), 775-799.
- Cragg, J.G. ve Donald, S.G. (1993). "Testing Identifiability and Specification in Instrumental Variable Models", *Econometric Theory*, 222-240.
- Czarnitzki, D. ve Thorwarth, S. (2012). "Productivity Effects of Basic Research in Low-Tech and High-Tech Industries", *Research Policy*, 41(9), 1555-1564.
- Durbin, J. (1954). "Errors in Variables", *Revue de l'institut International de Statistique*, 23-32.
- Ebel, R.L. (1973). "Some Limitations of Basic Research in Education", *The Phi Delta Kappan*, 49(2), 81-84.
- Gersbach, H., Sorger, G. ve Amon, C. (2018). "Hierarchical Growth: Basic and Applied Research", *Journal of Economic Dynamics and Control*, 90, 434-459.
- Griliches, Z. (1985). "Productivity, R&D, and Basic Research at the Firm Level in the 1970s", National Bureau of Economic Research, (No. w1547).
- Griliches, Z. (1998). Introduction to "R&D and Productivity: The Econometric Evidence", *R&D and Productivity: The Econometric Evidence*, University of Chicago Press, 1-14.
- Guellec, D. ve De La Potterie, B.V.P. (2002). R&D and Productivity Growth: Panel Data Analysis of 16 OECD Countries, *OECD Economic Studies*, 2001(2), 103-126.
- Hausman, J.A. (1978). "Specification Tests in Econometrics", *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1251-1271.
- Henard, D.H. ve McFadyen, M.A. (2005). "The Complementary Roles of Applied and Basic Research: A Knowledge-Based Perspective", *Journal of Product Innovation Management*, 22(6), 503-514.
- Holý, V. ve Šafr, K. (2018). "Are Economically Advanced Countries More Efficient in Basic and Applied Research?", *Central European Journal of Operations Research*, 26(4), 933-950.
- Kleibergen, F. ve Paap, R. (2006). "Generalized Reduced Rank Tests Using the Singular Value Decomposition", *Journal of Econometrics*, 133(1), 97-126.
- Klevorick, A.K., Levin, R. C., Nelson, R.R. ve Winter, S.G. (1995). "On the Sources and Significance of Interindustry Differences in Technological Opportunities", *Research Policy*, 24(2), 185-205.
- Liao, X. (2018). "Public Appeal, Environmental Regulation and Green Investment: Evidence from China", *Energy Policy*, 119, 554-562.
- Lichtenberg, F.R. ve Siegel, D. (1991). "The Impact of R&D Investment on Productivity—New Evidence Using Linked R&D-Lrd Data", *Economic Inquiry*, 29(2), 203-229.
- Link, A.N. (1981). "Basic Research and Productivity Increase in Manufacturing: Additional Evidence", *American Economic Review*, 71(5), 1111-1112.
- Luintel, K.B. ve Khan, M. (2011). Basic, applied and experimental knowledge and productivity: Further evidence. *Economics Letters*, 111(1), 71-74.
- Mansfield, E. (1980). "Basic Research and Productivity Increase in Manufacturing", *The American Economic Review*, 70(5), 863-873.
- March, J.G. (1991). "Exploration and Exploitation in Organizational Learning", *Organization Science*, 2(1), 71-87.
- OECD (2002), "The Measurement of Scientific and Technological Activities Frascati Manual2002: Proposed Standard Practice for Surveys on Research and Experimental Development", OECD Publications Service, Paris.
- Pagan, A.R. ve Hall, A.D. (1983). "Diagnostic Tests as Residual Analysis", *Econometric Reviews*, 2(2), 159-218.
- Reiersøl, O. (1941). "Confluence Analysis by Means of Lag Moments and Other Methods of Confluence Analysis", *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1-24.
- Rosenberg, N. (1990). "Why do Firms do Basic Research (with Their Own Money)?", *Research Policy*, 19(2), 165-174.

- Rosenberg, N. ve Nelson, R.R. (1994). "American Universities and Technical Advance in Industry", *Research Policy*, 23(3), 323-348.
- Rossi, P.E. (2014). "Even the Rich Can Make Themselves Poor: A Critical Examination of IV Methods in Marketing Applications", *Marketing Science*, 33(5), 655-672.
- Ryan, K.F. ve Giles, D.E. (1998). "Testing for Unit Roots in Economic Time-series with Missing Observations", Department of Economics, University of Victoria, 1-40.
- Salter, A.J. ve Martin, B.R. (2001). "The Economic Benefits of Publicly Funded Basic Research: A Critical Review", *Research Policy*, 30(3), 509-532.
- Sargan, J.D. (1958). "The Estimation of Economic Relationships Using Instrumental Variables", *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 393-415.
- Semadeni, M., Withers, M.C. ve TrevisCerto, S. (2014). "The Perils of Endogeneity and Instrumental Variables in Strategy Research: Understanding Through Simulations", *Strategic Management Journal*, 35(7), 1070-1079.
- Stock, J.H. ve Yogo, M. (2002). "Testing for Weak Instruments in Linear IV Regression", National Bureau of Economic Research, (No. t0284).
- Tsang, E.W.K., Yip, P.S.L. ve Toh, M.H. (2008). "The Impact of R&D on Value Added for Domestic and Foreign Firms in a Newly Industrial Economy", *International Business Review*, 17(4), 423-441.
- Ventura, M. (2018). "Testing the Validity of Instruments in an Exactly Identified Equation", *International Journal of Computational Economics and Econometrics*, 8(2), 159-169.
- Verma, R. (2012). "Can Total Factor Productivity Explain Value Added Growth in Services?", *Journal of Development Economics*, 99(1), 163-177.
- Wu, D.M. (1973). "Alternative Tests of Independence between Stochastic Regressors and Disturbances", *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 733-750.

EKLER

Tablo 2. Değişkenlere ait özet istatistikler

Değişken	Gözlem		Standart Sapma	En Küçük Değer	En Büyük Değer
	Sayısı	Ortalama			
KD	26	12,69765	1,806204	8,319025	14,92997
TAB	21	4,512149	2,739801	-1,465338	8,093001
TAG	20	4,222467	2,661052	-1,655482	7,170158
UAB	21	5,522036	2,303647	0,3471295	8,506438
UAG	20	4,802232	2,217207	-0,2903523	7,223478
DAB	21	6,717831	2,659957	0,5927742	9,620552
DAG	20	4,372609	2,540317	-1,305636	6,838243
C	25	18,45677	3,255957	13,90894	24,45952
L	25	16,86603	0,1496737	16,68077	17,15569
TZE	25	10,87372	0,7378687	9,73501	12,05594

Tablo 3. Değişkenler arası korelasyon tablosu.

	KD	TAB	TAG	UAB	UAG	DAB	DAG	C	L	FTE
KD	1,000									
TAB	0,985*	1,000								
TAG	0,985*	0,985*	1,000							
UAB	0,991*	0,991*	0,974*	1,000						
UAG	0,996*	0,985*	0,990*	0,985*	1,000					
DAB	0,994*	0,989*	0,993*	0,990*	0,993*	1,000				
DAG	0,996*	0,986*	0,988*	0,985*	0,996*	0,993*	1,000			
C	0,994*	0,978*	0,975*	0,984*	0,991*	0,987*	0,995*	1,000		
L	0,795*	0,867*	0,794*	0,855*	0,779*	0,819*	0,776*	0,774*	1,000	
TZE	0,922*	0,977*	0,955*	0,959*	0,943*	0,956*	0,942*	0,903*	0,934*	1,000

Not: *, %5 anlam düzeyini temsil etmektedir.

Tablo 4. KPSS birim kök testi sonuçları

	KD	C	L	FTE
KPSS Düzey	0. Gecikme: 0,537 1. Gecikme: 0,301 2. Gecikme: 0,221	0. Gecikme: 0,338 1. Gecikme: 0,208 2. Gecikme: 0,169	0. Gecikme: 0,597 1. Gecikme: 0,315 2. Gecikme: 0,224	0. Gecikme: 0,217 1. Gecikme: 0,131 2. Gecikme: 0,101
KPSS 1. Fark	0. Gecikme: 0,515 1. Gecikme: 0,305 2. Gecikme: 0,227		0. Gecikme: 0,145 1. Gecikme: 0,112 2. Gecikme: 0,104	
KPSS 2. Fark	0. Gecikme: 0,0277 1. Gecikme: 0,0473 2. Gecikme: 0,0673			

KPSS Kritik Değerler: %10: 0,119; %5: 0,146; %2.5: 0,176; %1: 0,216

Tablo 5. Dickey Fuller birim kök testi sonuçları

Değişken	Düzey
TAB	0. Gecikme: -3,024; 1. Gecikme: -3,537***
TAG	0. Gecikme: -1,006; 1. Gecikme: -1,870; 2. Gecikme: -5,794*
UAB	0. Gecikme: -2,081; 1. Gecikme: -3,822***
UAG	0. Gecikme: -2,558; 1. Gecikme: -3,815**
DAB	0. Gecikme: -1,967; 1. Gecikme: -3,050; 2. Gecikme: -3,988**
DAG	0. Gecikme: -2,836; 1. Gecikme: -3,462***

Not: ***, **, *, sırasıyla %10, %5 ve %1 anlam düzeylerini temsil etmektedir (Dickey Fuller Kritik Değerler: %10: -3,240; %5: -3,600; %1: -4,380).

Tablo 6. Emek, sermaye ve Ar-Ge personeli için gecikme seçimi

Gecikme	LL	LR	df	p	FPE	AIC	HQIC	SBIC
0	-6,7237		1		0,156	0,975	1,021	1,173
1	36,415	86,278*	1	0,000	0,003*	-2,856*	-2,798*	-2,608*
2	36,526	0,222	1	0,637	0,004	-2,775	-2,705	-2,478
3	36,569	0,085	1	0,771	0,004	-2,688	-2,606	-2,341

Tablo 7. Ar-Ge türleri (TAB, TAG, UAB, UAG, DAB, DAG) gecikme seçimi

Gecikme	LL	LR	df	p	FPE	AIC	HQIC	SBIC
0	24,303				1,0e-09	-3,6606	-3,85976	-3,47904
1	619,128	1189,7	36	0,000	2e-57*	-115,426	-116,82	-114,155
2	1977,92	95,89*	36	0,000	2e-07	-383,583*	-385,575*	-381,768*
3	1956,4	-43,028	36	0,000	1e-07	-379,281	-381,272	-377,465

Tablo 8. Model 1 2SLS sonuçları

Bağımlı Değişken: KD	Katsayı	Araç Değişkenler
TAB2	0,6703979 *** (0,0843414)	Araç Değişken: TAB2
C1	-0,0409212 (0,1057988)	Dahili Araç Değişkenler: C1, D.L1, FTE1
D.L1	-0,4870952 (2,809766)	
FTE1	-0,2732713 (0,832113)	
Sabit	14,0874*** (6,685747)	Harici Araç Değişkenler: TAB3, UAG2

Pagan-Hall Test: P-değeri: 0,5519

BreuschGodfrey: P- değeri: 0,5890

İçsellik Testi: Durbin-Wu-Hausman P- değeri:0,00172

Eksik Tanımlama Testi: Kleibergen-Paaprk LM P- değeri: 0,0173

Zayıf Tanımlama Testi: Kleibergen-PaaprkWald F istatistiği: 25,346

Stock-Yogo Kritik değeri: 10% maximal IV size:19,93

Aşırı Tanımlama Testi: Hansen J Testi P- değeri:0,6621

Not: ***, **, *, sırasıyla %1, %5 ve %10 anlam düzeylerini temsil etmektedir. Standart hatalar parantez içinde gösterilmiştir.

Tablo 9. Model 2 2SLS sonuçları

Bağımlı Değişken: KD	Katsayı	Araç Değişkenler
TAG2	0,4702628 *** (0,0699256)	Araç Değişken: TAG2
C1	0,4026315 *** (0,1155969)	Dahili Araç Değişkenler:
D.L1	1,194919 (1,950569)	C1, D.L1, FTE1
FTE1	1,578815** (0,7792043)	
Sabit	20,94581*** (6,238722)	TAG3, DAB2

Pagan-Hall Test: P-değeri = 0,9205

BreuschGodfrey: P- değeri = 0,5558

İçsellik Testi: Durbin-Wu-Hausman P- değeri: 0,00370

Eksik Tanımlama Testi: Kleibergen-Paaprk LM P- değeri = 0,0167

Zayıf Tanımlama Testi: Kleibergen-PaaprkWald F istatistiği = 20,117

Stock-Yogo Kritik değeri: 10% maximal IV size: 19,93

Aşırı Tanımlama Testi: Hansen J Testi P- değeri: 0,8783

Not: ***, **, *, sırasıyla %1, %5 ve %10 anlam düzeylerini temsil etmektedir. Standart hatalar parantez içinde gösterilmiştir.

Tablo 10. Model 3 2SLS sonuçları

<i>Bağımlı Değişken: KD</i>	<i>Katsayı</i>	<i>Araç Değişkenler</i>
UAB2	0,6623308*** (0,0766675)	Araç Değişken: UAB2
C1	0,0122815 (0,0854924)	Dahili Araç Değişkenler: C1, D.L1, FTE1
D.L1	4,351422** (1,871331)	
FTE1	0,1766516 (0,5907444)	
Sabit	11,26101** (4,663604)	Harici Araç Değişkenler: UAB3, UAG2

Pagan-Hall Test: P-değeri: 0,5604

BreuschGodfrey: P- değeri: 0,6855

İçsellik Testi: Durbin-Wu-Hausman P- değeri:0,00167

Eksik Tanımlama Testi: Kleibergen-Paaprk LM P- değeri: 0,0287

Zayıf Tanımlama Testi: Kleibergen-PaaprkWald F istatistiği: 21,224

Stock-Yogo Kritik değeri: 10% maximal IV size: 19,93

Aşırı Tanımlama Testi: Hansen J Testi P- değeri: 0,3659

Not: ***, **, *; sırasıyla %1, %5 ve %10 anlam düzeylerini temsil etmektedir. Standart hatalar parantez içinde gösterilmiştir.

Tablo 11. Model 4 2SLS sonuçları

<i>Bağımlı Değişken: KD</i>	<i>Katsayı</i>	<i>Araç Değişkenler</i>
UAG2	0,5947384*** (0,0536841)	Araç Değişken: UAG2
C1	,3287109*** (0,0421566)	Dahili Araç Değişkenler: C1, D.L1, FTE1
D.L1	1,76353 (1,777367)	
FTE1	1,322007*** (0,3544806)	
Sabit	18,64725*** (2,916617)	Harici Araç Değişkenler: UAG3, UAB2

Pagan-Hall Test: P-değeri: 0,2771

BreuschGodfrey: P- değeri: 0,8150

İçsellik Testi: Durbin-Wu-Hausman P- değeri: 0,00679

Eksik Tanımlama Testi: Kleibergen-Paaprk LM P- değeri: 0,0173

Zayıf Tanımlama Testi: Kleibergen-PaaprkWald F istatistiği: 21,782

Stock-Yogo Kritik değeri: 10% maximal IV size:19,93

Aşırı Tanımlama Testi: Hansen J Testi P- değeri:0,1357

Not: ***, **, *; sırasıyla %1, %5 ve %10 anlam düzeylerini temsil etmektedir. Standart hatalar parantez içinde gösterilmiştir.

Tablo 12. Model 5 2SLS sonuçları

<i>Bağımlı Değişken: KD</i>	<i>Katsayı</i>	<i>Araç Değişkenler</i>
DAB2	0,4367222*** (0,0467795)	Araç Değişken: DAB2
C1	,1704008*** (0,0530056)	Dahili Araç Değişkenler: C1, D.L1, FTE1
D.L1	,4976267 (1,418094)	
FTE1	0,3765044 (0,3888955)	
Sabit	11,20638*** (3,136006)	Harici Araç Değişkenler: DAB3 UAB2

Pagan-Hall Test: P-değeri: 0,4661

BreuschGodfrey: P- değeri: 0,1091

İçsellik Testi: Durbin-Wu-Hausman P- değeri: 0,03220

Eksik Tanımlama Testi: Kleibergen-Paaprk LM P- değeri: 0,0192

Zayıf Tanımlama Testi: Kleibergen-PaaprkWald F istatistiği: 173,077

Stock-Yogo Kritik değeri: 10% maximal IV size: 19,93

Aşırı Tanımlama Testi: Hansen J Testi P- değeri: 0,1140

Not: ***, **, *, sırasıyla %1, %5 ve %10 anlam düzeylerini temsil etmektedir. Standart hatalar parantez içinde gösterilmiştir.

Tablo 13. Model 6 2SLS sonuçları

<i>Bağımlı Değişken: KD</i>	<i>Katsayı</i>	<i>Araç Değişkenler</i>
DAG2	0,4689362*** (0,0230212)	Araç Değişken: DAG2
C1	0,22919*** (0,0751189)	Dahili Araç Değişkenler:
D.L1	-2,061713 (1,612111)	C1, D.L1, FTE1
FTE1	-0,6781429 (0,4380303)	
Sabit	14,31224*** (3,321849)	Harici Araç Değişkenler: DAG3 UAG2

Pagan-Hall Test: P-değeri: 0,1615

BreuschGodfrey: P- değeri: 0,6812

İçsellik Testi: Durbin-Wu-Hausman P- değeri: 0,03286

Eksik Tanımlama Testi: Kleibergen-Paaprk LM P- değeri: 0,0171

Zayıf Tanımlama Testi: Kleibergen-PaaprkWald F istatistiği: 207,035

Stock-Yogo Kritik değeri: 10% maximal IV size: 19,93

Aşırı Tanımlama Testi: Hansen J Testi P- değeri: 0,3971

Not: ***, **, *, sırasıyla %1, %5 ve %10 anlam düzeylerini temsil etmektedir. Standart hatalar parantez içinde gösterilmiştir.

HIZLI YEMEK (FAST FOOD) SEKTÖRÜNDE PAZARLAMA İNOVASYON KRİTERLERİNİN BELİRLENMESİ VE FİRMA SEÇİMİ: GİRESUN İLİ UYGULAMASI

Salih MEMİŞ¹, Selçuk KORUCUK²

ÖZET

Amaç: Giresun'da kurumsal kimliği olan hızlı yemek işletmelerine yönelik yapılan çalışmada pazarlama inovasyonu kriterlerinin önem derecelerinin tespit edilmesi ve belirlenen önem dereceleri çerçevesinde inovasyon kriterlerinin uygulanma düzeyine göre en ideal firmanın seçimi amaçlanmıştır.

Yöntem: Amaca uygun olarak literatür taramasından elde edilen kriterler, çok kriterli karar verme yöntemlerinden CRITIC yöntemi ile değerlendirilmiş ve Gri İlişkisel Analiz (GİA) yöntemiyle bütünleşik olarak en ideal firma seçimi yapılmıştır.

Bulgular: Elde edilen sonuçlara göre; pazarlama inovasyonu kriterlerinde en yüksek ağırlığa sahip kriter Süreç olmuştur. En az ağırlığa sahip olan pazarlama inovasyonu kriterinin ise *Tutundurma* olduğu belirlenmiştir. Öte yandan çalışma sonucunda pazarlama inovasyonu kriterlerine göre en ideal firma seçilmiştir.

Özgünlük: Bu çalışma, hızlı yemek sektöründe faaliyet gösteren işletmelerinin pazarlama alanı açısından inovasyon kriterlerini ele alarak değerlendirilmesi bakımından özgünlük taşımaktadır.

Anahtar Sözcükler: İnovasyon, Pazarlama İnovasyonu Kriterleri, Hızlı Yemek, CRITIC, Gri İlişkisel Analiz.

JEL Kodları: M11, M31, O30, O31.

DETERMINATION OF MARKETING INNOVATION CRITERIA AND COMPANY SELECTION IN FAST FOOD SECTOR: GİRESUN PROVINCE APPLICATION

ABSTRACT

Purpose: In the study conducted for fast food enterprises with a corporate identity in Giresun, it was aimed to determine the importance of marketing innovation criteria and to choose the most ideal company according to the level of application of innovation criteria within the framework of the determined importance degrees.

Methodology: As a goal, the criteria obtained from literature review were evaluated using CRITIC that is one of the multi-criteria decision-making methods and the most ideal company was selected integrated with Gray Relational Analysis (GRA) method.

Findings: According to the results obtained, *Process* was the criterion with the highest weight among the marketing innovation criteria. It was determined that the marketing innovation criterion with the least weight is the *Promotion*. On the other hand, as a result of the study, the most ideal company was selected according to marketing innovation criteria.

Originality: This study is of originality in terms of evaluating enterprises operating in the fast food sector by addressing innovation criteria in terms of marketing area.

Keywords: Innovation, Marketing Innovation Criteria, Fast Food, CRITIC, Grey Relational Analysis.

JEL Codes: M11, M31, O30, O31.

¹ Doç. Dr., Giresun Üniversitesi, Bulancak Kadir Karabaş Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, Lojistik Yönetimi Bölümü, Giresun, Türkiye, salih.memis@giresun.edu.tr, ORCID: 0000-0003-1345-3618 (Sorumlu Yazar-Corresponding Author).

² Doç. Dr., Giresun Üniversitesi, Bulancak Kadir Karabaş Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, Lojistik Yönetimi Bölümü, Giresun, Türkiye, selcuk.korucuk@giresun.edu.tr, ORCID: 0000-0003-2471-1950.

1.GİRİŞ

Son dönemlerde, toplumda sosyal ve ekonomik açıdan meydana gelen hızlı değişimler pek çok işletmeyi yeniden yapılanmaya, müşteri ihtiyaçlarına ve teknolojiadaki değişimlere cevap verebilmesi için farklı arayışlara yönlendirmiştir. Bu durum, yoğun rekabet ortamının oluşmasına sebep olmuş ve rekabet üstünlüğü sağlayabilmek için ürün ve hizmet geliştirme yönetiminin önemini arttırmıştır (Korkmaz ve diğerleri, 2009: 378).

Sürekli bir değişim ve gelişim içerisinde olan günümüz dünyasında müşteri beklentilerinin ve yaşam tarzlarının da hızla değiştiği görülmektedir. Özellikle bu değişimlerden dolayı da bugün için yüksek popülerliğe sahip ürün ve hizmetler bile kısa bir zaman içerisinde pazardan çekilmek zorunda kalabilmektedir. Dolayısıyla işletmelerin başarılı olabilmesi için müşterilerine sürekli olarak yeni değerler sunması gerekmektedir. İşletmelerin müşterilerine yeni değerler sunmasında ise inovasyon yüksek bir öneme sahiptir.

İnovasyonun tanımı ve önemi; müşteri, işletme, çalışan ve genel ekonomi bakımından farklı bakış açılarıyla da açıklanabilmektedir. Müşteri açısından daha kaliteli ve daha yararlı ürünler yani daha iyi bir yaşam tarzı anlamında; işletme açısından sürdürülebilir büyüme ve geliştirme ile yüksek kâr kazanımı anlamında; çalışanlar açısından hem yüksek ücret almayı sağlayan hem de daha fazla zihinsel güç gerektiren yeni ve daha ilginç işler anlamında; genel ekonomi açısından ise genel olarak daha yüksek üretkenlik, verimlilik ve kalkınma anlamında kullanılmaktadır (Ramadani ve Gerguri, 2011). İnovasyon başarıya ulaştığı takdirde maliyetlerde düşüş, üretim sürecinde kısalma, performans ve verimlilikte artış olması söz konusudur. Dolayısıyla kaynakların verimli kullanımı, pazarlama konusunda stratejiler üretilerek rakiplerden önde olma ve müşterinin ilgisinin çekilmesinin sağlanması noktasında inovatif faaliyetler önem arz etmektedir. Bu hususlardan yola çıkarak çalışmada amaçlanan aslında hızlı yemek sektöründe pazarlama inovasyon kriterleri ile etkinlik, ekonomiklik ve verimlilik artışının sağlanmasına yönelik uygulamalardaki ilişkinin hizmet boyutunda gösterilmesidir. Korucuk'un (2019) ifade ettiği gibi küreselleşen dünyada gelişmiş ve gelişmekte olan tüm ülkelerde ekonomik ilerlemenin en temel unsurlarından biri şüphesiz verimlilik artışıdır. Çünkü verimlilik artışı beraberinde işgücünde etkinlik ve kalite artışını sağlamakta dolayısıyla gayrisafi milli hasılaya pozitif etki etmektedir. Çünkü ekonomik büyüme, verimlilikteki artışlardan ve girdilerdeki ilerlemelerden kaynaklanmaktadır (Kask ve Sieber, 2002). Girdi sayısındaki ilerleme, boş zamanların azaltılmasını, güncel tüketim miktarının düşürülmesini ve kaynakların tükenmesi gibi maliyetleri topluma yüklenmektedir.

Son dönemlerde hizmet sektöründe inovasyon yatırımlarının önemi, sağladığı verimlilik artışı ve rekabet gücünden dolayı belirgin hale gelmiştir. Bu alandaki yatırımların ve uygulamaların sektörün ilerlemesi, kalitenin artması ve müşteri memnuniyetinin sağlanmasında etkili olduğu düşünüldüğünde verimliliği, etkinliği, ekonomikliği ve rekabet düzeyini direkt olarak etkilediği söylenebilir.

İşletmelerde inovasyon türlerini; ürün, hizmet, süreç, teknoloji, organizasyonel, yönetim, müşteri ve pazarlama olarak sınıflandırmak mümkündür (Elçi, 2007: 3). İnovasyon çeşitlerinden biri olan pazarlama inovasyonunun kabulü, benimsenmesi ve yayılmasında gerekli olan yeni fikirlerin gelişmesinde ve oluşmasında birçok fonksiyon yürütülmektedir. Bunlardan birincisi pazarlamanın işletme için kâr sağlayacak muhtemel inovasyon fikirleri hakkında bilgi kaynağı olmasıdır. Bu durumda pazar odaklı yaklaşım, pazardaki mevcut fırsatların ön görülüp değerlendirilmesine yardımcı olmaktadır. İkinci olarak pazarlama, inovasyon fikrinin harekete geçirilmesi için firmanın diğer bölümlerine destek sağlamasıdır. Üçüncüsü, pazar araştırması ve etkili pazarlama yöntemleri ile inovasyon içinde var olan belirsizlik ve riskleri gerçekçi bilgilerle azaltabilir. Dördüncüsü, iç ve dış çevre ile etkin iletişim sistemi kurarak, müşterilerden gelen talepler doğrultusunda ürün ve hizmetlerde gerekli değişikliklerin yapılması konusunda etkin rol oynar. Pazarlama, pazar araştırma ve pazarlama vasıtaları ile birlikte sürekli değişen bilgileri edinerek ve etkin şekilde yöneterek firmanın inovasyon yeteneğini geliştirir. Pazarlama stratejileri, müşteriler için değer yaratmanın en önemli unsurudur ve büyümeye, kârlılığa ve yatırımların geri dönüşüne yardımcı olur. Ayrıca inovasyon faaliyetlerinin belirlenmesi ve seçilmesinde etkilidir. Pazarda oluşan yeni fırsatlar inovasyonu teşvik eder ve pazar paylarını artırır. İnovasyon, fırsatları değerlendirip bulma konusunda pazarlamanın desteğine ihtiyacı duyar (Yılmaz, 2016: 1).

Pazarlama inovasyonu; ürünlerin tasarımı veya ambalajlanması, konumlanması, tanıtımı veya fiyatlandırılmasında önemli değişiklikleri kapsayan yeni bir pazarlama yönteminin geliştirilmesi ve uygulanması sürecidir (Uzkurt ve Şen, 2012). Bir başka açıdan pazarlama inovasyonu, işletmelerin daha rekabetçi ve daha verimli bir yapıya sahip olmaları için sorun ve gereksinimlere yönelik yeni çözüm arayışı olarak ifade edilmektedir (Ungerman ve diğerleri, 2018).

Pazarlama inovasyonunun farklılık oluşturuca özelliği, işletmenin daha önceden kullanılmayan yeni bir pazarlama yöntemini uygulaması şeklindedir. Böyle yeni bir pazarlama metodu işletmenin kendi çabalarıyla

geliştirilebileceği gibi kıyaslama (benchmarking) yöntemi ile başka bir işletme ve organizasyonlardan da yararlanabilmektedir. Pazarlama inovasyonu ile alakalı faaliyetler çoğunlukla ürünlerin tasarımında, konumlanmasında, tanıtımında ya da fiyatlandırılmasında olmakla birlikte dört biçimde uygulanmaktadır (OECD/Eurostat, 2005: 49-51). Hizmet sektöründe ise pazarlama inovasyonu bahsedilen dört unsurun yanında insan, fiziksel kanıt ve süreç unsurları ile birlikte yedi unsurdan oluşmaktadır. *Ürün inovasyonu*; ürünün, işlevini ya da kullanıcı niteliklerini değiştirmeyen özellikte olup ürünün şeklini ve görünüşündeki önemli değişikliği içeren, *fiyatlandırma inovasyonu*; ürün ve hizmetlerin satışını sağlamak amacıyla yeni fiyatlandırma stratejilerini içeren, *tutundurma inovasyonu*; ürün ve hizmetlerin tanıtılmasında yeni fikirlerin oluşturulması ile bu ürün ve hizmetleri satabilmek için kullanılan yeni satış kanallarına ilişkin yöntemleri içeren, *dağıtım inovasyonu*; ürünlerin taşınması, depolanması ve yönetimi gibi lojistik faaliyetleri içeren, *insan inovasyonu*: özellikle hizmet sektöründe çalışanların kılık kıyafet biçimi, müşteriye hitap şekli gibi faaliyetleri içeren, *fiziksel kanıt inovasyonu*; İşletmenin üretim yeri, bayileri, satış yerleri gibi somut yerlerin atmosferi, dekoru gibi unsurları içeren ve *süreç inovasyonu*; hizmetin müşteriye sunulmasına kadar olan tüm aşamaları içeren pazarlama inovasyon çeşitlerindedir.

Pazarlama inovasyonu kriterleri, müşteri ihtiyaçlarını daha iyi tanımlama, yeni pazarlar açma, bir firmanın ürününü pazarda yeniden konumlandırma ve firma satışlarını artırma gibi pazarlama hedeflerinin gerçekleştirilmesinde önemli unsurlardır. Pazarlama inovasyon kriterlerine göre firmaların pazardaki konumunu güçlendirme, pazara nüfuz etme, satış gelirlerini artırma ve rekabet üstünlüğü sağlama gibi çeşitli avantajlar elde edebilmesi mümkündür. Özellikle üretimde verimliliği arttırmada, ürün ve hizmet kalitesinde teknolojinin kullanılmasında ve bu sayede müşteri memnuniyeti sağlamada pazarlama inovasyonu rekabet aracı olarak önemli bir unsurdur. Bu çalışmada pazarlama inovasyonu türlerinden hizmet inovasyonu üzerinde durularak hizmet alanı içerisinde faaliyet gösteren hızlı yemek sektörü özelinde çalışma yürütülmüştür. Zira hızlı yemek sektöründe faaliyet gösteren firmaların, müşterilerine daha iyi nasıl hizmet edecekleri yönünde yaptıkları çalışmalar hizmet inovasyonu alanına girmektedir. Üretim sektörü kadar inovatif çalışmaların yeteri kadar üzerinde durulmadığı pazarlamanın hizmet inovasyonu, çalışmada ele alınarak bu alandaki boşluğun hızlı yemek sektörü özelinde giderilmesi amaçlanmaktadır. Çalışma pazarlamanın hizmet inovasyonu boyutunda hem firma yöneticilerine hem de inovasyon araştırmacılarına ve elde edilen sonuçlardan hareketle hizmet sektöründe bulunan diğer sektörlerde de katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Bu doğrultuda yukarıda sayılan pazarlama inovasyonu kriterlerinin tüm paydaşlar için son derece önemli olduğu aşikârdır. Bu çerçevede çalışmanın amacı ise vurgulanan öneminden dolayı pazarlama inovasyonu kriterlerinde dikkate alınacak unsurların değerlendirilmesi ve en ideal hızlı yemek firması seçiminin yapılmasıdır. Çok kriterli karar verme yöntemlerinden Criteria Importance Through Intercriteria Correlation (CRITIC) ve Gri İlişkisel Analiz (GİA) yönteminden yararlanılmıştır.

Çalışmanın ilerleyen bölümlerinde sırasıyla; pazarlama inovasyonu ile ilgili literatür araştırmasına yer verilerek çalışmanın yöntemlerini oluşturan CRITIC ve GİA yöntemlerinin teorik açıklamaları ortaya konulmuş, yöntemin Giresun ilinde uygulaması yapılarak elde edilen veriler belirtilen yöntemlerin analizi ile oluşan bulgular sunulmuş ve son bölümde ise sonuç ile gelecek çalışmalara ilişkin önerilerde bulunularak çalışma sonlandırılmıştır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Günümüzde işletmeler için inovatif faaliyetlerin önemi her geçen gün daha da artmaktadır. Ürün boyutunda olduğu gibi hizmet boyutunda da inovasyon faaliyetlerin yürütülmesi işletmelerin sürdürülebilirliği açısından önem arz etmektedir (Hertog, 2000). Literatür taraması ile ilgili ilk olarak, genel sektör (ürün ve hizmet) bağlamında inovasyon ya da inovasyon türleri kapsamındaki çalışmalar incelenmiş, ardından CRITIC yönteminin kullanıldığı çalışmalar araştırılmış, daha sonra GİA yönteminin kullanıldığı çalışmalar incelenmiş ve son olarak ise CRITIC ve GİA yöntemlerinin birlikte kullanıldığı çalışmalara yer verilmiştir.

Oke (2007), hizmet sektöründe inovasyon faaliyetlerine dayalı yürüttüğü araştırma sonucunda, telekomunikasyon ve finans alanlarında ürün inovasyonu önemli iken, lojistik ve perakende alanlarında hizmet inovasyonunun daha önemli olduğunu belirlemiştir. Bowonder ve diğerleri (2010), yaptıkları çalışmada inovasyon stratejisini müşterilerini heyecanlandırmak, rakiplerinden daha iyi performans sergilemek ve yeni ürün portföyü meydana getirmek amacıyla işletmelere üç değişik şekilde katkı verdiğini ifade etmişlerdir. Örucü ve diğerleri (2011), çalışmalarında KOBİ'lerin inovasyon strateji tercihlerini tespit etmeyi amaçlamışlardır. Araştırmada çalışan sayısının artması ile işletmelerin inovasyon gerçekleştirme başarısının arttığı, inovasyon başarısının KOBİ'lerin yasal çerçevesine göre farklılaşmadığı ve Ar-Ge için ayrılan bütçenin inovasyon stratejilerinin tercihinde önemli bir görevi olduğu neticesine varmışlardır. Baregheh ve diğerleri (2012), gıda alanında faaliyet gösteren KOBİ'lere dayalı gerçekleştirdikleri araştırmada ürün inovasyonunun süreç, paradigmatave pozisyon inovasyonlarından daha fazla önem arz ettiğini tespit etmişlerdir. Lendel ve Varmus (2012), yaptıkları çalışmada Slovakya'da faaliyet gösteren 462

işletmede inovasyon stratejilerinin uygulanma durumunu tespit etmeye çalışmışlardır. Araştırma sonucunda Slovak işletmelerinin inovasyon stratejilerine önem verdikleri ve işletmelerinde bu stratejileri uyguladıkları saptanmıştır. Hassan ve diğerleri (2013), Pakistan'da imalat işletmelerinin inovasyon performansına yönelik inovasyon türlerinin (ürün, süreç, organizasyonel ve pazar) etkisini belirlemeye yönelik yaptıkları çalışmada süreç inovasyonunun diğer inovasyon türlerinden daha önemli olduğunu tespit etmişlerdir. Özkul ve Örün'ün (2016), çalışmalarında 2002-2013 yılları arasında girişimcilik ve inovasyonun ekonomik büyümedeki etkisi, OECD ülkeleri arasından 9 tanesinin Global Girişimcilik Platformu (GEM) verilerinden faydalanılarak panel veri analiziyle araştırmışlardır. Yapılan araştırma sonucuna göre, kurulan beş model de teknolojik inovasyon yoğunluğunun anlamlı ve pozitif bir etkisi olduğu belirlenmiştir. Erdal ve Korucuk (2018), lojistik alanında inovasyon önceliklerinin tespit edilmesine dayalı yaptıkları çalışmada, lojistik işletmeler tarafından en önemli inovasyon amacının cironun yükselmesi ve diğer önemli unsurların ise pazar payının ve kâr marjının yükselmesi ile maliyetlerin azalması olduğu sonucuna varmışlardır. Mahmoud ve diğerleri (2018), yaptıkları çalışmada bir hizmet firmasının müşteri bağlılığını sağlama becerisinin, telekomünikasyon operatörlerinin hizmet inovasyon faaliyetlerinden nasıl yararlandıklarına ve bunları nasıl uyguladıklarına bağlı olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca, müşteri değeri oluşturmanın hizmet inovasyonu ile müşteri bağlılığı arasındaki ilişkiye aracılık ettiği tespit edilmiştir. Memiş ve Korucuk (2019), gıda alanında faaliyet gösteren işletmelerin inovasyon türlerinin önceliklendirilerek en ideal işletme seçiminin tespit edilmesini amaçladıkları çalışmalarında gıda işletmelerinde inovasyon türlerinden en önemlisinin hizmet inovasyonu olduğu ve onu sırasıyla müşteri, organizasyonel, yönetim, süreç, pazarlama ve teknoloji inovasyonlarının takip ettiği belirlenmiştir. Ürün inovasyonu ise önem seviyesi en az olan inovasyon türü olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Korucuk ve diğerleri (2020), KOBİ'lerde inovasyon stratejilerinin önceliklendirilmesine yönelik yaptıkları çalışmada en önemli inovasyon kriterlerinin, fırsatları izleme ve taktikçi inovasyon stratejileri olduğu saptanmıştır. En az öneme sahip olan inovasyon stratejisinin ise saldırgan inovasyon stratejisi olduğu saptanmıştır. Casidy ve diğerleri (2020), 336 Avustralyalı KOBİ temsilcisinin katılımıyla gerçekleştirilen anket çalışmasından elde ettikleri bulgulara göre tedarikçilerin sürdürülebilir rekabet avantajı için hizmet inovasyonu ve benimseme davranışı arasındaki ilişkiye aracılık etmede duygusal bağlılığının kritik rolünün olduğu saptanmıştır.

CRITIC yönteminin kullanıldığı çalışmalar incelendiğinde yapılan çalışmaların büyük bir kısmında diğer çok kriterli karar verme yöntemleriyle bütünleşik olarak kullanıldığı görülmüştür. Bu çalışmalardan bazıları: CRITIC yöntemiyle ilgili ilk defa Diakoulaki ve diğerleri (1995), tarafından Yunan ilaç sanayisinde performans ölçümü amacıyla 8 firmanın ele alındığı çalışmada ağırlıklandırma için kullanılmıştır. Yöntemin; karar vericinin olmadığı hallerde nesnel ağırlıklandırma yapması, karar vericiye kriterlerin görece önemi hakkındaki görüşlerini belirtmede kolaylık sağlaması, öznel ve objektif ağırlıkları oluşturarak karar verme sürecinin öznel niteliğini azaltması ve kriterlerin ağırlıklandırılmasında baskın olmayan öznelikleri bulundurmaması gibi özelliklerine vurgu yapılmıştır. Deng ve Burnett (2000), yılında gerçekleştirdikleri çalışmada dönüşürmüş TOPSIS yöntemi ile 4 önemli finansal ölçü kriteri olarak almış ve firmalar arası finansal performans karşılaştırmaları yapmışlardır. Objektif ağırlıklandırma yöntemlerinden; CRITIC, Entropi, Standart Sapma ve Ortalama Ağırlık yöntemleriyle kriter ağırlıklandırması yaparak sonuçları TOPSIS yöntemiyle sıralamışlardır. Zhao ve diğerleri (2011), AHP ve CRITIC yöntemlerin bütünleşik olarak kullanıldığı yöntem ile tarçingillerden bir bitkinin kabuk bölümünde hangi maddelerin ne yoğunlukta bulunduğunu eczacılıkta kullanılan HPLC yöntemi ile araştırmışlardır. Jahan ve diğerleri (2012), malzeme seçimi için yaptıkları çalışmada Ortalama Ağırlıklandırma, Standart Sapma, CRITIC ve Entropi yöntemlerini kullanmışlardır. Çakır ve Perçin (2013), lojistik firmasının performans ölçümünü gerçekleştirmek amacıyla, CRITIC yöntemi ile kriter ağırlıklarını belirleyerek SAW, TOPSIS ve VIKOR yöntemlerini kullanmışlardır. Wang ve Zhao (2016), seramik takım malzemelerinin, ultra yüksek dirençli mekanik özelliklerini optimize etmek amacıyla AHP-CRITIC yöntemlerinin bütünleşik kullanıldığı bir çalışma yapmışlardır. Vujicic ve diğerleri (2017), Entropi ve CRITIC ile objektif ağırlıklandırılan kriterler ile MOORA ve SAW yöntemleri kullanılarak klima seçimi üzerine bir uygulama yapmışlardır. Akbulut (2020), çalışmasında BIST çimento sektöründeki şirketlerin 2014- 2018 dönemine ait performanslarını ÇKKV yöntemlerinden olan CRITIC ve MABAC yöntemleriyle incelemiştir. Yapılan CRITIC yöntemi analiz sonuçlarında söz konusu firmalar için en önemli performans kriterinin yıllara göre değişkenlik gösterdiği saptanmıştır.

GİA yönteminin kullanıldığı çalışmalar da incelenmiştir. Yu ve diğerleri (2005), GİA yöntemi ile ekspres yük taşımacılığı için en uygun güzergâh seçimiyle alakalı bir araştırma yapmışlardır. Pophali ve diğerleri (2011), yaptıkları çalışmada atık su arıtma alternatifleri arasından seçim yapabilmek amacıyla bütünleşik AHP-GİA yöntemlerini kullanmışlardır. Güney Hindistan'da bulunan 7 tabakhane ve onların atık su arıtma tesislerinin ekonomik, teknik ve idari olmak üzere 3 kriter ve bu kriterlerin alt kriterlerine göre değerlendirilmesi yapılmıştır. AHP sonrasında GİA yöntemi kullanılarak yapılan analiz sonucunda atık su arıtma alternatifleri arasında gri ilişki katsayısı en yüksek olan 4. alternatif seçilmiştir. Sakinç (2014), kamu sermayeli bankalarının 2010-2013 dönem verileri kullanılarak GİA yöntemiyle analiz etmişlerdir. Araştırma sonucunda bankaların performans sıralaması; Halk Bankası, Ziraat Bankası ve Vakıflar Bankası olarak

tespit edilmiştir. Wang ve diğerleri (2015), GİA ve AHP yöntemleriyle mısır briketleme yakıt sistemi için matematiksel bir model oluşturmuşlardır. Bu modelde, ekonomi, temizlik, çevre koruma, üretim kapasitesi, ürün kalitesi ve üretim istikrarı kriterlerinin altında, toz içeriği, kurutma kapasitesi gibi alt kriterleri içeren toplam 6 ana, 20 alt kritere göre değerlendirilmesi yapılmıştır. Hiyerarşiyi etkileyen en önemli faktörler de duyarlılık analiziyle test edilmiştir. Kabak ve Dağdeviren (2017), ANP ve GİA yöntemlerine dayalı hibrit bir yaklaşım ile makine seçimi yapmışlardır. Korucuk (2018), çalışmada İstanbul'da faaliyet gösteren ve soğuk zincir taşımacılığı yapan 4 3PL firmasını AHP ve GİA yöntemlerini kullanarak karşılaştırmıştır. Soğuk zinciri taşımacılığı alanında toplam 25 uzmanın görüşü sonucunda 4 ana kriter ve 20 alt kriter oluşturulmuştur. Kriter ağırlıklarını tespit etmek amacıyla AHP yöntemi, 4 firmayı kıyaslamak için AHP ağırlıklarını kullanan GİA yönteminden yararlanılmıştır. Belgin ve Apaydın Avşar (2019), Türkiye'nin bölgeler ve iller düzeyinde Ar-Ge ve yenilik performansının ölçülmesinde GİA yöntemini kullanmışlardır. Kanat (2019), tarafından özel ve kamu sermayeli bankalarının finansal performansları, GİA yöntemine göre belirlenerek karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Analizler için 2007-2017 dönem verileri kullanılmıştır. Çalışmada kamu sermayeli bankalarının finansal performansları üzerinde kârlılık oranlarının, özel sermayeli bankalarda ise sermaye yeterlilik oranlarının en büyük etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Arslan ve Belgin (2020), çalışmalarında GİA yöntemiyle imalat sanayindeki yüksek ve orta-ileri teknoloji alanlarını önceliklendirmişlerdir.

Literatürde CRITIC ve GİA yöntemlerinin birlikte kullanıldığı az sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Arslan (2021), yaptığı çalışmada sınırlı bir bölge için yerleştirilmesi planlanan iki konteynerin optimum yerlerinin belirlenmesi amacıyla CRITIC-GİA ilişkisel hibrit yaklaşımı kullanmıştır. Nguyen ve diğerleri (2020), 14 ülkedeki elektrikli otomobil satış ve pazar paylarının tespiti için CRITIC-GİA yöntemleri birlikte kullanmıştır. Yapılan literatür araştırması sonucunda pazarlama inovasyonu ölçümünde bütünleşik CRITIC-GİA yöntemlerinin birlikte kullanıldığı çalışmaya rastlanılmamıştır.

Yapılan ayrıntılı literatür taramasında hizmet pazarlama inovasyonu kriterlerinin önem derecelerinin tespit edilmesi ve en ideal hızlı yemek firma seçimiyle ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmamış olması konunun önemini artırmaktadır. Ayrıca kullanılan yöntemler ve uygulama alanı itibari ile çalışmanın literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

3. YÖNTEM

Giresun'da gerçekleştirilen çalışmada pazarlama inovasyonu kriterlerinin önem derecelerinin tespit edilmesinde ÇKKV yöntemlerinden CRITIC ve GİA'dan faydalanılmıştır. Bu bölümde pazarlama inovasyonu kriterlerinin ölçülmesinde ve en ideal hızlı yemek firma seçiminde kullanılan CRITIC ve GİA yöntemleri hakkında bilgiler verilmiştir.

3.1. CRITIC Yöntemi

Diakoulaki ve diğerleri (1995) tarafından geliştirilen yöntem, kriterlere ilişkin standart sapmalar ve kriterler arasındaki etkileşim ilişkileri dikkate alınarak karar sürecinde yer alan kriterlerin önem düzeyleri objektif bir şekilde hesaplayabilmektedir. Yöntemin en önemli özelliği ise uzman görüşlerinden hareketle edinilen öznel sonuçlar değil, kriterlerin standart sapmalarının ve kriterler arası ilişkilerinin beraber kullanılarak objektif bir ağırlıklandırma gerçekleştirmesidir (Demircioğlu ve Coşkun, 2018). Bulğurcu (2019), bu yöntemin ağırlıklandırma söz konusu olabilecek tüm problemlerde kullanılabilen olduğunu ifade etmiştir. Ayrıca başka bir çalışmada ise literatürde birçok objektif ağırlıklandırma yöntemi olmasına karşın, sık kullanılan yöntemlerden birinin CRITIC olduğu belirtilmiş ve CRITIC yöntemi ile sübjektif görüşleri içerisinde barındıran değerlendirmelere başvurulmadan yalnızca karar matrisi yardımıyla kriter ağırlıkları belirlenebileceği söylenmiştir (Kiracı ve Bakır, 2019). Çünkü kriter ağırlıklarının belirlenmesi sürecinde karar vericinin bilgisine, tecrübesine ve tercihlerine dayanan sübjektif ağırlıklandırma yöntemleri analiz sonuçlarının güvenilirliği konusunda şüphe oluşturma ihtimali bulunmaktadır (Kazan ve Özdemir, 2014; Akyüz ve Aka, 2017; Işık 2019). Sayılan bu sebeplerden ötürü çalışmada daha yansız sonuçlara ulaşmak için bu yöntem tercih edilmiş aynı zamanda objektif ağırlıklandırmayı barındırdığı için son zamanlarda sıklıkla başvurulan Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinden biri haline geldiği görülmüştür.

Yöntemin uygulama aşamaları aşağıda verilmiştir (Diakoulaki ve diğerleri, 1995; Jahan ve diğerleri, 2012; Demircioğlu ve Coşkun, 2018; Akbulut, 2019).

Adım 1. Karar Matrisinin Oluşturulması: Başlangıç karar matrisinden Eşitlik 1'de gösterilen (X), problem çözmeye yönelik karar vericilerin m adet alternatif ve n adet kriterden oluşturulan matristir.

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

Adım. 2. Normalize Matrisin Oluşturulması: Fayda kriteri için Eşitlik 2 ve maliyet kriteri için Eşitlik 3'ten yararlanılarak karar matrisinin X_{ij} elemanları normalizasyon sonrası r_{ij} şekline dönüştürülür.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - x_j^{\min}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}} \quad (2)$$

$$r_{ij} = \frac{x_j^{\max} - x_{ij}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}} \quad (3)$$

Adım. 3. Korelasyon Katsayı Matrisinin Oluşturulması: Normalize edilmiş matris sonucu oluşan r_{ij} değerleriyle Eşitlik 4'ten faydalanarak P_{jk} değerleri bulunur. Yani herhangi j kriteri ile k kriteri arasında meydana gelen korelasyon değeridir.

$$P_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^n (r_{ij} - r_j)(r_{ik} - r_k)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (r_{ij} - r_j)^2 \sum_{i=1}^n (r_{ik} - r_k)^2}} \quad (4)$$

Adım. 4. C_j Değerlerinin Hesaplanması: Eşitlik 5 ve Eşitlik 6 yardımıyla C_j değerleri hesaplanır.

$$\sigma_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (r_{ij} - r_j)^2}{m}} \quad (5)$$

$$C_j = \sigma_j \sum_{k=1}^n (1 - P_{jk}), \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (6)$$

Adım. 6. W_j Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması: Yöntemin son adımında oluşturulan kriterlere ait önem düzey değerleri Eşitlik 7 kullanılarak hesaplanır.

$$W_j = \frac{C_j}{\sum_{k=1}^n C_k}, \quad j, k = 1, 2, \dots, n \quad (7)$$

3.2. Gri İlişkisel Analiz

Deng (1989), geliştirdiği GİA, gri sayılar ve gri değişkenlerle temsil edilen bilinmeyen bilgiyi kapsayan bir sistem olarak tanımlamaktadır. Çalışmada bu yöntemin tercih edilmesine sebep olarak karar verme problemlerindeki belirsizlikleri analiz etmesinin yanında özellikle belirsizlik söz konusu değil ise uygulanan matematiksel analiz yöntemleri ile kıyaslandığında daha kolay çözümler sunması gösterilebilir (Feng ve Wang (2000). Üstünişik (2007), bu teoriyi belirsizliğin sayısallaştırılmasında alternatif bir metot olduğunu belirtmiştir. Bu teori temel olarak sistemler arasındaki ilişkinin analizi, model kurulması, tahmin ve karar problemlerinde sıkça kullanılan bir yöntemdir.

GİA yöntemi diğer çok kriterli karar verme yöntemlerinden farklı olarak referans serinin uygulanabilmesini ve referans seride söz konusu kriterin aldığı en küçük ya da en büyük değerlerin işletilebileceği gibi yani duruma göre bunların dışında ideal değerler için de kullanılabileceği ifade edilmiştir (Tayyar ve diğerleri, 2014).

Özellikle istatistiksel analizlerle kullanılmasının yanında literatürde ÇKKV yöntemleri ile entegre olarak çok fazla çalışmada kullanılması yöntemin uygulanabilir ve üstün olduğunun bir kanıtı olarak düşünülebilir. Bu çalışmada verilen bu hususlardan ötürü CRITIC yöntemi ile bütünleşik olarak GİA yönteminden faydalanılmıştır. GİA uygulama aşamaları aşağıda sunulmuştur (Zhai ve diğerleri, 2009; Korucuk, 2018):

Adım. 1. Alternatifler ($i = 1, \dots, m$) ve kriterler ($j = 1, \dots, n$) oluşturulur (Eşitlik 8).

$$X_i = (X_i(1), X_i(2), X_i(3), \dots, X_i(n)) \quad (8)$$

Adım.2. Karşılaştırılabilir serilerin en düşük veya en yüksek değerlerine dayalı olan referans serileri oluşturulur (Eşitlik 9).

$$X_o = (X_o(1), X_o(2), X_o(3), \dots, X_o(n)), \quad (9)$$

Adım. 3. Değerlerin birim etkisinden arındırılmasına imkân veren normalleştirme gerçekleştirilir. Bu adım, aşağıda belirtildiği gibi üç biçimde yapılabilir (Eşitlik 10-12):

Daha düşük daha iyi:

$$Xi(k) = \frac{\max Xi^0(k) - Xi^0(k)}{\max Xi^0(k) - \min Xi^0(k)} \quad (10)$$

Daha yüksek daha iyi:

$$Xi(k) = \frac{Xi^0(k) - \min Xi^0(k)}{\max Xi^0(k) - \min Xi^0(k)} \quad (11)$$

İdeal değere daha iyi:

$$Xi(k) = 1 - \frac{[Xi^0(k) - X^0]}{\max Xi^0(k) - X^0} \quad (12)$$

$x_i(k)$ ve $x_i^0(k)$ sırasıyla normalleştirme önceki ve sonraki değeri gösterirken $\min x_i^0(k)$ ve $\max x_i^0(k)$ da k 'inci cevaplayıcının sırasıyla normalleştirme öncesi minimum ve maksimum değerlerini göstermektedir.

Adım. 4. Referans serileriyle alternatif seriler arasındaki benzerliğin bir göstergesi olarak gri ilişkisel katsayı değerleri hesaplanır (Eşitlik 13).

$$\mathcal{E}(X_0(k), X_i(k)) = \frac{\Delta \min + \mathcal{E} \Delta \max}{\Delta o_i(k) + \mathcal{E} \Delta \max} \quad (13)$$

Adım. 5. Referans serilere benzerliklerine göre alternatiflerin sıralanmasında kullanılması için gri ilişkisel derece değerlerinin hesaplanmasında Eşitlik 14 ve Eşitlik 15'ten yararlanılır.

$$Y(X_0, X_i) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \mathcal{E}(X_0(k), X_i(k)) \quad (14)$$

$$Y(X_0, X_i) = \sum_{k=1}^n w_i(k) \mathcal{E}(X_0(k), X_i(k)) \quad (15)$$

4. UYGULAMA

Çalışmada kurumsal kimliği olan hızlı yemek işi yapan işletmeler üzerinde pazarlama inovasyon kriterlerinin değerlendirilmesi ve en ideal firma seçimi için iki aşamalı çok kriterli karar modeli oluşturulmuştur. Öncelikle uzman görüşleriyle literatür taramasından yararlanılarak pazarlama inovasyona kriterleri saptanmıştır.

Belirlenen kriterler eşit öneme sahip olmadığından, kriterlerin ağırlıklandırılmasına gereksinim duyulmuştur. Bu çerçevede, CRITIC yöntemi ile kurumsal kimliği olan hızlı yemek işi yapan işletmeler üzerinde firma seçimindeki kriterler ağırlıklandırılmıştır. Ağırlıklandırılmış kriterler kullanılarak da GİA yöntemiyle en ideal firma sıralanmıştır.

Uzman görüşleri ve literatür taramasından, (Rafiq ve Ahmed, 1995; Shergill ve Nargundkar, 2005; Trott, 2008; Eskiler ve diğerleri, 2011; Tavassoli ve Karlsson, 2015) yararlanılarak belirlenen kriterler Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Karar kriterleri

Pazarlama İnovasyonu Kriterleri	Kısaltma
Ürün	K ₁
Fiyat	K ₂
Dağıtım	K ₃
Tutundurma	K ₄
İnsan	K ₅
Fiziksel Olanaklar	K ₆
Süreç	K ₇

4.1. Kriterlerin Ağırlıklandırılması

CRITIC yönteminden faydalanılan bu aşamada kriterlerin değerlendirilmesi amacıyla karar matrisi oluşturulmuştur. Ankete 24 karar verici ile yüz yüze katılım gerçekleştirilmiştir. Karar vericiler belirlenirken sektör tecrübesine, uzmanlık bilgisine ve inovasyon sürecine olan yaklaşımına göre seçim yapılmıştır.

Konunun paydaşları olan pazarlama alanında çalışan akademisyenlere (2), hızlı yemek sektöründe görev yapan aynı zamanda 10 yıldan daha fazla deneyimi olan işletme yöneticilerine (7) ve hızlı yemek sektöründen hizmet alan ve hizmet veren karar vericilere (15) toplamda 24 adet uzman görüşü anket çalışması ile alınmıştır. Ardından karar vericilerin uzlaşmasında, karar vericilerin ayrı ayrı puanların aritmetik ortalaması alınarak saptanmıştır. Daha sonra kriterlerin derecelendirilmesinde CRITIC yöntemi ile ağırlıklar belirlenmiş ve hesaplamalar aşağıdaki tablolarda sunulmuştur. Eşitlik 2 ve Eşitlik 3'ten faydalanılarak Tablo 2 ve Tablo 3 oluşturulmuştur.

Tablo 2. CRITIC yöntemi karar matrisi

Kriterler	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7
	Mak.	Min.	Mak.	Mak.	Mak.	Mak.	Mak.
K_1	5	2	3	4	5	6	4
K_2	3	4	6	3	2	3	3
K_3	2	4	3	4	6	7	3
K_4	3	5	2	5	6	1	8
K_5	4	4	3	6	7	5	4
K_6	5	3	3	2	4	3	5
K_7	6	4	5	7	4	3	5

Eşitlik 2 ve 3'ten faydalanılarak normalizasyon matrisi Tablo 3'te sunulmuştur. Yani bu aşamada öncelikli olarak her bir kriterin fayda ve maliyet özelliklerine göre başlangıç karar matrisinin normalize edildiği adım olup aslında fayda kriterleri için Eşitlik 2'den, maliyet kriterler için ise Eşitlik 3'ten yararlanılarak Tablo 3 oluşturulmuştur.

Tablo 3. Normalizasyon matrisi

Kriterler	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7
K_1	0,75	1	0,25	0,4	0,6	0,833	0,2
K_2	0,25	0,667	1	0,2	0	0,333	0
K_3	0	0,667	0,25	0,4	0,8	1	0
K_4	0,25	0	0	0,6	0,8	0	1
K_5	0,5	0,667	0,25	0,8	1	0,667	0,2
K_6	0,75	0,333	0,25	0	0,4	0,333	0,4
K_7	1	0,667	0,75	1	0,4	0,333	0,4

Eşitlik 4 yardımı ile kriterler arası korelasyon katsayı değerleri hesaplanmış ve Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Kriterler arası korelasyon katsayı değerleri

Kriterler	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7
	Mak.	Min.	Mak.	Mak.	Mak.	Mak.	Mak.
K_1	1,0000	0,2475	0,1687	0,2744	-0,2109	-0,1702	0,1372
K_2	0,2475	1,0000	0,3944	0,0879	-0,1343	0,7573	-0,8013
K_3	0,1687	0,3944	1,0000	0,0198	-0,8133	-0,1150	-0,5058
K_4	0,2744	0,0879	0,0198	1,0000	0,4299	-0,0463	0,2419
K_5	-0,2109	-0,1343	-0,8133	0,4299	1,0000	0,3349	0,2645
K_6	-0,1702	0,7573	-0,1150	-0,0463	0,3349	1,0000	-0,7436
K_7	0,1372	-0,8013	-0,5058	0,24194	0,2645	-0,7454	1,0000

Eşitlik 5 ve 6 yardımı ile C_j değerleri hesaplanarak Tablo 5'te verilmiştir. Eşitlik 7'den faydalanılarak CRITIC Yöntemi kriter ağırlıkları hesap edilmiş ve Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 5. C_j değerleri tablosu

K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7
2,219	3,235	4,064	1,768	3,523	3,572	4,852

Tablo 6. CRITIC yöntemi kriter ağırlıkları

K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	
W_j	0,096	0,139	0,175	0,076	0,151	0,154	0,209

Tablo 6'dan faydalanarak CRITIC yöntemine göre Giresun ili için pazarlama inovasyon kriterlerinde en yüksek ağırlığa sahip unsur *Süreç* olmuştur. Diğer önemli unsurların ise sırasıyla *Dağıtım*, *Fiziksel Olanaklar*, *İnsan* ve *Fiyat* olduğu tespit edilmiştir. Öte yandan pazarlama performans kriterleri için en az ağırlığa sahip olan unsurun ise *Tutundurma* olduğu belirlenmiştir. Diğer en az ağırlığa sahip kriterin ise *Ürün* olduğu görülmüştür.

4.2. Alternatiflerin Sıralanması

Bu bölümde alternatiflerin sıralanması için GİA yönteminden faydalanılmıştır. CRITIC yöntemi ile edinilen kriterlerin ağırlıkları kullanılarak GİA yöntemi ile hızlı yemek firmalarının yani alternatiflerin sıralanması gerçekleştirilmiştir. Daha önceden belirlenen karar kriterlerinde her bir alternatifin değerlendirilmesi GİA anketiyle yapılmıştır. Değerlendirme aşamasında katılımcılardan her bir alternatife 1 ile 5 (1-en kötü, 5-en iyi) arasında puan vermeleri istenmiştir. Bu doğrultuda karar matrisi oluşturularak sonrasında karar matrisi normalleştirilmiştir. Eşitlik 8 aracılığı ile Tablo 7 oluşturularak aşağıda verilmiştir.

Tablo 7. Gri ilişkisel analiz yöntemi karar matrisi

Alternatifler	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇
A	4	2	4	3	4	2	3
B	3	4	2	3	4	5	4
C	4	3	4	4	3	3	3
D	5	4	3	3	2	3	3

Eşitlik 9'dan faydalanılarak karar matrisi referans serileri toplusu aşağıda Tablo 8'de verilmiştir. Eşitlik 10, 11 ve 12'den yararlanılarak Tablo 9 normalize karar matrisi hesaplanmıştır.

Tablo 8. Karar matrisi referans serileri tablosu

Alternatifler	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇
	Mak	Min	Mak	Mak	Mak	Mak	Mak
Referans Serisi	5	2	4	4	4	5	4
A	4	2	4	3	4	2	3
B	3	4	2	3	4	5	4
C	4	3	4	4	3	3	3
D	5	4	3	3	2	3	3

Tablo 9. GİA normalize karar matrisi

Alternatifler	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇
A	0,500	1,000	1,000	0,000	1,000	0,000	0,000
B	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000
C	0,500	0,500	1,000	1,000	0,500	0,333	0,000
D	1,000	0,000	0,500	0,000	0,000	0,333	0,000

Son aşamada ise CRITIC yöntemiyle belirlenen ağırlıklar önceliklendirilmiş ve sonuç aşağıdaki Tablo 10'da verilmiştir. Tablo 10'a göre en ideal hızlı yemek firma seçimi sıralamasında "D" en iyi alternatif olmuştur. Öte yandan en ideal firma seçimi sıralaması kurumsal kimliği olan hızlı yemek işi yapan firmalarda D> B> A> C şeklinde gerçekleşmiştir.

Tablo 10. CRITIC yöntemi ile gri ilişki dereceleri ve sıralama

	A	B	C	D
Γ_{oi}	0,641	0,657	0,578	0,787
Sıralama	3	2	4	1

5. SONUÇ ve TARTIŞMA

Küreselleşen dünya ile birlikte değişen pazarlama yöntemleri işletmeleri olumlu ya da olumsuz şekilde etkilemektedir. Bu değişim sektörde kimileri için avantaj sağlarken kimileri için dezavantaja neden olmuştur. Dolayısıyla değişime ayak uyduramayan ve tüketici taleplerini karşılayamayan işletmeler zamanla piyasadan çekilmek durumunda kalmışlardır.

Günümüzde işletmeler yaşamlarını sürdürebilmek ve rekabet üstünlüğü elde edebilmek için inovasyonu faaliyetlerinin her alanına uygulamak zorunda kalmaktadır. İşletmelerin inovasyon ekseninde oluşturdukları ürün ve hizmetlerini piyasada tutundurmaları için kendilerine uygun pazarlama stratejilerini belirlemeleri gerekmektedir. Aksi takdirde yapılan inovasyondan bir başarı elde edilemeyeceği gibi bu durum işletmeleri olumsuzda etkileyebilir. İşletmenin uygulayacağı inovasyon stratejisi de işletmenin yetenekleri ile uyumlu olması elde edilecek sonucun pozitif yönde sonuç doğurmasını sağlayacaktır. Bu doğrultuda işletmelerin kendi durumlarını düşünerek hangi pazarlama inovasyon çeşitlerine önem vermesi gerektiğini belirlemek son derece önemlidir.

Giresun ilinde hızlı yemek sektöründe faaliyet gösteren firmaların pazarlama inovasyon kriterlerinin önem derecelerinin tespit edilmesi amacıyla CRITIC yöntemiyle gerçekleştirilen bu çalışmada en önemli kriterin *Süreç* olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç Hassan ve diğerleri (2013) çalışmaları ile örtüşmektedir. Bu örtüşmeye neden olarak insanların ve işletmelerin bakış açıları, algı düzeyleri ve yetişme ortamları düşünülebilir. İnovasyon, işletmelerin verimliliklerini etkileyen önemli bir unsurdur. Özellikle ürün boyutunda olduğu gibi somut unsurlardan oluşan bir özelliğe sahip olmaması sebebiyle hizmet boyutunda pazarlama inovasyonu kriterlerinden olan süreç kriterinin hizmetin müşteriye sunulmasına kadar olan tüm aşamaları içeren bir yapıya sahip olmasından dolayı bir somutlaştırma özelliği sunması firma verimliliğinin artırılması açısından diğer kriterlere göre daha önemli olduğu söylenebilir. Değişen rekabet şartları gereğince ürün ve hizmetlerin oluşturulması sürecindeki inovatif faaliyetlere önem veren işletmelerde gerçek verimlilikten söz edilebilir. Pazarlama inovasyonu, firmalara verimliliklerini artırabilmek için iş yapma yöntem ve süreçlerini iyileştirmelerine ve bu sayede müşteri memnuniyetini arttırmalarına imkân sağlar. Aynı zamanda verimlilik artışı ile birlikte pazarlama inovasyon bileşenleri rekabet düzeyi ve gücünü yükselterek, hizmet kalitesinin artırılmasına sebep olan önemli unsurlar olarak düşünülebilir.

Öte yandan pazarlama inovasyonu kriterlerinden en az öneme sahip kriter ise *Ürün* olmuştur. Elde edilen bu sonuç ise Memiş ve Korucuk'un (2019) yaptıkları çalışmalarıyla örtüşmekte, Baregheh ve diğerleri (2012) tarafından yapılan çalışmalarla örtüşmemektedir. Bu duruma sebep olarak firmaların bakış açıları, pazar politikaları, rekabet seviyeleri gibi unsurların neden olduğu söylenebilir. Güler ve Kanber'e (2011) göre inovasyon yönetimi, çaba ve dikkat gerektiren bir süreçtir. Bunun için fırsatlar ve tehditler iyi değerlendirilip etkin bir inovasyon stratejisi belirlenmelidir. Bundan çok daha önemlisi; örgüt içerisinde toleranslı, risk alabilen, başarıları ödüllendirebilen, müşteri odaklı, öğrenmeye açık, sürekli iletişim ve bilgi akışı içinde olan uygun bir inovasyon kültürünün oluşturulması gerekmektedir. Özellikle bilgi akışı ve iş birliği inovasyon sistemi içerisindeki faktörler arasında geri beslemelere daha da önemlisi inovasyon faaliyetlerinin çok daha fazla gelişmesine olanak sağlamak olduğu belirtilmiştir.

Çalışmada belirlenen önem derecelerine göre en ideal firma seçimine yönelik GİA yöntemiyle yapılan analiz sonucunda en ideal hızlı yemek firma seçimi sıralamasında "D" en iyi alternatif olmuştur. Öte yandan en ideal firma seçimi sıralaması kurumsal kimliği olan hızlı yemek işi yapan firmalarda D> B> A> C şeklinde gerçekleşmiştir. Ulaşılan bu sonuç pazarlama inovasyon kriterlerinin uygulanma düzeyinde "D" firmasının etkili ve verimli olduğunu düşünmemizi sağlayabilir.

Firmaların pazar odaklılık ve yenilik odaklı faaliyetlerini arttırmaları firmalardaki pazarlama inovasyonunun gelişimine, pazarlama inovasyonunun artışı da firmanın pazardaki performansını arttırmasına imkân verecektir. Firmalar pazarlama alanında inovasyon faaliyetleri gerçekleştirmeye hazırlanırken müşteri istek, ihtiyaç ve beklentilerini göz önüne alarak uygun adımlar atmalıdırlar. Özellikle çalışmadaki analizler neticesinde hızlı yemek sektöründe faaliyet gösteren firmaların hizmetin süreç boyutuna daha önem vererek yeni pazarlama taktikleri geliştirebilmek adına gerekirse Ar-Ge bütçeleri ayırarak, yenilikçi personeller istihdam etmeleri, hizmet verdikleri alandaki araç gereçleri yeni teknoloji ve yeni ürünlerle adapte etmeleri önemlidir.

İlgili literatür tarandığında pazarlama inovasyon kriterleri ve en ideal firma seçimine yönelik bir çalışmaya rastlanmamış olması farklı açılardan mukayese edilmeye örnek nitelikte düşünülebilir. Ayrıca kullanılan yöntemler itibarıyla başka bir çalışmanın da olmaması konunun önemini artıran diğer önemli bir husustur. Dolayısıyla çalışmanın literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bununla beraber araştırma için uzman gruplar ile görüşülmüş fakat zamandan kaynaklanan kısıtlar nedeniyle uzman sayısı bu doğrultuda artırılamamıştır. Öte yandan, çalışmada ulaşılan sonuçların uzman gruplar ile gerçekleşen görüşmeler sonucunda karar vericilerin beklentilerini desteklediği belirlenmiştir. Fakat insan kararları, beklentileri ve yargıları net olarak sayısal bir şekilde ortaya konulamadığından ve belirsiz olması nedeniyle gerçek durumu modellemek çok zor olmasının yanı sıra ayrıca çok karmaşıktır. Bu olgudan hareketle ileride yapılacak çalışmalar için, bulanık çok kriterli karar verme metodlarından ve istatistiksel analizlerden yararlanılarak sonuçlar karşılaştırılabilir. Çalışmada konunun tarafları olduğu düşünülen uzmanlar ile görüşülmüş ancak zaman kısıtı nedeniyle araştırma Giresun ilinde yapılmıştır. Gelecekte daha geniş kapsamlı illeri kapsayacak benzer bir çalışma ile iller arasında hizmet sektöründe pazarlama inovasyonu çeşitleri önceliğinin sonuçları karşılaştırmalı olarak ele alınabilir. Öte yandan bu çalışmada irdelenen problem tüketicileri de içerecek biçimde ele alınarak tüketicilerin gözünden olması gereken inovasyon çeşidi önceliği tespit edilebilir. Aynı zamanda inovasyon ve verimlilik ilişkisine yönelik ileride yapılacak çalışmalara da yol gösterici olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- Akbulut, O.Y. (2020). "Finansal Performans ile Pay Senedi Getirisi Arasındaki İlişkinin Bütünleşik CRITIC ve MABAC ÇKKV Teknikleriyle Ölçülmesi: Borsa İstanbul Çimento Sektörü Firmaları Üzerine Ampirik Bir Uygulama", *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 40, 471-488.
- Akbulut, Y.O. (2019). "CRITIC ve EDAS Yöntemleri ile İş Bankası'nın 2009-2018 Yılları Arasındaki Performansının Analizi", *Ekonomi, Politika & Finans Araştırmaları Dergisi*, 4 (2), 249-263.
- Akyüz, G. ve Aka, S. (2017). "Çok Kriterli Karar Verme Teknikleriyle Tedarikçi Performansı Değerlendirmede Toplamsal Bir Yaklaşım", *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 15(2), 28-46.
- Arslan, H.M. (2021). "CRITIC-Gri İlişkisel Analiz Hibrit Yöntemi ile Deprem Konteynerlerinin Optimum Yerleştirilmesi", *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 20(78), 536-552.
- Arslan, S.ve Belgin, Ö. (2020). "Yüksek ve Orta-Yüksek Teknoloji Alanındaki Sektörlerin Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri ile Önceliklendirilmesi", *Verimlilik Dergisi*, 4, 7-23.
- Baregheh, A., Rowley, J., Sambrook, S. ve Davies D. (2012). "Food Sector SMEs and Innovation Types", *British Food Journal*, 114(11), 1640-1653.
- Belgin, Ö. ve Apaydın Avşar, B. (2019). "Türkiye'de Bölgeler ve İller Düzeyinde Ar-Ge ve Yenilik Performansının Gri İlişkisel Analiz Yöntemi ile Ölçülmesi", *Verimlilik Dergisi*, 2, 28-48.
- Bowonder, B., Dambal, A. Kumar, A. ve Shirodkar, A. (2010). "Innovation Strategies for Creating Competitive Advantage" *Research-Technology Management*, 53 (3), 19-32.
- Bulğurcu, B. (2019). "Çok Nitelikli Fayda Teorisi İle CRITIC Yöntem Entegrasyonu: Akıllı Teknoloji Tercih Örneği", *OPUS-Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 13(19), 1930-1957.
- Casidy, R., Nyadzayo, M. ve Mohan, M. (2020). "Service Innovation and Adoption in Industrial Markets: An SME Perspective", *Industrial Marketing Management*, 89, 157-170.
- Çakır, S. ve Perçin, S. (2013). "Çok Kriterli Karar Verme Teknikleriyle Lojistik Firmalarında Performans Ölçümü", *Ege Akademik Bakış*, 13(4), 449-459.
- Demircioğlu, M. ve Çoşkun, T.İ. (2018). "CRITIC-MOOSRA Yöntemi ve UPS Seçimi Üzerine Bir Uygulama", *Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 27(1), 183-195.
- Deng, J.L. (1989). "Introduction to Grey System Theory", *The Journal of Grey System*, 1, 1-24.
- Deng, Shi-Ming ve Burnett, J. (2000), A Study of Energy Performance of Hotel Buildings in Hong Kong, *Energy and Buildings*, 31 (1), January 2000, Pages 7-12.
- Diakoulaki, D., Mavrotas, G. ve Papayannakis, L. (1995). Determining Objective Weights in Multiple Criteria Problems: The CRITIC Method", *Computers & Operations Research*, 22, 763-770.
- Elçi, Ş. (2007). "İnovasyon Kalkınmanın ve Rekabetin Anahtarı", 2. Baskı, Technopolis Group, Ankara.
- ErdaL, H. ve Korucuk, S. (2018). "Lojistik Sektöründe İnovasyon Önceliklerinin Belirlenmesi: Karşılaştırmalı Bir Analiz", *Kocaeli Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 36, 1-24.
- Eskiler, E., Özmen, M. ve Uzkurt, C. (2011). "Bilgi Yönetimi Pazar Odaklılık ve Pazarlama Yeniliği İlişkisi: Mobilya Sektöründe Bir Araştırma", *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 6 (1), 31-69.
- Feng, C.M. ve Wang, R.T. (2000). "Performance Evaluation for Airlines Including the Consideration of Financial Ratios", *Journal of Air Transport Management*, 6, 133-142.
- Güler, E ve Kanber, S. (2011). "İnovasyon Aktivitelerinin İnovasyon Performansı Üzerine Etkileri: İmalat Sanayii Uygulaması", *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 20(1), 61-76.
- Hassan, U.M., Shaukat, S., Nawaz, S.M. ve Naz, S. (2013). "Effects of Innovation Types on Firm Performance: An Empirical Study on Pakistan's Manufacturing Sector", *Pakistan Journal of Commerce and Social Sciences*, 7(2), 243-262.
- Hertog, P.D. (2000). "Knowledge Intensive Business Services as Co-Producers of Innovation", *International Journal of Innovation Management*, 4 (4), 491- 528.
- Işık, Ö. (2019). "Türkiye'de Hayat Dışı Sigorta Sektörünün Finansal Performansının CRITIC Tabanlı TOPSIS ve MULTIMOORA Yöntemiyle Değerlendirilmesi", *BMIJ*, 7 (1), 542-562.
- Jahan, A., Mustapha, F., Sapuan, S.M., Ismail, M.Y. ve Bahraminasab, M. (2012). "A Framework for Weighting of Criteria in Ranking Stage of Material Selection Process", *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 58 (1), 411-420.
- Kabak, M. ve Dağdeviren, M. (2017). "A Hybrid Approach Based on ANP and Grey Relational Analysis for Machine Selection", *Tehnički vjesnik*, 24 (Supplement 1), 109-118.

- Kanat, E. (2019). "Gri İlişkisel Analiz Yöntemiyle Kamu ve Özel Bankaların Performanslarının Karşılaştırılması", *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 7(96), 135-146.
- Kask, C. ve Sieber, E. (2002). "Productivity Growth in 'High-Tech' Manufacturing Industries", *Monthly Labor Review*, 125(3), 16-31.
- Kazan, H. ve Ozdemir, O. (2014). "Financial Performance Assessment of Large Scale Conglomerates via TOPSIS and CRITIC Methods", *International Journal of Management and Sustainability*, 3 (4), 203-224.
- Kiracı, K. ve Bakır, M. (2019). "CRITIC Temelli Edas Yöntemi İle Havayolu İşletmelerinde Performans Ölçümü Uygulaması", *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 35, 157-174.
- Korkmaz S., Eser, Z., Öztürk, S.A. ve Işın, F.B. (2009). "Pazarlama: Kavramlar-İlkeler-Kararlar", Siyasal Kitabevi, Ankara.
- Korucuk, S. (2018). "Soğuk Zincir Taşımacılığı Yapan İşletmelerde 3PL Firma Seçimi: İstanbul Örneği", *Iğdır Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 16, 341-365.
- Korucuk, S. (2019). "Üretim İşletmelerinde Verimliliğin Önündeki Engellerin ve Verim Artırıcı Tekniklerin Bütünleşik AHP-TOPSIS İle Sıralanması: Erzurum İli Örneği", *Verimlilik Dergisi*, 1, 219-241.
- Korucuk, S., Memiş, S. ve Ergün, M. (2020). "KOBİ'lerde İnovasyon Stratejilerinin Önceliklendirilmesine Yönelik Bir Çalışma: Giresun İli Örneği", *Karadeniz Teknik Üniversitesi İletişim Araştırmaları Dergisi*, 10 (1), 156-168.
- Lendel, V. ve Varmus, M. (2012). "Innovation Strategy in Slovak Businesses, International Journal of Social, Behavioral, Educational", *Economic, Business and Industrial Engineering*, 6 (4), 660-669.
- Mahmoud, M.A., Hinson, R.E. ve Anim, P.A. (2018). "Service İnnovation and Customer Satisfaction: The Role of Customer Value Creation", *European Journal of Innovation Management*, 21(3), 402-422.
- Memiş, S. ve Korucuk, S. (2019). "DEMATEL ve VIKOR Bütünleşik Yaklaşımı ile Gıda İşletmelerinde İnovasyon Çeşitlerinin Önceliklendirilmesi ve En İdeal Firma Seçimi", *Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 8 (Ek Sayı 1), 1070-1084.
- Nguyen, T.K.L., Le, H.N., Ngo, V.H. ve Hoang, B.A. (2020). "CRITIC Method and Grey System Theory in the Study of Global Electric Cars", *World Electric Vehicle Journal*, 11 (79), 1-15.
- OECD/EUROSTAT, (2005). "Oslo Manual - Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data", Third Edition, OECD Publications, Paris.
- Oke, A. (2007). "Innovation Types and Innovation Management Practices in Service Companies", *International Journal of Operations ve Production Management*, 27 (6), 564-587.
- Örücü, E., Kılıç, R. ve Savaş, A. (2011). "KOBİ'lerde inovasyon Stratejileri ve İnovasyon Yapmayı Etkileyen Faktörler: Bir Uygulama", *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 12(1), 58-73.
- Özkul, G. ve Örün, E. (2016). "Girişimcilik ve İnovasyonun Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi: Ampirik Bir Araştırma", *Girişimcilik ve İnovasyon Yönetimi Dergisi*, 5(2), 17-51.
- Pophali, G.R., Chelani, A.B. ve Dhodapkar. R.S. (2011). "Optimal Selection of Full Scale Tannery Effluent Treatment Alternative Using Integrated AHP and GRA Approach", *Expert Systems with Applications*, 38(9), 10889-10895.
- Rafiq, M. ve Ahmed, P.K. (1995). "Using the 7Ps as a Generic Marketing Mix: An Exploratory Survey of UK and European Marketing Academics", *Marketing Intelligence and Planning*, 13(9), 4-15.
- Ramadani, V. ve Gerguri, S. (2011). "The Oretical Framework of Innovation and Competitiveness and Innovation Program in Macedonia", *European Journal of Social Sciences*, 23(2), 268-276.
- Sakıncı, S.Ö. (2014). "Performance Measurment of State-Owned Banks in Turkish Banking Sector with Grey Relational Analysis Method", *13th International Academic Conference*, 479-488, Antibes.
- Shergill, S. ve Nargundkar, R. (2005). "Market Orientation, Marketing Innovation as Performance Drivers: Extending the Paradigm", *Journal of Global Marketing*, 19(1), 27-44.
- Tavassoli, S. ve Karlsson, C. (2015). "Persistence of Various Types of Innovation Analyzed and Explained", *Research Policy*, 44(13), 1887-1901.
- Tayyar, N, Akcanlı, F, Genç, E. ve Işıl, E, (2014). "BİST'e Kayıtlı Bilişim ve Teknoloji Alanında Faaliyet Gösteren İşletmelerin Finansal Performanslarının Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ve Gri İlişkisel Analiz (GİA) Yöntemiyle Değerlendirilmesi", *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, 61, 19-40.
- Trott, P. (2008). "Innovation Management and New Product Development", Financial Times, England.
- Ungerma, O., Dekova, J. ve Gurinova, K. (2018). "The Impact of Marketing Innovation the Competitiveness of Enterprises in the Context of Industry 4.0", *Journal of Competitiveness*, 10(2), 132-148.
- Uzkurt, C. ve Şen, R. (2012). "Örgüt Kültürü ve Örgütsel Yeniliğin Pazarlama Yeniliğine Etkisi: Gazlı İçecek Sektöründe Bir Araştırma", *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 12(3), 27-50.

- Üstünişik, N, Z (2007). "Türkiye'deki İller ve Bölgeler Bazında Sosyo Ekonomik Gelişmişlik Sıralaması Araştırması: Gri İlişkisel Analiz Yöntemi Ve Uygulaması", Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Vujičić, M.D., Papić, M.Z. ve Blagojević, M.D. (2017). "Comparative Analysis of Objective Techniques for Criteria Weighing in Two MCDM Methods on Example of an Air Conditioner Selection", *Tehnika*, 72(3), 422-429.
- Wang, D. ve Zhao, J. (2016). "Design Optimization of Mechanical Properties of Ceramic Tool Material During Turning of Ultra-High-Strength Steel 300M with AHP and CRITIC Method", *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 84(9-12), 2381-2390.
- Wang, Z., Lei, T., Chang, X., Shi, X., Xiao, J., Li, Z., He, X., Zhu, J. ve Yang, S. (2015). "Optimization of a Biomass Briquette Fuel System based on Grey Relational Analysis and Analytic Hierarchy Process: A Study using Cornstalks in China", *Applied Energy*, 157, 523- 532.
- Yılmaz, Y.E. (2016). "Pazarlamada Süreç, İnovasyon Stratejileri ve Firma Performansı İlişkisi", Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Okan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Yu, S., Zhai, R., Li, X. ve Yang W. (2005). "Optimal Route Selection for Express Freight Transportation System Based on Grey Theory", *Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*, 5(3), 46-50.
- Zhai, L.Y.-K., Lipheng, Z. ve Zhao, W. (2009). "Design Concept Evaluation in Product Development Using Rough Sets and Grey Relational Analysis", *Expert Systems with Applications*, 36, 7072-7079.
- Zhao, Q.H., Zhou, X., Xie, R.F. ve Li, Z.C. (2011). "Comparison of Three Weighing Methods for Evaluation of the HPLC Fingerprints of Cortex Fraxini", *Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies*, 34(17), 2008-2019.

İNSANİ GELİŞME ENDEKSİ VE VIKOR YÖNTEMİNE GÖRE TÜRKİYE'DEKİ İLLERİN SIRALAMASI

Buse Eda AKYÜZ¹, Emre İPEKÇİ ÇETİN²

ÖZET

Amaç: Uzun ve sağlıklı yaşam, eğitime erişim ve insana yakışır bir yaşam standardı gibi üç temel unsurla ölçülen İnsani Gelişme Endeksi (İGE) ülke karşılaştırmalarında önemli bir rol oynamaktadır. İllerin insani gelişme bağlamında karşılaştırılması, iller arasındaki farka dikkat çekmek açısından ülkelerin karşılaştırılması kadar önemlidir. Bu çalışmanın amacı Türkiye'deki illeri İGE endeksine ve genişletilmiş göstergelere göre sıralamaktır.

Yöntem: Çalışmada öncelikle iller orijinal İGE hesaplaması ile sıralanmıştır. Daha sonra İGE boyutları ve 14 alt gösterge kullanılarak illerin bir Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi olan VIKOR Yöntemi ile sıralamaları elde edilmiştir.

Bulgular: İlk iki sıralamada Ankara İGE'ye göre en iyi il olurken, Van ve Ağrı son iki sırada yer almıştır. Genişletilmiş göstergelerle yapılan sıralamada ise Kocaeli ilk sırada yer alırken, Şanlıurfa ve Ağrı son iki sırada yer almaktadır. Sıralamalarda, batı bölgesindeki illerin doğu illerine göre daha yüksek gelişmişlik seviyelerine sahip olması dikkat çekicidir.

Özgünlük: İllerin insani gelişmişlik düzeylerinin karşılaştırılmasında İGE'ye alternatif olarak VIKOR Yönteminin kullanılması, orijinal İGE hesaplamasının yanı sıra genişletilmiş göstergeler kullanılarak VIKOR yönteminin ele alınması ve İGE hesaplamasında geliştirme önerisi özgünlüğünü oluşturmaktadır.

Anahtar Kelimeler: İnsani Gelişme Endeksi (İGE), VIKOR Yöntemi, İllerin Sıralanması.

JEL Kodları: I10, I20, I31, R13, O15.

RANKING OF PROVINCES IN TURKEY ACCORDING TO HUMAN DEVELOPMENT INDEX AND VIKOR METHOD

ABSTRACT

Purpose: The Human Development Index (HDI), which is measured by three basic elements such as long and healthy life, access to education and a decent standard of living, plays an important role in country comparisons. Comparing provinces in the context of human development is as important as comparing countries to draw attention to the difference between provinces. The aim of this study is to rank the provinces in Turkey according to the HDI index and the expanded indicators.

Methodology: In the study, firstly, the provinces were ranked with the original HDI calculation. Then, using HDI dimensions and 14 sub-indicators, the provinces were ranked by VIKOR method, which is a Multi-Criteria Decision-Making Method.

Findings: In the first two rankings, Ankara is the best province according to HDI, while Van and Ağrı are in the last two places. In the ranking made with the expanded indicators, Kocaeli ranked first, while Şanlıurfa and Ağrı ranked in the last two places. It is striking that the provinces in the western region have higher development levels compared to the eastern provinces in the rankings.

Originality: The use of VIKOR method as an alternative to HDI in comparing the human development levels of the provinces, the handling of the VIKOR method using extended indicators as well as the original HDI calculation, and the development proposal in the HDI calculation constitute originality of this study.

Keywords: Human Development Index (HDI), VIKOR Method, Ranking of Provinces.

JEL Codes: I10, I20, I31, R13, O15.

¹ Arş. Gör., Akdeniz Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü, Antalya, Türkiye, buseeda@akdeniz.edu.tr, 0000-0002-5667-9695 (Sorumlu Yazar-Corresponding Author).

² Doç. Dr., Akdeniz Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü, Antalya, Türkiye, ecetin@akdeniz.edu.tr, 0000-0002-8108-1919.

1. GİRİŞ

Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) tarafından geliştirilen ve 30 yıldır ülkelerin karşılaştırmalarının yapılmasına olanak sağlayan İnsani Gelişme Endeksi (İGE) ülkelerin gündeminde yer almayı sürdürmektedir (Sarı ve Meydan, 2018: 389). Bu endekste sağlıklı ve uzun bir yaşam, bilgiye erişim ve iyi bir yaşam sürdürülebilmek için gerekli kaynaklara ulaşılabilirlik olmak üç temel göstergesi olarak öne çıkmaktadır (UNDP, 1990: 10). Gerek ulusal gerekse uluslararası kuruluşların takip ettiği ayrıca ülke raporlarının da yer aldığı bu gösterge, yıllar itibari ile ülkelerin endeks değerlerini ve alt endekslerindeki değişimleri de sunmaktadır. İGE sosyal ve ekonomik kalkınma için referans olarak kullanılabilir tek bir istatistiğin ortaya çıkarılmasını ve gelirle birlikte insani gelişmeyi ölçmeyi amaçlayan gelir dışındaki göstergeleri de esas almaktadır (Çağlar ve Keten, 2018). Bu yönüyle kalkınmışlık düzeyinin göstergesi olarak yaşam kalitesindeki iyileşme, gelir kadar önemli üç farklı boyutun ortalama başarısı ile yansıtılmış olur (Chakravarty ve Majumder, 2005; Gürses, 2009; Streeten, 1981: 847).

Sağlık, eğitim ve gelir endekslerinden oluşan İGE, bu endekslerin alt kategorilerinin oluşturduğu göstergelerden türetilmektedir. Uzun ve sağlıklı yaşam boyutu, beklenen ortalama yaşam süresiyle ölçülmektedir. Bilgi birikim düzeyi, yetişkin nüfustaki ortalama öğrenim süresiyle; öğrenme ve bilgiye erişim, okula başlama yaşındaki çocuklar için beklenen öğrenim süresiyle; yaşam standardı ise, satın alma gücü paritesi dönüştürme oranları kullanılarak, 2011 yılına sabitlenmiş uluslararası dolara dönüştürülmüş kişi başına Gayri Safi Milli Hasıla (GSMH) rakamı cinsinden ölçülmektedir (UNDP, 2019: 2).

Yaşam standardı ve refah ölçümü için yukarıda belirtilen üç temel endeksi kullanan İGE, temelinde bir verimlilik ölçümü de sunmaktadır. Şöyle ki; verimlilik, insanların refahının ve yaşam standartlarının belirlenmesinde gerekli unsurları içermekle birlikte yaşam standartlarının yükseltilmesi konusunda da önemli bir faktördür. Aynı zamanda ulusal bir ekonomi içinde refah ve yaşam standardına ilişkin temel ipuçlarını sağlar (Cardona ve diğerleri, 2013).

Klasik iktisatçılardan A. Smith verimliliği, öğrenme ve teknolojik gelişme ile bağdaştırırken; Keynes ise yaşam standartlarının verimlilik ile elde edilebileceğini vurgulamaktadır. Bununla birlikte kişi başına düşen reel gelirdeki büyüme verimlilik artışı olarak değerlendirilmektedir. Literatürde gelir değişimlerinde verimliliğin etkilendiği tespit edilmiştir (Dew-Becker ve Gordon, 2005: 1). Verimliliğin artmasıyla GSMH, girdi faktörlerinden daha hızlı artarken yaşam standartlarında da doğrudan artış sağlar (Prokopenko, 1992: 13, Tor ve Esengül, 2011). Bu durum verimlilik faktörlerinden ve İGE alt göstergelerinden biri olan GSMH'nin yaşam standardı üzerindeki etkisini göstermektedir.

Verimlilik faktörlerinden bir diğeri ise uluslararası ticaret, bir başka deyişle ticari dışa açıklıktır. İnsani gelişmişlik ve toplumsal refahın artmasında eğitim ve sağlık gibi unsurların önemi büyüktür. Ticari dışa açıklık, eğitim ve sağlık sektörlerinde rekabetin artırılmasına katkı sağlamakta, bireylerin daha iyi eğitim ve sağlık hizmetleri alabilmesini sağlayarak insani gelişim düzeyini olumlu ve pozitif yönde etkilemektedir (Mbabazi, 2017: 1; Nourzad ve Powell, 2003; Kabadayı, 2013). Peluffo (2012) ile Kasahara ve Lapham (2012) çalışmalarında da ticari dışa açıklık olarak nitelendirilen ithalat ve ihracatın verimlilik üzerindeki etkileri incelenmiş, ithalat ve ihracat göstergelerinin verimlilik ve refah artışı sağladığı tespit edilmiştir.

Sağlığın, iş gücü verimliliğine doğrudan etkisi vardır. İGE'de doğuştan beklenen yaşam süresi tek başına sağlık endeksini oluşturmaktadır. Fakat literatüre bakıldığında sağlık alanındaki verimlilik ve etkinlik üzerine yapılan pek çok çalışmada doktor sayısı, yatak sayısı, bebek ölüm hızı, hastane verimlilikleri gibi çeşitli değişkenlerin kullanıldığı görülmektedir (Çarıkcı ve Akbulut, 2019; Kılıçarslan ve Güçlü, 2019; Yeşilyurt ve Salamov, 2017; Şenol ve diğerleri, 2019; Asandului ve diğerleri, 2014). İnsanların sağlık sorunlarının olmaması ve sağlık konusunda sıkıntı yaşayan bireylerin hızlı bir şekilde sağlıklarına kavuşmaları yaşam kalitelerinin artırılabilmesi için çok önemlidir. Küçük yaştan itibaren gerekli sağlık hizmetlerinin bireylere sunulabilmesi, yaşanan bölgede yeterli sayıda hastane bulunması, ihtiyaç halinde hastane yatışlarında sıkıntı yaşanmaması ve hekim sayısında eksiklik olmaması sağlıkla ilgili verimin artmasına olanak sağlar.

Verimlilik artışında rol alan bir diğer girdi faktörü eğitim ve teknolojik bilgi düzeyidir. Eğitimin ve teknolojik bilgi birikiminin oluşabilmesi, eğitim düzeyindeki bireylere bu koşulların sağlanabilmesi ile gerçekleştirilebilir. Eğitim; ekonomik büyüme, ücretler, kazançlar, istihdam, işsizlik, verimlilik, teknoloji, yoksulluk ve refah gibi farklı yönlerden ekonomik ve sosyal kalkınmada anahtar role sahiptir (Durkaya ve Hüsnüoğlu, 2018). Özdemir ve diğerleri (2019) çalışmasında da görüleceği üzere bölgede bulunan öğrenci sayısı, bu öğrencilerin eğitim göreceği şube veya derslik sayısı gibi göstergeler eğitimde verimlilik ve etkinlik açısından önemlidir.

Ülkelerin birbiri ile endeks bazlı karşılaştırılmasına olanak sağlayan İGE, ülke bazlı sıralama ve karşılaştırma yapılmasına olanak sağlamaktadır. Bununla birlikte İGE hesaplanmasında kullanılan

yöntemler, ölçümü ve kapsayıcılığı açısından çeşitli çalışmalarda pek çok eleştiriye maruz kalmıştır. Eleştirilerin odaklandığı temel nokta İGE'nin, kalkınmanın farklı boyutlarını kapsamada yetersiz kaldığıdır (Zanbak ve Özeş Özgür, 2019; Şanlısoy, 2019). İGE'ye yöneltilen bu eleştirilerin dikkate alınarak daha geniş bir kapsamda ele alınması önem arz etmektedir.

İGE'ye göre ülke karşılaştırmalarında Türkiye'nin 2020 yılı itibarıyla 54. sırada yer aldığı görülmektedir. 1990-2019 yılları arasında ise Türkiye'nin İGE değeri 0,583'ten 0,820'ye yükselmiş ve toplamda %40,7'lik artış göstermiştir. 1990-2019 yılları arasında Türkiye'de doğuştan beklenen yaşam süresi 13,4 yıl; ortalama öğrenim süresi 3,6 yıl ve beklenen öğrenim süresi 7,7 yıl artış gösterirken, kişi başına GSMH 1990-2019 yılları arasında yaklaşık %121,4 oranında artış göstermektedir (UNDP, 2020: Human Development Report, 2). Endekslerdeki bu yükselişlere rağmen ülke içi değerlendirilmelerde, her bölgenin aynı yükseliş trendini gösteremediği görülmektedir. Basu ve Basu (2005) Avustralya için, Noorbakhash (2003) Hindistan için, Noorbakhash (2005) İran için bölgesel gelişme farklılıklarını İGE ile incelemişlerdir. Türkiye'de bölgesel gelişme farklılıkları 1960'larla başlayan planlı dönemin ana gündem maddelerinden birisi olmuş ve dönemsel değişimlere rağmen günümüze kadar önemini korumuştur (Kalkınma Bakanlığı, 2014: 7-9). Çeşitli analizler ve politika araçları vasıtasıyla bölgesel farklılaşmanın tespit edilmesi ve farklılıkların azaltılması amaçlanmaktadır. Bölgesel farklılıkların doğru tespiti ile kullanılan bu yöntemlerin başarısı birbirine paralel seyir göstermektedir. İGE bu konuda önemli bilgiler sağlamaktadır. Bu çalışmada farklı yöntemler ile İGE başarısı sıvanacak ve genişletilmiş göstergeler ile değerlendirme yapılacaktır.

Çalışmanın giriş bölümünü takip eden bölümler sırasıyla şu şekildedir: İkinci bölümde İGE, alt endeksler ve yöntemlerin yer aldığı literatür taraması bulunurken üçüncü bölümde İGE hesaplamasında kullanılan yöntemlere yer verilmiştir. Dördüncü bölümde yöntemlere ait bulgular verilmiş ve illerin sıralamaları gösterilmiştir. Beşinci ve son bölümde ise çalışmaya ait sonuçlara yer verilmiş ve politika önerilerinde bulunulmuştur.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Literatürde insani gelişim ve bu gelişimi etkileyen faktörler ile insani gelişimin göstergeleri kullanılarak yapılmış pek çok çalışma mevcuttur. Bazı çalışmalarda İGE değerinin orijinal formülasyonu kullanılırken bazı çalışmalar farklı yaklaşımlar ile İGE değerlerini oluşturmaktadır. İncelenen çalışmalarda ayrıca insani gelişmişliğin veri zarflama analizi ve çeşitli Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri ile analiz edildiği de görülmektedir. İlgili çalışmalardan bazıları aşağıda özetlenmektedir.

Ünal (2008) çalışmasında İGE değerine göre Türkiye'nin bölgesel farklılıklarını araştırmıştır. Yaşam beklentisi endeksinde Doğu Marmara, Eğitim endeksinde İstanbul Bölgesi, Gelir endeksinde Türkiye'nin batısı ilk sırada yer almaktadır. En düşük değerler ise endekslere göre sırasıyla Ortadoğu Anadolu, Güneydoğu Anadolu ve Kuzeydoğu Bölgeleri'nde yer almaktadır.

Özpinar ve Koyuncu (2016), Gülel ve diğerleri (2017) ve Sarı ve Meydan'ın (2018) çalışmalarında İGE orijinal formülasyonu kullanılarak Türkiye'deki iller sıralanmaktadır. Kullanılan değişkenler doğuştan beklenen yaşam süresi, beklenen ve ortalama okullaşma yılı ve kişi başı Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYİH)'dir. Özpinar ve Koyuncu'nun (2016) çalışmasında ilk 5 içerisinde Eskişehir, Isparta, Ankara, Kırıkkale ve Bolu illeri yer alırken son 5 içerisinde Van, Muş, Şanlıurfa, Şırnak ve Ağrı yer almaktadır. İlgili çalışmalarda farklı sonuçlar çıkmasının sebebi yazarların farklı yıllar için benzer çalışmayı yapmasından kaynaklanmaktadır. Gülel ve diğerlerine (2017) göre ise Ankara ilk sırada Muş son sırada yer almaktadır. Sarı ve Meydan'ın (2018) çalışmasında İGE sıralamasında ilk üç il Ankara, Kocaeli ve İstanbul olurken sıralamanın sonunda Ağrı, Van ve Şanlıurfa'nın yer aldığı görülmektedir.

Temurlenk ve Abar'ın (2019) çalışmasında 2008-2016 yılları için yaşam kalitesi, sağlık, mali, eğitim ve istihdam gibi göstergeler kullanılarak temel bileşen analizi ile illerin sosyoekonomik gelişmişlik endeksleri elde edilmiştir. Çalışma sonucunda Türkiye'nin en gelişmiş ilk 5 ili İstanbul, Ankara, İzmir, Kocaeli ve Antalya bulunmuştur. Türkiye'nin en az gelişmiş illeri ise Bingöl, Siirt, Mardin, Bitlis, Ağrı, Muş, Hakkâri, Şırnak, Ardahan, Iğdır, Van, Adıyaman ve Gümüşhane'dir. İllerin sosyoekonomik gelişmişlik seviyelerinin doğu-batı doğrultusunda ayrıştığı görülmüştür.

Yayla Enfiyeci ve Çavlin (2019) çalışmasında bebek ölümleri ile İGE değerleri arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. İGE değeri yüksek olan iller için MERNİS kayıtlarındaki tamlık yüzdesinin de yüksek olduğu görülmüş, bu nedenle bu illerde bebek ölüm kaydının daha bilinçli ve titizlikle oluşturulduğu sonucuna varılmıştır.

Hickel (2019) çalışmasında İGE'nin orijinal formülasyonuna kişi başı gelir üzerinde bir yeterlilik eşiği ekleyerek iki temel ekolojik gösterge oluşturmaktadır. Yeni hesaplanan endekse Sürdürülebilir Kalkınma Endeksi (SDI) denilmektedir. Karbondioksit (CO₂) emisyonları ve malzeme belirteçlerinin her ikisi de kişi başına tüketim bazında hesaplanmaktadır. Göstergede yer alan değişkenler gelir, eğitim, sağlık endeksleri

ve CO₂'dir. İGE'ye göre ilk 3 ülke Norveç, İsviçre, Avustralya olurken SDI'ya göre ilk 3 ülke Küba, Kosta Rika ve Sri Lanka'dır.

Lee ve diğerleri (2006), İGE hesaplamasında endeksin tüm bileşenlerine eşit ağırlık veriliyor olması ile ilgili eleştirilerden yola çıkmışlardır. Çalışmada 27 ülkenin İGE verileri bulanık çok amaçlı Veri Zarflama Analizi ile ele alınarak karşılaştırmalara yer verilmiştir.

Vierstraete (2010) çalışmasında 146 ülke için gerçekleştirdiği finansal kaynak kullanımındaki verimsizliğin gelir dışı İGE puanlarındaki etkisini araştırmaktadır. Çalışmada veri zarflama analizi kullanılırken girdi değişkenleri olarak sağlık, eğitim, öğretmen, işçi, hemşire, yatak sayısı, psikiyatri sayısı ve emisyon yer almaktadır. Çıktı değişkeni gelir dışı İGE'dir. Genel olarak ülkelerin gelir dışı bir İGE düzeyine ulaşmada verimli oldukları tespit edilmiştir.

İGE'nin ÇKKV Yöntemleriyle analizi ile ilgili çalışmalardan biri olan Safari ve Ebrahimi'nin (2014) çalışmasında Modified Similarity yaklaşımı kullanılmıştır. TOPSİS Yöntemiyle 2011 yılında İGE'ye göre ilk 10 sırada olan ülkelerin sıralaması yapılarak karşılaştırılmıştır. İlgili yöntemle 4 ülkenin sıralamasının değişmediği 6 ülkenin sıralamasında ise hafif değişimler olduğu saptanmıştır.

Paksoy (2015), Türkiye ve Avrupa ülkelerinin performanslarını ve gelişmişlik düzeylerini bileşik göstergeler yardımıyla VIKOR yöntemi kullanarak analiz etmiştir. Çalışmada İGE sıralaması ile VIKOR yöntemi sıralaması karşılaştırılarak etkinliği değerlendirilmiştir.

Luque ve diğerleri, (2016) çalışmalarında insani gelişimin ölçülmesinde çok kriterli bir yaklaşım önermişlerdir. Her ülkenin İGE değerinin normalleştirilmesinde farklı normalleştirme tekniği kullanarak bir dizi endeks hesaplamışlardır. Çok kriterli yaklaşım sayesinde toplam ikame edilebilirliğe izin veren zayıf bir endeks, ikame edilebilirliğe izin vermeyen ve en kötü bileşenin durumunu ölçen güçlü bir endeks ve iki endeksin kombinasyonu olan karma bir endeks geliştirilmiştir. 2011 yılı verileri kullanılarak geliştirilen endeks orijinal İGE ile karşılaştırılmıştır.

Orakçı ve Özdemir (2017) çalışmalarında Avrupa Yaşam Kalitesi Anketi (AYKA) soruları yardımıyla İGE'yi kullanarak birleşik bir gelişmişlik endeksi oluşturmuşlar. Amaç; Türkiye'nin Avrupa Birliği ülkeleri içerisindeki sıralamasını İGE ile belirlemektir. Ayrıca AYKA soruları yardımıyla toplumun tutumunu endeks içerisine katmak amaçlanmıştır. İGE değeri en yüksek ilk üç ülke; Gri İlişkisel Analiz (GIA) ve MOORA - Oran Yöntemine göre; Lüksemburg, Finlandiya ve Avusturya'dır. MOORA - Referans nokta yaklaşımına göre ise Birleşik Krallık, Hollanda ve Danimarka olarak bulunmuştur. Türkiye ise GIA Yöntemine göre yirmi altıncı sırada, MOORA - Oran Yöntemine ve Referans Nokta Yaklaşımı Yöntemine göre ise yirmi üçüncü sırada yer almaktadır.

Çağlar ve Keten (2018) çalışmasında 2013 yılına ait Türkiye'deki illerin İGE değerlerini veri zarflama analizi ile hesaplanmıştır. Hesaplama sağlık endeksinden doğuştan beklenen yaşam süresi, eğitim endeksinden ortalama okullaşma yılı ile beklenen okullaşma yılı ve gelir endeksinden kişi başı gelir kullanılmıştır. CCR modeli ile 10 ilin İGE değeri 1 bulunmuştur. Bu iller: Kocaeli, Ankara, Rize, Eskişehir, Bilecik, Tunceli, Artvin, Muğla, Bolu, Giresun, Trabzon'dur. Çıktı değişkenlerinin sıfır ya da daha küçük değerler almaması için ağırlıkların birbirine oranlarına sınırlama getirilen AR yaklaşımı kullanılarak da İGE değerleri bulunmuştur. AR yaklaşımında İGE değeri bazında Kocaeli ilk sırayı alırken, bu ili İstanbul, Ankara ve İzmir izlemiştir. Her iki analizde de son sıraları Türkiye'nin doğusunda yer alan iller görülmektedir. Bu durum insani gelişmişlik açısından coğrafi kümelenmenin olduğunu göstermektedir.

Kılıç Depren ve Bağdatlı Kalkan'ın (2018) çalışmasında ise Türkiye ve 28 AB ülkesi için İGE sıralaması oluşturulmuştur. Amaç OECD tarafından oluşturulan "Daha İyi Yaşam Endeksi" yardımıyla ülke sıralamalarının oluşturulmasıdır. Çalışmada yer alan değişkenler konut, gelir, meslekler, topluluk, eğitim, çevre, sivil katılım, sağlık, yaşam memnuniyeti, iş yaşam dengesi ile oluşturulan endekslerdir. MULTIMOORA yaklaşımına göre sıralamadaki ilk 5 ülke ABD, İsviçre, Belçika, Hollanda ve İsviçre'dir. Türkiye ise son 5 içerisinde yer almaktadır.

Omrani (2020), İran'daki 31 il için insani gelişmişliğin sıralanmasında BWM ve MULTIMOORA Yöntemlerini bütünleşik bir yapıda ele almışlardır. Çalışmada sağlık ve eğitim ile ilgili yeni kriterler tanımlanarak BWM Yöntemi ile kriterlerin ağırlıkları hesaplanmış ve MULTIMOORA yöntemi ile illerin sıralaması elde edilmiştir.

Yukarıda görüldüğü gibi İnsani Gelişim Endeksi çerçevesinde illerin ya da ülkelerin sıralamasının yapıldığı, farklı göstergeler ve farklı yöntemler denenerek illerin ya da ülkelerin karşılaştırıldığı, İGE ile çeşitli değişkenler arasındaki ilişkilerin incelendiği pek çok çalışma mevcuttur. Bu çalışmanın diğerlerinden farklı olarak 3 boyutta ele alınması planlanmaktadır. Çalışmada ilk olarak Türkiye'nin 81 ili için sağlık, eğitim ve gelir endekslerinin alt kategorileri ile İGE değeri hesaplanmakta ve bu hesaplama göre illerin sıralaması sunulmaktadır. Daha sonra ilgili sıralama İGE orijinal formülasyonunun yanı sıra ÇKKV yöntemlerinden biri

olan VIKOR Yöntemi ile ele alınmaktadır. Son aşamada ise İGE'deki göstergeler daha ayrıntılı olarak ele alınmaktadır. Sağlık endeksi için doğuştan beklenen yaşam süresi, bebek ölüm hızı, 5 yaş altı ölüm hızı, hekim sayısı, yatak sayısı ve hastane sayısı; eğitim endeksi için ortalama ve beklenen okullaşma oranı, okuma-yazma oranı, öğretmen başına düşen öğrenci sayısı ve derslik başına düşen öğrenci sayısı; gelir endeksi için kişi başına GSMH, kişi başına ithalat ve kişi başına ihracat olmak üzere toplamda 14 alt gösterge kullanılarak illerin VIKOR yöntemi ile yeni bir sıralaması elde edilmiştir.

3.YÖNTEM

Bireyler için sağlıklı ve uzun bir yaşam, satın alma güçlerinde artış, yaşam kalitesinin ve refahının yüksek olması istenilen bir unsur olmasına karşın ülkemizde bu yönden bölgesel farklılıklar günümüze kadar varlığını korumuştur. Bu çalışma insani gelişim olarak adlandırılan ve yukarıda belirtilen unsurları Türkiye'nin 81 iline yönelik araştırmaktadır.

3.1. Veri

İGE değeri sağlık, eğitim ve gelir endeksleri ile bu endekslere ait alt göstergelerden oluşmaktadır. Çalışmada illerin insani gelişim düzeyleri orijinal İGE hesaplaması ve VIKOR yöntemi ile hesaplanmış ve sıralamalar elde edilmiştir. Yine VIKOR yönteminin kullanıldığı son sıralamada ise genişletilmiş alt göstergelerden faydalanarak sıralamalar ele alınmaktadır. İlk iki sıralamada sağlık endeksi için doğuştan beklenen yaşam süresi, eğitim endeksi için ortalama ve beklenen okullaşma oranı, gelir endeksi için kişi başı GSMH değerleri kullanılmaktadır. Genişletilmiş endeksli VIKOR yöntemi sıralamasında ise her alt endeks için göstergelerin sayısında artış gerçekleştirilmiştir. Sağlık boyutunda doğuştan beklenen yaşam süresi, bebek ölüm hızı, 5 yaş altı ölüm hızı, hekim sayısı, yatak sayısı ve hastane sayısı göstergeleri kullanılmıştır. Eğitim boyutu için ortalama ve beklenen okullaşma oranı, okuma-yazma oranı, öğretmen başına düşen öğrenci sayısı ve derslik başına düşen öğrenci sayısı göstergeleri; gelir boyutu için ise kişi başına GSMH, kişi başına ithalat ve kişi başına ihracat göstergeleri dikkate alınmıştır. İlgili verilere Millî Eğitim Bakanlığı (MEB) ve Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) veri tabanlarından erişilmiştir. Doğuştan beklenen yaşam süresi için en güncel veri 2017 yılına aittir. Doğuştan beklenen yaşam süresi hariç diğer tüm veriler için 2018 yılı verileri kullanılmıştır. Verilerine eksiksiz olarak erişilebilen en güncel yıl 2018 yılıdır.

3.2. İnsani Gelişme Endeksi Hesaplaması

İGE hesaplamasında 1990 yılından 2010 yılına kadar kullanılan göstergeler aynı olmakla birlikte hesaplama yönteminde birtakım değişikliklere gidilmiştir. Gelir hesaplaması için; 2010 öncesinde satın alma gücü paritesinin uyarlanmış hali kişi başı GSYİH (ABD doları) olarak hesaplamada yer alırken, bu gösterge 2010 itibarıyla kişi başına GSMH (ABD doları) olarak değiştirilmiştir. Eğitim hesaplamasında ise; 25 yaş ve üzeri bireylerin eğitim sürelerinin ortalama yılı ve okula başlama yaşındaki çocukların beklenen okullaşma yılı yer almaktadır. İGE'de üst sıralarda yer alan ülkelerin okullaşma ve okur-yazarlık oranları yüksek olduğu için bu ölçütlerin ülkeler arasında farklılık yaratma güçleri zayıflamakta, bu sorun da gelir ve eğitimde ölçüt değişimini kaçınılmaz kılmaktadır. İGE hesaplanmasında kullanılan endeksler ve alt göstergeler ile UNDP tarafından belirlenen maksimum ve minimum değerler Tablo 1'de görülmektedir.

Tablo 1. İGE alt endeksleri

Alt Endeksler	Alt Göstergeler	Maksimum	Minimum
Sağlık Endeksi	Doğuştan beklenen yaşam süresi	85	20
Eğitim Endeksi	Beklenen okullaşma yılı	18	0
	Ortalama okullaşma yılı	15	0
Gelir Endeksi	Kişi başı Gayri Safi Milli Hasıla	75000	100

Kaynak: UNDP Teknik Notlar (2020)

İGE değerinin hesaplanmasında kullanılan alt endekslere ait hesaplamalar Eşitlik 1'de verilmektedir (UNDP Teknik Notlar, 2020:3).

$$\text{Sağlık Endeksi} = (\text{gerçek değer} - \text{minimum değer}) / (\text{maksimum değer} - \text{minimum değer}) \quad (1)$$

Eğitim Endeksi, beklenen ve ortalama okullaşma yılı alt göstergelerinden oluşmaktadır. Birinci ve ikinci alt göstergelere uyarlanarak alt göstergelerin çıkan sonuçlarının geometrik ortalaması alınır. Bu formül Eşitlik 2'de, Gelir Endeksine ait formül ise Eşitlik 3'te verilmektedir.

$$\text{Eğitim Endeksi} = \sqrt[2]{(\text{birinci alt gösterge}) \times (\text{ikinci alt gösterge})} \quad (2)$$

$$\text{Gelir Endeksi} = \frac{\ln(\text{gerçek değer}) - \ln(\text{minimum değer})}{\ln(\text{maksimum değer}) - \ln(\text{minimum değer})} \quad (3)$$

İGE değeri sağlık, gelir ve eğitim endekslerinin geometrik ortalamasından oluşmaktadır ve Eşitlik 4'te verilmektedir. Eşitlik 4 yardımıyla tüm alt endeksler tek bir çatı altında toplanarak genel bir İGE değeri ortaya çıkmakta olup, bu hesaplama göre illerin, bölgelerin ya da ülkelerin İGE hesaplamaları yapılabilmektedir.

$$İGE = \sqrt[3]{(Sağlık\ Endeksi) \times (Eğitim\ Endeksi) \times (Gelir\ Endeksi)} \quad (4)$$

3.3. VIKOR Yöntemi

Literatürde orijinal İGE hesaplaması dışında İGE alt endeksleri ve alt göstergelerinin ÇKKV yöntemleriyle ele alındığı çalışmalara rastlanılmaktadır. İller bazında insani gelişim düzeyinin ölçülmesinde ise VIKOR yönteminin kullanıldığı bir çalışmaya rastlanılmamıştır. VIKOR yöntemi farklı ölçüm değerlerine sahip kriterlerin normalize edilmek yoluyla bir arada değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır. Bu nedenle bu çalışmada VIKOR yöntemi tercih edilmiştir.

VIKOR Yöntemi (VlseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje) birbiriyle çelişen kriterler mevcutken nihai bir çözüme ulaşmak amacıyla, alternatiflerin sıralanmasına ve alternatifler kümesinden uzlaşık çözüm bulmaya yarayan etkin bir araçtır. Elde edilen uzlaşık çözüm, çoğunluk için maksimum grup faydasını ve karşıt görüştekiler için minimum pişmanlığı sağlamaktadır (Yang ve diğerleri, 2009). Yöntemde kriterler için fayda ya da maliyet özelliklerine sahip kriterlerin belirlenmesi önem arz etmektedir; çünkü bu ayrıştırma diğer ÇKKV yöntemlerinde olduğu gibi hesaplamada farklı teknikler ile gösterilmektedir. Alternatifler, kriterler ve kriter ağırlıkları belirlendikten sonra bu skorlar bir karar matrisine dönüştürülür. Karar matrisi satırları ($i = 1, 2, \dots, m$) alternatifleri gösterirken, sütunları ise ($j = 1, 2, \dots, n$) kriterleri göstermektedir. Uzlaşık çözüme erişmek için uygulanacak adımlar aşağıda özetlenmektedir (Opricovic ve Tzeng, 2004; Opricovic ve Tzeng, 2007; Maya ve Eren, 2018).

Adım 1. En İyi ve En Kötü Kriterlerin Belirlenmesi

Her bir kriter için ($j = 1, 2, \dots, n$) en iyi f_j^* ve en kötü f_j^- değerler belirlenir. Kriterin maliyet ya da fayda kriteri olması sebebiyle iki farklı hesaplama yöntemi bulunmaktadır. Kriter (j inci kriter), fayda özelliği gösteriyorsa Eşitlik 5 ve 6'daki formüller ile hesaplanmaktadır. Kriter maliyet özelliği gösteriyorsa Eşitlik 7 ve 8 kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$f_j^* = \max_i x_{ij} \quad (5)$$

$$f_j^- = \min_i x_{ij} \quad (6)$$

$$f_j^* = \min_i x_{ij} \quad (7)$$

$$f_j^- = \max_i x_{ij} \quad (8)$$

Adım 2. Normalizasyon Matrisinin Oluşturulması

Karar matrisi değerlerini birimlerden arındırarak karşılaştırılabilir seviyeye getirmek için lineer normalizasyon işlemi uygulanmaktadır. Karar matrisi m alternatif n kriterden oluştuğu için $m \times n$ boyutunda olacaktır. Normalizasyon işlemi Eşitlik 9'da verilmektedir.

$$r_{ij} = \frac{f_j^* - x_{ij}}{f_j^* - f_j^-} \quad (9)$$

Adım 3. Normalizasyon Matrisinin Ağırlıklandırılması

Kriter ağırlıkları (w_j), Adım 2'de oluşturulan normalizasyon matrisi değerleri ile çarpılmaktadır ve formül Eşitlik 10'da verilmektedir.

$$v_{ij} = r_{ij} \cdot w_j \quad (10)$$

Adım 4. S_i ve R_i Değerlerinin Hesaplanması

Kriterler ($j = 1, 2, \dots, n$) kullanılarak, S_i ve R_i değerleri hesaplanmaktadır. S_i , pozitif ideal çözüme uzaklığı gösterirken R_i , negatif ideal çözüme uzaklığı göstermektedir. İlgili hesaplamalar Eşitlik 11 ve Eşitlik 12'de yer almaktadır.

$$S_i = \sum_{j=1}^n v_{ij} \quad (11)$$

$$R_i = \max_j v_{ij} \quad (12)$$

Adım 5. Q_i Değerlerinin Hesaplanması

Q_i değerleri maksimum grup faydasını göstermektedir ve her alternatif için Eşitlik 13'teki gibi hesaplanmaktadır.

$$Q_i = \frac{q \cdot (S_i - S^*)}{(S^- - S^*)} + \frac{(1-q) \cdot (R_i - R^*)}{(R^- - R^*)} \quad (13)$$

Eş 11'de yer alan q parametresi kriterlerin grup faydasını belirleyen ağırlığı ifade etmektedir. $1 - q$ ise karşıt görüştekilerin minimum pişmanlığına ait ağırlığı göstermektedir. $S^* = \min_i S_i$, $S^- = \max_i S_i$, $R^* = \min_i R_i$ ve $R^- = \max_i R_i$ değerleridir.

Adım 6. Alternatiflerin Sıralanması ve Koşulların Değerlendirilmesi

Alternatifler S_i , R_i ve Q_i değerleri için küçükten büyüğe doğru sıralanmaktadır. Sıralama sonrasında en küçük Q_i değerinin aşağıdaki koşulları sağlayıp sağlamadığına bakılmaktadır.

Koşul 1-Kabul Edilebilir Avantaj: Küçükten büyüğe sıralanan Q_i değerlerinden en küçüğüne karşılık gelen alternatif A^1 , ikinci sırada yer alan alternatif ise A^2 olarak belirlenir. Kabul edilebilir avantaj hesaplaması Eşitlik 14'te verilmektedir.

$$Q(A^2) - Q(A^1) \geq DQ \quad (14)$$

Eş 12'de yer alan DQ parametresi m alternatif sayısını göstermek üzere $DQ = 1/(m - 1)$ şeklinde hesaplanmaktadır.

Koşul 2-Kabul Edilebilir İstikrar: Küçükten büyüğe sıralanan Q_i değerlerinde belirlenen alternatiflerin en küçüğü S_i ve/veya R_i sıralamasında da en küçük değere sahip alternatif ise en iyi alternatiftir ve sıralama için Koşul 2 sağlanmaktadır.

Koşul 1 ya da Koşul 2'den herhangi biri sağlanmadığı takdirde uzlaşık çözüm kümesi: Kabul edilebilir istikrar koşulu sağlanmıyorsa A^1 ve A^2 alternatiflerinin her ikisi de uzlaşık çözüm kabul edilir. Kabul edilebilir avantaj koşulu sağlanmıyorsa A^1, A^2, \dots, A^m alternatiflerin tamamı uzlaşık çözüme dahil edilir ve üst sınır değeri olan maksimum M , $Q(A^m) - Q(A^1) < DQ$ eşitliğine göre belirlenir.

4. BULGULAR

Çalışmada ilk olarak sağlık, gelir ve eğitim endekslerinden oluşan İGE değeri, orijinal formülasyonu kullanılarak hesaplanmış ve Türkiye'deki illerin sıralaması yapılmıştır. Daha sonra İGE'de yer alan göstergelerle VIKOR yöntemi kullanılarak illerin sıralaması elde edilmiştir. Son olarak İGE'nin kısıtlı göstergeler ile hesaplanması eleştirilerinden yola çıkılarak, yaşam kalitesi ve refahı artıran, bununla birlikte verimliliği sağlayan ayrıca İGE'de yer almayan birtakım göstergeler sağlık, gelir ve eğitim alt endekslerine eklenmiştir. Bu veriler kullanılarak VIKOR Yöntemi ile yeni bir sıralama gerçekleştirilmiştir. İlgili sıralamalar neticesinde elde edilen bulgular aşağıdaki kısımda özetlenmektedir.

4.1. İnsani Gelişme Endeksi Bulguları

İGE hesaplamasında sağlık endeksi göstergesi olarak doğuştan beklenen yaşam süresi, eğitim endeksi göstergesi olarak ortalama ve beklenen okullaşma yılları, gelir endeksi olarak kişi başı GSMH göstergesi kullanılmaktadır. İl bazlı veri paylaşımı tablolarda karmaşıklık yaratacağı için çalışmada yer almamaktadır; fakat MEB ve TÜİK veri tabanlarından ulaşımları gerçekleştirilebilir. Örnek olması açısından, Ankara ili için uygulama adımları Eşitlik 15, 16, 17, 18, 19 ve 20'de gösterge değerleri ile verilmektedir. Formülasyonlarda yer alan göstergelere ait en küçük ve en büyük değerler, Tablo 1'de görülen UNDP Teknik Notlarından alınmıştır.

$$\text{Sağlık Endeksi}_{ANKARA} = (79,4 - 20)/(85 - 20) = 0,9139 \quad (15)$$

$$\text{Ortalama Okullaşma Yılı}_{ANKARA} = (9,38 - 0)/(15 - 0) = 0,6253 \quad (16)$$

$$\text{Beklenen Okullaşma Yılı}_{ANKARA} = (15,77 - 0)/(18 - 0) = 0,8761 \quad (17)$$

$$\text{Eğitim Endeksi}_{ANKARA} = \sqrt{(0,6253) \times (0,8761)} = 0,7419 \quad (18)$$

$$\text{Gelir Endeksi}_{ANKARA} = \{\ln(12,764) - \ln(100)\} / \{\ln(75000) - \ln(100)\} = 0,7325 \quad (19)$$

$$\text{İGE}_{ANKARA} = \sqrt[3]{(0,9139) \times (0,7419) \times (0,7325)} = 0,7919 \quad (20)$$

Çalışmada yukarıda görüldüğü gibi Orijinal İGE hesaplaması ile 81 ilin endeks değerleri hesaplanmış ve Tablo 2'de büyükten küçüğe doğru sıralanarak gösterilmiştir.

Tablo 2. Orijinal İGE hesaplaması ile illerin sıralaması

Sıra	İller	İGE	Sıra	İller	İGE	Sıra	İller	İGE
1	Ankara	0,7919	28	Amasya	0,7339	55	Niğde	0,7039
2	Kocaeli	0,7801	29	Burdur	0,7337	56	Hatay	0,7037
3	İstanbul	0,7788	30	Mersin	0,7300	57	Ordu	0,7026
4	İzmir	0,7675	31	Kayseri	0,7297	58	Aksaray	0,6949
5	Eskişehir	0,7673	32	Uşak	0,7292	59	Gaziantep	0,6908
6	Yalova	0,7647	33	Manisa	0,7276	60	Tokat	0,6902
7	Bolu	0,7595	34	Aydın	0,7269	61	Gümüşhane	0,6900
8	Muğla	0,7574	35	Düzce	0,7260	62	Kahramanmaraş	0,6898
9	Bilecik	0,7568	36	Kırşehir	0,7250	63	Ardahan	0,6871
10	Artvin	0,7561	37	Zonguldak	0,7219	64	Yozgat	0,6855
11	Tekirdağ	0,7547	38	Kütahya	0,7217	65	Erzurum	0,6832
12	Kırklareli	0,7541	39	Konya	0,7192	66	Adıyaman	0,6826
13	Bursa	0,7537	40	Samsun	0,7172	67	Kilis	0,6823
14	Antalya	0,7533	41	Adana	0,7159	68	Iğdır	0,6713
15	Çanakkale	0,7506	42	Kastamonu	0,7156	69	Kars	0,6628
16	Trabzon	0,7498	43	Giresun	0,7155	70	Bingöl	0,6613
17	Rize	0,7489	44	Sivas	0,7152	71	Batman	0,6574
18	Tunceli	0,7487	45	Nevşehir	0,7146	72	Mardin	0,6517
19	Isparta	0,7431	46	Malatya	0,7127	73	Diyarbakır	0,6466
20	Karabük	0,7416	47	Çankırı	0,7098	74	Siirt	0,6436
21	Kırıkkale	0,7410	48	Elâzığ	0,7091	75	Hakkâri	0,6366
22	Denizli	0,7410	49	Bartın	0,7089	76	Bitlis	0,6356
23	Erzincan	0,7382	50	Sinop	0,7081	77	Şırnak	0,6258
24	Sakarya	0,7375	51	Osmaniye	0,7073	78	Muş	0,6175
25	Edirne	0,7366	52	Afyonkarahisar	0,7058	79	Şanlıurfa	0,6142
26	Karaman	0,7363	53	Çorum	0,7048	80	Van	0,6096
27	Balıkesir	0,7347	54	Bayburt	0,7041	81	Ağrı	0,5948

Tablo 2 incelendiğinde İGE değeri en yüksek olan ilk 5 il Ankara, Kocaeli, İstanbul, İzmir ve Eskişehir olurken son 5 il Ağrı, Van, Şanlıurfa, Muş ve Şırnak'tır. 57 ilin İGE değeri $0,70 \leq İGE < 0,80$ aralığında çıkmıştır. UNDP'ye (2020) göre ilgili aralık "yüksek insani gelişimi" göstermektedir. 24 ilin İGE değeri ise $0,55 \leq İGE < 0,70$ aralığında çıkmış olup bu iller UNDP'ye göre "orta düzeyde insani gelişmişlik" göstermektedir. İGE hesaplamasına göre "düşük insani gelişme" (0-0,550) ve "çok yüksek insani gelişme" (0,800-1) gösteren il bulunmamaktadır.

Orijinal İGE hesaplamasına göre yüksek insani gelişmişlik gösteren iller koyu renkte, orta düzeyde insani gelişmişlik gösteren iller açık renkte düzenlenerek Türkiye haritası üzerinde Şekil 1'de gösterilmektedir.



Şekil 1. Orijinal İGE sonuçlarının Türkiye haritası gösterimi

Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde orta düzey insani gelişmişlik yoğunluktadır. Bu iller ile yüksek insani gelişmişlik gösteren iller arasında karşılaştırma yapıldığında, sağlık endeksinden ziyade gelir ve eğitim endeksleri nedeniyle farklılıkların meydana geldiği görülmektedir. Özellikle okullaşma yılı ve GSMH değerlerindeki düşüklük bu illeri insani gelişmişlik noktasında son sıralara taşımaktadır. Yorumlamalara kolaylık sağlaması açısından İGE'ye göre yapılan sıralamada ilk 5 il ve son 5 ile ait alt göstergeler ile hesaplanan endeksler Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3. Orijinal İGE alt göstergeleri ve endeksleri

İGE Sırası	İller	Ortalama Okullaşma Yılı	Beklenen Okullaşma Yılı	GSMH (\$)	Beklenen Yaşam Süresi	Eğitim Endeksi	Gelir Endeksi	Sağlık Endeksi
1	Ankara	9,38	15,77	12764	79,4	0,7419	0,7325	0,9138
2	Kocaeli	8,11	15,64	16791	78,1	0,6863	0,7739	0,8938
3	İstanbul	8,32	15,24	16264	78,7	0,6801	0,7691	0,9030
4	İzmir	8,57	15,36	11505	78,6	0,6996	0,7168	0,9015
5	Eskişehir	8,67	16,26	10161	78	0,7253	0,698	0,8923
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
77	Şırnak	4,31	13,53	4781	77,6	0,4736	0,5841	0,8861
78	Muş	4,85	12,13	4138	77,5	0,4735	0,5623	0,8846
79	Şanlıurfa	5,09	12,8	3431	77,7	0,4888	0,534	0,8876
80	Van	5,07	12,7	3404	77	0,4849	0,5328	0,8769
81	Ağrı	4,53	12,23	3204	76,8	0,4598	0,5237	0,8738

Okullarda kayıtlı olan öğrencilerin, yaş gruplarındaki nüfusa oranı ortalama okullaşma yılını vermektedir. İl bazlı değerlendirme yapıldığı için kayıtlı öğrenci sayısı ve ilgili yaş grubu nüfusu, araştırılan ili kapsamaktadır. 81 il için değerlendirildiğinde en düşük ortalama okullaşma yılı 4,31 ile Şırnak, en yüksek ortalama okullaşma yılı 9,38 ile Ankara'dadır. Bu bağlamda değerlendirildiğinde İGE sıralamasındaki ilk 5 il için ortalama okullaşma yılı; 9,38 ile Ankara, 8,11 ile Kocaeli, 8,32 ile İstanbul, 8,57 ile İzmir ve 8,67 ile Eskişehir iken son 5 il için ortalama okullaşma yılı; 4,31 ile Şırnak, 4,85 ile Muş, 5,09 ile Şanlıurfa, 5,07 ile Van ve 4,53 ile Ağrı şeklindedir. Ülke sıralamalarında ortalama okullaşma yılı en yüksek değeri 15'tir. Çalışma sonuçlarında görüldüğü üzere, İGE'nin son sıralarında yer alan iller Türkiye'nin İGE değerini düşürmektedir. İlk 5 ilin ilgili yaş grubunun lise eğitiminde olduğu görülmekteyken; Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri'nde bu grubun ilköğretimde olduğu görülmektedir. Son 5 il oranının düşüklüğü ek olarak ilgili yaş grubunda okul kaydı yapılmadığı için kişilerin temel haklarından olan eğitime erişememiş bireylerin olduğu sonucunu vermektedir.

Beklenen okullaşma yılı; eğitim sürecinde olan nüfusun, eğitim hayatı sonuna kadar kaç yıl eğitim içerisinde olacağını beklenildiğidir. 16,88 ile Rize, en yüksek beklenen okullaşma yılına sahipken; en düşük beklenen okullaşma yılı 12,13 ile Muş'tadır. Ülke sıralamalarında beklenen okullaşma yılı en yüksek değeri 18'dir. İllerin beklenen okullaşma yılı değerleri dikkate alındığında, bu değerler arasında yüksek farklılıklar gözlenmemiştir. Sonuç olarak eğitim endeksinin düşük değerli olmasının sebebinin ortalama okullaşma yılı değerlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. *GSMH*; ülke vatandaşlarının bir yıl içerisinde ürettikleri mal ve hizmetlerin belirli bir para birimi karşılığındaki değeridir. Gelir endeksi belirleyicisi olan kişi başı GSMH'da en yüksek değer 16791\$ ile İstanbul, 3204\$ ile Ağrı'dır. Türkiye haritasında doğudan batıya doğru gidildikçe GSMH değeri yükselmektedir. *Sağlık endeksi*, doğuda beklenen yaşam süresi ile ölçülen İGE'de, en yüksek değer 80,7 ile Tunceli, en düşük değer 76,1 ile Kilis'tir. Uzun ve sağlıklı yaşam göstergesi olan bu endeks değerlerinde iller arasında yüksek farklılık gözlenmemektedir.

Sonuç olarak endeks bazında gerçekleşen tüm farklılıklar İGE'ye yansımakta, ayrıca yaşam kalitesi ve refah düzeyleri baz alındığında, ülkenin doğu-batı karşılaştırmasında yüksek farklılıklar olduğu görülmektedir.

4.2. VIKOR Yöntemi Bulguları

Çalışmanın bu bölümünde illerin insani gelişme düzeylerinin ölçülmesinde İGE'ye bir alternatif olarak VIKOR yöntemi uygulaması ele alınmaktadır. Tıpkı orijinal İGE'de olduğu gibi sağlık endeksi göstergesi olarak doğuda beklenen yaşam süresi, eğitim endeksi göstergesi olarak ortalama ve beklenen okullaşma yılları, gelir endeksi olarak kişi başı GSMH göstergesi kullanılmaktadır. Tüm göstergeler fayda özelliği göstermektedir. İGE hesaplamasında endekslerin ağırlıkları eşit kabul edilerek işlemler gerçekleştirildiği için VIKOR Yönteminde ilgili göstergelere ait ağırlıklar toplamları 1 olacak şekilde eşit olarak düşünülmüştür. Eğitim endeksi 2 alt göstergeye sahip olduğu için belirlenen ağırlık 2 eşit parçaya bölünmüştür. Örnek teşkil etmesi bakımından Ankara ve Tunceli illeri için oluşturulan karar matrisi Tablo 4'te, ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi ve hesaplanan S_i , R_i ve Q_i değerleri Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 4. Karar matrisi örneği

İller	Ortalama Okullaşma Yılı ($w=0,165$)	Beklenen Okullaşma Yılı ($w=0,165$)	InGSMH ($w=0,33$)	Beklenen Yaşam süresi ($w=0,33$)
Ankara	9,38	15,77	9,4544	79,4
Tunceli	7,67	15,48	9,0075	80,7
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
f_j^*	9,38	16,88	9,7286	80,7
f_j^-	4,31	12,13	8,0722	76,1

Tablo 5. Ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi ve S_i , R_i , Q_i değerleri örneği

İller	Ortalama Okullaşma Yılı	Beklenen Okullaşma Yılı	InGSMH	Beklenen Yaşam Süresi	S_i	R_i	Q_i
Ankara	0	0,0388	0,0546	0,0932	0,1867	0,0933	0
Tunceli	0,0487	0,0454	0,1437	0	0,2378	0,1437	0,1407
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
					$S^*=0,1867$	$R^*=0,0933$	
					$S^-=0,9321$	$R^-=0,3300$	

81 il için İGE endeksinde yer alan alt göstergeler kullanılarak VIKOR yöntemi ile hesaplamalar yapılmış ve Tablo 6'da S_i , R_i ve Q_i değerlerine göre sıralamalar gösterilmiştir.

VIKOR yöntemindeki sıralamalar, yöntem gereği küçükten büyüğe doğru gerçekleştirilmiştir. Çalışmadaki tüm alt göstergeler fayda yönlü olarak yer almaktadır. Q_i değerleri belirlemede kullanılan ve grup faydasını belirleyen ağırlık parametresi $q=0,50$ alınarak uzlaşmacı tutum sergilendiği varsayımından hareketle Q_i sıralaması gerçekleştirilmiştir (Wei ve Lin, 2008:2). Q_i değerlerinin kabul edilebilir avantaj ve kabul edilebilir istikrar koşullarını sağladığı görülmüştür. Her iki koşulun sağlanması nedeniyle Ankara insani gelişme açısından uzlaşık çözüm olarak en iyi performans gösteren il olmuştur. Ankara ilinin endeks değerlerinde yüksek oranlara sahip olması bu ili ilk sıraya taşımaktadır.

S_i sıralamasına göre en iyi insani gelişme düzeyine sahip ilk beş il Ankara, Tunceli, Muğla, İstanbul ve Trabzon'dur. Literatürdeki diğer çalışmaların ve orijinal İGE hesaplamasının aksine Tunceli VIKOR yöntemi ile yapılan bu çalışmada ikinci sırada yer almaktadır. Tunceli'nin 2. sırada yer almasında iller arasında en yüksek doğuştan beklenen yaşam süresine sahip olmasının etkisi de mevcuttur. S_i sıralamasına göre gelişme düzeyi en kötü durumda olan beş il ise Ağrı, Van, Şanlıurfa, Muş ve Hakkari'dir. R_i sıralamasına göre ise insani gelişme düzeyi en yüksek iller Ankara, Antalya, Bolu, Muğla ve Artvin olurken en kötü durumda olan illerin Kilis, Ağrı, Van, Şanlıurfa ve Bitlis olduğu görülmektedir. S_i ve R_i değerleri, Q_i değeri belirlemedeki yardımcı sıralamalardır. Q_i sıralamasına göre en iyi gelişmişlik düzeyine sahip olan illerin Ankara, Antalya, Bolu, Tunceli ve Muğla olduğu görülürken Muş, Kilis, Şanlıurfa, Van ve Ağrı iller son sıralamada yer almıştır. Bu sıralamadaki sonuçların İGE sıralamasındaki sonuçlara benzer olduğu görülmektedir. VIKOR yöntemine göre illerin sıralaması (Q_i değerine göre) renklendirilerek Türkiye haritası üzerinde Şekil 2'de sunulmuştur.

Tablo 6. İGE'de kullanılan göstergelere göre VIKOR yöntemi ile illerin sıralaması

Sıra	İller	S_i	İller	R_i	İller	Q_i	Sıra	İller	S_i	İller	R_i	İller	Q_i
1	Ankara	0,1867	Ankara	0,0933	Ankara	0,0000	42	Zonguldak	0,4870	Kahramanmaraş	0,2136	Çankırı	0,4545
2	Tunceli	0,2378	Antalya	0,1020	Muğla	0,0795	43	Düzce	0,4898	Bursa	0,2152	Ordu	0,4557
3	Muğla	0,2382	Bolu	0,1076	Bolu	0,0938	44	Çorum	0,4952	Kırklareli	0,2152	Bartın	0,4569
4	İstanbul	0,2496	Muğla	0,1146	Antalya	0,0971	45	Gümüşhane	0,4972	Gümüşhane	0,2162	Hatay	0,4612
5	Trabzon	0,2678	Artvin	0,1386	Tunceli	0,1407	46	Adıyaman	0,4987	İğdır	0,2197	Malatya	0,4620
6	Kocaeli	0,2714	İstanbul	0,1435	İstanbul	0,1482	47	Sinop	0,5012	Ordu	0,2220	Nevşehir	0,4638
7	Bolu	0,2813	Karaman	0,1435	Artvin	0,1676	48	Sivas	0,5016	Niğde	0,2224	Sakarya	0,4673
8	Artvin	0,2940	Tunceli	0,1437	Trabzon	0,1884	49	Manisa	0,5029	Tekirdağ	0,2224	Gümüşhane	0,4679
9	Antalya	0,3039	Erzincan	0,1439	Rize	0,1966	50	Kahramanmaraş	0,5113	Sinop	0,2226	Kahramanmaraş	0,4719
10	İzmir	0,3043	Rize	0,1439	İzmir	0,2001	51	Bartın	0,5149	Malatya	0,2270	Balıkesir	0,4798
11	Yalova	0,3107	İzmir	0,1507	Yalova	0,2044	52	Nevşehir	0,5168	Adana	0,2296	Sinop	0,4841
12	Rize	0,3205	Yalova	0,1507	Erzincan	0,2181	53	Kastamonu	0,5264	Balıkesir	0,2296	Düzce	0,4912
13	Eskişehir	0,3395	Trabzon	0,1567	Karaman	0,2384	54	Çankırı	0,5307	Sakarya	0,2296	Edirne	0,4927
14	Erzincan	0,3526	Burdur	0,1579	Kocaeli	0,2537	55	Osmaniye	0,5341	Yozgat	0,2296	Adana	0,5224
15	Bilecik	0,3730	Isparta	0,1633	Burdur	0,2627	56	Hatay	0,5355	Düzce	0,2296	Niğde	0,5265
16	Isparta	0,3743	Karabük	0,1650	Isparta	0,2736	57	Adana	0,5364	Giresun	0,2300	İğdır	0,5293
17	Burdur	0,3746	Konya	0,1722	Karabük	0,2884	58	Kütahya	0,5412	Edirne	0,2367	Kastamonu	0,5309
18	Karaman	0,3840	Aydın	0,1784	Eskişehir	0,3146	59	Aksaray	0,5454	Kastamonu	0,2367	Adıyaman	0,5417
19	Çanakkale	0,3877	Denizli	0,1793	Denizli	0,3279	60	Niğde	0,5650	Erzurum	0,2439	Manisa	0,5605
20	Karabük	0,3908	Mersin	0,1793	Amasya	0,3334	61	Mardin	0,5705	Tokat	0,2450	Mardin	0,5790
21	Bursa	0,3933	Amasya	0,1817	Çanakkale	0,3470	62	İğdır	0,5779	Mardin	0,2455	Yozgat	0,5862
22	Tekirdağ	0,3948	Aksaray	0,1838	Aydın	0,3485	63	Afyonkarahisar	0,5852	Kars	0,2479	Tokat	0,6052
23	Giresun	0,3948	Kocaeli	0,1865	Mersin	0,3542	64	Batman	0,5963	Şırnak	0,2503	Afyonkarahisar	0,6158
24	Kırklareli	0,3952	Uşak	0,1865	Konya	0,3574	65	Bingöl	0,6105	Adıyaman	0,2507	Bingöl	0,6178
25	Denizli	0,4045	Samsun	0,1872	Bilecik	0,3674	66	Tokat	0,6113	Bingöl	0,2512	Erzurum	0,6297
26	Amasya	0,4053	Kırşehir	0,1888	Uşak	0,3728	67	Yozgat	0,6314	Afyonkarahisar	0,2583	Kütahya	0,6317
27	Kırıkkale	0,4373	Çanakkale	0,1937	Kırşehir	0,3753	68	Gaziantep	0,6380	Hakkâri	0,2583	Batman	0,6438
28	Aydın	0,4381	Eskişehir	0,1937	Bursa	0,3962	69	Ardahan	0,6475	Manisa	0,2583	Kars	0,6777
29	Mersin	0,4438	Sivas	0,1937	Kırklareli	0,3974	70	Erzurum	0,6511	Batman	0,2680	Gaziantep	0,6815
30	Kırşehir	0,4453	Osmaniye	0,1974	Samsun	0,3978	71	Diyarbakır	0,6560	Diyarbakır	0,2709	Ardahan	0,6879
31	Uşak	0,4488	Çankırı	0,1992	Kırıkkale	0,4105	72	Siirt	0,6873	Gaziantep	0,2726	Diyarbakır	0,6900
32	Sakarya	0,4541	Hatay	0,2009	Tekirdağ	0,4123	73	Kars	0,7100	Ardahan	0,2726	Şırnak	0,7168
33	Malatya	0,4545	Kayseri	0,2009	Kayseri	0,4132	74	Kilis	0,7178	Siirt	0,2754	Siirt	0,7205
34	Ordu	0,4609	Çorum	0,2009	Sivas	0,4233	75	Bitlis	0,7232	Muş	0,2790	Hakkâri	0,7533
35	Kayseri	0,4639	Bartın	0,2054	Giresun	0,4283	76	Şırnak	0,7611	Kütahya	0,2798	Bitlis	0,7917
36	Edirne	0,4695	Elâzığ	0,2075	Aksaray	0,4318	77	Hakkâri	0,7902	Bitlis	0,2978	Muş	0,8194
37	Konya	0,4711	Bilecik	0,2080	Çorum	0,4342	78	Muş	0,8234	Şanlıurfa	0,3164	Kilis	0,8562
38	Balıkesir	0,4729	Nevşehir	0,2080	Bayburt	0,4386	79	Şanlıurfa	0,8256	Van	0,3179	Şanlıurfa	0,8997
39	Bayburt	0,4741	Zonguldak	0,2080	Elâzığ	0,4395	80	Van	0,8822	Ağrı	0,3300	Van	0,9410
40	Elâzığ	0,4821	Kırıkkale	0,2080	Zonguldak	0,4438	81	Ağrı	0,9322	Kilis	0,3300	Ağrı	1,0000
41	Samsun	0,4841	Bayburt	0,2097	Osmaniye	0,4529							



Şekil 2. VIKOR yöntemi sonuçlarının Türkiye haritası üzerinde gösterimi

4.3. Genişletilmiş Göstergeler ile VIKOR Yöntemi Bulguları

İnsani gelişim açısından illerin sıralamasının yapıldığı son adımda genişletilmiş göstergelerden faydalanılmıştır. Bu sıralamada; sağlık boyutunda doğuştan beklenen yaşam süresi, bebek ölüm hızı, 5 yaş altı ölüm hızı, hekim sayısı, yatak sayısı ve hastane sayısı göstergeleri kullanılmıştır. Eğitim boyutu için ortalama ve beklenen okullaşma oranı, okuma-yazma oranı, öğretmen başına düşen öğrenci sayısı ve derslik başına düşen öğrenci sayısı göstergeleri; gelir boyutu için ise kişi başına GSMH, kişi başına ithalat ve kişi başına ihracat göstergeleri dikkate alınmıştır. Sağlık, gelir ve eğitim endekslerinin ağırlıkları İGE’de eşit kabul edildiği için genişletilmiş göstergelerle gerçekleştirilen VIKOR Yönteminde de toplamları 1 olacak şekilde her endeks boyutu eşit bir şekilde ağırlıklandırılmış, alt göstergelerin ağırlıklarında farklılıklar oluşmuştur. Sağlık boyutu 6 alt göstergeden oluşmakta olup her alt göstergenin ağırlığı 0,055 olarak alınmıştır. Eğitim boyutu 5 alt göstergeden oluşmakta ve alt göstergelerin ağırlığı 0,066’dır. Gelir boyutunda yer alan 3 gösterge için ise ağırlıklar 0,11 olarak ele alınmıştır. Hesaplamalarda bebek ölüm hızı, 5 yaş altı ölüm hızı, öğretmen başına düşen öğrenci sayısı ve derslik başına düşen öğrenci sayısı kriterlerinin küçük olması istendiği için bu alt göstergeler maliyet yönlü diğer alt göstergeler ise fayda yönlü olarak dikkate alınmıştır. Grup faydasını belirleyen ağırlık parametresi $q=0,05$ olarak tercih edilmiştir. Tablo 7’de genişletilmiş göstergelere göre VIKOR yöntemi kullanılarak elde edilen illerin sıralaması görülmektedir.

Q_i değerlerine göre kabul edilebilir avantaj ve kabul edilebilir istikrar koşulu sağlanmaktadır. Bu durumda Q_i sıralamasına göre Kocaeli ili diğer illere göre insani gelişmişlik düzeyi açısından en iyi ildir. Türkiye’nin toplam ithalatına bakıldığında Kocaeli ilinin dış ticaret hacminin önemli bir yeri olduğu görülür. Bunun nedeni Kocaeli ilinde imalat sanayinin ağırlıklı olması ve girdilerinin büyük bir kısmının yurt dışından karşılanıyor olmasıdır. Ayrıca Kocaeli 2018 yılındaki TÜİK verilerine göre GSMH açısından birinci sırada yer almaktadır.

S_i sıralamasına göre en iyi insani gelişme düzeyine sahip ilk beş il İstanbul, Kocaeli, Ankara, İzmir, Sakarya’dır. S_i sıralamasına göre gelişme düzeyi en kötü durumda olan beş il ise Van, Şırnak, Hakkâri, Ağrı ve Şanlıurfa’dır. R_i sıralamasına göre ise insani gelişme düzeyi en yüksek iller Kocaeli, İstanbul, Sakarya, Bursa ve İzmir olurken en kötü durumda olan illerin Bayburt, Tunceli, Kars, Ağrı ve Diyarbakır olduğu görülmektedir. Q_i sıralamasına göre en iyi gelişmişlik düzeyine sahip olan illerin Kocaeli, İstanbul, Sakarya, Bursa ve İzmir olduğu görülürken en kötü durumda olan illerin Muş, Hakkâri, Şırnak, Ağrı ve Şanlıurfa olduğu görülmektedir.

VIKOR yöntemine göre illerin sıralaması (Q_i değerine göre) renklendirilerek Türkiye haritası üzerinde Şekil 3’te sunulmuştur.

Tablo 7. Genişletilmiş göstergelere göre VIKOR yöntemi ile illerin sıralaması

Sıra	İller	S_i	İller	R_i	İller	Q_i	Sıra	İller	S_i	İller	R_i	İller	Q_i
1	İstanbul	0,2652	Kocaeli	0,0491	Kocaeli	0,0715	42	Sivas	0,6285	Nevşehir	0,1079	Kütahya	0,7471
2	Kocaeli	0,3605	İstanbul	0,0637	İstanbul	0,1199	43	Çorum	0,6372	Çanakkale	0,1079	Kırıkkale	0,7474
3	Ankara	0,3984	Sakarya	0,0675	Sakarya	0,3050	44	Nevşehir	0,6491	Amasya	0,1081	Düzce	0,7490
4	İzmir	0,4199	Bursa	0,0707	Bursa	0,3453	45	Gümüşhane	0,6533	Burdur	0,1082	Çankırı	0,7552
5	Sakarya	0,4705	İzmir	0,0776	İzmir	0,3497	46	Tokat	0,6533	Artvin	0,1082	Giresun	0,7567
6	Bursa	0,4893	Gaziantep	0,0782	Ankara	0,3806	47	Hatay	0,6545	Hakkâri	0,1082	Kastamonu	0,7574
7	Denizli	0,5059	Karabük	0,0822	Denizli	0,4773	48	Yozgat	0,6569	Malatya	0,1083	Sivas	0,7643
8	Muğla	0,5060	Hatay	0,0827	Karabük	0,4895	49	Adana	0,6570	Afyonkarahisar	0,1086	Kahramanmaraş	0,7696
9	Eskişehir	0,5084	Ankara	0,0833	Yalova	0,5337	50	Sinop	0,6571	Trabzon	0,1086	Nevşehir	0,7708
10	Tunceli	0,5111	Manisa	0,0845	Manisa	0,5407	51	Elâzığ	0,6630	İğdır	0,1086	Osmaniye	0,7844
11	Antalya	0,5257	Denizli	0,0852	Tekirdağ	0,5596	52	Malatya	0,6671	Isparta	0,1086	Malatya	0,7879
12	Trabzon	0,5265	Yalova	0,0877	Hatay	0,5683	53	Afyonkarahisar	0,6675	Batman	0,1086	Gümüşhane	0,7883
13	Çanakkale	0,5269	Tekirdağ	0,0881	Eskişehir	0,5715	54	Ordu	0,6744	Niğde	0,1087	Tokat	0,7884
14	Edirne	0,5383	Kırşehir	0,0925	Kırşehir	0,5937	55	Kastamonu	0,6747	Şırnak	0,1088	Sinop	0,7893
15	Bolu	0,5509	Mersin	0,0933	Mersin	0,5969	56	Bayburt	0,6859	Siirt	0,1089	Afyonkarahisar	0,7902
16	Yalova	0,5537	Zonguldak	0,0952	Gaziantep	0,6077	57	Ardahan	0,6877	Sivas	0,1090	Yozgat	0,7908
17	Karabük	0,5554	Eskişehir	0,0965	Zonguldak	0,6334	58	Niğde	0,6946	Adıyaman	0,1090	Elâzığ	0,7946
18	Rize	0,5586	Kahramanmaraş	0,0970	Antalya	0,6511	59	Çankırı	0,7011	Şanlıurfa	0,1090	Ordu	0,8023
19	Kırklareli	0,5631	Kayseri	0,0972	Muğla	0,6530	60	Bartın	0,7060	Bartın	0,1091	Niğde	0,8115
20	Isparta	0,5672	Çorum	0,0973	Bolu	0,6541	61	Aksaray	0,7081	Van	0,1094	Aksaray	0,8132
21	Erzincan	0,5727	Adana	0,0977	Kayseri	0,6650	62	Erzurum	0,7228	Giresun	0,1094	Bayburt	0,8157
22	Artvin	0,5739	Osmaniye	0,1004	Çorum	0,6750	63	Osmaniye	0,7489	Rize	0,1094	Ardahan	0,8170
23	Mersin	0,5773	Çankırı	0,1012	Kırklareli	0,6786	64	Adıyaman	0,7509	Ordu	0,1094	Bartın	0,8241
24	Kırşehir	0,5812	Samsun	0,1018	Çanakkale	0,6794	65	Gaziantep	0,7566	Sinop	0,1094	Erzurum	0,8407
25	Aydın	0,5824	Uşak	0,1025	Trabzon	0,6844	66	Bingöl	0,7571	Kırıkkale	0,1095	Adıyaman	0,8565
26	Tekirdağ	0,5846	Bolu	0,1026	Tunceli	0,6846	67	İğdır	0,7605	Elâzığ	0,1095	Kilis	0,8582
27	Burdur	0,5935	Bilecik	0,1029	Edirne	0,6875	68	Kahramanmaraş	0,7666	Yozgat	0,1096	İğdır	0,8602
28	Karaman	0,5938	Kastamonu	0,1039	Samsun	0,6889	69	Kars	0,7841	Gümüşhane	0,1096	Bingöl	0,8691
29	Manisa	0,5981	Kilis	0,1040	Bilecik	0,6923	70	Bitlis	0,7927	Tokat	0,1096	Batman	0,8856
30	Bilecik	0,5984	Kırklareli	0,1045	Adana	0,6933	71	Batman	0,7938	Erzurum	0,1096	Kars	0,8897
31	Amasya	0,5999	Antalya	0,1046	Karaman	0,7082	72	Diyarbakır	0,7969	Erzincan	0,1097	Bitlis	0,8952
32	Kırıkkale	0,6006	Konya	0,1050	Uşak	0,7112	73	Kilis	0,8082	Bitlis	0,1099	Diyarbakır	0,8993
33	Balıkesir	0,6015	Karaman	0,1053	Aydın	0,7139	74	Mardin	0,8514	Bingöl	0,1100	Mardin	0,9203
34	Zonguldak	0,6044	Balıkesir	0,1057	Rize	0,7153	75	Siirt	0,8561	Ardahan	0,1100	Siirt	0,9347
35	Samsun	0,6065	Muğla	0,1066	Isparta	0,7153	76	Muş	0,8773	Muş	0,1100	Van	0,9578
36	Giresun	0,6138	Aydın	0,1070	Artvin	0,7173	77	Van	0,8818	Bayburt	0,1100	Muş	0,9594
37	Konya	0,6198	Düzce	0,1072	Balıkesir	0,7173	78	Şırnak	0,9001	Tunceli	0,1100	Hakkâri	0,9627
38	Kütahya	0,6204	Mardin	0,1076	Konya	0,7255	79	Hakkâri	0,9005	Kars	0,1100	Şırnak	0,9672
39	Kayseri	0,6245	Kütahya	0,1076	Erzincan	0,7288	80	Ağrı	0,9007	Ağrı	0,1100	Ağrı	0,9772
40	Düzce	0,6274	Aksaray	0,1076	Burdur	0,7319	81	Şanlıurfa	0,9310	Diyarbakır	0,1100	Şanlıurfa	0,9921
41	Uşak	0,6285	Edirne	0,1079	Amasya	0,7358							



Şekil 3. Genişletilmiş göstergeler ile VIKOR yöntemi sonuçlarının Türkiye haritası üzerinde gösterimi

Şekilden görüleceği üzere genişletilmiş göstergeler kullanılarak yapılan VIKOR yöntemi sıralamasının orijinal İGE boyutları kullanılarak yapılan VIKOR yöntemi sıralamasına göre illeri daha homojen gruplara böldüğü söylenebilir. Bu sıralamada özellikle Kocaeli, İstanbul ve Sakarya illerinin diğer gruplardan ayrıldığı tespit edilmiştir.

5. SONUÇ

İnsani Gelişme Endeksi, politikacılara, kişilere ve yöneticilere toplumların gelişmişlik düzeyi hakkında daha iyi bir bakış açısı sağlamak için önemli bilgiler sunmaktadır. İGE ile toplumların gelişmişlik düzeyinin sadece ekonomik göstergelerle değil, aynı zamanda sağlıklı yaşam ve tüm insanlar için bilgi ve eğitime erişim gibi insan yaşamının diğer önemli yönlerinde de dayalı olarak ölçülmesi önerilmektedir.

Bu çalışmada illerin sağlık, eğitim ve gelir göstergelerine göre değerlendirilmesi amaçlanmıştır. İlk olarak İGE’de yer alan bu üç endeks ve toplamda dört alt gösterge ile iller sıralanmıştır. Bu sıralamada iller UNDP tanımlamalarına göre yüksek ve orta düzey gelişme olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Türkiye’de çok yüksek insani gelişme ve çok düşük insani gelişme değerine sahip illerin bulunmadığı tespit edilmiştir. Orta düzey gelişmişlik grubunda yer alan illerin büyük çoğunluğunun Türkiye’nin doğusunda yer alan iller olduğu görülmektedir. Ülkelerin kalkınma düzeylerinde bölgesel farklılıkların varlığı yıllardır süre gelen bir sorundur. Türkiye’deki pek çok çalışmada iller için de bölgesel farklılıkların olduğu görülmektedir. Bu çalışmalarda özellikle ülkemizin Doğu bölgelerinde yer alan illerin Batı’da yer alan illere göre daha düşük gelişmişlik seviyesine sahip olduğu tespit edilmiştir (Yayla Enfiyeci ve Çavlin, 2019; Temurlenk ve Abar, 2019; Çağlar ve Ketan, 2018; Sarı ve Meydan, 2018; Gülel ve diğerleri, 2017; Özpınar ve Koyuncu, 2016; Baday Yıldız ve diğerleri, 2012; Ünal, 2008). Orta düzey grupta yer alan iller için sağlık, eğitim ve gelir boyutlarında yapılabilecek iyileştirmelerle gelişmişliğin artırılacağı düşünülmektedir. Verilere bakıldığında sağlık ve beklenen okullaşma yılından ziyade ortalama okullaşma yılı ve gelir seviyesinin doğudaki illerin İGE sonuçlarında düşüşe daha fazla sebebiyet verdiği düşünülmektedir. Bu nedenle bu bölgelerde yaşayan kişilerin okula gitme ve devam edebilmesi koşullarının sağlanması gerekmektedir. Ayrıca gelir getirici ve istihdam sağlayıcı yatırımların yapılması yönünde politikaların gözden geçirilmesi önerilmektedir. Orijinal İGE boyutlarının kullanıldığı ilk iki sıralamada Ankara ili insani gelişmişlik düzeyi en yüksek il olarak bulunmuştur. Sosyoekonomik yapısının güçlü olması, eğitim ve sağlık alanında yeterli hizmetlere sahip olması ili diğerlerinden ayırarak ilk sıralamada yer almasını sağlamaktadır. Van ve Ağrı illeri ise insani gelişmişlik açısından en son sırada yer almıştır. Ünal (2008), Sarı ve Meydan (2018), Yiğiteli ve Şanlı (2020) çalışmalarında da Ankara ili ilk sırada yer alırken Van ve Ağrı illerinin insani gelişme düzeyleri en düşük son 4 il arasında yer aldığı görülmektedir. Bu illerin son sıralarda yer almasının nedeni özellikle okullaşma ve GSMH durumlarından kaynaklanmaktadır. Elbette ülkemizde karasal iklimin bu illerde çok sert şekilde yaşanıyor olmasının da bu illerin beşerî ve ekonomik faaliyetleri üzerinde etkisi bulunmaktadır.

Son sıralamada İGE'nin kısıtlı göstergeler ile hesaplanması eleştirilerinden yola çıkılmıştır. Yaşam kalitesi ve refahı artıran, bununla birlikte verimliliği sağlayan Eğitim, Sağlık ve Gelir boyutları alt göstergelerle zenginleştirilerek toplam 14 alt gösterge ile illerin VIKOR yöntemi kullanılarak sıralaması gerçekleştirilmiştir. Bu sıralamada sağlık boyutu; doğuştan beklenen yaşam süresi, bebek ölüm hızı, 5 yaş altı ölüm hızı, hekim sayısı, yatak sayısı ve hastane sayısı göstergeleri ile zenginleştirilmiştir. Sağlık hizmetlerindeki artış ile bebek ölüm oranının düşmesi sağlanırken bunun yansıması nüfustaki artışla hasılaya etki yapar. Hastane, hasta yatak sayısı ve hekim sayısındaki artışlarla kişilerin tedavi süreleri daha kısa zamanda tamamlanabilir. Böylece kişilerin üretime katılmaları ile ekonomik büyümeye katkı sunulabilir. Sağlık alanında yapılacak yatırımlarla bireylerin zihinsel bedensel verimlilikleri artırılarak, bebek ölüm hızlarında azalma, ortalama yaşam süresini uzatmaya, daha iyi bir eğitim almaya ve bu yolla ekonomik büyümeye pozitif katkı sağlanır. Sağlıklı bireylerin daha verimli çalışmaları neticesinde toplam çıktı ve toplam gelirin artacağı söylenebilir. Eğitim boyutunda; ortalama ve beklenen okullaşma oranı, okuma-yazma oranı, öğretmen başına düşen öğrenci sayısı ve derslik başına düşen öğrenci sayısı göstergeleri dahil edilmiştir. Eğitim üretime katkı sağlayacak insan gücünün yetişmesine olanak tanır. Böylece bireysel ve toplumsal bazda gelir getirici etkisi ortaya çıkar. Toplumun eğitim düzeyi ile verimlilik arasında güçlü bir bağ vardır. Gelir boyutu için ise kişi başına GSMH, kişi başına ithalat ve kişi başına ihracat olmak üzere 3 alt göstergeden faydalanılmıştır. İhracat ile büyüme arasındaki pozitif ilişki oldukça normal iken, ithalat ile büyüme arasındaki pozitif ilişkinin nedeni Türkiye'nin daha fazla büyüme ve ihracat için ithalata bağımlı olmasıdır. Çalışmalarda ihracattaki artışın süreklilik kazanması durumunda ekonominin de büyüyeceği, ihracat ile üretimde meydana gelecek artışların üretim maliyetlerini azaltarak verimlilik artışına neden olacağı söylenmektedir. Çemrek'in (2012) illerin gelir ve refah düzeyi arasındaki ilişkiyi kanonik korelasyon analizi ile incelediği çalışmasında da ülkemizde ihracatın artırılması ile kişi başına düşen GSMH'nin artacağı ve kişilerin refah bir hayat sürmesinde etkili olacağı sonucuna ulaşılmıştır.

Genişletilmiş göstergeler kullanılarak VIKOR Yöntemi ile yapılan son sıralamada Kocaeli ili öne çıkmıştır. Ünal (2008) çalışmasında Kocaeli ilinin gelir endeksi sıralamasında da ilk sırada yer aldığı, Sarı ve Meydan (2018) çalışmasında Ankara'dan sonra ikinci sırada, Yiğitli ve Şanlı (2020) çalışmasında Ankara ve İstanbul'dan sonra üçüncü sırada yer aldığı görülmektedir. Özellikle Kocaeli ilinin dış ticaretten kaynaklanan ekonomik yapısı, bir sanayi kenti olması ve GSMH'nin yüksek olması ili diğer illere nazaran öne çıkarmıştır. Genişletilmiş göstergeler kullanılarak yapılan sıralamada Şırnak, Ağrı ve Şanlıurfa illerinin bu sıralamada son sıralarda yer aldığı görülmektedir. Sarı ve Meydan'ın (2018) ile Yiğitli ve Şanlı (2020) çalışmalarında da Ağrı, Van ve Şanlıurfa illerinin endeks değerine göre son üç sırada yer aldığı görülmektedir. Bu illerde eğitimsizlik, sağlık imkanlarında aksaklıklar ve hijyen koşullarındaki yetersizliklerin bebek ölümlerinin yüksekliğine yol açtığı ayrıca hekim sayısının bu illerde diğer illere göre daha az olduğu görülmektedir. Bu illerde nitelikli iş gücünün yetişmesi, istihdamın artırılması, işsizliğin azaltılması ile illerin sosyal ve ekonomik kalkınmasına katkı sağlanması yönünde politikalar geliştirilmesi gerekmektedir.

Bölgesel farklılıklara neden olan kriterlerin belirlenerek iller arasındaki eşitsizliğin giderilmesi, ülkenin tüm kesimlerinde bireylerin eşit olanaklara sahip olması ülke kalkınması ve verimliliğini artırıcı unsurlardır. Bu yönde politikalar geliştirilerek özellikle doğu bölgelerinde insani gelişme düzeyi düşük olan illere hizmet götürülmesinde öncelik sağlanmalıdır.

Bu çalışmanın sınırlılıklarından biri genişletilmiş göstergelerle yapılan değerlendirmede seçilen göstergelerdir. Farklı göstergeler ışığında benzer bir çalışmanın ele alınarak illerin sıralamasının yapılması mümkündür. Çalışmada VIKOR yönteminden faydalanılmıştır. Farklı ÇKKV yöntemleri kullanılarak illerin sıralanması, yöntemler arası farklılıkların ortaya çıkmasına olanak sağlayacaktır. Bu çalışmada kriterlerin ağırlıkları eşit kabul edilmiştir. Konuyla ilgili yapılacak olan çalışmalarda kriter ağırlıklarının farklı ağırlıklandırma yöntemleriyle tespiti ve sıralamalarda hibrit yöntemlerin kullanılması literatüre zenginlik katacaktır. Bundan sonraki süreçte tek bir yıl verisi üzerinden değil farklı yıllara ait verilerin kullanılmasıyla ülkemizde illerin insani gelişim düzeylerinin yıllar içerisindeki olumlu ya da olumsuz değişimlerinin değerlendirilmesi de mümkündür.

KAYNAKÇA

- 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.
- Baday Yıldız, E., Sivri, U. ve Berber, M. (2012). "Türkiye'de İllerin Sosyoekonomik Gelişmişlik Sıralaması", *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 39, 147-167.
- Basu, S. ve Basu, P. (2005). "Regional Disparity in Australia: Analysis of Gender Development Index", *International Review of Business Research Papers*, 1(2), 55-66.
- Çağlar, A. ve Keten, N.D. (2018). "İllerin İnsani Gelişme Endeksinin Veri Zarflama Analizi ile Ölçülmesi", *Ege Akademik Review*, 18, 565-578.
- Cardona, M., Kretschmer, T. ve Strobel, T. (2013). "ICT and Productivity: Conclusions from the Empirical Literature", *Information Economics and Policy*, 25(3), 109-125.
- Çarıkçı, O. ve Akbulut, F. (2019). "Kıyaslama (Benchmarking) Yöntemi Olarak Veri Zarflama Analizi (VZA) ile İllerin Sağlık Performansının Ölçülmesi", *Aksaray Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11(2), 1-8.
- Çemrek, F. (2012). "Türkiye'deki İllerin Gelir ve Refah Düzeyi Değişkenleri Arasındaki İlişkinin Kanonik Korelasyon Analizi ile İncelenmesi", *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 7(2), 197-215.
- Chakravarty, S.R. ve Majumder, A. (2005). "Measuring Human Poverty: A Generalized Index and an Application Using Basic Dimensions of Life and Some Anthropometric Indicators", *Journal of Human Development*, 6(3), 275-299.
- Dew-Becker, I. ve Gordon, R.J. (2005). "Where Did The Productivity Growth Go? Inflation Dynamics and The Distribution of Income", *Brookings Papers on Economic Activity*, 2, 67-150.
- Durkaya, M. ve Hüsnuoğlu, N. (2018). "İstihdamda Eğitimin Rolü", *Sosyal ve Beşerî Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 19(41), 51-70.
- Günel, F.S., Çağlar, A., Kangalli Uyar, S.G., Karadeniz, O. ve Yeşilyurt M.E. (2017). "Türkiye'de İllere Göre İnsani Gelişme Endeksi", *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 27, 208-216.
- Gürses, D. (2009). "İnsani Gelişme ve Türkiye", *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12(21), 339-350.
- Hickel, J. (2019). "The Sustainable Development Index: Measuring the Ecological Efficiency of Human Development in the Anthropocene", *Ecological Economics*, 167, 1-10.
- Kabadayı, B. (2013). "Human Development and Trade Openness: A Case Study on Developing Countries", *Advances in Management and Applied Economics*, 3(3), 193-199.
- Kalkınma Bakanlığı, (2014). "Bölgesel Gelişme Ulusal Stratejisi (2014-2023)", Kalkınma Bakanlığı Yayınları, Ankara.
- Kasahara, H. ve Lapham, B. (2012). "Productivity and the Decision to Import and Export: Theory and Evidence", <http://www.freit.org/WorkingPapers/Papers/FirmLevelTrade/FREIT009.pdf>, (Erişim Tarihi: 02.02.2021)
- Kılıç Depren, S. ve Bağdatlı Kalkan, S. (2018). "Determination of Countries' Position Using Better Life Index: The Entropy Based Multimoor Approach", *Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 20(2), 353-366.
- Kılıçarslan, M. ve Güçlü, A. (2019). "İstanbul'da Bulunan Sağlık Bakanlığı Hastanelerinin Verimlilik Analizi", *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 16, 552-558.
- Lee, H.S., Lin, K. ve Fang, H.H. (2006). "A Fuzzy Multiple Objective Dea for the Human Development Index", in International Conference on Knowledge-Based and Intelligent Information and Engineering Systems, Springer, Berlin, Heidelberg, 922-928.
- Luque, M., Pérez-Moreno, S. ve Rodriguez, B. (2016). "Measuring Human Development: A Multi-Criteria Approach", *Social Indicators Research*, 125(3), 713-733.
- Maya, R. ve Eren, T. (2018). "Türk Gıda Sektörünün Finansal Performans Analizinin Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Yapılması", *Verimlilik Dergisi*, 3, 31-60.
- Mbabazi, G. (2017). "The Impact of Trade on Human Development in Sub-Saharan Africa (SSA)", Master Thesis in Economics, Jönköping University International Business School, Sweden.
- Millî Eğitim Bakanlığı (MEB), (2020). "Resmi İstatistikler", (Erişim Tarihi: 02.05.2020).
- Noorbakhash, F. (2003). "Human Development and Regional Disparities in India", Department of Economics Working, 12, Glasgow University Press, Glasgow.
- Noorbaksh, F. (2005). "Spatial Inequality, Polarization and its Dimensions in Iran: New Empirical Evidence", *Oxford Development Studies*, 33(3-4), 473-491.
- Nourzad, F. ve Powell, J.J. (2003). "Openness, Growth and Development: Evidence from a Panel of Developing Countries", *Scientific Journal of Administrative Development*, 1, 72-94.

- Omrani, H., Alizadeh, A. ve Amini, M. (2020). "A New Approach Based on BWM and MULTIMOORA Methods for Calculating Semi-Human Development Index: An Application for Provinces of Iran", *Socio-Economic Planning Sciences*, 70, 100689.
- Opricovic, S. ve Tzeng, G-H. (2004). "Compromise Solution by MCDM Methods: A Comparative Analysis of VIKOR and TOPSIS", *European Journal of Operational Research*, 156, 445-455.
- Opricovic, S. ve Tzeng, G-H. (2007). "Extended VIKOR Method in Comparison with Outranking Methods", *European Journal of Operational Research*, 178, 514-529.
- Orakçı, E. ve Özdemir, A. (2017). "Determination Human Development Levels of Turkey and EU Countries with Compensatory Multi Criteria Decision Making Methods", *Journal of Economics and Administrative Sciences*, 19(1), 61-74.
- Özdemir, Y., Demir, A. ve Seyhanlıoğlu, H.Ö. (2019). "Türkiye'deki Ortaokulların Verimliliklerinin Veri Zarflama Yöntemi ile Analizi", *Uluslararası Yönetim Bilişim Sistemleri ve Bilgisayar Bilimleri Dergisi*, 3(1), 1-10.
- Özpınar, E. ve Koyuncu, E. (2016). "Türkiye'de İnsani Gelişmişlik İller Arasında Nasıl Farklılaşıyor? 81 İl İçin İnsani Gelişmişlik Endeksi", TEPAV, 1-7.
- Paksoy, S. (2015). "Ülke Göstergelerinin Vikor Yöntemi ile Değerlendirilmesi", *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 11(2), 153-169.
- Peluffo, A. (2012). "The Effects of Exports and Imported Intermediates on Productivity and the Demand for Skilled Labour: A Firm Level Analysis for Uruguay", 1-24, <http://www.freit.org/WorkingPapers/Papers/FirmLevelTrade/FREIT464.pdf>, (Erişim Tarihi: 02.02.2021).
- Prokopenko, J. (1992). "Verimlilik Yönetimi Uygulamalı El Kitabı" (Çev: O. Baykal, N. Atalay ve E. Fidan), MPM Yayınları, 476, Ankara.
- Safari, H. ve Ebrahimi, E. (2014). "Using Modified Similarity Multiple Criteria Decision Making Technique to Rank Countries in Terms of Human Development Index", *Journal of Industrial Engineering and Management (JIEM)*, 7(1), 254-275.
- Şanlısoy, S. (2019). "İnsani Gelişmişlik Endeksine Türk Cumhuriyetleri Örneğinde Eleştirel Bir Yaklaşım", *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 12(62), 1580-1591.
- Sarı, V.İ. ve Meydan, M.C. (2018). "İnsani Gelişme Endeksi ve Alt Endekslerinin Türkiye'deki İller için Ölçülmesi", *İdealkent*, 24(9), 387-429.
- Şenol, O., Kişi, M. ve Eroymak, S. (2019). "OECD Sağlık Sistemiyle Türk Sağlık Sisteminin Veri Zarflama Analiziyle Değerlendirilmesi", *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 35, 277-293.
- Streeten, P. (1981). "First Things First: Meeting Basic Human Needs in Developing Countries", Oxford University Press, Oxford.
- Temurlenk, M.S. ve Abar, H. (2019). "Türkiye'deki İllerin Sosyoekonomik Gelişmişlik Seviyeleri: 2008 - 2016 Dönemi", *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 33(4), 1115-1136.
- Tor, S.S. ve Esengün, K. (2011). "Örgütlerde İş Tatminini Etkileyen Demografik Faktörler ve Verimlilik: Karaman Gıda Sektöründe Bir Uygulama", *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 13(20), 53-63.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), (2020). "Bölgesel İstatistikler", (Erişim Tarihi: 25.04.2020)
- Ünal, Ç. (2008). "İnsani Gelişmişlik Endeksine Göre Türkiye'nin Bölgesel Farklılıkları", *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 6 (2), 89-113.
- United Nations Development Programme (UNDP), (1990). "Human Development Report 1990: Concept and Measurement of Human Development", New York.
- United Nations Development Programme (UNDP), (2019). "Human Development Report 2019", New York.
- United Nations Development Programme (UNDP), (2020). "Human Development Report 2020", New York.
- United Nations Development Programme (UNDP), (2020). "Technical Notes 2020".
- Vierstraete, V. (2010). "Efficiency in human Development: A Data Envelopment Analysis", *The European Journal of Comparative Economics*, 9(3), 425-443.
- Wei, J. ve Lin, X. (2008). "The Multiple Attribute Decision-Making VIKOR Method and Its Application", *Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, WICOM'08, 4th International Conference*, IEEE, 1-4.
- Yang, Y-P. O., Shieh, H-M. ve Leu, J-D. (2009). "A VIKOR-Based Multicriteria Decision Method for Improving Information Security Risk", *International Journal of Information Technology & Decision Making*, 8, 267-287.

- Yayla Enfiyeci, Z. ve Çavlin, A. (2019). "The Completeness of Infant Mortality Records on MERNIS: Do Differences in Human Development Index Levels Explain Provincial Differences?", *Turkish Journal of Public Health*, 17(3), 279-293.
- Yeşilyurt, Ö. ve Salamov, F. (2017). "Türk Devletleri Sağlık Sistemlerinde Etkinliğin ve Etkinliğe Etki Eden Faktörlerin Süper Etkinlik ve Tobit Modelleriyle Değerlendirilmesi", *Balkan ve Yakın Doğu Sosyal Bilimler Dergisi*, 3(2), 128-138.
- Yiğiteli, N. ve Şanlı, D. (2020). "Türkiye'de İllere Göre İnsani Gelişme Endekslerinin Hesaplanması: 2009-2018 Kapsamlı Bir Panel Veri Seti", *Journal of Economy Culture and Society*, 61, 1-40.
- Zanbak, M. ve Özeş Özgür, R. (2019). "İnsani Gelişme Endeksi Bağlamında Avrupa Birliği'ne Üye ve Aday Ülkelerin Karşılaştırmalı Analizi", *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları*, 17(2), 175-192.

G7 ÜLKELERİNİN LOJİSTİK ETKİNLİK VE VERİMLİLİK PERFORMANSLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Furkan Fahri ALTINTAŞ¹

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı, G7 ülkelerine göre Lojistik Performans Endeksi'ni belirleyen bileşenlerin önemlilik dereceleri (ağırlık katsayıları) ile ülkelerin lojistik etkinlik ve verimlilik performanslarını tespit etmektir.

Yöntem: Araştırmada en son ve güncel olan 2018 yılı için ülkelerin Lojistik Performans Endeksi bileşenlerine ait değerler üzerinden ülkelere göre bileşenlerin önemlilik dereceleri Entropi, ülkelerin lojistik etkinlik performanslarını Veri Zarflama Analizi (VZA) ve son olarak ülkelerin lojistik verimlilik performansı ise Entropi tabanlı EATWIOS (Efficiency Analysis Technique with Input and Output Satisfaction) yöntemi ile belirlenmiştir.

Bulgular: Bulgulara göre, ülkelere göre lojistik performansı belirleyen en önemli bileşenin uluslararası nakliyat olduğu gözlenmiştir. Yine bulgulara göre, Almanya hariç tüm ülkeler lojistik etkinlik performansını sağlayabilmişlerdir. Ülkelerin lojistik verimlilik performans değerleri ise Japonya, ABD, Almanya, Fransa, İtalya, Kanada ve Birleşik Krallık olarak sıralanmıştır. Ayrıca ülkelerin lojistik performans, lojistik etkinlik performansı ile lojistik verimlilik performans sıralamalarının farklı ve birbirleri ile olan ilişki değerlerinin anlamsız olduğu tespit edilmiştir.

Özgünlük: Literatür değerlendirildiğinde, ülkelerin lojistik etkinlik ve verimlilik performans değerlerini bir arada ölçen bir araştırmaya rastlanılmamasından dolayı araştırmanın literatüre katkı sağladığı değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Lojistik, Lojistik Performans, Lojistik Performans Endeksi, Etkinlik, Verimlilik.

JEL Kodları: C67, O18, R41.

EVALUATION OF LOGISTICS EFFECTIVENESS AND PRODUCTIVITY PERFORMANCE OF G7 COUNTRIES

ABSTRACT

Purpose: The aims of the research are to determine the importance degrees (coefficients weights) of the components that determine Logistics Performance Index and the logistics performance efficiency and productivity of the countries according to the G7 countries.

Methodology: The most recent and up-to-date Logistic Performance Index of the countries for 2018 was determined by Entropy, the logistics performance activities of the countries were determined by Data Envelopment Analysis and finally the logistics performance efficiency of the countries by the Entropy based EATWIOS (Efficiency Analysis Technique with Input and Output Satisfaction) method.

Findings: According to the findings, it has been observed that the most important component determining logistics performance by country is international shipments. Again, according to the findings, all countries except Germany were able to achieve logistics performance efficiency. The logistics efficiency performance values of the countries are listed as Japan, USA, Germany, France, Italy, Canada and the United Kingdom. In addition, it has been concluded that logistics performance, logistics performance efficiency and logistics performance productivity rankings of countries are different and their relationship values with each other are all insignificant.

Originality: When the literature is evaluated, it was evaluated that the study contributed to the literature since there was no research that measures the logistics performance efficiency and productivity values of the countries together.

Keywords: Logistics, Logistics Performance, Logistics Performance Index, Efficiency, Productivity.

JEL Codes: C67, O18, R41.

¹ Dr, Mersin İl Jandarma Komutanlığı, Mersin, Türkiye, furkanfahrialtintas@yahoo.com, ORCID: 0000-0002-0161-5862.

1. GİRİŞ

Lojistik kavramı, etimolojik olarak Fransızca kökenli bir kelime olup, "logistique" kelimesinden türetilmiştir. Lojistik kavramı ilk olarak barış ve sefer döneminde orduların ihtiyaçlarının karşılanması kapsamında ordulara ait bakım, malzeme ve tedarik anlamında kullanılmıştır. Bu kavram aynı şekilde 1970 yılına kadar orduların ihtiyaçlarının karşılanması sistemi çerçevesinde askeri bir terim olarak kullanılmaya devam edilmiştir. 1970 yılı sonrasında üretim ve hizmet üreten organizasyonların artması neticesinde lojistik kavramı bağımsız bir kavram olarak işletme fonksiyonlarından biri haline gelmiştir (Pfohl, 2018: 14; Bayraktutan ve diğerleri, 2012).

Lojistik kavramı genel anlamda işletmelerin müşteri isteklerini yerine getirmek ve buna bağlı olarak kâr etme durumunu en yüksek seviyeye ulaştırmak için doğru üretim ve hizmet sağlanmasında (etkinlik) ihtiyaç duyulan ham maddelerin, ham maddeyi tamamlayan diğer maddeler ile yapılacak ürünlerin ve hizmetlerin maliyet analizinin, depolama işlemlerinin etkin, etkili ve verimli olarak planlama, organize etme, yönetme, koordine sağlama ve denetleme faaliyetleri sürecidir (Şimşit ve diğerleri, 2014: 1). Dolayısıyla lojistik kavramı günümüz dünyasında hemen hemen dünyanın her yerinde olan üretim ve ticaret merkezlerinin birbirleri ile tedarik ilişkisi içinde olmasını sağlayan bir sistematikliği ifade etmektedir (Bochert, 2015; Mutlu ve Ölmez, 2017).

Küreselleşme ile organizasyonların faaliyetleri, rekabet faktörü de dikkate alınıp daha kapsamlı ve geniş bir şekilde yapılmasına neden olmuştur. Buna bağlı olarak lojistik kavramı da küresel şeklini almıştır. Küresel lojistik müşterilere olan uzaklıkları, müşteri çeşitliliğini ve beklentilerini, teknoloji çeşitliliğini (birim üretimine, kitle üretimine ve süreç üretime dayalı teknolojiler), ticaret ile risk ve fırsat değişkenlerinin artmalarını, ulaştırmayı, ticaret yapanlar arasındaki karşılıklı bilgi alışverişlerini, iletişim yollarını ve depolama işlemlerini kapsamaktadır. Bu kapsamda küresel lojistik, lojistiğin oluşmasını sağlayan faktörlerin daha fazla kapsamlı ve geniş anlamda uluslararası hukuk, yapılar ve kurumlar gözetilerek yapılan depolama ve ulaştırma sürecidir (Horenshteyn, 2009; Erkan, 2014; Akçetin, 2010).

Özellikle küreselleşme sonucunda rekabet şartlarını etkileyen değişkenlerin değişken hızı ivmesinin artması, ürün yaşam sürelerinin azalması, kâr marjının düşmesi, farklı ve çeşitli teknoloji ihtiyaçlarının çoğalması çerçevesinde tüketici memnuniyetinin optimal seviyeye getirmek için yapılan işlemler ve gereklilikler lojistik faaliyetlerini daha çok ön plana çıkarmıştır (Erdoğan, 2019).

Lojistik faaliyetleri mikro açıdan değerlendirildiğinde, etkin ve verimli lojistik faaliyetleri ekonomik olarak istihdamın fazlaşmasına, milli gelirin artmasına, satın alma gücünün yükselmesine, sosyal açıdan moral ve motivasyonun artmasına, eğitimin-öğretimin yaygınlaşmasına ve gelişmesine, stratejik ve jeopolitik yapılarının önemliliğinin artmasına, lojistik yerleşkelerinin kurulmasına, gelir dağılımının adaletli oluşmasına, stratejik ortaklıkların çoğalmasına ve pekişmesine, ortaklı modellerin çeşitlenmesine ve bu model faaliyetlerinin çoğalmasına, ihracat ve ithalat faaliyetlerinin gelişmesine, yatırımların, sermayelerin, dış kaynakların, tedarik ile rekabet faaliyetlerinin artmasına ve sosyal anlamda ise insani yardım faaliyetlerinin çoğalmasına neden olabilmektedir. Dolayısıyla lojistiğin önemi çok boyutlu olarak değerlendirilebilmektedir (Ayaydın ve diğerleri, 2017).

Lojistiğin önemi doğrultusunda lojistik faaliyetleri konusunda organizasyonlar ve ülkeler tarafından belirli bir performans gösterilmesi gerekmektedir. Çünkü lojistik performansı küreselleşme sonucu oluşan bir kavram olduğu için gelecek zamanlarda rekabetin niteliğini üretilen mallar ve hizmetler ile değil, organizasyonlarca ve ülkelerce kullanılan ve uygulanan tedarik zinciri yönteminin kalitesi belirleyecektir (Forte ve diğerleri, 2012; Demirbilek ve diğerleri, 2018: 10).

Lojistik faaliyetlerin başarısı organizasyonların ve ülkelerin göstermiş oldukları lojistik performansı ile belirlenebilmektedir. Bu kapsamda genel anlamda ülkeler lojistik performansının sağlanması için lojistik faaliyetlerinde etkin, etkili ve verimli olmalıdır. Bunun yanında organizasyonlar ve ülkeler lojistik faaliyetini sağlama sürecinde diğer rakiplerinden farklı yöntemler, stratejiler ve uygulamalar sağlayarak rakipleri içinde farklılaşmalı ve buna bağlı olarak müşteri çevresi içinde tutunmayı sağlamalıdır (Fugate ve diğerleri, 2010).

Lojistik faaliyetlerin önemi kapsamında ülkelerin lojistik performansının ölçülmesi ile ülkeler lojistik faaliyetlerini planlayabilmektedirler. Buna bağlı olarak ülkelerin lojistik performansının ölçülmesi, ülkelerin lojistik konusundaki eksikliklerini ve üstünlüklerini bilmesi bakımından ülkelere farkındalık kazandırmaktadır. Ayrıca sonraki lojistik süreçlerinde ülkeler takip ve analiz ettiği lojistik performansı verileri sayesinde lojistik konularında eksik hususlarını telafi edebilir ve sonraki lojistik faaliyetleri sürecinde yöntemlerin, stratejilerin ve uygulamaların daha etkin, etkili ve verimli olmalarını sağlayabilirler. Ayrıca ülkeler, birbirlerinin lojistik faaliyetlerini de analiz etmektedirler. Çünkü ülkeler, geliştirilmesi gereken lojistik konularında lojistik performansı iyi olan ülkeler ile iş birlikleri ve ortaklıklar

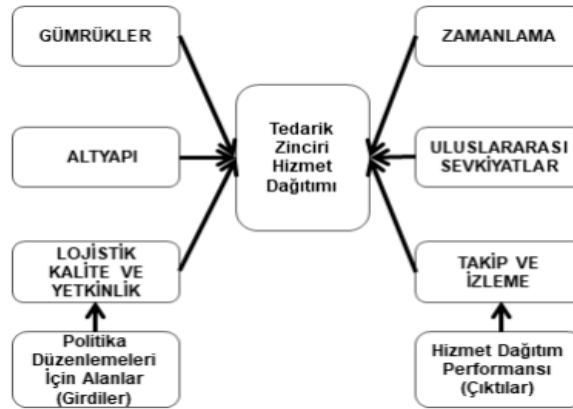
sağlayabilmektedirler. Dolayısıyla lojistik hizmetlerinin kalitesinin analiz edilmesi, lojistik konularında kullanılan kaynakların verimli kullanılması kapsamında lojistik faaliyetleri sonucunda lojistik çıktıların niceliği ve niteliği (verimlilik, etkinlik, etkililik), müşterilerin lojistik konuları ve faaliyetleri konusundaki düşünceleri, ürünün veya hizmetin başlangıç noktasından müşteriye teslimatına kadar zamandaki süreç yönetimi kalitesi (depolama, ulaştırma, muhafaza altında tutma, ürünlerin emniyetini sağlama) genel anlamda lojistik performansını belirtmektedir. Bu kapsamda ülkelerin kendi lojistik performanslarını bilmeleri çok önem arz etmektedir. Çünkü ülkelerin rekabet piyasasındaki yerinin belirlenmesi için lojistik performans ölçümü bir gereksinim haline gelmiştir. Dolayısıyla ülkeler lojistik alanında kendi yeteneklerini ve kapasitelerini geliştirmeleri ve buna bağlı olarak rekabet üstünlüğünü sağlamaları için kendileriyle ilgili olarak lojistik performans verilerine ihtiyaç duymaktadırlar (Yapraklı ve Ünalın, 2017).

Ülkelerin lojistik performanslarının ölçülmesine yönelik ilk girişim 2000'li yıllarda Dünya Bankası tarafından bir program ile başlatılmıştır (Başar ve Bozma, 2017; Sofyalıoğlu ve Kartal, 2013). Bu kapsamda ülkelerin lojistik performanslarının ölçümü Dünya Bankası tarafından farklı bileşenler kapsamında oluşturulan Lojistik Performans Endeksi (Logistic Performance Index – LPI) ile 2007 yılında ölçülmüş olup söz konusu endeks 2010 yılından sonra teknik ve kapsam olarak genişletilmiştir (Çamlica ve Ak, 2014).

Ülkelerin LPI ölçümü 2007 yılı haricinde şu ana kadar 2010, 2012, 2014, 2016 ve 2018 yıllarında rapor halinde yayınlanmıştır. 2007 yılındaki ilk raporda 100 ülke, 2010 ve 2012'de 115 ülke, 2014 ve 2016 yıllarında yapılan ölçümde 160 ülke dahil edilmiştir. 2018 yılında belirtilen son raporda lojistik performans ölçümü ülke sayısı tekrar 160'tır (Arvis ve diğerleri, 2018). 2007 ve 2010 yıllarındaki raporlarda ülkelerin lojistik performansını belirleyen bileşen sayısı 7 iken, sonraki raporlarda ülkelerin lojistik performansını belirleyen bileşen sayısı 6 olmuştur. Çıkarılan bileşen ise yerel lojistik maliyetleri kriteridir (Bozkurt ve Mermertaş, 2019).

Ülkelerin LPI değerleri yukarıda belirtilen 6 bileşen kapsamında değerlendirilmektedir. Söz konusu bu değerlendirmede ülkeler "1" en kötü, "5" en iyi olarak tasniflenmişlerdir (Ofloğlu ve diğerleri, 2018). 1 ve 5 arasındaki değerleri Likert skalasında belirtilen değerlere verilen nitelendirmeler olarak düşünülebilir. Bunun yanında ülkelerin LPI değerleri söz konusu 6 bileşenin aritmetik ortalaması alınarak hesaplanmaktadır (Rezaei ve diğerleri, 2018).

LPI'da ülkeler; LPE:1=Lojistik faaliyetleri kötü olan ülkeler, LPE:2=Lojistik faaliyetlerinde nispi olarak iyi performans gösteren ülkeler, LPE:3=Lojistik konularında istikrarlı performans gösteren ülkeler ve LPE:4=Lojistik dostu ülkeler olarak tasnif edilmiştir (Kılınc ve diğerleri, 2019). LPI'yı belirleyen 6 değişken arasındaki ilişkiler açısından bir model oluşturulmuştur. Söz konusu bu model aşağıda Şekil 1'de belirtilmiştir.



Şekil 1. LPI bileşenleri arasındaki ilişkiler modeli (Arvis ve diğerleri, 2018: 8)

Şekil 1'e göre LPI bileşenleri arasındaki ilişkilere istinaden gümrükler, altyapı, lojistik kalite ve yetkinlik girdi bileşenlerini, zamanlama, uluslararası sevkiyatlar ile takip ve izleme çıktı bileşenlerini oluşturmaktadır. Dolayısıyla bu model aracılığı ile sadece ülkelerin LPI değerleri değil, bunun yanında ülkelerin lojistik etkinlik ve verimlilik performans değerleri de tespit edilebilmektedir. Bu kapsamda ülkelerin mevcut lojistik girdi bileşenlerine göre ülkelerin ne kadar verimlilik ve etkinlik sağlayarak çıktıda edebileceği çeşitli çok kriterli karar verme teknikleri veya sayısal yöntemler ile tespit edilebilmektedir.

Girdi ve çıktı arasındaki ilişkilere istinaden karar alternatiflerinin etkililik değerlerini tespit edebilecek literatürde çok kriterli karar verme tekniklerine veya sayısal yöntemlere rastlanılmamıştır. Fakat bazı

endekslerde karar alternatiflerinin etkililik değerleri, girdilere sahip olan karar alternatiflerinin oluşturduğu çıktılarına göre değerlendirilmiştir. Örneğin Küresel İnovasyon Endeksi literatüründe girdi ve çıktı ilişkileri çerçevesinde etkililik değerleri çıktı değerlerinin girdi değerlerine oranlaması ile karar alternatiflerinin etkililikleri hesaplanabilmektedir (Hancioğlu, 2016; Taş, 2017; Kılıç, 2018: 5). Fakat LPI literatüründe çıktı ve girdi arasındaki ilişkilere göre ülkelerin (karar alternatiflerinin) etkililik değerleri ile ilgili bir açıklamaya rastlanılmamıştır.

Ülkelerin lojistik performansları sadece EPI kapsamında değil, lojistik anlamında ülkelerin etkinliklerinin ve verimliliklerinin de ölçülmesi gerekmektedir. Böylelikle ülkelerin lojistik performansları çok boyutlu, kapsamlı ve detaylı olarak değerlendirilebilecektir. Bu kapsamda ülkeler lojistik anlamında performansının sağlanmasında karşılaşılan problemlerde problemlerinin hangi girdilerden veya çıktılarından kaynaklandığının tespitini yapabileceklerdir. Böylelikle ülkeler, lojistik sorunlarını çok detaylı olarak değerlendirilebilecek, lojistik konusundaki eksikliklerini telafi edebilecek ve girdilere ve çıktılarına özgü spesifik çözümler oluşturulabileceklerdir.

Ülkelerin lojistik faaliyetlerinin kalitesi belirlenmesinde sadece endeks bazında değil, bunun yanında lojistik etkinliği ve verimliliği boyutları da dikkate alınmalıdır. Böylelikle ülkeler, lojistik anlamda mevcut girdilerini çıktı olarak ne kadar değerlendirebileceklerini tespit edebileceklerdir. Spesifik anlamda ise ülkeler lojistik etkinlik performansı kapsamında lojistik faaliyetlerinde amaçların ne kadar doğru belirlendiği veya doğru işlerin ne kadar yapıldığı, lojistik verimliliği kapsamında ise lojistik girdilerin en optimal bir biçimde ne kadar kullanıldığı veya işlerin ne kadar doğru yapıldığının tespiti yapılabilecektir. Buna göre araştırmanın üç amacı bulunmaktadır. Bunlardan birincisi G7 grubu ülkelerin LPI belirleyen bileşenlerin önemlilik derecelerini Entropi yöntemi ile belirlemektir. İkincisi ise Veri Zarflama Analizi (VZA) ile G7 grubu ülkelerin lojistik etkinlik performanslarını ölçmektir. Son olarak üçüncüsü, Entropi tabanlı EATWIOS yöntemi ile G7 grubu ülkelerin lojistik verimlilik performanslarını tespit etmektir. Bu kapsamda çalışmanın literatür kısmında lojistik performans, LPI, VZA ve Entropi tabanlı EATWIOS ile ilgili araştırmalar açıklanmıştır. Devamında araştırmanın amaçları, veri seti ve analiz düzeyi belirtilmiştir. Son olarak bulgular kapsamında ülkelerin lojistik performans etkinlik ve verimlilik ölçümü yapılarak sonuç ve değerlendirme bölümünde söz konusu bulgulara istinaden çıkarımlar sağlanmış ve öneriler oluşturulmuştur.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Literatür iki açıdan değerlendirilmiştir. Bunlardan birincisinde lojistik performans ve LPI, ikincisinde ise VZA ve Entropi tabanlı EATWIOS ile ilgili çalışmalar açıklanmıştır.

Andrejic ve Kilibarda (2014), 2007, 2010, 2012 ve 2014 yıllarında Orta Avrupa'da yer alan 10 ülkeye ait LPI'nın bileşenlerine ait değerler üzerinden ülkelerin lojistik etkinliklerini VZA yöntemi ile hesaplamışlardır. Bulgulara göre, araştırmaya dâhil olan 10 ülke içinde sadece Hırvatistan ve Macaristan ülkelerinin lojistik etkinliğini sağladığı gözlenmiştir. Gergin ve Baki (2015), 2003 ve 2011 yılları için gümrükler, teslimat ile izleme ve takip bileşenleri aracılığı ile Türkiye'deki bölgelerin lojistik performanslarının değerlendirmesini yapmışlardır. Araştırma sonucuna göre, 2003 yılı için bölgelerin lojistik performans sıralaması Marmara, Ege, İç Anadolu, Akdeniz, Karadeniz, Güney Doğu Anadolu ve Doğu Anadolu, 2011 yılı için ise Marmara, Ege, Akdeniz, Karadeniz, İç Anadolu, Güney Doğu Anadolu ve Doğu Anadolu olarak belirlenmiştir. Chakraborty ve Mukherjee (2016), Dünya Ticaret Örgütü'ne üye ülkelerin 2007, 2010, 2012 ve 2014 yıllarında belirtilen ülkelerin LPI ile aynı yıllar için ihracat ve ithalat değerleri üzerinden lojistik performans ile ithalat ve ihracat ile olan ilişkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda, lojistik performansın ihracat ve ithalata olan etkilerinin pozitif yönde ve anlamlı olduğu gözlenmiştir. Bozma ve diğerleri (2017), 2007-2014 yılları arasında 69 ülkenin LPI değerleri ve GSYİH değerleri üzerinden söz konusu ülkelerin lojistik performanslarının ekonomik büyümeye olan etkilerini incelemişlerdir. Araştırmada, araştırmaya dâhil olan ülkelerin lojistik performans değerlerinin ekonomik büyümeyi anlamlı ve pozitif yönde etkilediği bulgusuna ulaşılmıştır. Limcharoen ve diğerleri (2017) Tayland ülkesinin 2007, 2010, 2012, 2014 ve 2016 yıllarındaki LPI değerleri kapsamında lojistik performansını incelemişlerdir. Araştırma çerçevesinde, Tayland ülkesinin lojistik konusunda dünya ülkeleri ile rekabet etmesi için ülkelerle özellikle altyapı, lojistik yetkinlik ve izleme ile takip konularında iş birliğine gitmesi gerektiği değerlendirilmiştir. Gök Kısa ve Ayçin (2019); 2012, 2014, 2016 ve 2018 yılındaki ülkelerin LPI raporları kapsamında OECD ülkelerinin LPI bileşenlerin değerlerini SWARA tabanlı EDAS yöntemi ile ölçmüşlerdir. Bulgulara göre, OECD ülkelerine göre en önemli lojistik performans bileşenlerinin lojistik hizmet kalitesi, altyapı ve uluslararası sevkiyat olarak sıralanmıştır. Devamında lojistik performansı en fazla olan ülkelerin Almanya, Hollanda ve İsveç olduğu belirlenmiştir. Oğuz ve diğerleri (2019), 2018 yılında belirtilen ülkelerin lojistik performans raporuna göre 7 Asya ülkesinin LPI'yı oluşturan 6 bileşen değeri üzerinden söz konusu ülkelerin TOPSIS yöntemi ile ülkelerin lojistik performans değerlerini tespit etmişlerdir. Araştırmaya göre, en yüksek lojistik performans değeri

olan ülkenin Singapur, en düşük lojistik performans değerine sahip ülkenin ise Endonezya olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yangınlar (2019), Türkiye ile G7 ülkelerini ülkelere ait 2007-2018 yılları arasındaki GSYİH ve LPI değerlerine göre kıyaslama analizi yapmıştır. Bulgulara göre, Türkiye'nin GSYİH oranlarının yıllara göre ivme artışında olduğunu ve yıllık büyüme oranlarının G7 ülkelerinin üzerinde olduğu gözlenmiştir. Bunun yanında araştırmada, gelişen bir ekonomiye sahip olan Türkiye'nin ekonomik büyüme için LPI bileşenlerinin gelişimine ağırlık vermesi gerektiği ifade edilmiştir.

Lozano ve diğerleri (2002), 1984, 1988, 1992, 1996 ve 2000 yılları için ilgili veriler ile yaz olimpiyatlarına katılan ülkelerin spor performans etkinliğini VZA yöntemi ile ölçmüşlerdir. Araştırmada; Küba, Rusya, Bahamas, Avustralya, Moldova, Estonya, ABD ve Barbados ülkelerinin spor performans etkinliklerini sağladıkları belirlenmiştir. Reichmann (2004), 2004 yılı için ilgili veriler üzerinden Almanya, Avusturya, İsviçre, ABD, Avustralya ve Kanada ülkelerinin kütüphane faaliyet etkinliklerini VZA yöntemi ile hesaplamıştır. Bulgulara göre; UL Vienna, VETMED, Research Library Erfurt UL Frankfurt, UL Hildesheim, UL Landau, UL Lüneburg, UL California, Davis, UL Illinois, Urbana-Champaign, UL Ohio, UL Swinburne kütüphanelerin verimlilik sağladıkları gözlenmiştir. Despotis (2005), 2000 yılı için 27 Pasifik ve Asya ülkesinin ilgili verileri ile insani gelişme performans etkinliklerini VZA ile ölçmüşlerdir. Araştırmada, 27 ülkeden Fiji, Hong Kong, Güney Kore, Sri Lanka ve Vietnam ülkelerinin insani gelişme konusunda etkinlik sağladığı belirlenmiştir. Sharma ve Thomas (2008), 2002 yılı için 22 gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin ilgili verileriyle Ar-Ge etkinliklerini VZA yöntemi ile hesaplamışlardır. Araştırmada, 27 ülkeden sadece Japonya, Güney Kore ve Çin ülkelerinin Ar-Ge etkinliğini gerçekleştirdiği sonucuna ulaşılmıştır. Hermans ve diğerleri (2009), 2008 yılı için 21 Avrupa Birliği ülkesinin ilgili verileri ile ülkelerin yollarının güvenlik etkinliklerini VZA yöntemiyle ölçmüşlerdir. Araştırmada güvenli yollar konusunda en iyi etkinlik sağlayan ilk üç ülkenin Portekiz, GKRY ve Slovenya olduğu gözlenmiştir. Camiato ve diğerleri (2016), 1993-2010 yılı arasındaki BRICS ülkelerinin (Brezilya, Çin, Hindistan, Güney Afrika ve Rusya) ilgili verileri ile söz konusu ülkelerin enerji etkinliklerini VZA ile hesaplamışlardır. Söz konusu ülkelerin enerji etkinlikleri Brezilya, Güney Afrika, Çin, Hindistan ve Rusya olarak sıralanmıştır. Battal (2020), Avrupa merkezli 6 havalimanı grubunun 2015-2018 yılları arasında söz konusu havaliman gruplarının ilgili verileri ile finansal performanslarının etkinliklerini VZA ile ölçmüştür. Araştırmada, Schiphal ve Fraport havaliman gruplarının finansal performanslarının etkin olduğu belirlenmiştir. Çarıkçı ve Akbulut (2020), 2018 yılının Türkiye'de faaliyet gösteren 24 bankanın ilgili verileri ile etkinliklerini VZA ile hesaplamışlardır. Araştırma sonucuna göre, etkin faaliyet gösteren bankaların A&T Bank, Bank Mellat, Burgan Bank, Citibank, Denizbank, Fibabank, Garanti Bankası, Ing Bank ve Turkland Bank bankaların oldukları gözlenmiştir. Hermeso-Orzaes ve diğerleri (2020), 2005-2012 yılları arasında 27 Avrupa Birliği ülkesinin ilgili veriler ile çevre performans etkinliklerini VZA ile belirlemişlerdir. Araştırmada; Almanya, Avusturya, GKRK, Danimarka, Fransa, İrlanda, İtalya, Litvanya, Lüksemburg, Malta, Hollanda, Polonya, İngiltere ve İsveç ülkeleri oldukları belirlenmiştir. Matsumato ve diğerleri (2020), 27 Avrupa Birliği ülkesinin 2007-2017 yılları arasındaki ilgili veriler ile çevresel performans etkinliklerini VZA yöntemi ile ölçmüşlerdir. Araştırma sonuçlarına göre, verimlilik ortalamalarına göre en iyi performans sağlayan 3 ülkenin Portekiz, Slovenya ve Slovekya olduğu tespit edilmiştir. Özbek (2017), 2007-2011 yıllarındaki Beşinci Mevsim Yardım Derneği'ne ait ilgili veriler üzerinden söz konusu yardım derneğinin verimliliğini EATWIOS yöntemi ile ölçmüştür. Bulgulara göre, söz konusu yardım derneğinin en çok verimliliği 2007 ve 2011 yıllarında, en az verimliliğin ise 2010 yılında sağlandığını tespit etmiştir. Görçün (2019a), bazı Avrupa ülkeleri şehirlerinde kullanılan raylı sistemlerin ilgili değerler üzerinden performans verimliliklerini Entropi tabanlı EATWIOS yöntemi ile hesaplamıştır. Araştırmada; raylı sistemlerin etkinlikleri şehirler açısından Viyana, Prag Roma, Zagreb, Lizbon, Berlin, Belgrad, Frankfurt, İstanbul, Amsterdam, Atina, Manchester ve Brüksel olarak sıralanmıştır. Görçün (2019b), 2017 yılı için Orta Asya Cumhuriyetlerinin lojistik performans verimliliklerini Entropi tabanlı EATWIOS yöntemi ile incelemiştir. Araştırma sonucuna göre, ülkelerin lojistik performans verimlilikleri Türkiye, Azerbaycan, Kazakistan, Özbekistan, Türkmenistan, Kırgızistan ve Tacikistan olarak sıralanmıştır. Doğan (2020); 2014, 2015 ve 2016 yılları için Avrupa Birliği üyesi 26 ülkenin ve Türkiye'nin ilgili veriler üzerinden Ar-Ge performans verimlilikleri Entropi tabanlı EATWIOS yöntemi ile belirlenmiştir. Araştırmada, 2014, 2015 ve 2016 yıllarında en fazla Ar-Ge performansı sağlayan ülkeler Almanya, Birleşik Krallık, Fransa, İtalya ve Hollanda olarak sıralanmıştır. Türkiye ise her üç yıl için 8'inci sırada olduğu tespit edilmiştir. Görçün (2020), Karadeniz'e sınırı olan konteyner limanlarının performans verimliliklerini Entropi tabanlı EATWIOS yöntemi ile tespit etmişlerdir. Araştırmada söz konusu limanların performans verimlilikleri Costanza, Vatna, Novorossysk, Burgaz, İlicevsk, Odessa, Samsun, Poti ve Trabzon olarak sıralanmıştır. Uludağ (2020), 2014-2018 yıl aralığında Türkiye'de faaliyet gösteren IATI kodlu havalimanların ilgili veriler üzerinden söz konusu havalimanlarının performans verimliliklerini Entropi tabanlı EATWIOS yöntemi ile ölçmüşlerdir. Araştırma sonucuna göre havalimanı performans verimlilikleri Elazığ, Erzurum, Mardin, Muş, Kapadokya, Ağrı Ahmed-i İlmî ve Bursa Yenişehir olarak sıralandığı tespit edilmiştir.

Literatür değerlendirildiğinde, ülkelerin ve organizasyonların lojistik performanslarını araştıran ve karar alternatiflerinin VZA ile etkinlik ve Entropi tabanlı EATWIOS yöntemi ile karar alternatiflerinin verimlilik performanslarını konu alan pek çok çalışmaya rastlanılmıştır. Dolayısıyla literatürdeki çalışmalar ülkelerin ve organizasyonların lojistik performanslarını çok yönlü araştırılması ve karar alternatiflerinin etkinlik ve verimlilik performanslarının ölçülmesi kapsamında söz konusu çalışmaların literatüre katkı sağladığı değerlendirilmiştir. Fakat literatürde özellikle ülkelerin lojistik etkinlik ve verimlilik performanslarının ölçen araştırmaların sınırlı olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla ülkelerin lojistik etkinlik ve verimlilik performanslarının ölçülmesinin önemi kapsamında ülkelerin lojistik etkinlik ve verimlilik performanslarının belirlenmesine yönelik daha çok araştırma yapılmasına ihtiyaç olduğu değerlendirilmiştir.

3. YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Veri Seti, Amacı ve Analiz Düzeyi

Araştırmanın veri setini Dünya Bankasının şu ana kadar en son olarak yayınladığı 2018 yılı raporu kapsamında G7 ülkelerinin LPI'yi oluşturan bileşenlerine (6 bileşen) ait veriler oluşturmuştur. Araştırmada kolaylık sağlaması açısından söz konusu LPI bileşenlerinin kısaltmaları Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Veri seti ve LPI bileşenlerinin kısaltmaları

<i>Girdi Bileşenleri</i>	<i>Kısaltmalar</i>	<i>Çıktı Bileşenleri</i>	<i>Kısaltmalar</i>
Gümrükler	G ₁	Uluslararası Sevkiyatlar	Ç ₁
Altyapı	G ₂	Takip ve İzleme	Ç ₂
Lojistik Kalitesi ve Yetkinlik	G ₃	Zamanlama	Ç ₃

Araştırmanın birinci amacı, G7 ülkelere göre ülkelerin LPI'yi oluşturan bileşenlerin Entropi yöntemi ile önemlilik derecelerini (ağırlık katsayılarını) tespit etmektir. Araştırmanın ikinci amacı ise LPI'yi oluşturan bileşenlerin girdiler ve çıktılar olarak tasniflenmesi kapsamında VZA yöntemi ile ülkelerin lojistik etkinlik performanslarını hesaplamaktır. Son olarak araştırmanın üçüncü amacı, Entropi tabanlı EATWIOS yöntemi ile ülkelerin lojistik verimlilik performanslarını ölçmektir. Ayrıca literatürde kriterlerin önemlilik derecelerinin (ağırlık katsayılarının) ölçülmesinde Entropi yönteminden (Dinçer, 2019), karar alternatiflerinin etkinlik değerlerinin hesaplanmasında VZA yönteminden ve karar alternatiflerinin verimliliklerinin tespitinde EATWIOS yönteminden çok sık olarak faydalandığı (Ayçin, 2019) için araştırma için VZA ile Entropi tabanlı EATWIOS yöntemleri tercih edilmiştir.

G7 ülkeleri, dünya ekonomisinin yarıdan fazlasına hâkim olup, belirli bir ekonomik büyüklüğe ve gelişmişliğe sahiptir. Dolayısıyla G7 ülkelerinin her hangi bir lojistik stratejisinin, yönteminin ve uygulamalarının dünya ekonomisini ve diğer ülkelerin lojistik konusundaki stratejilerini, yöntemlerini ve uygulamalarını etkileyebilecektir. Bu kapsamda G7 ülkelerinin lojistik performanslarının tespiti önem kazanmaktadır.

3.2. Araştırmada Uygulanan Yöntemler

3.2.1. Entropi Yöntemi

Entropi yöntemi, Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) literatüründe yer alan ağırlık hesaplama tekniklerinden objektif olanlar kategorisinde bulunmaktadır. Bu yöntemde, karar vericilerin değerlendirmelerine gerek olmadan karar alternatiflerine ilişkin veriler ile nesnel sonuçlar elde edilebilmektedir. Ayrıca Entropi yönteminde değerleri yüksek olan veri grubundaki belirsizlik daha fazla olmaktadır (Ayçin, 2019: 122). Entropi yöntemi, özellikle veri kümeleri arasındaki farklılıkların tespit edilmesinde üstün bir performans göstermektedir. Entropi yöntemi ile veri kümelerindeki belirsizlik hesaplanır ve hesaplanan belirsizlik değeri ile veri kümelerinin farklılaşma değerleri belirlenir. Her bir kriter için farklılaşmanın toplam farklılaşma içindeki payı, o kriterin ağırlık değerine karşılık gelmektedir (Dinçer, 2019: 36). Bu kapsamda Entropi yöntemi uygulama adımları aşağıda gösterilmiştir (Ayçin, 2019: 76-78; Dinçer, 2019: 42; Bircan, 2020: 120-122; Ecer, 2020: 87).

1. Adım: Karar Matrisinin Oluşturulması

Entropi yönteminin birinci adımında karar matrisi oluşturulur. Söz konusu karar matrisi Eşitlik 1'de gösterilmiştir. Eşitlik 1'de D karar matrisini, A_i , i . karar alternatifini ve x_{ij} , j . değerlendirme kriterine göre i . alternatifin değerini göstermektedir.

$$D = \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

2. Adım: Karar Matrisinin Normalizasyon İşlemi

Yöntemin ikinci adımında karar matrisinin normalize değerleri 0 ile 1 aralığında olacak şekilde eşitlik 2 ile standart hale getirilir. Eşitlik 2'de p_{ij}, j . değerlendirme kriterine göre i . alternatife aldığı normalize değeri göstermektedir.

$$p_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}} \quad \forall i, j \quad (2)$$

3. Adım: Kriterlere İlişkin Entropi Değerinin Bulunması

$k = (\ln(m)) - 1$ sabit bir katsayı olup, $0 \leq e_{ij} \leq 1$ olacak şekilde değer almaktadır. e_j değeri, j . Kriterin belirsizlik ölçüsü veya diğer bir ifade ile Entropi değeri olarak tanımlanır. Bu durum Eşitlik 3'te gösterilmiştir. Eşitlik 3'te $\ln(x)$ doğal logaritma fonksiyonunu göstermektedir. Bu adımda değerlendirme kriterlerinin Entropi değerleri (e_{ij}) Eşitlik 4'te gösterilen şekilde belirlenir.

$$K = (\ln(m)) - 1 \quad 0 \leq e_j \leq 1 \quad (3)$$

$$e_{ij} = -k \cdot \sum_{j=1}^n p_{ij} \cdot \ln(p_{ij}) \quad i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n \quad (4)$$

4. Adım: Farklılaşma Derecelerinin Tespit Edilmesi

Bu adımda entropi değerleri kullanılarak farklılaşma dereceleri (d_j) değerleri her bir kriter için eşitlik 5'te belirtilen eşitlik ile tespit edilir.

$$D_j = 1 - e_j \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

5. Adım: Entropi Kriter Ağırlıklarının Tespit Edilmesi

Son adımda ise her bir kriterin farklılaşma derecesi, toplam farklılaşma derecesine oranlanarak kriter ağırlıkları (w_j) değerleri Eşitlik 6 ile hesaplanır.

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j} \quad (6)$$

3.2.2. VZA-Girdi Odaklı CCR (Charnes-Cooper Rhodes) Modeli

CCR modeli; Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından ölçeğe göre sabit getiri hipotezi ışığında çoklu girdi ve çıktıdan oluşan karar verme birimlerinin göreceli etkinliğinin tespit edilmesinde kullanılan kesikli programlama modelidir. Etkinlik değerinin belirlenmesinde CRR modeli, doğrusal programa modeline dönüştürülerek her bir karar verme birimi için çözüm sağlanır. CRR girdi modeli belirli bir çıktı seviyesi değiştirilmeden girdi miktarı azaltılarak oluşturulur (Ayçin, 2019: 276). Bu kapsamda CCR modelinin matematiksel olarak hesaplanma şekli aşağıda belirtilmiştir (Ayçin, 2019: 276-278; Özbek, 2019: 331-333; Savaş, 2018: 2909-212; Dinçer, 2019: 86-87).

Girdi Odaklı CCR Modeli kapsamında ilk olarak kesirli programlama şeklinde Eşitlik 7'de amaç fonksiyonu ve Eşitlik 8'de ise kısıtlar hesaplanır. Eşitlik 7 ve 8'de $Max h_k$ amaç fonksiyonunu, u_r etkinliği ölçülen karar verme birimi tarafından r . çıktıya verilen ağırlığı, y_r etkinliği ölçülen karar verme biriminin r . çıktı miktarını, v_i etkinliği hesaplanan karar verme birimi tarafından i . girdiye verilen ağırlığı, y_j i . karar verme biriminin r . çıktı miktarını ve x_{ij} j . karar verme biriminin i . girdi miktarını, n karar verme birimi sayısını, m girdi sayısını, s çıktı sayısını ve x_i etkinliği ölçülen karar verme biriminin i . girdi miktarını göstermektedir.

$$max h_k = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ik}} \quad (7)$$

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1 \quad (j = 1, 2, \dots, n) \quad (8)$$

$$v_i, u_r \geq \varepsilon \geq 0 \quad (i = 1, 2, \dots, m)(r = 1, 2, \dots, s)$$

Eşitlik 8'de belirtilen kısıtlar girdilerin çıktılara dönüştüren her bir ekonomik biriminin (EB) etkinlik değerinin 1 değerine aşmayacağını açıklamaktadır. Bunun yanında, girdilerin ve çıktılarının ağırlıklarının pozitif ağırlıklarının olması gerekliliği Eşitlik 8 kapsamında belirtilmiştir. Eşitlik 7'de açıklanan amaç

fonksiyonu en çok 1 değerini almaktadır. Buradaki amaç, EB'nin etkinliğini en çok sağlayan girdi ağırlıklarının (v_i) ve çıktı ağırlıklarının (u_r) ölçülmesidir.

Eşitlik 7 ve 8'de kesirli programlama modelini, doğrusal programlama ile çözmek için modelin pay ve paydasından bulunan tüm ağırlıklarının 0'dan büyük bir t sayısı ile çarpıldığını farz edildiğinde, t sayısı Eşitlik 9'da belirtildiği gibi tanımlanır.

$$t^{-1} = \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} \quad (9)$$

Kesirli programlama modelinin payı ve paydası t sabit sayısı ile çarpıldığında, amaç fonksiyonun paydası 1 değerini alır ve Eşitlik 10'da verilen kısıt modele eklenir.

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ij} = 1 \quad (10)$$

Devamında, $\mu = tu_r$ ve $\omega = tv_1$ olarak tanımlanarak doğrusal programa işlemi sonlandırılır. Kesikli programlama modelinden doğrusal programa modeline çevrilen modele çarpan model olarak belirtilir. Dönüşüm sağlandıktan sonra Girdi Odaklı CCR'nin matematiksel denklemi Eşitlik 11'de açıklanmıştır. Eşitlik 11-13 ile model çözüldüğünde ve η_k değeri 1 değerine eşit olduğunda, etkinlikten söz edilebilir.

$$\text{Amaç Fonksiyonu: } \text{Max } \eta_k = \sum_{r=1}^s \mu_r y_{rk} \quad (11)$$

$$\sum_{r=1}^s \mu_r y_{rk} - \sum_{i=1}^m \omega_i x_{ij} \leq 0 \quad (j = 1, 2, \dots, n) \quad (12)$$

$$\sum_{i=1}^m \omega_i x_{ij} = 1 \quad (13)$$

3.2.3. EATWIOS Yöntemi

Girdi ve Çıktıların Tatminine Dayalı Etkinlik Analizi Tekniği (EATWIOS) verimlilik analizi yöntemi olarak hesaplanmak istenen karar noktalarına ilişkin girdi ve çıktı faktörlerine odaklanan bir yöntemdir. Yöntem kapsamında uygulanan adımlar sonucunda karar noktalarının verimlilikleri ölçülebilmektedir. Bunun yanında bu yöntemle değerlendirilen karar noktalarının verimliliklerinin karşılaştırılması ile ilgili olarak karar alıcılara imkân sunmaktadır (Görçün, 2019a: 817). Bu bağlamda yöntemin uygulama adımları aşağıda gösterilmiştir (Özbek, 2019: 300-303; Atan ve Altan, 2020: 291-300).

1. Adım: Çıktı ve Girdi Matrislerinin Sağlanması

Karar birimlerinin verimliliklerinin girdi miktarı x_{ik} ve çıktı miktarı ise y_{ij} olarak gösterilir. Buna göre, çıktı matrisi Eşitlik 14'te gösterilmiştir. Girdi matrisi ise Eşitlik 15'te verilmiştir.

$$\underline{Y} = \begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} & \dots & y_{1j} \\ y_{21} & y_{12} & \dots & y_{2j} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ y_{l1} & y_{l2} & \dots & y_{lj} \end{bmatrix} \quad y_{ij} \in R_{\geq 0} \quad \forall i = 1, \dots, l, \forall j = 1, \dots, j \quad (14)$$

$$\underline{X} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1j} \\ x_{21} & x_{12} & \dots & x_{2j} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{l1} & x_{l2} & \dots & x_{lj} \end{bmatrix} \quad x_{ik} \in R_{\geq 0} \quad \forall i = 1, \dots, l, \forall k = 1, \dots, K \quad (15)$$

2. Adım: Çıktı Matrisinin Normalleştirilmesi

Çıktı matrisinin normalleştirilmesinde Eşitlik 16 ve 17 kullanılmıştır.

$$\exists i \exists j y_{ij} \neq 0; r_{ij} = \frac{y_{ij}}{\sqrt{\sum_i^l y_{ij}^2}} \quad \forall i = 1, \dots, l \quad \forall j = 1, \dots, j \quad (16)$$

$$y_{ij} = 0, r_{ij} = 0 \quad \forall i = 1, \dots, l; \quad \forall j = 1, \dots, j; \quad (17)$$

Normalleştirme sürecinin sonunda normalleştirilmiş çıktı miktarlarından r_{ij} oluşan çıktı matrisi Eşitlik 18'de belirtilmiştir.

$$\underline{R} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1j} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2j} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ r_{l1} & r_{l2} & \dots & r_{lj} \end{bmatrix} \quad (18)$$

3. Adım: Çıktı Mesafe Ölçüsünün Hesaplanması

İlk olarak normalleştirilmiş çıktı matrisinin sütun vektörü \bar{r}_j bazında her çıktı faktörü j için en büyük çıktı miktarı olan r_j^* Eşitlik 19'da gösterilmiştir. Sonrasında ise çıktı mesafe ölçüsü olan op_{ij} Eşitlik 20'de belirtildiği gibi ölçülür.

$$r_j^* = \max\{\bar{r}_j\} \quad (19)$$

$$op_{ij} = 1 - (r_j^* - r_{ij}) \quad \forall i = 1, \dots, l, \forall j = 1, \dots, l \quad (20)$$

4. Adım: Girdi Matrisinin Normalleştirilmesi

Girdi miktarlarının normalleşmesi için Eşitlik 21 ve 22 uygulanır.

$$\exists i, \exists k \ x_{ik} \neq 0: s_{ik} = \frac{x_{ik}}{\sqrt{\sum_{i=1}^l x_{ik}^2}} \quad \forall i = 1, \dots, l \ \forall k = 1, \dots, K \quad (21)$$

$$x_{ik} = 0: s_{ik} = 0 \quad \forall i = 1, \dots, l \ \forall k = 1, \dots, K \quad (22)$$

Normalleştirilmiş girdi matrisi Eşitlik 23'te belirtilmiştir.

$$\underline{S} = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \dots & s_{1K} \\ s_{21} & s_{22} & \dots & s_{2K} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ s_{l1} & s_{l2} & \dots & s_{lK} \end{bmatrix} \quad (23)$$

5. Adım: Girdi Mesafe Ölçüsünün Hesaplanması

Normalleştirilmiş girdi matrisinin sütun vektörleri esas alınarak her girdi faktörü k için en küçük girdi miktarı olan s_k^* sağlanması için Eşitlik 24'te belirtilen denklem uygulanır.

$$s_k^* = \min\{\bar{s}_k\} \quad \forall k = 1, \dots, K \quad (24)$$

Girdiler için mesafe ölçümü, \underline{S} matrisinin ilgili değeri olarak s_{ik} 'ya 1 değeri eklenir ve normalleştirilmiş en küçük girdi miktarı olan s_k^* çıkartılarak ölçülen değer tespit edilir. Buna ilişkin formül Eşitlik 25'te sunulmuştur.

$$ip_{ik} = 1 + s_{ik} - s_k^* \quad \forall i = 1, \dots, l; \forall k = 1, \dots, K \quad (25)$$

6. Adım: Verimlilik Değerlerin Ölçülmesi

Son olarak verimlilik değerleri Eşitlik 26'da belirtildiği şekilde hesaplanır.

$$E_i = \frac{\sum_{j=1}^l v_j^* op_{ij}}{\sum_{k=1}^K w_k^* ip_{ik}} \quad (26)$$

4. BULGULAR

Entropi yönteminde ilk olarak karar matrisi oluşturulur. Sonrasında ise karar matrisinde belirtilen değerlerin normalize olması ve normalize olan değerlerin ağırlıklandırılması gerekmektedir. Bunun devamında, ağırlıklandırılmış değerler üzerinden bileşenlerin (kriterlerin) entropi değerleri (e_j), bileşenlerin (kriterlerin) entropi değerleri üzerinden bileşenlerin (kriterlerin) farklılaşma dereceleri (d_j), bileşenlerin (kriterlerin) farklılaşma dereceleri üzerinden bileşenlerin (kriterlerin) önem dereceleri (ağırlıkları) veya ülkelere göre lojistik performans bileşenlerin önemlilik dereceleri (w_j , ağırlık katsayıları) hesaplanır. Bu kapsamda Entropi yöntemi ile tespit edilen değerler Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2'ye göre ülkelerin LPI değerlerinin belirleyen bileşenlerin önemlilik dereceleri büyük nicelikten küçük niceliğe doğru \check{C}_1 (uluslararası nakliyat=0,1697), G_1 (gümrükleme=0,1676), \check{C}_2 (takip ve izleme=0,1661), G_3 (lojistik kalitesi ve yetkinlik=0,1660), \check{C}_3 (zamanlama=0,1659) ve G_2 (altyapı=0,1647) olarak sıralanmıştır. Ayrıca Tablo 2 değerlendirildiğinde, lojistik performans bileşenleri arasında önemlilik dereceleri açısından belirgin farklılıklar bulunmamaktadır. Fakat uluslararası nakliyat bileşeninin diğer bileşenler ile olan farkları, diğer bileşenlerin birbirleri arasındaki farklardan fazla çıkmıştır.

VZA tekniği, karar alternatiflerinin etkinliklerini tespit eden bir sayısal yöntemdir. Buna bağlı olarak VZA tekniği kapsamında G7 ülkelerinin inovasyon etkinlik performansları Tablo 3'te belirtilmiştir.

Tablo 2. Entropi yöntemi kapsamında tespit edilen değerler

<i>Karar Matrisi</i>						
<i>Ülkeler</i>	<i>Girdiler</i>			<i>Çıktılar</i>		
	<i>G₁</i>	<i>G₂</i>	<i>G₃</i>	<i>Ç₁</i>	<i>Ç₂</i>	<i>Ç₃</i>
Almanya	4,0900	4,3700	3,8600	4,3100	4,2400	4,3900
A.B.D	3,7800	4,0500	3,5100	3,8700	4,0900	4,0800
Birleşik Krallık	3,7700	4,0300	3,6700	4,0500	4,1100	4,3300
Fransa	3,5900	4,0000	3,5500	3,8400	4,0000	4,1500
İtalya	3,4700	3,8500	3,5100	3,6600	3,8500	4,1300
Japonya	3,9900	4,2500	3,5500	4,0900	4,0500	4,2500
Kanada	3,6000	3,7500	3,3800	3,9000	3,8100	3,9600
<i>Normalize Karar Matrisi</i>						
Almanya	0,1556	0,1544	0,154	0,1555	0,1506	0,1499
A.B.D	0,1438	0,1431	0,140	0,1396	0,1453	0,1393
Birleşik Krallık	0,1434	0,1424	0,147	0,1461	0,1460	0,1478
Fransa	0,1366	0,1413	0,142	0,1385	0,1421	0,1417
İtalya	0,1320	0,1360	0,140	0,1320	0,1368	0,1410
Japonya	0,1518	0,1502	0,142	0,1475	0,1439	0,1451
Kanada	0,1369	0,1325	0,135	0,1407	0,1353	0,1352
<i>Ağırlıklandırılmış Değerler</i>						
Almanya	-0,2890	-0,2880	-0,2880	-0,2890	-0,2850	-0,2840
A.B.D	-0,2790	-0,2780	-0,2750	-0,2750	-0,2800	-0,2750
Birleşik Krallık	-0,2790	-0,2780	-0,2820	-0,2810	-0,2810	-0,2830
Fransa	-0,2720	-0,2770	-0,2770	-0,2740	-0,2770	-0,2770
İtalya	-0,2670	-0,2710	-0,2750	-0,2670	-0,2720	-0,2760
Japonya	-0,2860	-0,2850	-0,2770	-0,2820	-0,2790	-0,2800
Kanada	-0,2720	-0,2680	-0,2700	-0,2760	-0,2710	-0,2710
<i>Entropi Değerleri</i>						
<i>e_j</i>	0,8593	0,8618	0,861	0,8576	0,8606	0,8607
<i>Farklılaşma Dereceleri</i>						
<i>d_j</i>	0,1407	0,1382	0,139	0,1424	0,1394	0,1393
<i>Kriter Ağırlıkları</i>						
<i>w_j</i>	0,1676	0,1647	0,166	0,1697	0,1661	0,1659
Sıralama	2	6	4	1	3	5

Tablo 3. Ülkelerin lojistik etkinlik performans değerleri

<i>Ülkeler</i>		1	2	3	4	5	6	7
Etkinlik Değeri (θ)		0,974	1	1	1	1	1	1
Yoğunluk (λ) Değerleri		$\lambda_{A.B.D}=0,007$ $\lambda_{Fransa}=0,108$ $\lambda_{Kanada}=0,890$	1	1	1	1	1	1
Aylak	S ₁₋	-1,00E-06	0	0	0	0	0	0
Değişkenler	S ₂₋	0,077	0	0	0	0	0	0
	S ₃₋	0	0	0	0	0	0	0
	S ₄₊	0	0	0	0	0	0	0
	S ₅₊	0	0	0	0	0	0	0
	S ₆₊	0,015	0	0	0	0	0	0
	Hedef Girdi	G ₁	4,090	3,780	3,770	3,590	3,470	3,990
Değerleri	G ₂	4,370	4,050	4,030	4,000	3,850	4,250	3,750
	G ₃	3,860	3,510	3,670	3,550	3,510	3,550	3,380

1:Almanya, 2:A.B.D, 3:Birleşik Krallık, 4:Fransa, 5:İtalya, 6:Japonya, 7:Kanada

EATWIOS yönteminde ilk olarak Tablo 2'de belirten karar matrisi değerleri üzerinden lojistik performans bileşenlerinin her bir ülke bazında karelerinin toplamalarının ve tespit edilen kare toplamalarının bileşen bazında karakök değerlerinin hesaplanması gerekmektedir. Yöntemin devamında, Tablo 2'de belirtilen karar matrisi ve tespit edilen bileşenlerinin her bir ülke bazında karelerinin toplamalarının bileşen bazında karakök değerleri üzerinden karar matrisinin normalizasyon işlemi yapılır. Sonrasında ise normalize edilen değerler üzerinden bileşenlerin (kriterlerin) ülkeler bazında mesafe ölçümleri, mesafe ölçümleri ve bileşenlerin (kriterlerin) önemlilik dereceleri üzerinden ise

ağırlıklandırılmış mesafe ölçümleri tespit edilir. Bu kapsamda tespit edilen değerler Tablo 4'te belirtilmiştir.

Tablo 4. Normalizasyon, mesafe ölçümü ve mesafe ölçümünün ağırlıklandırılması

<i>Normalizasyon</i>						
<i>Ülkeler</i>	<i>Girdiler</i>			<i>Çıktılar</i>		
	<i>G₁</i>	<i>G₂</i>	<i>G₃</i>	<i>Ç₁</i>	<i>Ç₂</i>	<i>Ç₃</i>
Top. Karesi	99,039	114,69	89,638	110,03	113,34	122,69
Karakök	9,9518	10,709	9,4677	10,490	10,646	11,077
Almanya	0,0413	0,0381	0,0431	0,0392	0,0374	0,0358
A.B.D	0,0382	0,0353	0,0392	0,0352	0,0361	0,0333
Birleşik Krallık	0,0381	0,0351	0,0409	0,0368	0,0363	0,0353
Fransa	0,0362	0,0349	0,0396	0,0349	0,0353	0,0338
İtalya	0,0350	0,0336	0,0392	0,0333	0,0340	0,0337
Japonya	0,0403	0,0371	0,0396	0,0372	0,0357	0,0346
Kanada	0,0363	0,0327	0,0377	0,0354	0,0336	0,0323
<i>Mesafe Ölçümü</i>						
Almanya	1,0063	1,0054	1,0054	1	1	1
A.B.D	1,0031	1,0026	1,0015	0,9960	0,9969	0,9972
Birleşik Krallık	1,0030	1,0024	1,0032	0,9976	0,9968	0,997
Fransa	1,0012	1,0022	1,0019	0,9957	0,9950	0,9968
İtalya	1	1,0009	1,0015	0,9941	0,9937	0,9955
Japonya	1,0053	1,0044	1,0019	0,9980	0,9990	0,9990
Kanada	1,0013	1	1	0,9963	0,9951	0,9946
<i>Mesafe Ölçümünün Ağırlıklandırılması</i>						
Ağırlıklar	0,1676	0,1647	0,1660	0,1697	0,1661	0,1660
Almanya	0,1687	0,1656	0,1669	0,1697	0,1661	0,1660
A.B.D	0,1681	0,1651	0,1662	0,1690	0,1656	0,1655
Birleşik Krallık	0,1681	0,1651	0,1665	0,1693	0,1655	0,1655
Fransa	0,1678	0,1651	0,1663	0,1689	0,1652	0,1654
İtalya	0,1676	0,1648	0,1662	0,1687	0,1650	0,1652
Japonya	0,1685	0,1654	0,1663	0,1693	0,1659	0,1658
Kanada	0,1678	0,1647	0,1660	0,1690	0,1653	0,1651

Ülkelerin lojistik verimlilik performansları ise Tablo 4'de belirtilen mesafe ölçümünün ağırlıklandırılması değerlerinin ülke bazında girdi ve çıktı bazında değerleri toplanır ve toplanan değerler üzerinden ülkelerin lojistik verimlilik performansları tespit edilir. Buna göre hesaplanan değerler Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 5. Ülkelerin lojistik performans verimlilik değerleri

<i>Ülkeler</i>	<i>Girdiler</i>	<i>Çıktılar</i>	<i>Verimlilik</i>	<i>Sıralama</i>
Almanya	0,50113	0,50170	1,00114	3
A.B.D	0,49950	0,50004	1,00109	4
Birleşik Krallık	0,49975	0,50027	1,00105	5
Fransa	0,49918	0,49960	1,00085	6
İtalya	0,49868	0,49891	1,00045	7
Japonya	0,50021	0,50102	1,00161	2
Kanada	0,49852	0,49935	1,00166	1

Tablo 5'e göre, ülkelerin lojistik verimlilik performansları büyük nicelikten küçük niceliğe doğru Kanada (1,001664266), Japonya (1,001613937), Almanya (1,001141890), A.B.D (1,001087516), Birleşik Krallık (1,001049299), Fransa (1,000851920) ve İtalya (1,000445161) olarak sıralanmıştır. Söz konusu sonuçlara göre, ülkeler arasında lojistik verimlilik performans değerleri açısından belirgin farklılıklar bulunmamaktadır. G7 ülkelerin LPI, lojistik etkinlik performans ve lojistik verimlilik performans sıralamaları çoğunlukla birbirinden farklılıklar göstermiştir. Söz konusu bu sıralamalar Tablo 6'da belirtilmiştir.

Tablo 6. Araştırma özeti

Ülkeler	LPI	LPI Sıralama	VZA (Etkinlik)	EATWIOS (Verimlilik)
			Sıralama	Sıralama
Almanya	4,20	1	2	3
A.B.D	3,89	4	1	2
Birleşik Krallık	3,99	3	1	7
Fransa	3,84	5	1	4
İtalya	3,74	6	1	5
Japonya	4,03	2	1	1
Kanada	3,73	7	1	6

Tablo 6'ya göre, ülkelerin LPI, lojistik etkinlik performansı ve lojistik verimlilik performansı sıralamaları birbirlerinden farklı çıkması; LPI'nın, lojistik etkinlik performansın ve lojistik verimlilik performansın farklı kavramlar olduğunu göstermektedir. Örneğin Almanya 2018 yılında belirtilen raporda LPI endeks değeri en fazla olan ülkedir. Fakat bu durum lojistik etkinlik performans etkinlik ile lojistik verimlilik performans sıralaması için değişmektedir. Aynı durum diğer ülkeler içinde geçerlidir.

Tablo 7. Yöntemler arası Pearson ilişki değerleri

Yöntemler	LPI	VZA	Entropi-EATWIOS
LPI	-----	-----	-----
VZA	-0,739	-----	-----
Entropi-EATWIOS	0,224	-0,208	-----

Tablo 7'ye göre, tüm yöntemler arasında ilişkilerin hepsinin anlamsız olduğu tespit edilmiştir. Buna göre bu durum, ülkelerin LPI kapsamında lojistik performanslarının, VZA kapsamında lojistik etkinliklerinin ve Entropi tabanlı EATWIOS kapsamında ise lojistik verimlilik performans verimliliklerinin birbirlerinden farklı olduğunu göstermektedir.

5. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Çalışmanın literatür kısmında, lojistik ve LPI ile ilgili olarak açıklamalar yapılmıştır. Araştırmanın birinci amacı, Entropi yöntemi kapsamında G7 ülkelerine göre LPI'yi oluşturan bileşenlerin (kriterlerin) önemlilik derecelerini (ağırlık katsayılarını) tespit etmektir. Araştırmanın ikinci amacı ise, VZA yöntemi ile G7 ülkelerin lojistik etkinlik performans değerlerini belirlemektir. Araştırmanın üçüncü amacı, Entropi tabanlı EATWIOS yöntemi ile ülkelerin lojistik verimlilik performans değerlerini ölçmektir.

Bulgular incelendiğinde, ülkelere göre LPI'yi oluşturan bileşenlerin önemlilik dereceleri uluslararası nakliyat, gümrükler, takip ve izleme, lojistik kalitesi ve yetkinlik, zamanlama ve altyapı olarak sıralanmıştır. Sonuçlara göre, ülkelerin LPI'yi oluşturan bileşenlerin önemlilik dereceleri birbirlerine yakın olduğu tespit edilmiştir. Bu kapsamda söz konusu G7 ülkeleri genel anlamda LPI'yi oluşturan bileşenlerin birbirlerini tamamladığını düşünerek lojistik bileşenlerine eşit olarak önem vermişlerdir.

Yine bulgulara göre, Almanya hariç tüm ülkelerin lojistik etkinliğini sağladığı tespit edilmiştir. Buna karşın Almanya'nın lojistik etkinlik performans değeri VZA yöntemine göre 1 değerine çok yakın olduğu ve LPI'ya göre dünya sıralamasında ilk sırada yer aldığı için lojistik etkinliğini kolaylıkla sağlayabileceği değerlendirilmiştir.

Ülkelerin lojistik verimlilik performansları ise Japonya, A.B.D, Almanya, Fransa, İtalya, Kanada ve Birleşik Krallık olarak sıralanmıştır. Bulgulara göre, ülkeler arasında lojistik verimlilik performans değerleri arasında belirgin farklılıkların bulunmadığı tespit edilmiştir. Araştırmanın sonucunda ülkelerin LPI lojistik etkinlik ve lojistik verimlilik performans değerlerinin sıralamaları birbirleri ile çoğunlukla farklı çıktığı tespit edilmiştir. Ayrıca ülkelerin LPI kapsamında lojistik performans, VZA yöntemi kapsamında lojistik etkinlik performansları ile Entropi tabanlı EATWIOS kapsamında ise lojistik verimlilik performans değerleri arasında anlamsız ilişkiler olduğu gözlenmiştir. Bu durum, lojistik performansın, lojistik etkinlik performansın ve lojistik verimlilik performansın birbirlerinden farklı kavramlar olduğunu göstermektedir.

Türkiye'nin 2018 yılı için LPI değeri 3.15 değer ile dünya ortalamasının üstünde yer almaktadır. Özellikle Türkiye'nin lojistik girdilerin sağlanmasında belirli temel yapılara sahip olduğu için Türkiye'nin lojistik çıktılarının sağlanmasındaki etkinlik ve verimlilik değerlerin ölçülmesi büyük önem taşımaktadır. Çünkü Türkiye'nin özellikle jeopolitik ve jeostratejik konumu (üç tarafının denizler ile çevrilmiş olması, Avrupa ve Asya kıtalarını birbirini bağlaması vb.) konumunun lojistik faaliyetlerindeki altyapıyı güçlendiren ve buna bağlı olarak lojistik faaliyetlerini kolaylaştıran bir etken olarak düşünüldüğünde, Türkiye'nin lojistik faaliyetlerindeki etkinliği ve verimliliği dünya ekonomisini, dünya ticaretini, ülkelerin lojistik ve ticaret yöntemlerini, yönetimlerini, stratejilerini ve uygulamalarını etkileyebilmektedir.

Dolayısıyla Türkiye'nin lojistik faaliyetlerindeki etkinliği ve verimliliği uluslararası alanda çok yönlü olması ve hassas bir yapıya sahip olmasından dolayı Türkiye ile ilgili olarak lojistik konuları hakkında spesifik ve ayrıntılı araştırmalar yapılması gerektiği değerlendirilmiştir.

Literatür incelendiğinde bu araştırma, Andrejic ve Kilibarda'nın (2014), Chakraborty ve Mukherjee'nin (2016), Bozma ve diğerlerinin (2017), Gök Kısa ve Ayçin'in (2019), Oğuz ve diğerlerinin (2019), Yangınlar'ın (2019) çalışmalarıyla ülkelerin lojistik performanslarının tespitinde LPI'nın kullanılması açısından benzerlik göstermektedir. Gök Kısa ve Ayçin'in (2019) araştırmasında OECD (G7 grubu ülkeleri aynı zamanda OECD grubuna üyedir) organizasyonuna üye olan ülkeler içinde Almanya'nın lojistik performans açısından birinci sırada ve yüksek değerde olması, bu çalışmada da Almanya'nın VZA kapsamında lojistik etkinlik performans sağlayamaması, Entropi tabanlı EATWIOS yöntemi açısından ise Almanya'nın üçüncü sırada olması, lojistik performans ile lojistik etkinlik ve verimlilik performans kavramlarının birbirlerinden farklı olduğunu daha da kuvvetlendirmiştir. Ayrıca bu araştırma, araştırmalarda karar alternatiflerinin etkinliklerinin belirlenmesinde VZA uygulanması bakımından Lozano ve diğerlerinin (2002), Reichmann'ın (2004), Despotis'in (2005), Sharma ve Thomas'ın (2008), Hermans ve diğerlerinin (2009), Camiato ve diğerlerinin (2016), Çarıkçı ve Akbulut'un (2020), Matsumato ve diğerlerinin (2020), karar alternatiflerinin verimliliklerinin Entropi tabanlı EATWIOS yöntemi ile tespit edilmesi açısından ise Görçün'ün (2019a), Görçün'ün (2019b), Doğan'ın (2020), Görçün'ün (2020) ve Uludağ'ın (2020) araştırmaları ile ortak özellik taşımaktadır. Bunun dışında, araştırmada ülkelerin lojistik verimliliklerin ve etkinliklerin bir arada ölçülmesi açısından bu araştırma literatürdeki diğer araştırmalardan farklılık göstermektedir.

Ulusal ve uluslararası literatür incelendiğinde, 2018 raporu kapsamında G7 ülkelerin Entropi yöntemi kapsamında LPI değerlerini oluşturan bileşenlerin önem derecelerini (ağırlık katsayılarını), VZA yöntemi ile ülkelerin lojistik etkinliklerini ve Entropi tabanlı EATWIOS yöntemi ile yine ülkelerin lojistik verimliliklerini tespit eden ve onları sıralayan bir araştırmaya rastlanılmamıştır. Bu anlamda bu araştırma, araştırmacının veri seti, amacı ve analiz düzeyinin bütünlük olarak düşünüldüğünde alanında ilk çalışmadır. Bu araştırma ayrıca LPI'nın, lojistik etkinlik performansın ve lojistik verimlilik performansın birbirinden farklı olduğunu açıklamaktadır. Bunun yanında söz konusu bu araştırmada belirli yöntemle ile tespit edilen bulgular ülkelerin lojistik performanslarını araştıran araştırmacılar için yararlı olacağı düşünülmüş olup söz konusu bu araştırma literatüre katkı sağladığı değerlendirilmiştir. Araştırmanın kısıtları kapsamında araştırmada sadece G7 ülkelerinin lojistik etkinlik ve verimlilik performansları hesaplanmıştır. Lojistik performansın ekonomik büyüme ile pozitif yönlü ilişkisi değerlendirildiğinde, diğer gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin lojistik etkinlik ve etkililik performans değerleri de ölçülerek çalışmanın kapsamı genişletilebilir.

Araştırmalarda lojistik performans kavramı tek boyutlu olarak düşünülmemeli, bunun yanında belirli sayısal yöntemler ile lojistik performans kavramı etkinlik ve verimlilik değişkenlerini de dikkate alınarak bir bütün olarak değerlendirilmelidir. Böylelikle ülkelerin lojistik performanslarını daha ayrıntılı ve spesifik olarak değerlendirilip, sonraki süreçteki lojistik uygulamalarının daha sağlıklı olabilir. Bunun yanında ülkelerin lojistik etkinliklerinin ve verimliliklerinin tespit edilmesinde standart sayısal yöntemler tespit edilerek farklı yöntemler sonucu oluşan farklı etkinlik ve verimlilik nicelikleri ve oranlamalarının oluşturduğu tutarsızlıklar giderilebilir. Ayrıca ülkelerin lojistik etkinlik performansını tespit etmek için ülkelerin geçmiş yıllarındaki lojistik anlamında girdi ve çıktı ilişkilerindeki performans değerleri çerçevesinde bazı sayısal yöntemler geliştirilebilir. Bu sayede ülkelerin lojistik performanslarının değerlendirilmesi daha geniş veya kapsamlı olarak değerlendirilebilir. Bunların dışında LPI'yu oluşturan bileşenler ülkelerin kendisine özgü ekonomik ve lojistik altyapısına göre fazlaştırılabilir veya azaltılabilir. Böylelikle ülkelerin lojistik performansları daha ayrıntılı ve spesifik olarak değerlendirilebilir ve ülkelerin lojistik performansını engelleyen, engelleyecek, kuvvetlendiren ve kuvvetlendirecek değişkenler gerçekçi bir şekilde tespit edilebilir.

KAYNAKÇA

- Akçetin, E. (2010). "Avrupa Birliği Üyelik Sürecinde Küresel Lojistik Üs Olma Yolunda Türkiye", *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3(5), 1-14.
- Andrejic, M. ve Kilibarda, M. (2014). "Global Logistics Efficiency Index", *8th International Quality Conference*, University of Kragujevac, Serbia, 857-862.
- Arvis, J.F., Ojala, L., Wiederer, C., Shepherd, B., Raj, A., Dairabayeva, K., Karlygash, D. ve Kiiski, T. (2018). "Connecting to Compete 2018 Trade Logistics in the Global Economy the Logistics Performance Index and Its Indicators", The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank, Washington.
- Atan, M. ve Altan, Ş. (2020). "Örnek Uygulamalarla Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri", Gazi Kitapevi, Ankara.
- Ayaydın, H, Savaş, D ve Pala, F. (2017). "Gri İlişkisel Analiz Yöntemiyle Türk Lojistik Firmalarında Performans Ölçümü", *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8(21), 76-94.
- Ayçin, E. (2019). "Çok Kriterli Karar Verme", Nobel Yayıncılık, Ankara.
- Başar, S.İ. ve Bozma, G. (2017). "Ülkelerin Lojistik Performansının Belirleyicileri", *Kafkas Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 20, 447-458.
- Battal, Ü. (2020). "Avrupadaki Havaalanı Grup Şirketlerinin Finansal Performanslarının Ölçülmesi: Veri Zarflama Analizi Yöntemi", *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 13(1), 171-184.
- Bayraktutan, Y., Tüylüoğlu, Ş. ve Özbilgin, M. (2012). "Lojistik Sektöründe Yoğunlaşma Analizi ve Lojistik Gelişmişlik Endeksi", *Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, 4(3), 61-71.
- Bircan, H. (2020). "Çok Kriterli Karar Verme Problemlerinde Kriter Ağırlıklandırma Yöntemleri", Nobel Yayıncılık, Ankara.
- Borchert, H. (2015). "Sicherheit der Transportwege: Grundlage globaler Prosperität", T. Jäger içinde, *Handbuch der Sicherheitsgefahren*, Wiesbaden: Springer, 315-332.
- Bozkurt, C. ve Mermertaş, F. (2019). "Türkiye ve G8 Ülkelerinin Lojistik Performans Endeksine Göre Karşılaştırılması", *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi*, 7(2), 107-117.
- Bozma, G., Başar, İ. ve Aydın, S. (2017). "Lojistik Performansın Ekonomik Büyümeye Etkisi", *The International New Issues In Social Sciences*, (5), 401-414.
- Camioto, F., Rebelatto, D.D. ve Rocha, R.T. (2016). Energy Efficiency Analysis of BRICS Countries: A Study Using Data Envelopment Analysis, *Gest. Prod., São Carlos*, 23(1), 192-203.
- Chakraborty, D. ve Mukherjee, S. (2016). "How Trade Facilitation Measures influence Export Orientation? Empirical Estimates with Logistics Performance Index Data", *Journal of Economics Library*, 3(4), 554-569.
- Çamlıca, Z. ve Ak, S.G. (2014). "Lojistik Sektöründe Sürdürülebilirlik Uygulamaları", *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Elektronik Dergisi*, Özel Sayı, 100-119.
- Çarıklı, O. ve Akbulut, F. (2020). "Türk Bankacılık Sektörünün Veri Zarflama Analizi ile Etkinliğinin Ölçülmesi". *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 12(1), 215-226.
- Demirbilek, A., Öz, S. ve Fidan, Y. (2018). "Lojistik Performans Endeksi ve Havayolu Kargo Taşımacılığı", *Ekonomi, İşletme ve Yönetim Dergisi*, 1(24), 1-24.
- Despotis, D.K. (2005). Measuring Human Development via Data Envelopment Analysis: The Case of Asia and the Pacific, *Omega*, 33, 385-390.
- Diñçer, S.E. (2019). "Çok Kriterli Karar Alma", Ankara, Gece Akademi.
- Doğan, H. (2020). "Türkiye ve AB Ülkelerinin Ar-Ge Verimliliklerinin Entropi-EATWOS Yöntemleri ile Karşılaştırılması", *Karadeniz Sosyal Bilimler Dergisi*, 12(23), 233-251.
- Ecer, F. (2020). "Çok Kriterli Karar Verme", Ankara, Seçkin Yayıncılık.
- Erdoğan, A. (2019). "Türkiye'nin Lojistik Performansı ve Lojistik Üslerin Önemi", *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, (99), 92-99.
- Erkan, B. (2014). "Türkiye'de Lojistik Sektörü ve Rekabet Gücü", *ASSAM Uluslararası Hakemli Dergi*, 1, 45-65.
- Forte, E., D'Ambra, L. ve Siviero, L. (2012). "Un Indicatore Composito di Valutazione dei Potenziali di Sviluppo Logistico-Economico del Territorio:L'Indicatore Acit". Associazione Italiana di Scienze Regionali XXXIII Conferenza Scientifica Annuale, Roma, 1-24.
- Fugate, B., Mentzer, J. ve Theodore, P. (2010). "Logistic Performans:Efficiency, Effectiveness, and Differation". *Journal of Business Logistic*, 31(1), 43-62.

- Gergin, R.E. ve Baki, B. (2015). "Türkiye'deki Bölgelerin Lojistik Performanslarının Bütünleştirilmiş AHS ve TOPSIS Yöntemiyle Değerlendirilmesi", *Business and Economics Research Journal*, 6(4), 115-135.
- Gök Kısa, C. ve Ayçin, E. (2019). "OECD Ülkelerinin Lojistik Performanslarının SWARA Tabanlı EDAS Yöntemi ile Değerlendirilmesi", *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9(1), 301-325.
- Görçün, Ö.F. (2019a). "Kentsel Lojistikte Kullanılan Hafif Raylı Sistem Hatlarının Entegre Entropi ve EATWOS Yöntemleri Kullanılarak Analizi", *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi*, 10(1), 254-267.
- Görçün, Ö.F. (2019b). "Orta Asya Türk Cumhuriyetlerinin Lojistik ve Taşımacılık Performansları ve Verimliliklerinin Analizi İçin Hibrid Bir Çok Kriterli Karar Verme Modeli", *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 8(3), 2775-2798.
- Görçün, Ö.F. (2020). "Entegre Entropi ve EATWOS Yöntemleri Kullanılarak Karadeniz Konteyner Limanlarının Verimlilik Analizi", *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 14(3), 811-830.
- Hancıoğlu, Y. (2016). "Küresel İnovasyon Endeksini Oluşturan İnovasyon Girdi ve Çıktı Göstergeleri Arasındaki İlişkinin Kanonik Korelasyon ile İncelenmesi:OECD Örneği", *AİBÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 16(4), 131-157.
- Hermans, E., Brijs, T., Wets, G. ve Vanhoof, K. (2009). "Benchmarking Road Safety: Lessons to Learn from a Data Envelopment Analysis", *Accident Analysis and Prevention*, 41, 174-182.
- Hermoso-Orzáez, M.J., García-Alguacil, M., Terrados-Cepeda, J. ve Brito, P. (2020). "Measurement of Environmental Efficiency in the Countries of the European Union with the Enhanced Data Envelopment Analysis Method (DEA) During the Period 2005-2012", *Environmental Science and Pollution Research*, 27(1), 15691-15715.
- Horenshteyn, V. (2009). "Chancen und Risiken des Russischen Logistikmarktes aus der Sicht Deutschen Logistikunternehmen", Hochschule Mittweida (FH) University of Applied Sciences Fachbereich Wirtschaftswissenschaften, Diplomarbeit, Leipzig.
- Kılıç, F. (2018). "Açık İnovasyon Kavramı ve Etkileri Üzerine Bir Uygulama", Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Denizli.
- Kılınc, E., Fidan, O. ve Mutlu, H.M. (2019). "Türkiye, Çin ve Rusya Federasyonu'nun Lojistik Performans Endeksine Göre Karşılaştırılması", *Uluslararası Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 5(2), 17-34.
- Limcharoen, A., Jangkrajarn, V., Wisittipanich, W. ve Ramingwong, S. (2017). "Thailand Logistics Trend: Logistics Performance Index", *International Journal of Applied Engineering Research*, 12(15), 4882-4885.
- Lozano, S., Villa, G., Guerrero, F. ve Cortes, P. (2002). "Measuring the Performance of Nations at the Summer Olympics Using Data Envelopment Analysis", *Journal of the Operational Research Society*, 53, 501-511.
- Matsumoto, K., Makridouc, G. ve Doumposd, M. (2020). "Evaluating Environmental Performance Using Data Envelopment Analysis: The Case of European Countries", *Journal of Cleaner Production*, 272, 39-45.
- Mazzarino, M., Furlanetto, A., Vedovato, D. ve Cociancich, M. (2008). "Osservatorio Nazionale sul Trasporto Merci e la Logistica Il Check-Up Della Logistica Italiana Il Monitoraggio delle Performance Logistiche Delle Imprese In Italia e Indicazioni di Policy", ISFORT, Roma.
- Mutlu, H. M. ve Ölmez, S. (2017). "Lojistik Performans ve İlişki Kalitesi Üzerine Alan Yazın İncelemesi", *Uluslararası Ticaret ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 1(2), 99-120.
- Ofluoğlu Öztürk, N.Ö., Kalaycı, C., Artan, S. ve Çebi Bal, H. (2018). "Lojistik Performansta Gelişmelerin Uluslararası Ticaret Üzerine Etkileri: AB ve MENA Ülkeleri Örneği", *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(24), 92-109.
- Oğuz, S., Alkan, G. ve Yılmaz, B. (2019). "Seçilmiş Asya Ülkelerinin Lojistik Performanslarının TOPSIS Yöntemi ile Değerlendirilmesi", *IBAD Sosyal Bilimler Dergisi*, Özel Sayı, 497-507.
- Özbek, A. (2017). "Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleriyle Hayırsever Kuruluşlarında Verimlilik Analizi", *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 18(2), 99-114.
- Özbek, A. (2019). "Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ve Excel ile Problem Çözümü Kavram-Teori-Uygulama", Seçkin Yayıncılık, Ankara.
- Pfohl, H.C. (2018). "Logistiksysteme Betriebswirtschaftliche Grundlagen". Berlin: Springer-Verlag GmbH.
- Reichmann, G. (2004). "Measuring University Library Efficiency Using Data Envelopment Analysis", *Libri*, 54, 136-146.
- Rezaei, J., Roekel, W. ve Tavasszy, L. (2018). "Measuring the Relative Importance of the Logistics Performance Index indicators Using Best Worst Method", *Transport Policy*, (68), 158-169.
- Savaş, F. (2018). "Veri Zarflama Analizi", *Operasyonel, Yönetmel ve Stratejik Problemlerin Çözümünde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri*, Editörler: Yıldırım, B.F., Önder, E., Dora Yayınları, Bursa.

- Sharma, S. ve Thomas, V.J. (2008). "Inter-country R&D Efficiency Analysis:An Application of Data Envelopment Analysis", *Scientometrics*, 76(3), 483-501.
- Sofyalıoğlu, Ç. ve Kartal, B. (2013). "Türkiye ve Avrasya Ekonomik Topluluğu Ülkelerinin Lojistik Performans İndekslerinin Karşılaştırılması ve Bazı Çıkarımlar", *International Conference on Euroasian Economies*, Beykent University, 524-531.
- Şimşit, Z.T., Arıoğlu Akan, Ö. M., Saniye, Ü. ve Fırat, O. (2014). "Küresel Rekabet ve İnovasyon Çerçevesinde Türkiye'nin Lojistik Performansının Değerlendirilmesi", *3. Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi*, Trabzon, 1-10.
- Taş, S. (2017). "İnovasyon, Eğitim ve Küresel İnovasyon Endeksi", *Bilge Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 1(1), 99-123.
- Uludağ, A.S. (2020). "Measuring the Productivity of Selected Airports in Turkey", *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 144, 1-28.
- Yangınlar, G. (2019). "Lojistik Performans ile GSYH Oranlarının Türkiye ve G-7 Ülkeleri Arasında Karşılaştırılması", *V. European Congress on Economic Issues*, Bakü, 68-80.
- Yapraklı, T.Ş. ve Ünalın, M. (2017). "Küresel Lojistik Performansı Endeksi ve Türkiye'nin Son 10 Yıllık Lojistik Performansının Analizi", *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 31(3), 589-606.

BANKA TELEPAZARLAMA BAŞARISININ TAHMİNİ İÇİN BİR BİRLEŞİK MAKİNE ÖĞRENME TABANLI KARAR DESTEK MODELİ

Ömer ALGORABI¹, Ersin NAMLI²

ÖZET

Amaç: Günümüzde bankacılık sektöründe işlem verilerinin yakalanmasını sağlayan elektronik bankacılık daha çok benimsenmeye başlanmış ve bu tür verilerin miktarı önemli ölçüde artmıştır. Bu verileri analiz etmek için veri madenciliğine dayalı teknikler benimsenmiştir. Bu çalışmada müşterilerin vadeli mevduat uygunluk durumlarına göre sınıflandırılması amaçlanmıştır.

Yöntem: Bu çalışmada, kullanılan veri seti Portekiz Bankacılık Kurumu'nun müşterilerinden telefon ile iletişim yoluyla elde ettiği pazarlama kampanyaları verilerinden oluşmaktadır. Veriler C4.5, Naive Bayes, Bayes Ağları, k-En Yakın Komşu ve Sıralı Minimal Optimizasyon (SMO) sınıflandırma algoritmaları kullanılarak sınıflandırılmıştır. Sınıflandırma modelleri Sentez indeks (SI) değerlerine göre karşılaştırılmıştır.

Bulgular: Elde edilen sonuçlara göre basit C4.5, en iyi sınıflandırma modeli olarak bulunmuştur. Önerilen model, literatürdeki diğer çalışmaların aynı veri seti üzerinde uyguladığı yöntemlerden daha üstün bulunmuştur.

Özgünlük: Literatürdeki mevcut çalışmalardan farklı olarak bu çalışmada, topluluk öğrenme yöntemleri ile farklı sınıflandırma modelleri oluşturulmuş ve sentez indeks olarak yeni bir performans ölçütü geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bankacılık, Tele Pazarlama, Makine Öğrenme, Sınıflandırma.

JEL Kodları: C38, E50, M31.

AN INTEGRATED MACHINE LEARNING BASED DECISION SUPPORT MODEL FOR PREDICTION OF BANK TELEMARKEETING SUCCESS

ABSTRACT

Purpose: Today, electronic banking, which enables the capture of transaction data, has started to be adopted more and the amount of such data has increased significantly. Data mining-based techniques have been adopted to analyze this data. In this study, it is aimed to classify customers according to their time deposit eligibility status. The bank usually needs to make more than one phone connection to the same customer to understand whether a time deposit product can be offered.

Methodology: In this study, the data set used consists of the marketing campaigns data obtained by the Portuguese Banking Agency from its customers via telephone communication. Data is classified with C4.5, Naive Bayes, Bayes Networks, k-Nearest Neighbor and Sequential Minimal Optimization (SMO) classification algorithms. Classification models are compared according to synthesis index (SI) values.

Findings: According to the results, simple C4.5 was found to be the best classification model. The proposed model was found to be superior to the methods applied by other studies in the literature on the same data set.

Originality: Different from the existing studies in the literature, in this study, different classification models were created with ensemble learning methods and a new performance criterion was developed as a synthesis index.

Keywords: Banking, Telemarketing, Machine Learning, Classification.

JEL Codes: C38, E50, M31.

¹ Arş. Gör., İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye, omer.algorabi@iuc.edu.tr, ORCID: 0000-0002-2016-8674.

² Dr. Öğr. Üyesi, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye, enamli@iuc.edu.tr, ORCID: 0000-0001-5980-9152 (Sorumlu Yazar-Corresponding Author).

1. GİRİŞ

Telefonla pazarlama, bir satış temsilcisinin müşterileriyle telefon veya ürün satışı yapmak için iletişim kurduğu doğrudan pazarlama türüdür. Potansiyel müşterilere ait veriler doğrudan pazarlama veri tabanından gelir ve çoğunlukla iletişim, reklam ve analiz için kullanılmaktadır. Telefonla pazarlama ile başarıyı elde etmek için, şirketin, satmaya çalıştığı ürünü veya hizmeti kullanma olasılığı daha yüksek olan müşteri kitlesini tahmin ederek, potansiyel müşterilere odaklanmalıdır (Palaniappan ve diğerleri, 2017).

Dünya çapında bankacılık sektörü, işin yönetilme şekliyle ilgili çarpıcı değişiklikler yaşamıştır. Günümüzde işlem verilerinin yakalanmasını sağlayan elektronik bankacılık daha fazla benimsenmeye başlanmıştır ve bu tür verilerin miktarı önemli ölçüde artmıştır. İnsan aklının böylesine büyük miktarda ham veriyi analiz etmesi ve verileri bir organizasyonun yararına yararlı bilgiye dönüştürmesi mümkün değildir (Keles ve Keles, 2015).

İnsanın böylesine büyük ham veriyi analiz edemeyecek olduğu durumda, müşteri davranışlarını anlamak için, birçok firma, özel hizmetler sunmadan önce müşteri verilerini işleyerek müşterileri sınıflandıran veri madenciliğine dayalı teknikleri kullanmaktadır (Vajiramedhin ve Suebsing, 2014). Veri madenciliği, veri kayıtlarında yer alan özellikler arasındaki gizli ve bilinmeyen ilişkileri keşfedebilen, ilginç olayları ve gömülü kalıpları tespit edebilen ve bilgi alanının özünü özetleyebilen, çok sayıda veri kümesinden yeni ve yenilikçi bilgileri izleme süreci olarak bilinir. Bu doğrultuda, veri madenciliği, bankacılık sektöründeki karar vericilere, banka tahliyesine neden olan riskli işlemlerden kaçınarak banka gelirlerini yükseltmek ve müşteri tutma teşviklerini artırarak ekonomik hilelere karşı koymaya yardımcı olmak için kullanılabilir (Abbas, 2015).

Bu çalışmada, Portekiz Bankacılık Kurumu'nun müşterilerinden telefon ile iletişim yoluyla elde ettiği pazarlama kampanyaları verileri kullanılarak müşterilerin vadeli mevduat uygunluk durumları sınıflandırılmıştır. Basit ve entegre sınıflandırma yöntemleri kullanılarak karşılaştırmalar yapılmıştır. Bu karşılaştırmalar geliştirilen sentez indekse göre yapılmıştır. En son çalışmada üstün bulunan model, farklı çalışmaların aynı veri seti üzerinde kullandıkları sınıflandırma modelleri ile karşılaştırılmış ve bu çalışmanın verimliliği ortaya konmuştur.

Çalışmanın geri kalanı şu şekilde organize edilmiştir. İkinci bölümde, literatür taraması yapılmıştır. Üçüncü bölümde, kullanılan veri seti, metodolojilerin matematiksel temelleri ve performans ölçütleri ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Dördüncü bölümde, sınıflandırma sonucu elde edilen bulgular verilmiştir. Son bölümde yer alan sonuç bölümü ile çalışma sonlandırılmıştır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Literatürde "Bank Marketing" veri setinin birçok çalışmada kullanıldığı görülmüştür. Giriş verilerinin özelliğinin azalmasına ve bankanın tahmin oranının yükselmesine yardımcı olacak bir tahmin modeli öneren Vajiramedhin ve Suebsing (2014) çalışmalarında, korelasyon tabanlı öznelik seçimi algoritması ve sınıflandırma için C4.5 metodu kullanılmıştır. Önerdikleri modelde doğru pozitif (TP) oranı %92,14 bulunmuştur. Bir diğer çalışmada ise, CRM veri madenciliği çerçevesi ile Çok Katmanlı Algılayıcı Sinir Ağı (MLPNN) ve Naïve Bayes (NB) sınıflandırıcıları kullanılmıştır (Bahari ve Elayidom, 2015). Doğruluk oranları MLPNN için %88,63 bulunurken NB için %87,97 olarak bulunmuştur. Popelka ve diğerleri (2016) çalışmalarında, veri setini sınıflandırmak için ADTree, Random Forest, BFTree, C4.5, Radial Basis Function, MLP ve SVM Algoritmaları kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre en iyi sınıflandırıcı %90,20 doğruluk oranıyla C4.5 bulunmuştur. Bir diğer çalışmada C4.5 kullanılarak %90,68 doğruluk oranı bulunmuştur (Palaniappan ve diğerleri, 2017). Bir başka çalışmada ise bankacılık kampanyaları için hedef müşterilerin tanımını desteklemek üzere rastgele ormanlar tarafından desteklenen bir veri madenciliği yanıt modeli Migueis ve diğerleri (2017) tarafından önerilmiştir. Bir alt-örnekleme yönteminin performansı, en uygun spesifikasyonun belirlenmesi için bir aşırı örnekleme yöntemiyle karşılaştırılmıştır. Özellikle, ayrımcı performans demografik bilgilerin, iletişim detaylarının ve sosyo ekonomik özelliklerin dahil edilmesiyle artırılmıştır. Bir alt-örnekleme algoritması tarafından desteklenen rastgele ormanlar, keşfedilen diğer tekniklerden daha iyi performans gösteren çok yüksek tahmin performansı sunmuştur. Bir başka çalışmada Yapay Sinir Ağları kullanılarak sınıflandırma oranı %84,4 elde edilmiştir (Koç ve Yeniay, 2013). Pradap ve Kamaludeen'in 2019'daki çalışmalarında ise farklı sınıflandırma yöntemleri içerisinde Rastgele Orman %85,76 ile en iyi doğru sınıflandırma oranını vermiştir (Pradap ve Kamaludeen, 2019). Derin öğrenme yöntemleri kullanılarak da veri seti sınıflandırılmıştır. Kim ve diğerleri (2015) çalışmalarında Evrimsel Sinir Ağları kullanılarak %76,70 doğru sınıflandırma oranı elde edilmiştir. Türkmen (2021) çalışmasında ise Uzun Kısa Vadeli Bellek (LSTM), Kapılı Tekrarlayan Birim (GRU) ve Basit Tekrarlayan Sinir Ağı (SimpleRNN)) kullanarak telepazarlama verisini sınıflandırmıştır. Bir başka çalışmada sınıflandırmanın etkinliğini artırmak için karar ağaçları sınıflandırıcıları yanında metasezgisel yöntemlerden biri olan karınca kolonisi optimizasyonu kullanılmıştır (Kozak ve Juszczuk, 2018)

Literatürdeki mevcut çalışmalardan farklı olarak bu çalışmada, yığılma ve oylama topluluk öğrenme yöntemleri ile K-En Yakın Komşu, Bayes Ağları, Karar Ağacı ve Naïve Bayes sınıflandırma modelleri geliştirilmiştir. Doğruluk oranı, kappa istatistiği, hata değerleri gibi farklı performans ölçütlerinden performans sentez indeksi ve hata sentez indeksi olarak yeni performans ölçütleri geliştirilmiş ve bu ölçütlere göre karşılaştırmalar yapılmıştır.

3. YÖNTEM

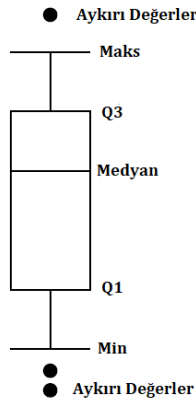
3.1. Kutu Grafiği

Kutu grafiği sürekli tek modlu verilerinin dağılımını görselleştirmek için çok popüler bir grafik aracıdır. Verilerin konumu, yayılımı, çarpıklığı ve kuyukları ile ilgili bilgileri göstermektedir. Bununla birlikte, veriler çarpık olduğunda, genellikle birçok nokta bığı aşar ve aykırı değer olarak tespit edilir (Hubert ve Vandervieren, 2008). Bir kutu grafiği modeli Şekil 1'deki gibidir.

$X_n = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, n değişkenli bir veri kümesidir, kutu grafiği şu şekilde oluşturulur:

- Örnek medyan Q_2 'nin yüksekliğine bir çizgi koyulur.
- Birinci çeyrek Q_1 'den üçüncü çeyrek Q_3 'e bir kutu çizilir.
- Aralık (çit) dışındaki tüm noktaları aykırı değer olarak sınıflandırılır ve grafik üzerinde işaretlenir. Aralık dışındaki değerler Eşitlik 1 kullanılarak belirlenir.
 $[Q_1 - 1.5 IQR; Q_3 + 1.5 IQR]$ (1)
- Bıyıklar çizilir.

Böylece, kutu grafiği, medyan ve çeyrekler arası aralık aracılığıyla verilerin yeri ve yayılımı hakkında bilgi gösterir. Kutunun her iki tarafındaki bıçağın uzunluğu ve kutu içindeki medyanın konumu, verilerdeki olası çarpıklıkların tespit edilmesinde yardımcı olur. Son olarak, çitler dışında kalan gözlemler aykırı olarak belirlenir (Hubert ve Vandervieren, 2008).



Şekil 1. Kutu grafiği

3.2. Naïve Bayes Sınıflandırıcısı

Naive Bayes algoritması, belirli bir veri kümesindeki değerlerin frekanslarını ve kombinasyonlarını sayarak bir olasılık kümesini hesaplayan basit bir olasılıksal sınıflandırıcıdır. Algoritma, Bayes teoremini kullanmaktadır ve sınıf değişkeninin değeri göz önüne alındığında tüm özneliklerin bağımsız olduğunu varsaymaktadır (Patil, 2013). Basitliği ve gerçekçi olmayan bağımsızlık varsayımına rağmen, NB sınıflandırıcısının performansı uygulamalarda oldukça başarılıdır (Bermejo ve diğerleri, 2014).

D , sınıf etiketlerini de içeren bir eğitim kümesi ve her bir örnek n nitelikli bir vektör ile sunulmaktadır (x_1, x_2, \dots, x_n) C_1, C_2, \dots, C_m olmak üzere m sınıf olduğunu varsayılır. Sınıflandırmada amaç, maksimum $P(C_i|X)$ 'i elde etmektir. Bu bayes teoreminden türetilir (Eşitlik 2) (Han ve diğerleri, 2011).

$$P(C_i|X) = \frac{P(X|C_i) \times P(C_i)}{P(X)} \quad (2)$$

$P(X)$ tüm sınıflar için sabit olduğundan, yalnızca $P(C_i|X) = P(X|C_i) \times P(C_i)$ ifadesinin en büyüklenmesi gerekmektedir. Nitelikler birbirinden bağımsız olmasından dolayı Eşitlik 3 kullanılabilir (Han ve diğerleri, 2012).

$$P(X|C_i) = \prod_{k=1}^n P(x_k|C_i) \quad (3)$$

Bu denklem, hesaplama maliyetini büyük oranda düşürür. Yalnızca, sınıf dağılımı sayılır. Eğer A_k kategorisel ise, $P(x_k|C_i)$ A_k için x_k değerine sahip C_i sınıfındaki örneklerin sayısının eğitim kümesi D 'deki C_i sınıfının örnek sayısına bölünmesiyle elde edilir. Eğer A_k sürekli bir değer ise, $P(x_k|C_i)$ genellikle ortalaması μ ve standart sapması σ olan Gaus dağılımı temelinde hesaplanmaktadır (Han ve diğerleri, 2012).

3.3. C4.5 Sınıflandırıcısı

C4.5 algoritması, çok basit bir karar ağacı algoritması olan ID3 algoritmasına dayanmaktadır. Bu algoritma karar ağacından geçerek, her düğümü ele alarak en uygun bölünmeyi seçmektedir (Masetic ve diğerleri, 2016).

C , sınıf sayısını gösterdiğinde, $p(S, j)$, S niteliğindeki j . sınıfa atanan örneklerin oranıdır. Bu nedenle, S niteliği entropisi Eşitlik 4'teki gibi hesaplanır (Dai ve Ji, 2014).

$$Entropi(S) = - \sum_{j=1}^C p(S, j) \times \log p(S, j) \quad (4)$$

Buna göre, bir eğitim veri seti T 'nin bilgi kazancı Eşitlik 5'teki gibi tanımlanır (Dai ve Ji, 2014).

$$Kazanç(S, T) = Entropi(S) - \sum_{v \in (T_s)} \frac{|T_{S,v}|}{|T_s|} Entropi(S_v) \quad (5)$$

Burada Değerler (T_s), T 'deki S 'nin değerlerinin kümesidir, T_s , S tarafından uyarılmış T 'nin alt kümesidir ve $T_{s,v}$, S 'nin bir v değerine sahip olduğu T 'nin alt kümesidir (Dai ve Ji, 2014). Bu nedenle, S niteliğinin bilgi kazancı oranı Eşitlik 6'daki tanımlanır (Dai ve Ji, 2014).

$$KazançOranı(S, T) = \frac{Kazanç(S, T)}{BölünmeBilgisi(S, T)} \quad (6)$$

Bölünme Bilgisi (S, T) Eşitlik 7'deki gibi hesaplanır (Dai ve Ji, 2014). Bilgi Kazancı Oranı büyük olan değer seçilip bölünme gerçekleşir.

$$Bölünme Bilgisi(S, T) = - \sum_{v \in (T_s)} \frac{|T_{S,v}|}{|T_s|} \times \log \frac{|T_{S,v}|}{|T_s|} \quad (7)$$

3.4. K-En Yakın Komşu Sınıflandırıcısı (K-NN)

K-en yakın komşu sınıflandırıcısı, her nesnenin C sınıfı, sınıflardan bir c grubuna ait olduğu bilinen bir eğitim veri matrisi olan X 'i kullanır. Bu sınıflandırıcı, bilinmeyen bir x nesnesini, k-en yakın komşularının ait olduğu sınıfa atar. Bu komşular uygun bir metrik, genellikle Öklid mesafesine (Eşitlik 8) göre bulunur (Medina ve diğerleri, 2009). Burada $d(i, j)$, öklid uzaklığı ve n , örneklerin nitelik sayısıdır.

$$d(i, j) = \sum_{k=1}^n (x_{ik} - x_{jk})^2 \quad (8)$$

Algoritmadaki k değeri önceden seçilir; değerinin yüksek olması birbirlerine benzemeyen noktaların bir araya toplanmasına, çok küçük seçilmesiyle birbirine benzediği yani aynı sınıfın noktaları oldukları halde, bazı noktaların ayrı sınıflara konmasına ya da o tür noktalar için ayrı sınıfların açılmasına neden olur. Tipik k değerleri 3, 5 ve 7'dir (Silaharoğlu, 2008: 118).

3.5. Sıralı Minimal Optimizasyon (SMO)

Sıralı Minimal Optimizasyon (SMO), Destek Vektör Makineleri (SVM'ler) için yeni bir algoritmadır. John Platt tarafından 1998 yılında önerilen Sıralı Minimal Optimizasyon (SMO) algoritması, SVM eğitimi için basit ve hızlı bir yöntemdir. Ana fikir, her iterasyonda iki eleman dahil olmak üzere minimal alt kümeyi optimize ederek çift kuadratik optimizasyon problemini çözmekten türetilmiştir. SMO'nun avantajı, basit ve analitik olarak uygulanabilmesidir (Chaurasia ve Pal, 2017).

İki sınıfa ait eğitim vektörlerinin setini ayırma problemini göz önünde bulundurun: $D = \{(x_i, y_i)\}_{i=1}^l$, burada l , eğitim örneklerinin sayısıdır, $x_i \in R^d$, i . eğitim örneği ve $y \in \{+1, -1\}$, x_i sınıfının etiketidir. SVM, Eşitlik 9-11'deki optimizasyon sorununun çözümünü gerektirir (Zhang ve diğerleri, 2018).

$$\min w(\alpha) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^l \sum_{j=1}^l y_i y_j \alpha_i \alpha_j K(x_i, x_j) - \sum_{i=1}^l \alpha_i \quad (9)$$

$$s.t \quad \sum_{i=1}^l y_i \alpha_i = 0 \quad (10)$$

$$0 \leq \alpha_i \leq C, \quad i = 1, \dots, l \quad (11)$$

Sıralı Minimal Optimizasyon (SMO), SVM'yi hızlıca çözebilen basit bir algoritmadır. Yakınsama sağlamak için büyük QP problemini bir dizi mümkün olan en küçük QP alt problemine böler. Her adımda, SMO, ortaklaşa optimize etmek için iki Lagrange çarpanını seçer, bu çarpanlar için en uygun değerleri belirler ve yeni optimal değerleri yeniden tanımlamak için SVM'yi günceller. İki seçilmiş değişkeninin α_i , α_j olduğunu varsayalım, sonra yukarıdaki matematiksel model Eşitlik 12-14'teki gibi yazılabilir (Zhang ve

diğerleri, 2018). Orijin çözümü (α_1^0, α_2^0) ise, en uygun çözüm Eşitlik 15'teki gibi uygulanabilir (Zhang ve diğerleri, 2018).

$$\min w(\alpha_i, \alpha_j) = \frac{1}{2}K_{11}\alpha_1^2 + \frac{1}{2}K_{22}\alpha_2^2 + y_1y_2K_{12}\alpha_1\alpha_2 - (\alpha_1 + \alpha_2) + y_1\alpha_1 \sum_{i=3}^l y_i\alpha_1K_{i1} + y_2\alpha_2 \sum_{i=3}^l y_i\alpha_1K_{i2} \quad (12)$$

$$s. t \quad y_1\alpha_1 + y_2\alpha_2 = -\sum_{i=3}^l y_i\alpha_i = c \quad (13)$$

$$0 \leq \alpha_i \leq C, \quad i = 1, \dots, l \quad (14)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \alpha_2^n = \alpha_2^0 + \frac{y_1y_2 \nabla w(\alpha_1) - w(\alpha_2)}{K_{11} + K_{22} - 2K_{12}} \quad (U \leq \alpha_2^n \leq V) \\ \alpha_1^n = \alpha_1^0 + y_1y_2(\alpha_2^0 - \alpha_2^n) \\ \quad \text{if } y_1 \neq y_2: \\ U = \max(0, \alpha_2^0 - \alpha_1^0), \quad V = \max(C, C + \alpha_2^0 - \alpha_1^0) \\ \quad \text{if } y_1 = y_2: \\ U = \max(0, \alpha_2^0 + \alpha_1^0 - C), \quad V = \max(C, \alpha_2^0 + \alpha_1^0) \end{array} \right. \quad (15)$$

3.6. Bayes Ağları Sınıflandırıcısı

Bayes ağı, bir dizi rasgele değişkenleri temsil eden olasılıksal bir grafik modelidir. Bir Bayes ağı, yeni olaylarda akıl yürütme yaparken karar tablolarında bilgi akışını modeller. Gerekli olasılıklar, karar değerinin döngü içinde yer almasıyla doğrudan eğitim verilerinden hesaplanabilir. Bu sınıflandırıcı, bir istatistiksel öğrenme algoritmasının en iyi bilinen temsilidir (Narudin ve diğerleri, 2016).

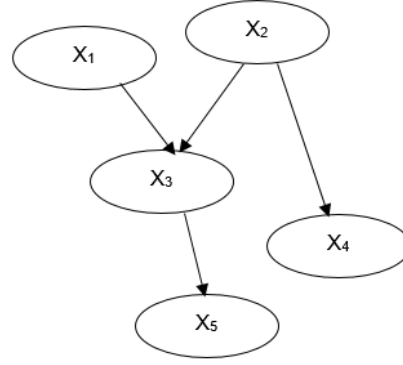
Şekil 2'de, bir Yönlü Düz Ağaçlar (DAG) kullanılarak resmedilen basit bir örnek gösterilmiştir. Şekil 1'de, düğümler (X_1, X_2, X_3, X_4, X_5) rasgele değişkenleri temsil eder ve yönlendirilmiş bağlantılar (yaylar), aralarında doğrudan olasılıksal bağımlılıkları temsil eder. Her bir yay bir ana düğümden başlar ve X_2 gibi bir çocuk düğümde biter. Şekil 2'de herhangi bir giriş yayı olmayan düğüm, örneğin X_1 ve X_2 , kök düğümü olarak adlandırılır. Parametreler, düğümler arasındaki kantitatif olasılıksal ilişkileri temsil etmek için kullanılır. Bayes ağının parametreleri, her bir durum için her bir kök düğümün önceki olasılığını ve ebeveynlik durumları verilen her bir çocuk düğümünün koşullu olasılık tablosunu (CPT) içerir. Gerekli olan parametre sayısının, düğüm noktalarının sayısıyla üssel olarak büyümesi sonucu oluşan karmaşıklığın üstesinden gelmek için, üç bağımsızlık varsayımı getirilmiştir: (i) tüm kök düğümler birbirinden bağımsızdır, (ii) iki düğüm ortak ana düğümlere sahipse ve aralarında hiçbir yönsel yay bulunmadıklarında, birbirlerine yakın ebeveynlerinin durumları göz önüne alındığında şartlı olarak birbirlerinden bağımsızdır; (iii) herhangi bir kök dışı düğüm için, tüm ana orta düğümlerin durumları göz önünde bulundurulduğunda bu, doğrudan kendi ana düğümlerinde koşullu olarak bağımsızdır. Bu bağımsız değerlendirmelere dayanarak, ortak olasılık dağılımı Eşitlik 16'daki gibidir (Wang ve diğerleri, 2017). Burada P_{ai} , düğüm X_i 'nin hemen tüm ana düğümleridir ve k , düğümlerin sayısıdır (Wang ve diğerleri, 2017).

$$P(X_1, X_2 \dots X_k) = \prod_{i=1}^k P(X_i | Pa_i) \quad (16)$$

Bayes ağına bir bulgu girildiğinde, bulgularla verilen bilgiler, bilgiyi güncellemek ve gözlemlenmeyen durumların bir test sonrası olasılıkları elde etmek için ağda yayılır. Bu sürece çıkarım denir. Bayes ağında çıkarım, Bayes teoremine dayanmaktadır. Bayes formülü Eşitlik 17'deki formda yazılabilir (Wang ve diğerleri, 2017):

$$P(B_i | A) = \frac{P(A \cap B_i)}{P(A)} = \frac{P(B_i)P(A | B_i)}{\sum_{i=1}^k P(B_i)P(A | B_i)} \quad (17)$$

Eşitlik 13'te sağ tarafındaki öğeler test öncesi olasılığı ve soldaki öge test sonrası olasılığıdır. Bayes teoremi, önceki olasılıklardan sonraki olasılığın hesaplama yöntemini sağlar. Bayes çıkarımı hataları teşhis etmek için kullanıldığında, B_i bir hatayı ve A bir hata bulgusunu temsil eder. $B_i(P(B_i))$ hatasının önceki olasılığı ve verilen bir B_i ($P(A | B_i)$ bulgusunun koşullu olasılığı elde edildikten sonra, test sonrası olasılık $P(B_i | A)$ Eşitlik 13'teki gibi hesaplanabilir (Wang ve diğerleri, 2017).



Şekil 2. Bayes ağları

3.7. Karışıklık Matrisi

Karışıklık matrisi, bir sınıflandırma sistemi tarafından yapılan gerçek ve tahmin edilen sınıflandırmalar hakkında bilgi içeren makine öğreniminden bir kavramdır. Bir karışıklık matrisi iki boyutlu olup; bir boyutu bir nesnenin gerçek sınıfı tarafından indekslenirken, diğeri sınıflandırıcının öngördüğü sınıf tarafından indekslenir. Tablo 1, A_1 , A_2 ve A_n sınıfları ile çok sınıflı bir sınıflandırma işlemi için temel karışıklık matrisini göstermektedir. Karışıklık matrisinde N_{ij} , gerçekte A_i sınıfına ait olan ancak A_j sınıfı olarak sınıflandırılan örneklerin sayısını temsil eder (Deng ve diğeri, 2016).

Tablo 1. Karışıklık matrisi

		Tahmin Edilen		
		A_1	... A_j ...	A_n
Gerçekleşen	A_1	N_{11}	N_{1j}	N_{1n}

	A_i N_{ij} ...	N_{in}

.	.	.	.	
.	.	.	.	
A_n	N_{n1}	N_{nj}	N_{nn}	

3.8. Performans Ölçütleri

Tablo 2'deki gibi iki sınıfın tahmin sonuçlarına ait bir karışıklık matrisimiz olsun. Karışıklık matrisine dayanan bir dizi sınıflandırma performansı tanımlanabilir. Bazı yaygın ölçütler Eşitlik 18-22'deki gibi verilmiştir. Bu eşitliklerde; TP doğru pozitif, FN yanlış negatif, FP yanlış pozitif, TN doğru negatif, P' pozitif değerleri ve N' negatif değerleri temsil etmektedir.

Tablo 2. İki sınıflı karışıklık matrisi

		Tahminlenen sınıf	
		Evet	Hayır
Gerçek Sınıf	Evet	TP	FN
	Hayır	FP	TN
Toplam		P'	N'

$$\text{Doğruluk} = \frac{(TP+TN)}{(TP+FP+TN+FN)} \quad (18)$$

$$\text{Kesinlik} = \frac{TP}{TP+FP} \quad (19)$$

$$\text{Anma} = \frac{TP}{TP+FN} \quad (20)$$

$$F \text{ ölçütü} = \frac{(1+\beta^2) \times \text{Anma} \times \text{kesinlik}}{\beta^2 \times \text{Anma} \times \text{kesinlik}} \quad (21)$$

$$MCC = \frac{(TP \times TN) - (FP \times FN)}{\sqrt{(TP + FP)(TP + FN)(TN + FP)(TN + FN)}} \quad (22)$$

Bir başka sıklıkla kullanılan performans ölçütü ise Kappa istatistiğidir. Sınıflama düzeyinde puanlama yapan iki puanlayıcı arasındaki uyumun derecesini belirlemek için geliştirilmiştir (Bilgen ve Doğan, 2017). P_o kabul edilen oran, P_c kabul edilmesi beklenen oran olmak üzere Kappa değeri Eşitlik 23'teki gibi hesaplanır (Nizam ve Akın, 2014):

$$K = \frac{P_o - P_c}{1 - P_c} \quad (23)$$

Bazı araştırmacılar, dengesiz veri kümeleri üzerinde oluşturulan tahmin sistemlerinin değerlendirilmesi için G-ortalama1 ve G-ortalama2 kullanmaktadır. Eşitlik 24 ve 25, sırasıyla bu ölçümlerin nasıl hesaplanacağını gösterir (Catal, 2012).

$$G \text{ ortalama1} = \sqrt{(Anma \times Kesinlik)} \quad (24)$$

$$G \text{ ortalama2} = \sqrt{(Anma * TNR)} \quad (25)$$

p gerçek değer ve a tahmin değeri olsun. Ortalama Mutlak Hata (MAE), Ortalama Hata Kareleri Kökü (RMSE), Bağıl Ortalama Hata (RAE) ve Kök Bağıl Hata Kareleri (RRSE) ölçütleri Eşitlik 26-29'daki gibi tanımlanmıştır;

$$MAE = \frac{|p_1 - a_1| + \dots + |p_n - a_n|}{n} \quad (26)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{(p_1 - a_1)^2 + \dots + (p_n - a_n)^2}{n}} \quad (27)$$

$$RAE = \frac{|p_1 - a_1| + \dots + |p_n - a_n|}{|a_1 - \bar{a}| + \dots + |a_n - \bar{a}|} \quad (28)$$

$$RRSE = \sqrt{\frac{(p_1 - a_1)^2 + \dots + (p_n - a_n)^2}{(a_1 - \bar{a})^2 + \dots + (a_n - \bar{a})^2}} \quad (29)$$

Sınıflandırma modellerinin karşılaştırılması için sentez indeks (SI) değerleri hesaplanmıştır. SI değeri Eşitlik 30'daki gibi hesaplanabilir.

$$\sum SI = (1 - Hata SI) + Performans SI \quad (30)$$

Hata SI ve Performans SI, her bir ölçüt için normalizasyon işlemi yapılarak hesaplanır. Burada Hata SI değeri 4 hata ölçütü; MAE, RMSE, RAE ve RRSE'nin normalize değerlerinin ortalaması alınarak bulunur. Daha sonra modellerin Hata SI değerleri 0-1 arasında normalize edilir. Performans SI ise Doğruluk, Kappa istatistiği, TP oranı, FP oranı, Kesinlik, Anma, F-ölçütü, MCC, ROC Alanı, PRC Alanı, G-ortalama1 ve G-ortalama2 ölçütlerinin normalize değerlerinin ortalaması alınarak bulunur. Daha sonra modellerin Performans SI değerleri 0-1 arasında normalize edilir. Normalizasyon işlemi Eşitlik 31'deki gibidir. Burada m , ölçüt sayısı iken; P_i , P modelin i ölçüt değeri, $P_{min,i}$ modeller arasında i ölçütün en düşük değeri ve $P_{maks,i}$ modeller arasında i ölçütün en yüksek değeridir.

$$SI = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \left(\frac{P_i - P_{min,i}}{P_{maks,i} - P_{min,i}} \right) \quad (31)$$

3.9. k-Kat Çapraz Doğrulama

k-kat çapraz doğrulama yöntemi, toplam n örneğin bulunduğu bir veri setinde, her birinde n/k örneğin bulunduğu k adet ayrık parçaya ayrılır. Her seferinde farklı bir veri seti kümesi test için ayrılarak kalan diğer $k - 1$ veri seti eğitim için kullanılır. Her defasında test kümesi değiştirilerek sınıflandırıcı k defa eğitilir. Bu şekilde elde edilen k adet hatanın ortalaması ile sınıflandırıcı performansı tahmin edilmiş olur (Narin ve diğerleri, 2014).

3.10. Yığıma Tekniği

Yığıma tekniği, karar ağaçları, örnek tabanlı öğrenenler ve bunun gibi farklı makine öğrenimlerinin sınıflandırıcılarını birleştirmek için en çok kullanılan tekniklerden biridir. Her biri farklı bilgi gösterimi ve farklı öğrenme eğilimleri kullandığından, hipotez alanı farklı bir şekilde araştırılacak ve farklı sınıflandırıcılar elde edilecektir. Dolayısıyla, hatalarının ilişkilendirilmemesi ve sınıflandırıcıların kombinasyonunun temel sınıflandırıcılardan daha iyi performans göstermesi beklenmektedir. Yığıma konusundaki erken araştırmalar, doğru sınıflandırıcıları, parametrelerini ve meta sınıflandırıcıları seçmenin ana darboğaz olduğunu gösterdi. Bu konuyla ilgili araştırmaların çoğu, sınıflandırıcıların ve parametrelerinin doğru kombinasyonunu elde etmek üzerine yapılmıştır (Ledezma ve diğerleri, 2004).

3.11. Oylama Tekniği

Oylama tekniği, çoklu sınıflandırıcı kararlarını birleştirmek için kullanılan bir birleştirme tekniğidir. Çoğulluğa veya oy çoğunluğuna dayanan en basit şekliyle, her bir sınıflandırıcı tek bir oylamaya katkıda bulunur. Toplam tahmini, oyların çoğunluğu tarafından belirlenir, yani, en çok oyu alan sınıf kesin tahmin olarak belirlenir (Paris ve diğerleri, 2010).

3.12. Veri Seti Tanımı

Kaliforniya Üniversitesi makine öğrenmesi veri setlerinden Bank Marketing verisi uygulama için kullanılmıştır. Bu veriler Portekiz Bankacılık Kurumu'nun Mayıs 2008 ile Kasım 2010 arasında elde ettiği mobil ve sabit telefonlara dayalı doğrudan pazarlama kampanyaları ile ilgilidir. Bu verilerin sınıflandırılmasında hedef müşterinin vadeli mevduat uygunluğunun tahmin edilmesidir. Banka vadeli mevduat ürünü verilir verilemeyeceğinin anlaşılması için genellikle aynı müşteriyle birden fazla telefon bağlantısı gerçekleştirmiştir. Veri seti 20 adet girdi ve 1 adet çıktı verisi bulunmaktadır. Sınıf etiketi müşteriye vadeli mevduat verilir verilemediği bilgisinden oluşmaktadır. Toplamda 41188 müşteri verisi kaydedilmiştir. Elde edilen verilere göre sınıf etiketi bilgisi 12217 'evet' ve 2783 'hayır' şeklindedir. Veri setindeki öznitelikler Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3. Veri seti

Öznitelik Adı	Tanım	Veri tipi	Veriler
Age	Müşterinin yaşı	Nümerik	
Job	Müşterinin işi	Kategorik	Yönetici, Mavi Yakalı, Girişimci, Serbest Meslek Sahibi, Hizmette Görevli, Öğrenci, Hizmetçi, Yönetimde Görevli, Emekli, Teknisyen, İşsiz, Belirsiz
Marital	Medeni hal	Kategorik	Boşanmış, Bekar, Evli, Belirsiz
Education	Eğitim seviyesi	Kategorik	Temel 4y, Temel 6y, Temel 9y, Lise, Okuma Yazma Bilmeyen, Profesyonel Kurs, Üniversite Diploması, Belirsiz
Default	Ödenmemiş kredisi var mı?	Kategorik	Hayır, Evet, Belirsiz
Housing	Konut kredisi var mı?	Kategorik	Hayır, Evet, Belirsiz
Loan	Bireysel kredisi var mı?	Kategorik	Hayır, Evet, Belirsiz
Contact	Müşteriyle temas şekli	Kategorik	Cep Telefonu, Sabit Telefon
Month	Müşteriyle kurulan son temas (ay)	Kategorik	Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim, Kasım, Aralık
Day Of Week	Kurulan son temasın günü	Kategorik	Pazartesi, Salı, Çarşamba, Perşembe, Cuma
Duration	Kurulan temas süresi	Nümerik	
Campaign	Müşteriye mevcut kampanya boyunca yapılan temas sayısı	Nümerik	
Pdays	Müşteriye mevcut kampanyadan önce yapılan temas sayısı	Nümerik	
Previous	Bir önceki pazarlama kampanyasının sonucu	Nümerik	
Poutcome	Toplam güne tanımlanan oran günleri	Kategorik	Başarısız, Başarılı, Yok
Empvrrate	İstihdam değişim oranı (çeyreklik gösterge)	Nümerik	
Conspriceidx	Tüketici fiyat endeksi (aylık gösterge)	Nümerik	
Consconfidx	Tüketici güven endeksi (aylık gösterge)	Nümerik	
Euribor3m	Euribor 3 aylık oranı (günlük göstergesi)	Nümerik	
Nremployed	Çalışan sayısı (üç aylık gösterge)	Nümerik	

4. BULGULAR

Vadeli mevduat ürünü verilir verilemeyeceğinin tahminlenmesi için öncelikle veri setine kutu grafiği yöntemi ile aykırı değer analizi uygulanmıştır. Kutu grafiği yöntemiyle elde edilen sonuçlara göre, 41188 veriden 7612'si aykırı değer olarak tespit edilmiştir. Bu aykırı verilerin çoğu, mevcut kampanyadan önce temasın yapıldığı müşterilerden oluşmaktadır. Daha sonra C4.5, Naive Bayes, Bayes ağları, k-en yakın komşu ve Sıralı Minimal Optimizasyon (SMO) sınıflandırma algoritmaları kullanılarak aykırı değerden arındırılmış banka verileri sınıflandırılmıştır. Sınıflandırma için 10 kat çapraz doğrulama yöntemi kullanılmıştır. Sınıflandırma sonucu elde edilen karışıklık matrisi Tablo 4'teki gibidir.

Tablo 4'teki gibi elde edilen karışıklık matrisi sonuçlarına göre Tablo 5'teki belirtilen performans ölçütleri sonuçları elde edilmiştir. Doğru sınıflandırma oranı en yüksek C4.5 algoritması ile bulunmuştur. Diğer yandan sınıflandırma güvenini ve sınıflandırılan verilerin gerçekle ne kadar örtüştüğünü ifade eden Kappa istatistiği ile de aynı durum söz konusudur. SMO algoritması ile kurulan modelde daha düşük ortalama mutlak hata değeri elde edilirken ortalama hata kareleri kökü ölçütü açısından C4.5 algoritması ile daha iyi sonuç elde edilmiştir. Bu bulgular doğrultusunda basit C4.5 ile kurulan sınıflandırma modelinin diğer basit modellere göre daha yüksek bir başarı sağladığı görülmektedir.

Daha sonra çoklu tahmin modellerinden gelen bilgileri birleştiren Oylama ve Yığma model oluşturma teknikleri uygulanarak yeni sınıflandırma modelleri oluşturulmuştur. Bu modeller, Tablo 5'teki performans ölçütlerine bakılarak seçilmiştir. Yığma ve Oylama teknikleri ile elde edilen karışıklık matrisi sonuçları sırasıyla Tablo 6 ve 7'deki gibidir.

Tablo 4. Karışıklık matrisi (M1-M5)

Sınıflandırma Modelleri	M1		M2		M3		M4		M5	
Algoritmalar	Naive Bayes		Bayes Ağları		C4.5		k-NN		SMO	
Sınıflar	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
a=hayır	26518	4488	27799	3207	30218	788	29717	1289	30998	8
b=evet	792	1778	989	1581	1590	980	1857	713	2570	0

Tablo 5. Performans ölçütleri (M1-M5)

Performans Ölçütleri \ Sınıflandırma Modeli	M1	M2	M3	M4	M5
Doğru Sınıflandırma Oranı (%)	84,27	87,50	92,91	90,63	92,32
Kappa İstatistiği	0,3297	0,3666	0,4153	0,2625	-0,0005
MAE	0,1582	0,1311	0,0916	0,0937	0,0768
RMSE	0,351	0,3363	0,2318	0,3061	0,2771
RAE (%)	111,89	92,75	64,79	66,28	54,30
RRSE (%)	132,02	126,48	87,16	155,13	104,22
TP Oranı	0,843	0,875	0,929	0,906	0,923
FP Oranı	0,294	0,363	0,573	0,67	0,923
Kesinlik	0,918	0,917	0,92	0,896	0,853
Anma	0,843	0,875	0,929	0,906	0,923
F-ölçütü	0,871	0,892	0,923	0,901	0,887
MCC	0,373	0,389	0,424	0,265	-0,004
ROC Alanı	0,884	0,867	0,873	0,618	0,500
PRC Alanı	0,941	0,940	0,935	0,881	0,859

Tablo 8'de, Tablo 6 ve Tablo 7'deki karşılaştırma matrislerinden hesaplanan performans ölçütleri verilmiştir. Toplamda 19 sınıflandırma modeli ile veriler sınıflandırılmıştır. Karışıklık matrisi tabloları incelendiğinde 'no' sınıfını en iyi tahminleyen modellerin M14 ve M15 olduğu görülür; Şekil 3'teki gibi gösterilmiştir. Diğer bir sınıf etiketi olan 'yes' sınıfını en iyi tahminleyen model ise M1 modeli olup; Şekil 4'te gösterilmiştir.

Tablo 6. Karışıklık matrisi (M6-M13)

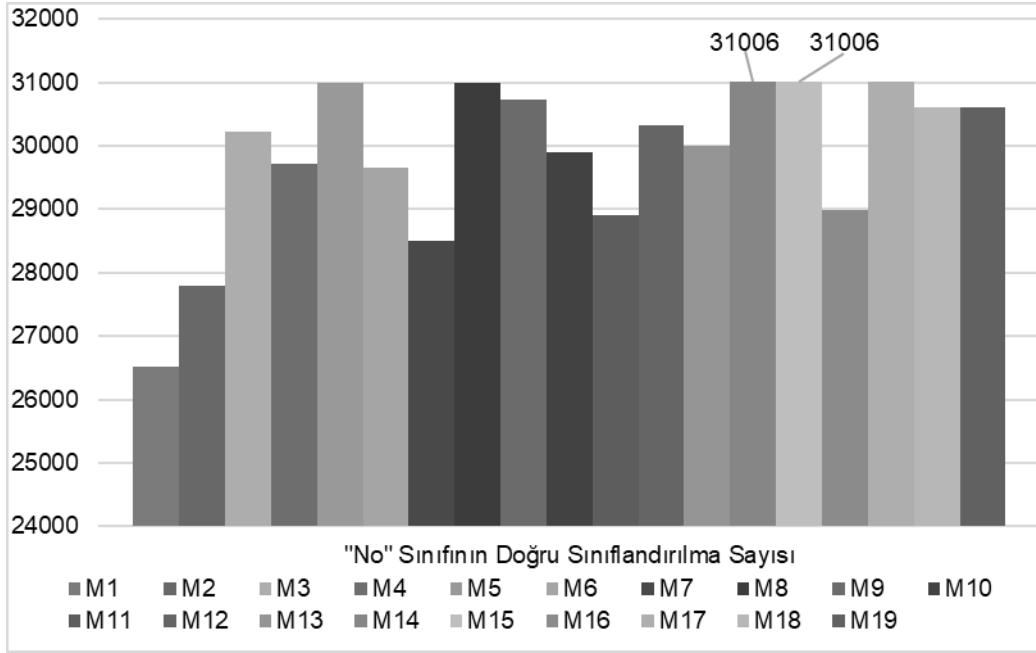
Sınıflandırma Modeli	M6		M7		M8		M9		M10		M11		M12		M13	
Oylama	C4.5+k-NN		C4.5+Bayes Ağ		C4.5+SMO		C4.5+k-NN+SMO		C4.5 + k-NN + Bayes Ağ		C4.5 + k-NN + Naive Bayes + Bayes Ağ		C4.5 + k-NN + Bayes Ağ + SMO		C4.5 + k-NN + Naive Bayes + Bayes Ağ + SMO	
Sınıflar	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
a=no	29653	1353	28504	2502	30999	7	30732	274	29905	1101	28916	2090	30319	687	29996	1010
b=yes	1791	779	1089	1481	2570	0	2177	393	1545	1025	1173	1397	1986	584	1595	975

Tablo 7. Karışıklık matrisi (M14-M19)

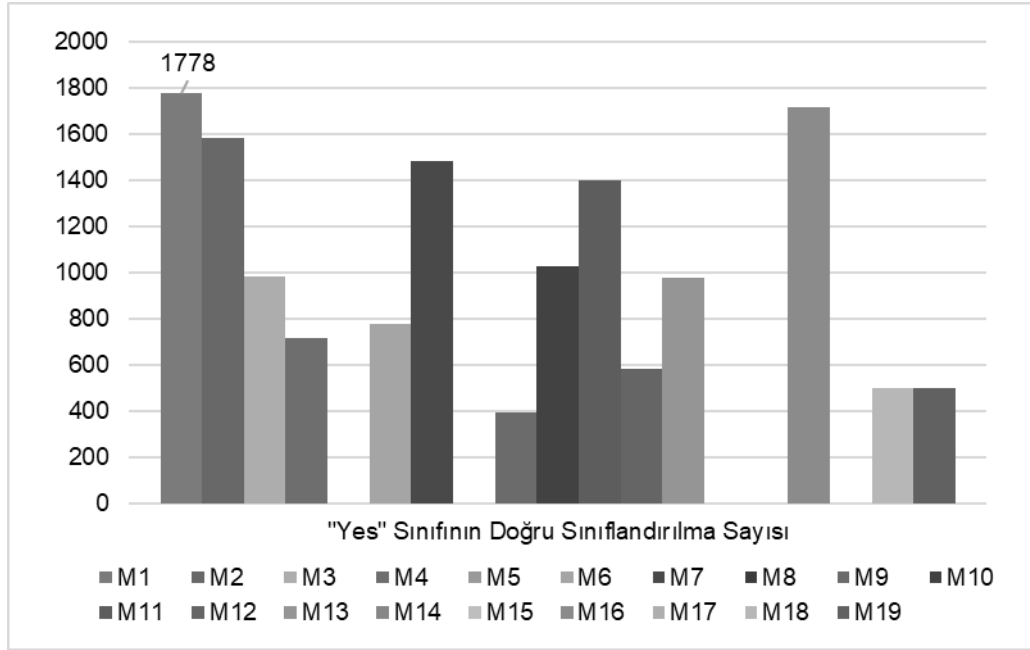
Sınıflandırma Modeli	M14		M15		M16		M17		M18		M19	
Yığıma	Ana Sınıflandırıcı: C4.5 Sınıflandırıcı:K-NN		Ana Sınıflandırıcı: C4.5 Sınıflandırıcı: Bayes Ağ		Ana Sınıflandırıcı: Bayes Sınıflandırıcı: C4.5		Ana Sınıflandırıcı: C4.5 Sınıflandırıcı:SMO		Ana Sınıflandırıcı: K-NN + Naive Bayes + Bayes Ağ		C4.5 Ana Sınıflandırıcı:K-NN + Naive Bayes + Bayes Ağ + SMO	
Sınıflar	a	b	a	b	a	b	a	b	A	b	a	b
a=no	31006	0	31006	0	28990	2016	31006	0	30601	405	30601	405
b=yes	2570	0	2570	0	854	1716	2570	0	2071	499	2071	499

Tablo 8. Performans ölçütleri (M6-M19)

Performan Ölçütleri\ Sınıflandırma Modeli	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19
Doğru Sınıflandırma Oranı (%)	90,63	89,30	92,32	92,70	92,11	90,28	92,03	92,24	92,34	92,34	91,45	92,34	92,62	92,62
Kappa İstatistiği	0,2815	0,3958	-0,0004	0,2182	0,3946	0,4092	0,267	0,3872	0	0	0,4992	0	0,2577	0,2577
MAE	0,0927	0,1114	0,0842	0,0874	0,1055	0,1187	0,0983	0,1103	0,1414	0,1414	0,1093	0,1414	0,1081	0,1081
RMSE	0,2441	0,2524	0,2361	0,24	0,2437	0,2562	0,2338	0,24	0,2659	0,2659	0,2664	0,2659	0,2334	0,2334
RAE (%)	65,54	78,77	59,54	61,79	74,61	83,93	69,53	78	100	99,98	77,31	99,98	76,45	76,45
RRSE (%)	91,8	94,9	88,7	90,2	91,6	96,3	87,9	90,3	100	100	100,2	100	87,8	87,8
TP Oranı	0,906	0,893	0,923	0,927	0,921	0,903	0,92	0,922	0,923	0,923	0,915	0,923	0,926	0,926
FP Oranı	0,647	0,397	0,923	0,783	0,558	0,427	0,715	0,576	0,923	0,923	0,312	0,923	0,745	0,745
Kesinlik	0,899	0,918	0,853	0,907	0,915	0,918	0,902	0,914	0,853	0,853	0,932	0,853	0,907	0,907
Anma	0,906	0,893	0,923	0,927	0,921	0,903	0,92	0,922	0,923	0,923	0,915	0,923	0,926	0,926
F-ölçütü	0,902	0,903	0,887	0,907	0,918	0,909	0,908	0,918	0,887	0,887	0,922	0,887	0,91	0,91
MCC	0,283	0,407	-0,004	0,275	0,397	0,415	0,286	0,391	0,00	0,00	0,51	0,00	0,297	0,297
ROC Alanı	0,874	0,909	0,873	0,874	0,906	0,903	0,906	0,903	0,50	0,50	0,922	0,50	0,879	0,879
PRC Alanı	0,933	0,947	0,934	0,933	0,946	0,947	0,945	0,947	0,859	0,859	0,951	0,859	0,94	0,94

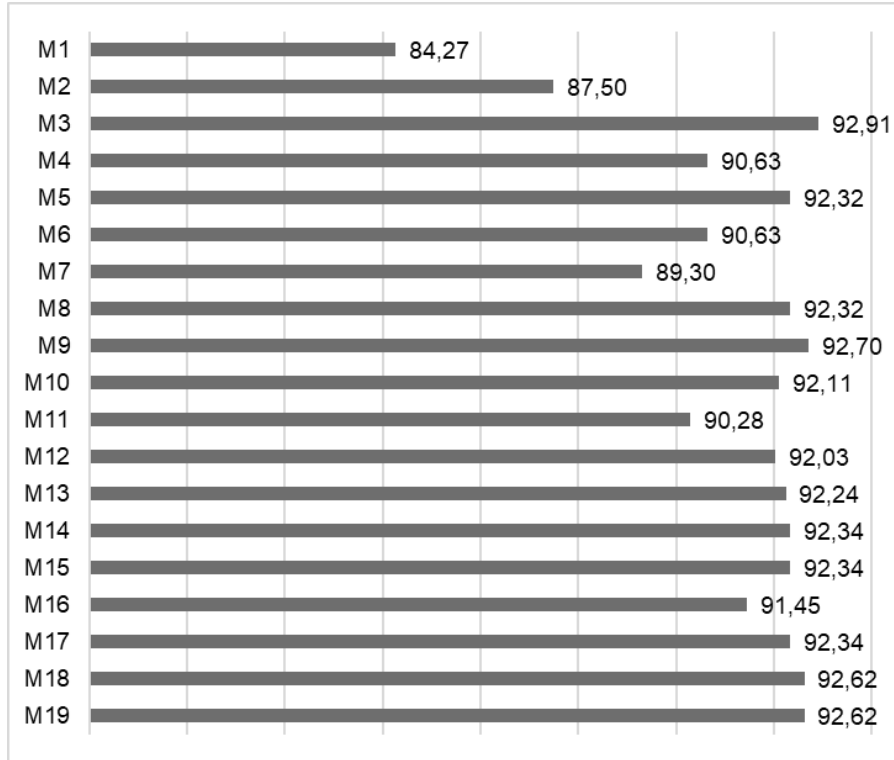


Şekil 3. Modellerin "No" sınıfını sınıflandırma sayıları



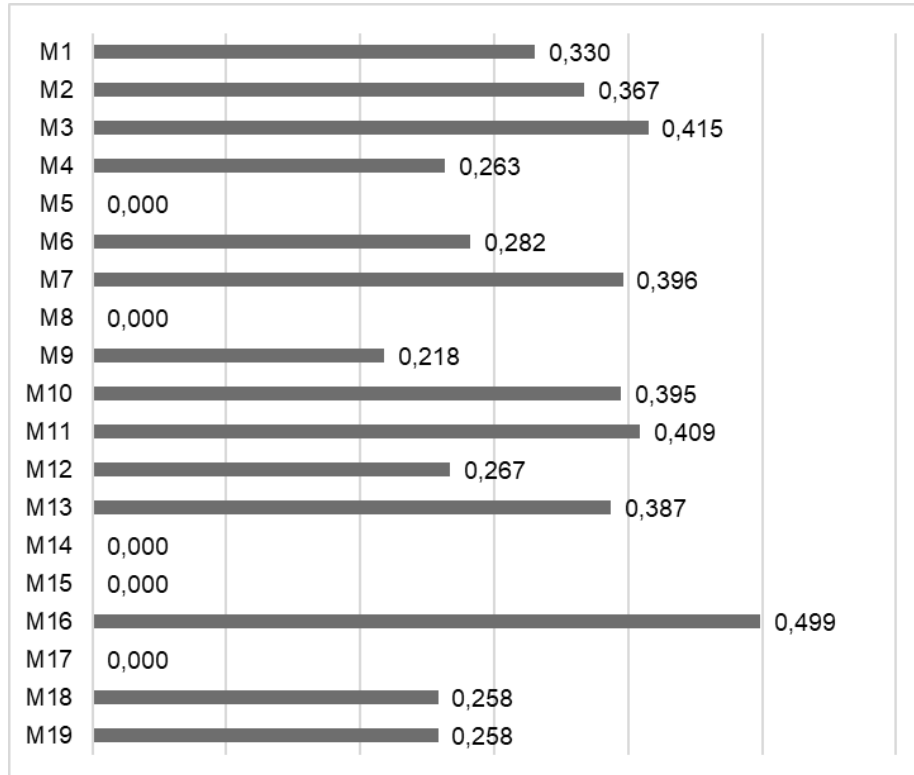
Şekil 4. Modellerin "Yes" sınıfını sınıflandırma sayıları

19 sınıflandırma modeli incelendiğinde en iyi doğruluk oranını veren modelin M3 modeli olduğu görülmektedir. Basit C4.5 sınıflandırma modeli dışındaki diğer basit modellerin oylama ve yığıma teknikliklerine göre daha düşük doğru sınıflandırma sonuçları verdiği belirlenmiştir. En düşük doğruluk oranını veren modelin basit Naïve Bayes olduğu bulunmuştur. Bütün modellerin doğruluk oranları Şekil 5'te gösterilmiştir.



Şekil 5. Modellerin doğruluk oranları (%)

İki puanlayıcı arasındaki uyumun derecesini belirleyen kappa istatistiği sonuçları incelendiğinde; M16 sınıflandırma modelinin 0,499 ile en iyi kappa istatistiğine sahip olduğu tespit edilmiştir. M16 modeli ile 'Yes' ve 'No' sınıf etiketlerinin doğru tahmin edilme oranları, diğer modellere göre daha dengelidir. M3 modeli ise 0,415 kappa istatistiği değeri ile ikinci en iyi model olduğu bulunmuştur. M5, M8, M14, M15 ve M17 modelleri ise 'Yes' sınıf etiketini doğru tahmin etme oranları 0 olmasından dolayı; kappa istatistikleri 0 olarak bulunmuştur. Bu modellerin sınıflandırma açısından bu veri seti için uygun olduğu söylenemez. Bütün modellerin kappa istatistiği değerleri Şekil 6'da gösterilmiştir.



Şekil 6. Modellerin Kappa istatistiği

Tablo 9. Modellerin SI değerleri

Sınıflandırma Modeli	Performans SI	Hata SI	Toplam SI
M1	0,12	1,00	0,12
M2	0,42	0,75	0,68
M3	0,93	0,04	1,89
M4	0,33	0,53	0,80
M5	0,00	0,11	0,89
M6	0,52	0,09	1,43
M7	0,64	0,26	1,37
M8	0,24	0,00	1,24
M9	0,68	0,04	1,64
M10	0,85	0,18	1,67
M11	0,73	0,33	1,40
M12	0,67	0,09	1,58
M13	0,85	0,20	1,65
M14	0,00	0,53	0,47
M15	0,00	0,53	0,47
M16	1,00	0,30	1,70
M17	0,00	0,53	0,47
M18	0,72	0,16	1,56
M19	0,72	0,16	1,56

Modelleri karşılaştırmak için Performans SI ve Hata SI değerleri hesaplanmıştır (Tablo 9). Veri setinde her bir sınıf etiketinin sayısı birbirinden farklı olduğunda SI ölçütü, sınıflandırma modellerini karşılaştırmak için çok önemlidir. En iyi Performans SI değerine sahip model M16 olarak bulunurken, en iyi Hata SI değerine sahip model M8 olarak bulunmuştur. En iyi toplam SI değerinde sahip model M3 olarak bulunmuştur. En kötü toplam SI değerine sahip model ise M1 olarak bulunmuştur. Basit C4.5 sınıflandırma modeli veri setini sınıflandırmada daha iyi sonuçlar verdiği tespit edilmiştir.

Bu çalışmada elde edilen en iyi doğruluk oranı ile diğer çalışmalarda aynı veri seti kullanılarak elde edilen sonuçlar Tablo 10'daki gibi karşılaştırılmıştır. Çalışmada ortaya konan modelin diğer çalışmalardaki modellerden daha üstün olduğu gözlemlenmiştir.

Tablo 10. Doğruluk oranlarının karşılaştırılması

Karşılaştırma Kriterleri	Önerilen Yaklaşım	Koç ve Yeniay (2013)	Pradap ve Kemaludeen (2019)	Kim ve diğerleri (2015)	Palaniappan ve diğerleri (2017)	Bahari ve Elayidom (2015)	Popelka ve diğerleri (2012)
Doğruluk Oranı (%)	92,91	84,40	85,76	76,70	90,68	88,63	90,20
En İyi Algoritma	Karar Ağacı C4.5	Yapay Sinir Ağları	Rastgele Orman	Evrişimsel Sinir Ağları	Karar Ağacı C4.5	Çok Katmanlı Algılayıcı Sinir Ağı	Karar Ağacı C4.5

5. SONUÇ

Teknolojinin gelişmesi ve bankacılık sektöründeki çarpıcı teknolojik değişiklikler, bankacılık işlem verilerinin önemini daha çok artırmıştır. Birçok banka, özel hizmetler sunmadan önce müşteri davranış ve taleplerini anlamak için müşterileri profillerine göre sınıflandırabilen yapay zekâ tekniklerini kullanmayı benimsemiştir. Çalışmada kullanılan veriler Portekiz Bankacılık Kurumu'nun Mayıs 2008 ile Kasım 2010 arasında elde ettiği mobil ve sabit telefonlara dayalı doğrudan pazarlama kampanyaları ile ilgilidir. Banka, vadeli mevduat ürünü verilir verilemeyeceğinin anlaması için genellikle aynı müşteriye birden fazla telefon bağlantısı yapması gerekmektedir. Bu verilerin sınıflandırılmasındaki hedef müşterinin vadeli mevduat uygunluğunun tahmin edilmesidir.

Literatürde farklı makine öğrenmesi algoritmaları kullanılarak veri seti üzerinde çalışmalar yapıldığı gözlemlenmiştir. Literatürde ilk defa bu çalışmada topluluk öğrenmesi yöntemleri kullanılarak vadeli mevduat hesabı için onay verecek olan ve onay vermeyecek olan müşterileri sınıflandırabilen bir model

geliştirilmiştir. Performans SI ve Hata SI gibi daha güvenilir performans ölçütleri kullanılarak makine öğrenmesi ve birleşik makine öğrenmesi yöntemleri karşılaştırılmıştır.

Çalışmada C4.5, Naive Bayes, Bayes ağları, k-en yakın komşu ve Sıralı Minimal Optimizasyon (SMO) sınıflandırma algoritmaları kullanılarak veriler sınıflandırılmıştır. Buna ek olarak oylama ve yığılma topluluk öğrenmesi yöntemleriyle yeni hibrit modeller oluşturulmuştur. Toplamda 19 farklı sınıflandırma modeli ile veriler sınıflandırılmıştır. En iyi sınıflandırma modelini belirlemek için karşılaştırma ölçütü olarak Performans SI ve Hata SI değerleri hesaplanmıştır. Veri setinde her bir sınıf etiketinin sayısı birbirinden farklı olduğunda SI ölçütü, sınıflandırma modellerini karşılaştırmak için çok önemli bir kıyaslama ölçütüdür. Doğruluk oranı, tek başına sınıflandırma modelini değerlendirmek için yetersiz kalabilmektedir. Basit C4.5 sınıflandırma modeli, en iyi SI değerine sahip sınıflandırma modeli olarak bulunmuştur. Basit C4.5 sınıflandırma modeli ile verileri doğru sınıflandırma oranı %92,91 olarak elde edilmiştir, en kötü SI değerine sahip sınıflandırma modeli ise Basit Naive Bayes sınıflandırma modelinin olduğu gözlemlenmiştir.

Bu çalışmada elde edilen en iyi doğruluk oranı ile diğer çalışmalarda aynı veri seti kullanılarak elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Çalışmada ortaya konan modelin diğer çalışmalardaki modellerden daha üstün olduğu gözlemlenmiştir. Bu bağlamda bu çalışmada ortaya konan modellerin performanslarının iyi olduğu anlaşılmaktadır.

Literatürdeki mevcut çalışmalardan farklı olarak bu çalışmada, topluluk öğrenme yöntemleri ile farklı sınıflandırma modelleri oluşturulmuş ve sentez indeks olarak yeni bir performans ölçütü geliştirilmiştir. Geleceğe yönelik çalışmalarda derin öğrenme gibi daha farklı yöntemler geliştirilerek sınıflandırma performansı artırılabilir. Parametre optimizasyonu ve başlangıç çözümleri için hibrid çözümler ortaya konabilir. Bunun dışında bankacılık sektörü ile elde edilen verilerde farklı öznelilikler eklenip vadeli mevduat durumu sınıflandırılabilir.

KAYNAKÇA

- Abbas, S. (2015). "Deposit Subscribe Prediction Using Data Mining Techniques Based Real Marketing Dataset", arXiv preprint arXiv:1503.04344.
- Bahari, T.F. ve Elayidom, M.S. (2015). "An Efficient CRM-Data Mining Framework for the Prediction of Customer Behaviour", *Procedia Computer Science*, 46, 725-731.
- Bermejo, P., Gámez, J.A. ve Puerta, J.M. (2014). "Speeding Up Incremental Wrapper Feature Subset Selection with Naive Bayes Classifier", *Knowledge-Based Systems*, 55, 140-147.
- Bilgen, Ö.B. ve Doğan, N. (2017). "Puanlayıcılar Arası Güvenirlik Belirleme Tekniklerinin Karşılaştırılması", *Journal of Measurement and Evaluation in Education and Psychology*, 8(1), 63-78.
- Catal, C. (2012). "Performance Evaluation Metrics for Software Fault Prediction Studies", *Acta Polytechnica Hungarica*, 9(4), 193-206.
- Chaurasia, V. ve Pal, S. (2017). "A Novel Approach for Breast Cancer Detection Using Data Mining Techniques", *International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering*, 2(1), Ocak 2014.
- Dai, W. ve Ji, W. (2014). "A Mapreduce Implementation of C4. 5 Decision Tree Algorithm", *International Journal of Database Theory and Application*, 7(1), 49-60.
- Deng, X., Liu, Q., Deng, Y. ve Mahadevan, S. (2016). "An Improved Method to Construct Basic Probability Assignment Based on the Confusion Matrix for Classification Problem", *Information Sciences*, 340, 250-261.
- Han, J., Pei, J. ve Kamber, M. (2011). *Data Mining: Concepts and Techniques*, Elsevier, DOI: 10.1016/B978-0-12-381479-1.00021-6.
- Hubert, M. ve Vandervieren, E. (2008). "An Adjusted Boxplot for Skewed Distributions", *Computational Statistics and Data Analysis*, 52(12), 5186-5201.
- Keles, A. ve Keles, A. (2015). "IBMMS Decision Support Tool for Management of Bank Telemarketing Campaigns", arXiv preprint arXiv:1511.03532.
- Kim, K.H., Lee, C.S., Jo, S.M. ve Cho, S.B. (2015). "Predicting the Success of Bank Telemarketing Using Deep Convolutional Neural Network", *7th International Conference of Soft Computing and Pattern Recognition (SoCPaR)*, 314-317.
- Koç, A.A. ve Yeniay, Ö. (2013). "A Comparative Study of Artificial Neural Networks and Logistic Regression for Classification of Marketing Campaign Results", *Mathematical and Computational Applications*, 18(3), 392-398.
- Kozak, J. ve Juszczuk, P. (2018). "Ant Colony Optimization Algorithms in the Problem of Predicting the Efficiency of the Bank Telemarketing Campaign", *International Conference on Computational Collective Intelligence*, 335-344, Springer, Cham.
- Ledezma, A., Aler, R., Sanchis, A. ve Borrajo, D. (2004). "Empirical Evaluation of Optimized Stacking Configurations", *16th IEEE International Conference on Tools with Artificial Intelligence*, 49-55.
- Mašetic, Z., Subasi, A. ve Azemovic, J. (2016). "Malicious Web Sites Detection Using C4. 5 Decision Tree", *Southeast Europe Journal of Soft Computing*, 5(1), 68-72.
- Medina, J.L.V., Boqué, R. ve Ferré, J. (2009). "Bagged K-Nearest Neighbours Classification with Uncertainty in the Variables", *Analytica Chimica Acta*, 646(1-2), 62-68.
- Miguéis, V.L., Camanho, A.S. ve Borges, J. (2017). "Predicting Direct Marketing Response in Banking: Comparison of Class Imbalance Methods", *Service Business*, 11(4), 831-849.
- Narin, A., İşler, Y. ve Mahmut, Ö. (2014). "Konjestif Kalp Yetmezliği Teşhisinde Kullanılan Çapraz Doğrulama Yöntemlerinin Sınıflandırıcı Performanslarının Belirlenmesine Olan Etkilerinin Karşılaştırılması", *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 16(48), 1-8.
- Narudin, F.A., Feizollah, A., Anuar, N.B. ve Gani, A. (2016). "Evaluation of Machine Learning Classifiers for Mobile Malware Detection", *Soft Computing*, 20(1), 343-357.
- Nizam, H. ve Akin, S.S. (2014). "Sosyal Medyada Makine Öğrenmesi ile Duygu Analizinde Dengeli ve Dengesiz Veri Setlerinin Performanslarının Karşılaştırılması", *XIX. Türkiye'de İnternet Konferansı*, 1-6, İzmir.
- Palaniappan, S., Mustapha, A., Foozy, C.F.M. ve Atan, R. (2017). "Customer Profiling Using Classification Approach for Bank Telemarketing", *JOIV: International Journal on Informatics Visualization*, 1(4-2), 214-217.
- Paris, I.H.M., Affendey, L.S. ve Mustapha, N. (2010). "Improving Academic Performance Prediction Using Voting Technique in Data Mining", *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 62, 820-823.
- Patil, T.R. (2013). "MSSS Performance Analysis of Naive Bayes and J48 Classification Algorithm for Data Classification", *International Journal of Computer Science and Applications*, 6(2), 256-261.

- Popelka, O., Hrebicek, J., Stencl, M. ve Trenz, O. (2012). "Comparison of Different Non-Statistical Classification Methods", *30th International Conference Mathematical Methods in Economics*, 727-732.
- Pradap, R. ve Kamaludeen, P. (2019). "Machine Learning Modelsfor Bank Telemarketing Classification and Prediction", *The International Journal of Analytical and Experimental Modal Analysis*, 11(12), 962-967.
- Silahtaröglü, G. (2008). "Veri Madenciligi", Papatya Yayınları, İstanbul.
- Türkmen, E. (2021). "Deep Learning Based Methods for Processing Data in Telemarketing-Success Prediction", *Third International Conference on Intelligent Communication Technologies and Virtual Mobile Networks (ICICV)*, 1161-1166.
- Vajiramedhin, C. ve Suebsing, A. (2014). "Feature Selection with Data Balancing for Prediction of Bank Telemarketing", *Applied Mathematical Sciences*, 8(114), 5667-5672.
- Wang, Z., Wang, Z., He, S., Gu, X. ve Yan, Z.F. (2017). "Fault Detection and Diagnosis of Chillers Using Bayesian Network Merged Distance Rejection and Multi-Source Non-Sensor Information", *Applied Energy*, 188, 200-214.
- Zhang, Q., Wang, J., Lu, A., Wang, S. ve Ma, J. (2018). "An Improved SMO Algorithm for Financial Credit Risk Assessment-Evidence from China's Banking", *Neurocomputing*, 272, 314-325.

A MIXED-INTEGER PROGRAMMING MODEL FOR THE JOB SCHEDULING PROBLEM IN A PRODUCTION COMPANY

Durdu Hakan UTKU¹, Karanfil ÖZYİĞİT², Esra Yağmur FARİZOĞLU³

ABSTRACT

Purpose: In this study, a mixed-integer programming model is developed to minimize the total lateness and total completion time of the jobs in an automotive company. In order to respond rapidly to the continuous customer demand through the production, the work schedule of engineers in the research and development department is considered flexibly.

Methodology: In the study, the mixed-integer programming model is supported by the analytical hierarchy process model to determine the weighted values of total tardiness and total completion times. The developed model is applied to the automotive company using the real data and the problem is solved using the GAMS CPLEX 24.1.3 software.

Findings: In this job scheduling problem, the total completion time is decreased to 622 hours from 10149 hours, maximum tardiness is decreased to 9 hours from 104 hours and total tardiness is decreased to 13 hours from 860 hours by using the proposed model.

Originality: The proposed model is used for the job scheduling purpose in compliance with the structure of the automotive industry company using the machine scheduling modeling principles and Analytical Hierarchy Process together.

Keywords: Parallel Machine Scheduling, Optimization, Mixed Integer Programming, Analytical Hierarchical Process.

JEL Codes: C60, C61, C63.

BİR ÜRETİM FİRMASINDA İŞ ÇİZELGELEME PROBLEMİ İÇİN BİR TAM SAYILI PROGRAMLAMA MODELİ

ÖZET

Amaç: Bu çalışmada, bir otomotiv firmasındaki işlerin toplam gecikmesini ve toplam tamamlanma süresini en aza indirmek amacıyla karma tamsayılı bir programlama modeli geliştirilmektedir. Üretim yoluyla sürekli müşteri talebine hızlı cevap verebilmek için, araştırma ve geliştirme departmanındaki mühendislerin çalışma programı esnek olarak değerlendirilmektedir.

Yöntem: Yapılan çalışmada, karma tamsayı programlama modeli, toplam gecikme ve toplam tamamlanma sürelerinin ağırlıklı değerlerini belirlemek için analitik hiyerarşi süreç modeli tarafından desteklenmektedir. Geliştirilen model, gerçek veriler kullanılarak otomotiv firmasına uygulanmakta ve problem GAMS CPLEX 24.1.3 yazılımı kullanılarak çözülmektedir.

Bulgular: Bu iş çizelgeleme probleminde önerilen model kullanılarak, toplam tamamlanma süresi 10149 saatten 622 saate, maksimum gecikme süresi 104 saatten 9 saate ve toplam geç tamamlanma süresi 860 saatten 13 saate düşürülmektedir.

Özgünlük: Önerilen model söz konusu otomotiv endüstrisi firmasının yapısına özgün olarak, makine çizelgeleme modelleme esaslarının ve Analitik Hiyerarşi Prosesinin birlikte iş çizelgelemesi amacıyla kullanılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Paralel Makine Çizelgeleme, Optimizasyon, Karışık Tamsayılı Programlama, Analitik Hiyerarşi Prosesi.

JEL Kodları: C60, C61, C63.

¹ Asst. Prof. Dr., University of Turkish Aeronautical Association, Industrial Engineering Department, Ankara, Turkey, dhutku@thk.edu.tr, ORCID: 0000-0002-5755-6101 (Corresponding Author).

² Industrial Engineer, University of Turkish Aeronautical Association, Industrial Engineering Department, Ankara, Turkey, karanfilozyigit@gmail.com, ORCID: 0000-0001-7323-3102.

³ Industrial Engineer, University of Turkish Aeronautical Association, Industrial Engineering Department, Ankara, Turkey, yagmurf@gmail.com, ORCID: 0000-0001-7735-6329.

1. INTRODUCTION

Companies have to use all their resources optimally, in order to be successful in a competitive environment. One of the important approaches in recent years is the use of human resources and labor force effectively with the effective use of the workforce to achieve productivity. In this way, the quality level can be increased, and a competitive advantage might be achieved. Scheduling plays an important role while accomplishing this.

For different production environments in the industry, parallel machine scheduling problems are commonly used to minimize the manufacturing time in different production environments. Most of the studies in the literature consider that most of the parameters of the problem are known before the manufacturing procedures start. But, after the real situation is observed, the results of the deterministic assumptions may cause the solutions to be significantly different from the realized ones (Hu et al., 2016).

In most manufacturing companies, the primary concern is the production environment and the effectiveness of the planning procedures related to these activities. In every department of the companies, there are different planning necessities. It is apparent that optimization of the crew job scheduling is another area of interest in these organizations.

In this study, different from the literature, as a contribution, modeling processes that are used for the scheduling of the production systems, are used for the scheduling of the jobs for the engineers. We apply as if the engineers in the Research and Development (R&D) department are parallel machines and jobs that are assigned to the engineers are the jobs determined that the engineers are to be assigned. A mixed-integer programming model is used for the scheduling of the jobs and an Analytical Hierarchy Process (AHP) model is used to determine the weights for the total delay time and total completion time specified that are used in the mixed-integer programming model. The mixed-integer programming model enables the parallel machine scheduling model for the solution of the job assignment of the engineers according to the priority of the decision-maker. The objective is to minimize the total tardiness and total completion time for the necessary modifications on the products according to the customer orders. With the developed model, the total tardiness and total completion time are considered for the parallel identical machine scheduling problem to assign the engineers jobs.

The methodology that is used fosters the productivity of the company by improving the total completion time, maximum tardiness time, total tardiness time, and the number of works in tardiness. By the improvement of these performance measurements, high customer satisfaction and an increase in profits motivate the use of the developed model that increases the productivity of the company in concern.

In the study, the jobs in the specified period and the delayed jobs in previous periods are taken into account. The reason for selecting these periods is to be able to actively observe products on the production line during the period. The changes on the products to be worked on by the engineers in the R&D department between the predetermined dates have been considered in the developed model. Besides, there are extra jobs that create bottlenecks, which should be finished in the previous periods during these periods but are forced to work in these periods due to customer request changes, production errors, etc. These changes are handled along with the works in the normal periods. At the same time, separate workloads are identified for each of these changes. The works observed during this period are assigned to the engineers.

The remainder of the study is structured as follows: Literature survey is in Section 2. The problem definition and methodology are in Section 3. The results and discussion of the problem considering the developed models are presented in Section 4. Finally, the conclusions are discussed in Section 5.

2. LITERATURE SURVEY

In the previous studies, scheduling has been applied for unrelated parallel machines considering this type of problem. The performance criteria considered are the total completion time and maximum tardiness criteria, which are important in scheduling. Liaw et al. (2003) developed a model that minimizes the total weighted tardiness for a set of jobs to be scheduled on unrelated parallel machines. Because this type of problem is in the class of NP-hard problems, they introduce a branch-and-bound algorithm that uses different rules together with effective lower and upper bounds to be able to find an optimal solution. Different from the unrelated parallel machines, Lenstra et al. (1990) deal with parallel machines and independent jobs to identify a program that minimizes construction time by using approximation algorithms, worst-case analysis, linear programming, integer programming. Also, Yalaoui and Chu (2002) study the identical parallel machine scheduling problem that minimizes total tardiness. To cut off the search tree, control properties are stated and upper and lower limiting methods are proposed. They introduce a branch and

bound algorithm and test it by using different medium-sized generated problems by considering these theoretical features, upper and lower bounds.

Eck and Pinedo (1993), Gupta et al. (2000) study the maximum completion time and total completion time in two-machine cases in multi-criteria parallel machine systems. Gupta and Ruis-Torres (2000) and Lin and Liao (2004) develop solution approaches in the m-machine case. Mohri et al. (1999) examine the maximum completion time and maximum delay criteria for the three-machine case and Suresh and Chaudhuri (1996) for the m-machine case. Sarin and Hariharan (2000) discuss the problem of minimizing the maximum delay and the number of delayed jobs. The branch-and-bound method is used in their studies. They develop heuristic approaches in large-scale problems. Kasimoğlu et al. (2021) introduce a mixed-integer programming model with sequence-dependent setup times in order to solve the extra jobs in the production process problem that exists in the dye house department of a white goods manufacturing company.

Two identical criterion parallel machine scheduling problem is examined in the study of Eren and Güner (2008). The objective function of the problem is to minimize the total completion time and the weighted sum of the maximum tardiness. It is aimed to reduce tardiness to a minimum level and number by performing work scheduling of engineers in the R&D department by assuming the engineers are parallel machines.

In our proposed model an AHP study is used to weigh the two specified criteria for this purpose. In the literature, we see that AHP can be used in all decision-making situations. Thus we aim to increase the efficiency and quantify the data by using AHP methodology together with scheduling.

Kurttila et al. (2000) use a Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats (SWOT) analysis that is integrated with AHP in order to use SWOT analysis more effectively in their studies. This method provides to determine the priorities analytically for the factors included in the SWOT analysis and made them measurable. Here, the main purpose of the application of AHP method is to improve the quantitative knowledge base of strategic planning processes. Dağdeviren and Yüksel (2008) examine the issue of occupational safety with an AHP approach that allows both multi-criteria and simultaneous evaluation. Wong and Li (2008) apply AHP to the multi-criteria analysis of the selection of smart building systems. For this, they propose a two-stage questionnaire. Thus, they contributed to understanding the selection criteria of the systems and seeing their importance.

Lee and Kozar's (2006) study tries to obtain the highest quality website that is produced with the highest business performance through their AHP approach study. In the study by Improta et al. (2019) that is applied to the healthcare sector, two methods are used in the assessment for the decision-maker to identify the most valuable service features and to determine user satisfaction and possible service improvements: AHP and the Likert scale. The application of the methods provided the necessary information to improve the service quality. Petruni et al. (2019) apply AHP to select the appropriate human factors technique in their studies. They used this method to select the appropriate human reliability analysis technique for the automotive industry, which is not widely used.

In a case study of Charchi et al. (2018), a Geographic Information System (GIS) is used with AHP techniques for Remote sensing (RS) in order to identify the groundwater potential zones, in the Leylia-Keynow basin in southwestern Iran. It can be said that AHP contributes to the main study rather than being used alone, based on the studies of the recent years that can be reproduced such as Younas et al. (2019) and Zheng et al. (2019).

Similar to the studies, Liaw et al. (2003), Yalaoui and Chu (2002) Mohri et al. (1999), and Eren and Güner (2008), we have the objective of minimizing the total tardiness and total completion time. They all use scheduling methodology for machine scheduling purposes. But, different from the literature, as a contribution, we use AHP as an auxiliary model that helps to determine the weights for the total delay time and total completion time specified in the model while considering the parallel machine scheduling model for the solution to the job assignment of the engineers according to the priority of the decision-maker. In this way, the developed model goes beyond the classical usage of scheduling and AHP methodology. We use mixed integer programming for the scheduling model and AHP methodology together for the job and engineers by using real data.

3. PROBLEM DEFINITION and METHODOLOGY

In this section, we define the problem and we use AHP and mixed-integer programming model for the solution of the problem. AHP model is used to determine the weights for the total delay time and total completion time specified in the mixed-integer programming model for scheduling the job assignment of the engineers for the R&D department of the company.

3.1. Problem Definition

In this study, the work scheduling of engineers in the research and development (R&D) department is determined to respond more flexibly to the rapidly changing customer demands. As an objective, a parallel machine scheduling model is developed to minimize the total tardiness and total completion time for implementing the necessary modifications on the products according to the customer orders in the mechanical R&D department of the company. In the R&D department, the mechanical design of "Vehicle Type 1", "Vehicle Type 2" and "Vehicle Type 3" (city, travel, and medium-distance buses) are realized. According to the sales department's direction based on the customer demand, the products are checked to determine the design requirements. The required changes are listed. As a result of the different demand requirements of each customer, the necessary working hours required for the jobs are determined. These listed jobs are performed independently of each other with the priority of the work before the delivery date. In the current situation of the company, the jobs that are assigned to the engineers in the department have different workloads and the jobs are not arriving in a certain order. Additionally, the jobs have different delivery dates that cause job delays. In the existing process, the job assignment to engineers is done manually on an Excel sheet and cannot be distributed equally to engineers. The negative effects of these problems create additional costs for the company. Additionally, the delays cannot be controlled and the active progress of the work cannot be monitored during the delivery period.

In the mechanical R&D department, this process is complex, and it is observed that there are work delays due to the need for different working times and irregular arrival of the works. The delays in the mechanical R&D department are the core problems for the developed model to be solved. Due to the lack of a standard workflow, it is not possible to keep the assignment of the works they have done via Excel sheet up to date. Currently, engineers are assigned to jobs manually and jobs cannot be distributed evenly to employees, which creates additional costs for the enterprise. Delays cannot be controlled as the active progress of the job cannot be observed during delivery time. Additionally, mechanical design works of the vehicles cannot be carried out on the prescribed delivery dates, or overtime is carried out in order to release the vehicles to production on the specified deadlines.

The bus types worked on in the R&D department are mainly three types of vehicles, Vehicle Type 1, Vehicle Type 2, and Vehicle Type 3. These bus types have different planning periods. All vehicle types have a total of 36 periods for one year. The start and end dates of the periods are different for each bus.

3.2. AHP Model

AHP procedure is a multi-criteria decision-making method developed by Saaty (1977). AHP emphasizes how important are the criteria and decision choices by pairwise comparisons. The data can be obtained from experimental or real measurements such as price, weight, etc., or subjective ideas such as satisfaction feelings, and choices (Teknomo, 2006: 9).

In this study, AHP model is implemented to determine the total delay time and total completion time specified in the model. The criteria that affect the total completion time and total delay times are determined. These criteria are as follows:

For the total completion time;

- Early notification of orders from the purchasing department,
- Notification of change in customer requests early,
- Accelerated by receiving special training on the subject of the engineer who will work.

For the total tardiness time;

- Engineer activity,
- Reduction of special permissions,
- Over time,
- Precautions that are taken for unexpected conditions (natural disasters, outbreaks, etc.).

A questionnaire is submitted to the decision-makers to compare the predetermined criteria in pairs. The decision-makers are asked to score points for each question, taking into account the following weighting in Table 1. As a result of the questionnaire, we obtained the weights that are stated in Table 2.

Table 1. Scale of relative importance

<i>Intensity of Importance</i>	<i>Definition</i>
1	Equal importance
2	Weak
3	Moderate importance
4	Moderate plus
5	Strong importance
6	Strong plus
7	Very strong or demonstrated importance
8	Very very strong
9	Extreme importance

Senior managers and engineers have filled the questionnaire. Questionnaire results are evaluated using Web-HIPRE (Table 2). In Table 2, the weights of the total completion time and the total tardiness time are shown for each criterion.

Table 2. Weights obtained according to the questionnaire results for each criterion

<i>No</i>	<i>Criteria</i>	<i>Weight of Total Completion Time</i>	<i>Weight of Total Tardiness Time</i>
1	Early Notification of Orders from the Purchasing Department	0,032	0
2	Notification of Change in Customer Requests Early	0,340	0
3	Accelerated by receiving special training on the subject of the engineer who will work	0,256	0
4	More Active Engineers	0	0,182
5	Reduction of Special Permissions	0	0,096
6	Overtime	0	0,054
7	Precautions Taken for Unexpected Conditions (natural disasters, outbreaks, etc.)	0	0,040
Total		0,628	0,372

3.3. Mathematical Model

A mixed-integer programming model is developed for the problem of job assignment of the engineers in the company. It is assumed that the processing time p_{ji} and the delivery date d_j are known in advance. The engineers are assumed to be as if they are machines and the jobs are assumed to be the jobs that are processed in these machines.

3.3.1. Notations

Parameters

n : Number of jobs, $j = 1, 2, \dots, n$

m : Number of machines, $i = 1, 2, \dots, m$

α : Weight of total completion time, $\alpha \geq 0$

β : Weight of maximum delay, $\alpha + \beta = 1$

p_{ji} : Processing time of the job j that assigned to machine i , $j = 1, 2, \dots, n$ $i = 1, 2, \dots, m$

d_j : Delivery date for job j , $j = 1, 2, \dots, n$

n_i : Number of jobs on the machine i , ($\sum_{i=1}^m n_i = n$) $i = 1, 2, \dots, m$

Variables

$x_{jik} : \begin{cases} 1, & \text{If assigning the job } j \text{ to the machine } i \text{ with the order } k \\ 0, & \text{Otherwise} \end{cases}$

$i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n. k = 1, 2, \dots, n_i$

pp_{ki} : Processing time of the job that assigned to machine i with order $k, i = 1, 2 \dots m, k = 1, 2, \dots, n_i$

c_{ki} : Completion time of the job assigned to machine i with order $k, i = 1, 2 \dots m, k = 1, 2, \dots, n_i$

d_{ik}^* : The delivery date of the job that assigned to machine i with order $k, i = 1, 2 \dots m, k = 1, 2, \dots, n_i$

T_{max} : Maximum tardiness

3.3.2. Mixed Integer Programming Model

Objective Function

$$\text{Min } \alpha \sum c_{ki} + \beta T_{max} \quad (1)$$

Constraints

$$pp_{ki} = \sum_{j=1}^n x_{jik} p_{ji} \quad i = 1, 2, \dots, m, k = 1, 2, \dots, n_i \quad (2)$$

$$c_{ki} = p_{1i} \quad i = 1, 2, \dots, m, k = 1, 2, \dots, n_i \quad (3)$$

$$c_{ki} \geq c_{k-1,i} + pp_{ki} \quad k = 1, 2, \dots, n_i, i = 1, 2, \dots, m \quad (4)$$

$$d_{ik}^* = \sum_{j=1}^n x_{jik} d_j \quad i = 1, 2, \dots, m, k = 1, 2, \dots, n_i \quad (5)$$

$$T_{max} \geq c_{ki} - d_{ik}^* \quad i = 1, 2, \dots, m, k = 1, 2, \dots, n_i \quad (6)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ijk} = 1 \quad k = 1, 2, \dots, n_i, i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n \quad (7)$$

$$\sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^{n_i} x_{jik} = 1 \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (8)$$

$$pp_{ki}, c_{ki}, d_{ik}^* \geq 0 \quad i = 1, 2, \dots, m, k = 1, 2, \dots, n_i \quad (9)$$

$$x_{jik} \in \{0,1\} \quad i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n, k = 1, 2, \dots, n_i \quad (10)$$

In the model, the objective function (Equation 1) minimizes the total weighted completion and total weighted delay time. An AHP model is used to determine the weights of the total completion time (α) and maximum delay time (β), with the participation of engineers working in this department.

Equation 2 calculates the pp_{ki} , the processing time of the job that is assigned to machine i with order k . Equation 3 equates the completion time of the job assigned to machine i with order k to the processing time of the job that assigned to machine 1 with order k , Equation 4 determines the c_{ki} , the completion time of the job that is assigned to machine i with order k . Equation 5 finds the d_{ik}^* , the delivery date of the job that is assigned to machine i with order k . Equation 6 is the maximum tardiness constraint. Equations 7 and 8 ensure that a single job is assigned to each position for each machine. Equation 9 is the nonnegativity constraint and Equation 10 is (0-1) constraint.

4. COMPUTATIONAL RESULTS

Processing times and delivery dates for 62 jobs assigned by the assignment model are given in Table 3. For each of the engineers, the processing times and the delivery dates are stated. By using these parameters, the jobs are scheduled for 20 engineers with the proposed scheduling model using GAMS CPLEX 24.1.3.

Table 3. The jobs (j), processing times for each job for each engineer (p_{ji}), and delivery dates for the jobs (d_j)

j	p_{ji}	d_j	j	p_{ji}	d_j	j	p_{ji}	d_j
1	4	48	22	8	448	43	40	48
2	2	48	23	8	448	44	6	48
3	8	48	24	4	64	45	15	48
4	6	48	25	4	144	46	6	192
5	12	72	26	7	344	47	1	192
6	5	48	27	7	344	48	18	368
7	3	48	28	11	344	49	10	608
8	3	96	29	11	344	50	10	608
9	3	48	30	7	344	51	30	608
10	3	48	31	9	144	52	8	368
11	15	48	32	9	64	53	7	368
12	40	136	33	3	48	54	8	376
13	4	48	34	20	464	55	6	192
14	20	24	35	6	256	56	10	192
15	4	448	36	5	440	57	9	48
16	11	448	37	12	48	58	9	240
17	9	448	38	9	48	59	12	240
18	7	448	39	20	48	60	18	240
19	15	48	40	4	48	61	18	240
20	8	344	41	10	48	62	9	240
21	4	1408	42	12	384			

The results found when the problem is solved with the proposed model are given in Table 4. In Table 4 and Figure 1, the jobs assigned to 20 engineers are shown. According to the results, except for Engineer 13 and Engineer 19 that are assigned 4 jobs, the other engineers are assigned 3 jobs achieving an objective value of 618.788 hours with $T_{max}=9$ hours.

Table 4. The Jobs that are assigned by the model. GAMS Model output results for ($\alpha = 0,628, \beta = 0,372$)

Engineer\Order	1	2	3	4	Engineer\Order	1	2	3	4
1	55	26	39		11	36	50	19	
2	44	57	60		12	24	20	59	
3	4	41	28		13	47	30	49	56
4	7	32	29		14	1	52	43	
5	13	27	42		15	33	3	48	
6	25	38	12		16	10	18	45	
7	35	22	37		17	9	58	61	
8	8	23	51		18	15	17	14	
9	6	31	11		19	2	46	54	5
10	21	53	16		20	40	62	34	

Note: $z=618,788, T_{max}=9$

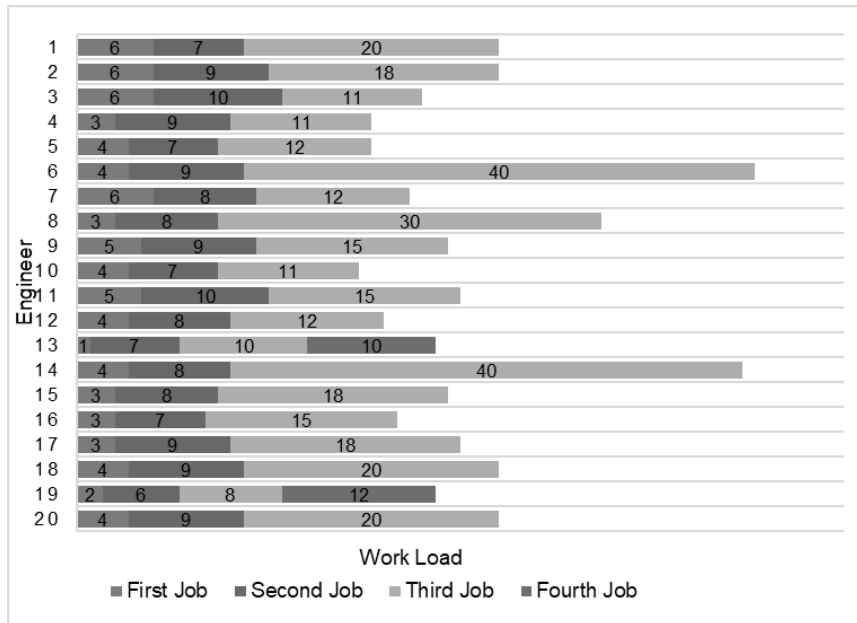


Figure 1. Gantt Chart for (α = 0,628, β = 0,372)

In the existing situation, although the delivery dates and the current capacity of the employees are tried to be taken into consideration while the jobs are being distributed, the jobs are distributed unevenly to the employees. Jobs that are very close to the delivery date are accumulated in certain individuals and this causes delays in jobs. As a result, it can be said that, with the existing job allocation way, the jobs that are close to the delivery date are assigned to certain employees whose jobs are not distributed in a balanced way that cause delays in jobs. But as in Table 5, it is apparent that the improvement for each of the criteria is significantly high. For the productivity of the engineers employed, there exists important improvement in the company. With the proposed model, the delays are minimized which means an increase in customer satisfaction. It is apparent that there are improvements in the percentage of recovery of total completion time, maximum tardiness time, and the number of works in tardiness, %93,87, %91,34, %98,48 and 90,9, respectively.

Table 5. Comparison of the current status and scheduled status

Criteria	Existing	After Scheduling	Percentage of Recovery
Total completion time (hour)	10149	622	93,87
Maximum tardiness time (hour)	104	9	91,34
Total tardiness time (hour)	860	13	98,48
Number of works in tardiness	22	2	90,9

5. CONCLUSION

In this study, an AHP and a mixed-integer programming model are developed for the job assignment of engineers in the Mechanical R&D department of a company in the automotive industry. The objective is to minimize the total tardiness and total completion time for the necessary modifications on the products according to the customer orders. With the developed model, the total tardiness and total completion time are considered for the parallel identical machine scheduling problem to assign the engineers jobs. Each of them is assigned a weight (α=0,628 and β=0,372) by using AHP method considering seven criteria. By using these weights, the mixed-integer programming model is applied to the problem. With the solution of the problem, %93,87, %91,34, %98,48, and %90,9 improvements are obtained in the total completion time, maximum tardiness time, total tardiness time, and the number of works in tardiness, respectively.

Different from the literature, modeling processes are run as if they are on parallel machines and an AHP model is used to determine the weights for each criterion. In this study, jobs are assigned to the engineers by considering as if the engineers in the R&D department are parallel machines. As a contribution to the literature, we use AHP as an auxiliary model that helps to determine the weights for the total delay time and total completion time specified in the model while considering the parallel machine scheduling model for the solution to the job assignment of the engineers according to the priority of the decision-maker. In this way, the developed model goes beyond the classical usage of scheduling and AHP methodology.

The improvements that are obtained in the total completion time, maximum tardiness time, total tardiness time, and the number of works in tardiness foster productivity in the company with the effective use of the engineers. Thus, high satisfaction of the customers and an increase in profits is promoted by the use of the developed model. The developed model is a useful tool for the decision-makers to increase the effectiveness of the companies by efficient allocation of resources.

The basic limitation of the developed model is the size of the problem. Because this type of problem is in the class of NP-hard problems (Liaw et al. 2003), as the number of engineers and jobs increases, the solution of the problem gets harder. As a future study, metaheuristics or problem-specific heuristics can be developed for the cases in which large-scale companies and the problems related to them are considered. The heuristics may enable the user to solve the problems in a considerable time duration.

REFERENCES

- Charchi, N. Kalantari, Mehrabi Nejad, A. and Karimi Vardanjani, H. (2018). "Delineation of Groundwater Potential Zones Using Remote Sensing (RS), Geographical Information System (GIS) and Analytic Hierarchy Process (AHP) Techniques: A Case Study in the Leylia–Keynow Watershed, Southwest of Iran", *Carbonates and Evaporites*, 34,1307-1319.
- Dağdeviren, M. and Yüksel, İ. (2008). "Developing a Fuzzy Analytic Hierarchy Process (AHP) Model for Behavior-Based Safety Management", *Information Sciences*, 178(6), 1717-1733.
- Eck, B.T. and Pinedo, M. (1993). "On the Minimization of the Makespan Subject to Flowtime Optimality", *Operations Research*, 41, 797-800.
- Eren, T. and Güner, E. (2008). "A Bicriteria Flow Shop Scheduling with a Learning Effect", *Applied Mathematics and Computation*, 32(9), 1719-1733.
- Gupta, J.N.D., Ho, J.C. and Webster, S. (2000). "Bicriteria Optimization of the Makespan and Mean Flowtime on Two Identical Parallel Machines", *Journal of the Operational Research Society*, 51(11), 1330-1339.
- Gupta, J.N.D. and Ruiz-Torres, A.J. (2000). "Minimizing Makespan Subject to Minimum Total Flow-Time on Identical Parallel Machines", *European Journal of Operational Research*, 125, 370-380.
- Hu, H., Ng, K.K.H. and Qin, Y. (2016). "Robust Parallel Machine Scheduling Problem with Uncertainties and Sequence Dependent Setup Time", *Scientific Programming*, 2016, 1-13.
- Improta, G., Perrone, A., Russo, M.A. and Triassi, M. (2019). "Health Technology Assessment (HTA) of Optoelectronic Biosensors for Oncology by Analytic Hierarchy Process (AHP) and Likert Scale", *BMC Medical Research Methodology*, 19, 140.
- Kasımoğlu, S., Demir, G., Yaz, B.P. and Utku, D.H. (2021). "An Application: A Model with Sequence Dependent Setup Times for Parallel Machines for the Die House Station in a White Goods Manufacturing Company", *Osmaniye Korkut Ata University Journal of the Institute of Science and Technology*, 4(1), 33-44.
- Kurttila, M., Pesonen, M., Kangas, J. and Kajanus, M. (2000). "Utilizing the Analytic Hierarchy Process (AHP) in SWOT Analysis — A Hybrid Method and Its Application to a Forest-Certification Case", *Forest Policy and Economics*, 1(1), 41-52.
- Lee, Y. and Kozar, K.A. (2006). "Investigating the Effect of Website Quality on E-Business Success: An Analytic Hierarchy Process (AHP) Approach", *Decision Support Systems*, 42(3), 1383-1401.
- Lenstra, J.K., Shmoys, D.B. and Tardos, E. (1990). "Approximation Algorithms for Scheduling Unrelated Parallel Machines", *Mathematical Programming*, 46 (1-3), 259-271.
- Liaw, C.F., Lin, Y.K., Cheng, C.Y. and Chen, M. (2003). "Scheduling Unrelated Parallel Machines to Minimize Total Weighted Tardiness", *Computer & Operations Research*, 30(12), 1777-1789.
- Lin, C.H. and Liao, C.J. (2004). "Makespan Minimization Subject to Flowtime Optimality on Identical Parallel Machines", *Computers and Operations Research*, 31(10), 1655-1666.
- Mohri, S., Masuda, T. and Ishii, H. (1999). "Bi-Criteria Scheduling Problem on Three Identical Parallel Machines", *International Journal of Production Economics*, 60, 529-536.
- Petruni, A., Giagloglou, E., Douglas, E., Geng, J., Leva, M.C. and Demichela, M. (2019). "Applying Analytic Hierarchy Process (AHP) to Choose a Human Factors Technique: Choosing the Suitable Human Reliability Analysis Technique for the Automotive Industry", *Safety Science*, 119, 229-239.
- Saaty, T.L. (1977). "A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures", *Journal of Mathematical Psychology*, 15(3), 234-281.
- Sarin, S.C. and Hariharan, R. (2000). "A Two Machine Bicriteria Scheduling Problem," *International Journal of Production Economics*, 65(2), 125-139.
- Suresh, V. and Chaudhuri, D. (1996). "Bicriteria Scheduling Problem for Unrelated Parallel Machines", *Computers and Industrial Engineering*, 30(1), 77-8.
- Teknomo, K. (2006). Analytic Hierarchy Process (AHP) Tutorial
- Wong, J.K.W. and Li, H. (2008). "Application of the Analytic Hierarchy Process (AHP) in Multi-Criteria Analysis of the Selection of Intelligent Building Systems", *Building and Environment*, 43(1), 108-125.
- Yalaoui, F. and Chu C. (2002). "Parallel Machine Scheduling to Minimize Total Tardiness", *International Journal of Production Economics*, 76(3), 265-279.
- Younas, M., Jaffery, S.H.I., Khan, M., Khan, M.A., Ahmad, R., Mubashar, A. and Ali, L. (2019). "Multi-Objective Optimization for Sustainable Turning Ti6Al4V Alloy Using Grey Relational Analysis (GRA) Based on Analytic Hierarchy Process (AHP)", *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 105, 1175-1188
- Zheng, O., Tian, X. and Yang, M. (2019). "The Email Author Identification System Based on Support Vector Machine (SVM) and Analytic Hierarchy Process (AHP)", *IAENG International Journal of Computer Science*, 46(2), 1-14.

TOPLAM KALİTE YÖNETİMİ UYGULAMALARI İLE HASTANE ÇALIŞANLARININ İŞ TATMİNİ, İŞ YAŞAM KALİTESİ VE İŞTEN AYRILMA NİYETİ ARASINDAKİ İLİŞKİ*

Tuğçe Nur DURSUN TEMİZ¹, Derya SIVUK²

ÖZET

Amaç: Bu çalışma, Toplam Kalite Yönetimi (TKY) uygulamaları ile iş tatmini, iş yaşam kalitesi ve işten ayrılma niyeti arasındaki ilişkiyi, hastane çalışanlarının algıları üzerinden karşılaştırmalı olarak ortaya koymak amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Yöntem: Çalışma, Ankara'da faaliyet gösteren 5 özel hastane ve 2 eğitim-araştırma hastanesinde çalışan 515 personele uygulanan anket aracılığı ile yürütülmüştür. Araştırmada kuramsal modellerde gözlenen ve gizli değişkenler arasındaki nedensel ilişkileri açıklamak üzere tasarlanan hipotezlerin test edilmesinde kullanılan Yapısal Eşitlik Modellemesi (YEM)'nden yararlanılmıştır.

Bulgular: Çalışma sonucunda; toplam kalite yönetimi ile iş tatmini, TKY ile iş yaşam kalitesi ve iş tatmini ile iş yaşam kalitesi arasında anlamlı bir pozitif ilişki, iş tatmini ile işten ayrılma niyeti arasında anlamlı bir negatif ilişki olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Özgünlük: Bu çalışmada literatürdeki mevcut çalışmalardan farklı olarak, TKY, iş tatmini, iş yaşam kalitesi ve işten ayrılma niyeti arasındaki ilişki kamu hastaneleri ile özel hastanelerde çalışan idari personel ve sağlık personelinde karşılaştırmalı olarak birlikte incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Toplam Kalite Yönetimi, İş Tatmini, İş Yaşam Kalitesi, İşten Ayrılma Niyeti, Sağlık Çalışanları.

JEL Kodları: I10, I18, I19.

THE RELATIONSHIP BETWEEN TOTAL QUALITY MANAGEMENT PRACTICES AND HOSPITAL EMPLOYEES' JOB SATISFACTION, QUALITY OF WORK LIFE AND TURNOVER INTENTION

ABSTRACT

Purpose: This study was carried out to reveal the relationship between Total Quality Management (TQM) practices and job satisfaction, quality of work life and turnover intention through the perceptions of hospital employees.

Methodology: The study was carried out through a questionnaire applied to 515 personnel working in 5 private hospitals and 2 training-research hospitals operating in Ankara. In the research, Structural Equation Modeling (SEM), which is used to test hypotheses observed in theoretical models and designed to explain the causal relationships between latent variables, was used.

Findings: As a result of the study, there is a significant positive relationship between TQM and job satisfaction, total quality management and quality of work life and job satisfaction and quality of work life. It is concluded that there is a significant negative relationship between job satisfaction and turnover intention.

Originality: In this study, unlike the existing studies in the literature, the relationship between TQM, job satisfaction, quality of work life and turnover intention was examined comparatively in the administrative and health personnel working in public and private hospitals.

Keywords: Total Quality Management, Job Satisfaction, Quality of Work Life, Turnover Intention, Healthcare Professionals.

JEL Codes: I10, I18, I19.

* Bu çalışma, Tuğçe Nur DURSUN tarafından Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü'nde Prof. Dr. Derya SIVUK danışmanlığında yürütülen "Toplam Kalite Yönetimi Uygulamaları ile Çalışanların İş Tatmini, İş Yaşam Kalitesi ve İşten Ayrılma Niyeti Arasındaki İlişki: Özel-Kamu Hastanelerinde Bir Alan Uygulaması" başlıklı Yüksek Lisans tezinden türetilmiştir.

¹ Öğr. Gör., Hitit Üniversitesi, Sungurlu Meslek Yüksekokulu, Yönetim ve Organizasyon Bölümü, tugcenurdursuntemiz@hitit.edu.tr, ORCID: 0000-0002-1788-7766 (Sorumlu Yazar-Corresponding Author).

² Prof. Dr., Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Sağlık Yönetimi Bölümü, derya.sivuk@hbv.edu.tr, ORCID: 0000-0002-6041-8551.

1. GİRİŞ

İşletmelerin içinde yer aldığı dünyayı tanıma ve açıklama amacıyla modern yönetim anlayışından sonra geliştirilen post-modern yaklaşımlardan biri olan TKY (Yaman, 2017:4), endüstriyel sektörden başlayarak hizmet sektörlerinde, etkili ve kaliteli hizmet sunmak, sürekli gelişen ve yenilenen çevreye uyum sağlamak ve rekabet ortamında varlıklarını korumak amacıyla günümüzde işletmeler, kurum ve kuruluşlar tarafından kullanılmakta olan çağdaş bir yönetim anlayışı olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle insan hayatı gibi önemli bir konuda hizmet veren, hataya yer vermeyen, alanında uzman kişilerin çalışmasını zorunlu kılan, yoğun emek, teknoloji ve sermaye gerektiren sağlık kurumlarında TKY anlayışı; müşteri gereksinimlerini karşılayarak uygun bakım sağlamakta, tıbbi hataların sıklığını ve şiddetini azaltmakta ve süreçlerin iyileştirilmesini sağlamaktadır (İnam ve Tütüncü, 2017; Mosadeghrad, 2015).

TKY'nin hastaneler için işlevi, sağlık ortamındaki ödeme sistemlerinin ve dağıtım sistemlerinin değişimlerine cevap olarak daha uygun maliyetli bakım sağlama yollarını bulmaktır. Dünyanın dört bir yanındaki hastaneler ve diğer sağlık kuruluşları, maliyetleri azaltmak, verimliliği artırmak ve yüksek kalitede hasta bakımı sağlamak için TKY'yi giderek uygulamaya başlamıştır. Hastanelerin operasyon kalitesi ile verimlilik konusunda daha bilinçli hale gelmesine bağlı olarak, TKY'ye olan taahhüdü bugüne kadar kalite ve verimliliği artırma çabalarına en kapsamlı ve hevesli bir cevap olarak ortaya çıkmıştır (Patel, 2009; Suk, 1998: 39-40).

Her kurumu başarıya götüren etkili bir yöntem olarak görülen TKY'de temel olan, kurumların etkili ve kaliteli hizmet sunarak; müşteri ihtiyaç ve beklentilerine cevap verebilmesi ve varlıklarını koruyabilmesidir. Ancak çağdaş yönetim anlayışında cevap verilmesi gereken ihtiyaç ve talepler sadece dış müşterileri değil, kurumların iç müşterileri olan çalışanları da kapsamaktadır. Sağlık kurumlarının da dış müşterilerinden olan hastaların memnuniyetini sağlamak için öncelikle, iç müşteri memnuniyetini artırmak gerekmektedir. TKY çalışmalarında iç müşteri olarak kabul edilen çalışanların memnuniyetine öncelik verilmeden ve memnuniyeti artırıcı çalışmalar yapılmadan, hastaların sürekli memnuniyetinin sağlanamayacağı kabul edilmektedir (Çavuş ve Gemici, 2013). Chang ve diğerlerinin (2009) yaptıkları çalışma, çalışan memnuniyetinin bir işletmenin değerini temsil ettiğini ve bunun da hizmet kalitesini ve verimliliğini artırdığını göstermektedir. Ayrıca, sağlık kurumlarında çalışanlar, yaşamlarının büyük bir kısmını fiziksel ve zihinsel olarak yorucu olan işyerinin farklı yönleriyle etkileşime girerek geçirdiklerinden, kurumların, yoğun çalışma hayatlarına sahip olan çalışanlara benzersiz bir çalışma ortamı sağlamaları son derece önemli görülmektedir. Çalışanların içinde bulunduğu çalışma ortamı ve onu etkileyen fiziksel koşullar (çalışanların çalıştığı odanın sıcaklığı veya nemi, havalandırma, gürültü, çalışma saatleri, aydınlatma, ambiyans, vb.) performansı, motivasyonu, verimliliği ve iş tatminini etkileyen önemli faktörler arasında yer almaktadır (George ve Zakkariya, 2018: 91). Bu bağlamda, kurumların başarısı çalışanların performansına, çalışanların performansı ve verimliliği ise çalışma ortamındaki koşullara, çalışanların iş yerindeki mutluluğuna, işinden duyduğu tatmine ve iş yaşam kalitesine bağlı görülmektedir.

Sağlık sektörü için de önemli bir konu haline TKY, iş tatmini, iş yaşam kalitesi ve işten ayrılma niyeti konularını inceleyen ilgili ulusal literatür incelendiğinde, sağlık hizmetlerinde TKY'nin çalışanlara etkisi (Top, 2013); hastanelerde TKY'nin çalışanların, hekim veya hemşirelerin iş tatminine etkisi (Alçıkaya, 1999; Aydoğmuş, 2015); sağlık çalışanlarının iş doyumu (Nal ve Nal, 2018); özel hastanelerde TKY'nin verimlilik üzerine etkisi (Gök, 2014; Telli, 2010); hemşirelerin yaşam kalitesi ve iş tatmini (Cimete ve diğerleri, 2003); hastane çalışanlarının veya hemşirelerin iş tatmini ile işten ayrılma niyeti-mesleği bırakma niyeti arasındaki ilişki (Sabancıoğulları ve Doğan, 2014; Yücel ve Koçak, 2018) gibi konularda çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Ek olarak, uluslararası literatürde, hastanelerde TKY ile iş tatmini arasındaki ilişkiyi inceleyen (Mosadeghrad ve Yarmohammadian, 2006); ebeler, odyologlar (Mobaraki ve diğerleri, 2017), genel olarak sağlık kurumlarındaki çalışanlar (Goudarznand ve diğerleri, 2012; Jahanbani ve diğerleri, 2018) ve çoğunlukla hemşireler (Cimete ve diğerleri, 2003, Winasah ve diğerleri, 2015) üzerinde iş tatmini ile iş yaşam kalitesi arasındaki ilişkiyi ve iş tatmini ile işten ayrılma niyeti arasındaki ilişkiyi (Khan ve Aleem, 2014) inceleyen çalışmalar bulunmaktadır. Yapılan bu çalışmalar, TKY'nin çalışanlarının memnuniyetini ve verimliliğini olumlu yönde etkilediğini, iş tatmininin oluşması için TKY uygulamalarının devamlılığının önemli olduğunu, iş tatmini ile iş yaşam kalitesi arasında pozitif bir ilişki olduğunu, iş tatmini düşük olan çalışanların işten ayrılma niyetlerinin yüksek olduğunu göstermektedir.

Literatürde TKY, iş tatmini, iş yaşam kalitesi ve işten ayrılma niyetine yönelik çok sayıda çalışma olmasına karşın, aralarındaki ilişkilerin kamu hastaneleri ile özel hastanelerde çalışan idari personel ve sağlık personelinde karşılaştırmalı olarak birlikte değerlendirildiği böyle kapsamlı bir çalışmaya rastlanmamış olması bu çalışmanın önemini ortaya koymaktadır. Ayrıca çalışmada elde edilen sonuçlar, performans ve verimliliklerini artırmak isteyen hastane yöneticileri için bir rehber niteliği taşıyabilecektir. Bu yönleri ile çalışmanın TKY, iş tatmini, iş yaşam kalitesi ve işten ayrılma niyeti konularında kapsamlı sonuçları bir arada sunarak ilgili literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Bu doğrultuda araştırmada, toplam kalite yönetimi uygulamaları ile hastane çalışanlarının iş tatmini, iş yaşam kalitesi ve işten ayrılma niyeti arasındaki ilişkinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu amaç ışığında yürütülen çalışma, beş bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde, çalışmanın konusu, amacı, özgünlüğü ve verimlilik ile olan ilişkisi; ikinci bölümde, toplam kalite yönetimi ile iş tatmini, toplam kalite yönetimi ile iş yaşam kalitesi, iş yaşam kalitesi ile iş tatmini ve iş tatmini ile işten ayrılma niyeti arasındaki ilişkiye yönelik yürütülen çalışmaların yer aldığı literatür taraması; üçüncü bölümde, araştırma modeli ve hipotezlerin, evren-örneklem, veri toplama aracının ve verilerin analizinin oluşturduğu çalışma yöntemi incelenmiştir. Dördüncü bölümde, araştırmaya katılan sağlık çalışanlarına ilişkin betimleyici bulgulara, araştırma modelinin uyum iyiliği göstergelerine, toplam kalite yönetimi, iş tatmini, iş yaşam kalitesi ve işten ayrılma niyetine ilişkin YEM bulgularına ve toplam kalite yönetimi, iş tatmini, iş yaşam kalitesi ve işten ayrılma niyeti arasındaki ilişkilerin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirlemek üzere gerçekleştirilen hipotez testlerine ilişkin bulgulara yer verilmiştir. Son olarak beşinci bölümde ise, elde edilen bulgular doğrultusunda araştırmanın sonuçları, literatürde yer alan mevcut çalışmalar ile tartışmalı olarak değerlendirilmiş ve sonuçlar ışığında çeşitli öneriler sunulmuştur.

2. LİTERATÜR TARAMASI

2.1. Toplam Kalite Yönetimi ve İş Tatmini

İşletmelerin rekabet üstünlüğü elde etmeleri ve bunu korumaları, mal veya hizmetlerinin kalitesine bağlıdır. Kalite, mal veya hizmetin istenilen düzeyde elde edilmesi şeklinde ifade edilmiş olmasına rağmen, tüm süreç ve unsurlarla birlikte çalışanların kalite sistemini benimsemesi olarak da ifade edilebilmektedir (Çetinkaya ve Ortaöner, 2017).

TKY uygulamalarının, çalışanların işe katılım, iş tatmini, kariyer memnuniyeti ve örgütsel bağlılık gibi işle ilgili tutumlarıyla pozitif yönde ilişkili olduğu (Karia ve Asaari, 2006), TKY uygulamalarında daha fazla farkındalığa sahip olanların daha fazla iş tatmini sergiledikleri (Alsughayir, 2014; Ooi ve diğerleri, 2007) ifade edilmiştir. Bu çıktıları paralel olarak, araştırmalar (Ali ve Alolayyan, 2013; El-Tohamy ve Raoush, 2015; Kunst ve Lemmink, 2000), toplam kalite uygulamalarının hastane organizasyonlarının performansını etkilediğini ortaya koymuştur.

2.2. Toplam Kalite Yönetimi ve İş Yaşam Kalitesi

Çalışanların yaşamı boyunca elde ettiği değerlerin toplamını ifade eden iş yaşam kalitesi (Yadav ve Khanna, 2014), çalışanları motive etmek, organizasyona bağlılıklarını ve performanslarını arttırmak için bir araç olarak kabul edilmektedir (Suri ve Baber, 2019). Kuruluşların, iş ortamında çok fazla zaman ve enerji harcayan çalışanları (Afroz, 2017), tutabilmeleri için iş yaşam kalitelerini yükseltmesi gerekmektedir.

İş yaşam kalitesinin zayıf olması, düşük hizmet kalitesine, düşük performansa ve örgütsel bağlılığa; yüksek işten ayrılma niyetine (Hardjanti ve diğerleri, 2017; Nayak, 2016; Saraji ve Dargahi, 2006) sebep olmaktadır. Kaddourah ve diğerleri (2018), hemşireler üzerinde gerçekleştirdikleri çalışmada, iş yaşam kalitesinin hemşirelerin iş doyumlarını ve üretkenliklerini arttıracak ve hastalara sunulan sağlık hizmetlerini geliştirecek bir etken olduğunu belirterek iş yaşam kalitesinin önemini vurgulamışlardır. Suri ve Baber (2019) tarafından yapılan çalışmada; iş yaşam kalitesinin çalışanlar için önemli bir parametre olduğu; liderlik tarzı, ücret, işin doğası, iş güvenliği, yardım programları ve TKY uygulamalarının iş yaşam kalitesini etkilediği belirtilmiştir. Guimaraes (1996;1997) tarafından yürütülen çalışmada ise; toplam kalite uygulamalarından sonra, çalışanların iş tatmini, işe katılım ve kuruluşa bağlılıklarının daha yüksek; rol belirsizlikleri/rol streslerinin ve ayrılma niyetinin daha düşük olacağı ortaya konulmuştur. Bir devlet hastanesinde çalışma yürüten Mosadeghrad (2014), başarılı bir kalite yönetimi uygulamasının, çalışanların iş yaşam kalitesini, iş memnuniyetini ve örgütsel bağlılığını artırabileceğini ortaya koymuştur.

2.3. İş Yaşam Kalitesi ve İş Tatmini

İş yaşamının kalitesi ve iş tatmini, kuruluşların çalışanları tutabilmeleri ve örgütsel etkinliği artırmaları için temel olarak nitelendirilmektedir (Morsy ve Sabra, 2015). İş tatmini sağlık hizmetlerinin sürdürülebilirliği üzerinde etkili olduğundan; hastane yönetiminin, performans ve sonuçları etkileyecek iş yaşam kalitesi faktörlerini güçlendirmesi gerekmektedir (Nuari, 2016).

İş tatmini ile iş yaşam kalitesi arasında yapılan çalışmalar genel olarak; sağlık kurumlarında çalışanlar (Goudarznand-Chegin ve Mirdoozandeh, 2012; Jahanbani ve diğerleri, 2018); ebeler (Hadizadeh ve diğerleri, 2015), odyologlar (Mobaraki ve diğerleri, 2017) ve çoğunlukla hemşireler (Cimete ve diğerleri, 2003; Winasih ve diğerleri, 2015) üzerinde odaklanmıştır. Sonuçlar değerlendirildiğinde; sağlık sektöründe iş yaşam kalitesi ile iş tatmini arasında ilişki olduğu ortaya konulmuştur. Örneğin, Mobaraki ve diğerleri (2017) tarafından yapılan araştırmada iş yaşam kalitesinin yükseltilmesi ve iyileştirilmesinin, iş tatminini artırdığı belirlenmiştir. İş tatminsizliği, sağlık çalışanları arasında devamsızlığın ve işten ayrılmanın önemli bir nedeni olarak görülmekte; bu nedenle çalışanların örgütsel bağlılığını ve sağlık hizmetlerinin kalitesini

etkilemektedir (Çimentepe, 2012; Gülten, 2018; Mosadeghrad ve Moraes, 2009). Diğer yandan, araştırmalar (Nayak, 2016; Zarei ve diğerleri, 2014) iş yaşam kalitesi ile işten ayrılma niyeti arasında negatif bir ilişki olduğunu ortaya koymaktadır. Hastanelerde yürütülen çalışmalarda, hemşireler ortalama seviyede (Nasabi ve Bastani, 2018) veya düşük iş yaşam kalitesi bildirmiş ve yaklaşık %40'ı ise işten ayrılma niyetinde olduklarını ifade etmişlerdir (Almalki ve diğerleri, 2012; Faraji ve diğerleri, 2017).

2.4. İş Tatmini ve İşten Ayrılma Niyeti

Vroom (1964) tarafından iş tatmini, çalışanların işyerinde gerçekleştirdikleri role yönelik sahip oldukları duyguların bir yönü olarak tanımlanmıştır (Raziq ve Maulabakhsh, 2015). Sağlık hizmeti alan bireylerin, kaliteli ve etkin sağlık hizmeti alabilmeleri için, sağlık hizmeti veren çalışanların yaptığı işten ve çalıştığı kurumdan tatmin olmaları gerekmektedir (Nal ve Nal, 2018).

İşten ayrılma niyeti, araştırmacılar (Chatzoglou ve diğerleri, 2011; Örucü ve Özafşarlıoğlu, 2013; Rahman ve diğerleri, 2010) tarafından *çalışanların bir kuruluşun gönüllü olarak çıkma niyeti* olarak tanımlanmaktadır. Chang ve diğerleri (2009) tarafından yapılan çalışma, çalışan memnuniyetinin bir organizasyonun değerini temsil ettiğini, dolayısıyla bunun da hizmet kalitesini ve verimliliğini etkilediğini ortaya koymaktadır. İş tatmini ile işten ayrılma niyeti arasındaki ilişkiyi ortaya koymak üzere sağlık kurumlarında yürütülen çalışmalar; bu iki faktör arasında istatistiksel olarak anlamlı negatif bir ilişki olduğunu, iş tatmini düşük olan çalışanlarda işten ayrılma niyetinin yüksek olduğunu ortaya koymaktadır (Ahn ve diğerleri, 2015; Asegid ve diğerleri, 2014; Jalal ve diğerleri, 2014; Oktizulvia ve diğerleri, 2017; Tzeng, 2002).

3. YÖNTEM

3.1. Araştırma Modeli ve Hipotezler

Toplam Kalite Yönetimi uygulamaları ile hastane çalışanlarının iş tatmini, iş yaşam kalitesi ve işten ayrılma niyeti arasındaki ilişkiyi araştırmak amacı ile yürütülen çalışmada, bu amaçlara yönelik dört hipotez oluşturulmuştur:

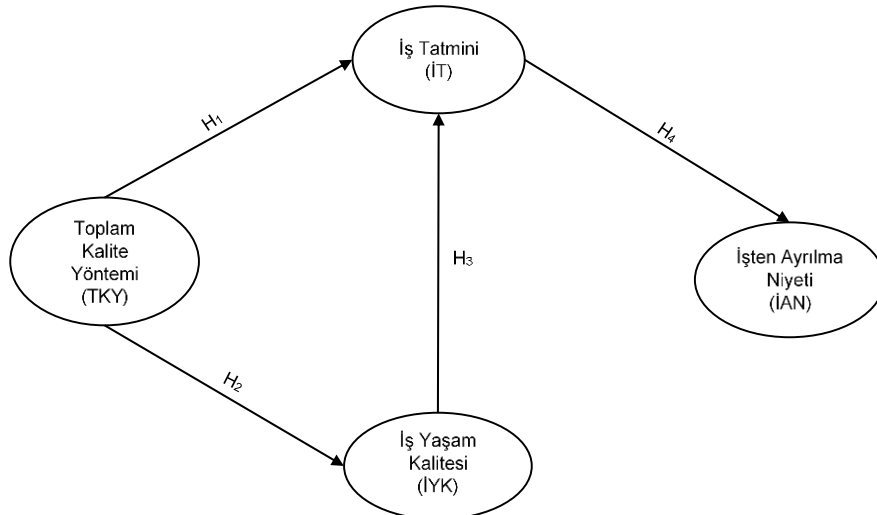
H₁: TKY uygulamalarının iş tatmini üzerinde pozitif etkisi vardır.

H₂: TKY uygulamalarının iş yaşam kalitesi üzerinde pozitif etkisi vardır.

H₃: İş yaşam kalitesinin iş tatmini üzerinde pozitif etkisi vardır.

H₄: İş tatmininin işten ayrılma niyeti üzerinde negatif etkisi vardır.

Yukarıdaki hipotezler doğrultusunda, çalışmada test edilen araştırma modeli yapısı Şekil 1'de sunulmuştur:



Şekil 1. Araştırma modeli yapısı

3.2. Evren ve Örneklem

Araştırmanın evrenini, Ankara'da faaliyet gösteren Sağlık Bakanlığı eğitim-araştırma hastaneleri ve özel hastaneler oluşturmaktadır. Araştırmanın yürütüleceği hastaneler belirlendikten sonra Basit Tesadüfi Örneklem Yöntemi ile örneklem sayısı belirlenmiştir. Bu bağlamda, araştırmanın yürütüldüğü 2 eğitim-araştırma hastanesi ve 5 özel hastanede çalışan toplam 1419 idari personel ve 4135 sağlık personeli olmak üzere 5554 personel araştırmanın evreni oluşturmaktadır. Örneklem sayısı ise, evren için %95 güvenilirlik düzeyinde 360 olarak belirlenmiş (Gürbüz ve Şahin, 2018) ve örneklem sayısı belirlendikten sonra, özel hastanelere yaklaşık 600, Eğitim-Araştırma hastanelerine yaklaşık 400 anket dağıtılmıştır. Sonuçta ise, 515 anket geri dönmüştür.

3.3. Veri Toplama Aracı

Araştırmanın amacı ve hipotezleri doğrultusunda 5 bölümden oluşan bir anket formu geliştirilmiştir: Birinci bölümde; sağlık çalışanlarına ait genel bilgiler (cinsiyet, yaş, medeni durum, eğitim durumu, iş yerinde çalışma süresi, gelir durumu vb.); ikinci bölümde, TKY uygulamalarını değerlendirmek üzere, Goh (2000) tarafından geliştirilen ve Yaman (2017) tarafından Türkçeye uyarlanan, 5'li Likert tipinde (1: Hiçbir zaman – 5: Her zaman), 23 maddeden oluşan ölçek kullanılmıştır. Araştırmanın üçüncü bölümünde; çalışanların iş tatminini değerlendirmek üzere Weiss ve diğerleri (1967) tarafından geliştirilen, 5'li Likert tipinde (1: Hiç memnun değilim – 5: Çok memnunum), 20 sorudan oluşan kısa form kullanılmıştır. Dördüncü bölümünde; çalışanların iş yaşam kalitesini ölçmek üzere, Sirgy ve diğerleri (2001) tarafından geliştirilen, 5'li Likert tipinde (1: Kesinlikle katılmıyorum – 5 Kesinlikle katılıyorum), 16 maddeden oluşan ölçek kullanılmıştır. Son bölümde; çalışanların işten ayrılma niyetini değerlendirmek üzere Bozemann ve Perrew (2001) tarafından kullanılan, 5 maddeden oluşan ve 5'li Likert tipinde (1: Kesinlikle katılmıyorum – 5: Kesinlikle katılıyorum) ölçek kullanılmıştır

3.4. Verilerin Analizi

Araştırma kapsamında toplanan veriler, betimleyici istatistikler ve çeşitli istatistiksel analizler kullanılarak çözümlenmiş ve yorumlanmıştır. Araştırmada kuramsal modellerde gözlenen ve gizli değişkenler arasındaki nedensel ilişkileri açıklamak üzere tasarlanan hipotezlerin test edilmesinde kullanılan Yapısal Eşitlik Modellemesi (YEM)'nden yararlanılmıştır. İstatistiksel testlerde anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak alınmıştır. Ayrıca TKY uygulamaları ile iş tatmini, iş yaşam kalitesi ve işten ayrılma niyeti arasındaki ilişkileri Sağlık Bakanlığı hastanesi ve özel hastaneler için, idari ve sağlık personeli açısından karşılaştırmalı olarak ortaya koymak amacı ile korelasyon analizi yapılmıştır.

YEM'de, ölçüm modelleri ve yapısal model parametreleri eşzamanlı olarak tahmin edilerek verilerin, varsayımsal modele genel uyumunun değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Yapısal modelin geçerliliği, doğrudan ölçüm modelinin geçerliliğine bağlı olduğundan hem yapısal modelin hem de ölçüm modellerinin ayrı ayrı değerlendirilmesi ve istatistiksel uygunluğunun sağlanması daha çok tercih edilen bir yaklaşımdır. Bu nedenle bu çalışmada öncelikle, TKY, iş tatmini, iş yaşam kalitesi ve işten ayrılma niyeti ölçekleri için oluşturulacak ölçüm modellerini değerlendirmek üzere doğrulayıcı faktör analizi (DFA) uygulanmıştır.

TKY, İş Tatmini, İş Yaşam Kalitesi ve İşten Ayrılma Niyeti Ölçekleri için geçerli olan maddeleri belirlemek için uygulanan Exploratory Structural Equation Modeling (Keşifsel Yapısal Eşitlik Modellemesi) sonucu, faktör yükleri 0,40'dan büyük olan ölçek maddeleri seçilmiştir. Buna göre, İşten Ayrılma Niyeti Ölçeğinden bir maddenin çıkartılmasına karar verilmiştir. Seçilen maddeler ile oluşturulan TKY, İş Tatmini, İş Yaşam Kalitesi ve İşten Ayrılma Niyeti ölçekleri için Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) örneklem yeterlilik ölçüsü sırasıyla 0,946; 0,947; 0,923; 0,751 ($> 0,60$) olarak elde edilmiştir. Analiz sonucunda ölçeklerin güvenilirliğini belirleyen Cronbach Alpha katsayılarının 0,70'ten büyük olduğu görülmüştür. Güvenilirlik katsayısının 1,00'a yakın bir değer olması, ölçme aracındaki tüm soruların birbirleriyle tutarlılığını ve ele alınan oluşumu ölçmede türdeş olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla derlenen verilerin istatistiksel çözümlenmeler için uygun olduğuna karar verilmiştir.

TKY, İş Tatmini, İş Yaşam Kalitesi ve İşten Ayrılma Niyeti Ölçekleri için DFA sonuçları Tablo 1'de verilmiştir. Uyum iyiliği göstergeleri incelendiğinde her bir ölçüm modelinde, modelin veriye uyumunun ve faktör yapısının kabul edilebilir olduğu belirlenmiştir.

Tablo 1. Toplam kalite yönetimi, iş tatmini, iş yaşam kalitesi ve işten ayrılma niyeti ölçeklerine ilişkin DFA sonuçları

	χ^2	χ^2/sd	p	GFI	AGFI	CFI	RMSEA	PCLOSE	Cronbach- α
TKY	476,047	2,429	0,000	0,924	0,892	0,964	0,053	0,219	0,946
İş Tatmini	354,737	2,430	0,000	0,933	0,904	0,969	0,053	0,248	0,949
İş Yaşam Kalitesi	219,726	2,891	0,000	0,948	0,908	0,971	0,061	0,029	0,920
İşten Ayrılma Niyeti	5,316	2,658	0,009	0,991	0,953	0,989	0,054	0,111	0,792

4. BULGULAR

Araştırmaya katılan sağlık çalışanlarının %72,6'sının kadın, %59,8'inin evli, %53,6'sının 18-34 yaş aralığında, %60,4'ünün lisans veya ön lisans mezunu olduğu belirlenmiştir. İşyerindeki göreve ilişkin istatistikler incelendiğinde %32,2'sinin idari personel, %67,8'inin sağlık personeli olduğu; %21'inin mevcut iş yerindeki çalışma süresinin ve %44,7'sinin toplam çalışma süresinin 10 yıldan fazla olduğu, %71,8'inin ise gelirinin 4000 TL'nin altında olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte; çalıştığı hastanelerin türüne göre dağılımı incelendiğinde, çalışanların %55,3'ünün özel hastanede, %44,7'sinin ise SB hastanesinde çalıştığı ortaya konulmuştur.

YEM çalışmalarında yaygın olarak kullanılan yapısal modelin çeşitli uyum iyiliği göstergelerinin sunulduğu Tablo 2'ye göre, χ^2 / df oranı 2,475 ve CFI değeri 0,983, AGFI değeri 0,947 olarak bulunmuştur. Göstergeler, veriye iyi bir uyum olduğunu; RMSEA değerinin 0,047 ($p < 0,05$) olması ise modelin yüksek bir güven düzeyi için reddedilemeyeceğini göstermektedir. GFI değerinin 0,947 olması ise model uyumunun kabul edilebilir sınırlar içerisinde olduğunu belirtmektedir (Gürbüz ve Şahin, 2018; West ve diğerleri, 2012). Sonuç olarak, TKY, iş tatmini, iş yaşam kalitesi ve işten ayrılma niyeti için önerilen model veriye uyumludur; bu bağlamda model YEM tarafından doğrulanmıştır.

Tablo 2. Uyum iyiliği göstergeleri

Uyum Göstergesi	Model Değeri	Önerilen
χ^2 / df	2,475	< 3
Goodness of Fit Index (GFI-Uyum İyiliği Endeksi)	0,971	> 0,90
Adjusted goodness of fit index (AGFI-Düzeltilmiş Uyum İyiliği Endeksi)	0,947	> 0,90
The Comparative Fit Index (CFI-Karşılaştırmalı Uyum Endeksi)	0,983	> 0,90
Root Mean Sq. Error of Approx. (RMSEA-Yaklaşıklık Ortalama Karekök Hatası)	0,047	< 0,05

TKY Ölçeği için YEM bulguları incelendiğinde; bu çalışmada, yüksek madde yükleri için belirleyici değer 0,40 olarak seçilmiştir. TKY ölçeğinde yer alan 23 madde için ise yüklerin en küçük değeri 0,435'dir. Ayrıca, önerilen YEM modelinde bu ölçeğe ilişkin tüm katsayıların anlamlı olduğu belirlenmiştir ($p < 0,05$). Çalışanların TKY uygulamalarına yönelik algılarının genel ortalaması 3,207 (std. sapma: 0,799) olarak bulunmuştur. TKY ölçeği 5'li Likert tipinde bir ölçek olduğundan, çalışanlar, kurumda gerçekleşen TKY uygulamalarının ara sıra veya çoğunlukla aralığında gerçekleştiğini belirtmişlerdir. Sonuçlar, çalışanların TKY uygulamalarındaki en olumsuz algılarının iş yüküne paralel ücret artışı (2,20), işten sağlanan kazanç (2,25), ödüllendirme (2,34), motivasyon (2,95), çalışan katılımı (3,06) ve fiziki çalışma koşullarına yönelik uygulamalar (3,08) olduğunu göstermektedir. En olumlu algılar ise, hasta isteklerinin kalite için ön planda tutulması (3,84), yetki ve sorumluluk verilmesi (3,75), işin gerektirdiği araçlara sahip olunması (3,72), iş güvencesi (3,63) ve yapılan işte kararlara katılım (3,50) ile ilgili uygulamalara yöneliktir.

İş Tatmini Ölçeği için YEM bulguları incelendiğinde; iş tatmini ölçeğinde yer alan 20 madde için yüklerin en küçük değeri 0,555'dir. Ayrıca, önerilen YEM modelinde bu ölçeğe ilişkin tüm katsayıların anlamlı olduğu belirlenmiştir ($p < 0,05$). Araştırma sonuçları genel olarak memnuniyet ortalamasının 3,245 (std. sapma: 0,836) olduğunu ortaya koymuştur. 5'li Likert tipinde olan iş tatmini ölçeği, çalışanların kurumlarından ortalama bir memnuniyet duyduklarını göstermiştir. Veriler incelendiğinde, çalışanlar en düşük memnuniyet düzeyi algısını, yaptıkları iş karşılığında aldıkları ücret (2,41) ve terfi (2,77) yönünden; en yüksek memnuniyet algısını başkaları için bir şeyler yapabilme imkânı sağlamasından (3,78), vicdana aykırı olmayan işler yapılmasından (3,62), kişileri yönlendirebilme şansı vermesi (3,54) ve kişinin işini yaparken yeteneklerini kullanabilmesi bakımından (3,51) göstermişlerdir.

İş Yaşam Kalitesi Ölçeği için YEM bulguları incelendiğinde; YEM bulgularına göre 16 maddelik ölçek için en düşük madde yükünün 0,422 olduğu belirlenmiştir. Araştırma sonuçları, çalışanların genel olarak ortalama 3,210 (std. sapma: 0,826) düzeyinde iş yaşam kalitesi algısı bildirdiklerini göstermiştir. 5'li Likert tipinde olan ölçeğin sonuçları, çalışanların iş yaşam kalitesi algılarının ortalama seviyede olduğunu ortaya koymuştur. Veriler incelendiğinde çalışanlar, en düşük iş yaşam kalitesi algısını ücret (2,27) ve iş dışındaki şeylere ayıracak zaman yönünden (2,92); en yüksek iş yaşam kalitesi algısını ise iş yerinde iyi arkadaşlara sahip olmak (3,76) yönünden göstermişlerdir.

İşten Ayrılma Niyeti Ölçeği için YEM bulguları incelendiğinde; ölçeğe ilişkin en düşük madde yükü 0,469'dur. Her iki ölçek için katsayı tahminlerinin tümü anlamlıdır ($p < 0,05$). Araştırma, çalışanların ortalama olarak 2,748 (std. sapma: 1,016) düzeyinde ayrılma niyeti bildirdiklerini göstermiştir. Bu sonuç, 5'li Likert

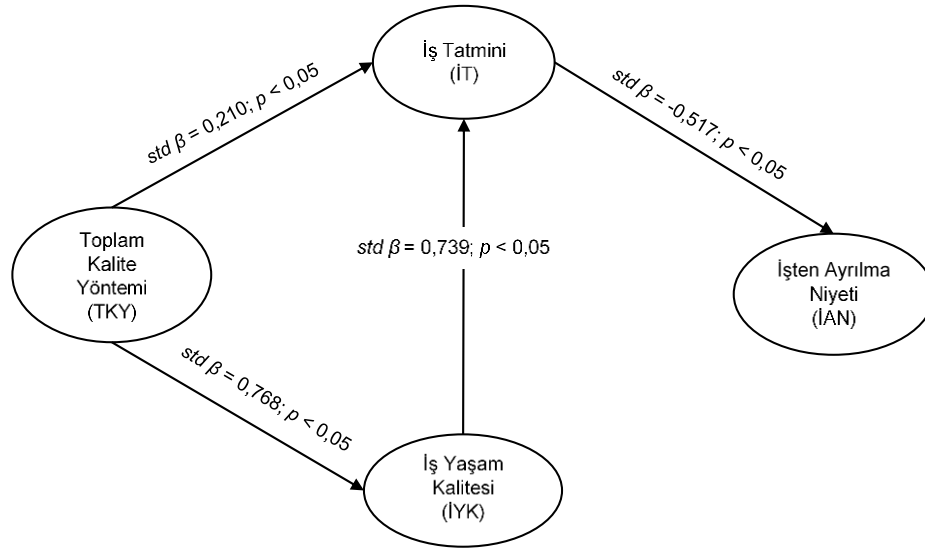
tipinde olan ölçekte, çalışanların ayrılma niyeti konusunda kararsıza yakın bir tavır sergilediklerini ortaya koymuştur.

TKY, iş tatmini, iş yaşam kalitesi ve işten ayrılma niyeti arasındaki ilişkilerin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirlemek üzere gerçekleştirilen hipotez testlerine ilişkin bulgular Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Toplam kalite yönetimi, iş tatmini (İT), iş yaşam kalitesi (İYK) ve işten ayrılma niyeti (İAN) arasındaki ilişkilerin anlamlılık testi

Hipotez	Yol	Std. Katsayı Tahmini	Std. Hata	t-değeri	p*
H ₁	TKY → İT	0,210	0,055	4,397	0,000
H ₂	TKY → İYK	0,768	0,113	9,454	0,000
H ₃	İYK → İT	0,739	0,058	10,595	0,000
H ₄	İT → İAN	-0,517	0,058	-7,354	0,000

* Katsayı anlamlıdır (p < 0,05).



Şekil 2. TKY, iş tatmini, iş yaşam kalitesi ve işten ayrılma niyeti arasındaki nedensel ilişkileri açıklayan yapısal eşitlik modeli

Araştırma sonucunda; Toplam kalite yönetiminin iş tatminine (std β = 0,210, p<0,05); TKY'nin iş yaşam kalitesine (std β = 0,768, p<0,05); iş yaşam kalitesinin iş tatminine (std β = 0,739, p<0,05); iş tatmininin işten ayrılma niyetine olan etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu (std β = -0,517, p<0,05) tespit edilmiştir. TKY ile iş tatmini, TKY ile iş yaşam kalitesi ve iş yaşam kalitesi ile iş tatmini arasında anlamlı bir pozitif ilişki olduğu; iş tatmini ile işten ayrılma niyeti arasında ters yönlü anlamlı negatif bir ilişki olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Sonuç olarak, H₁, H₂, H₃ ve H₄ hipotezleri kabul edilmekte ve elde edilen bulgular Şekil 1'de önerilen modeli desteklemektedir.

Bununla birlikte, TKY'nin iş tatmini üzerindeki etkisinin; TKY'nin iş yaşam kalitesi üzerindeki etkisinin, iş yaşam kalitesinin iş tatmini üzerindeki etkisinin özel hastanelerde, idari personel ve sağlık personeli için eğitim-araştırma hastanelerine göre daha yüksek olduğu; iş tatmininin işten ayrılma niyeti üzerindeki etkisinin eğitim-araştırma hastanelerinde, idari personel ve sağlık personeli için özel hastanelere göre daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

5. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Verilen hizmetin kalitesinin büyük ölçüde sağlık personeli tarafından belirlendiği sağlık kurumlarında; sağlık çalışanlarının yaptıkları işlerde başarılı ve verimli olabilmelerinin en önemli etkenlerinden biri iş tatmini olarak görülmekte ve çalışanların memnuniyetine öncelik verilmeden ve memnuniyeti artırıcı çalışmalar yapılmadan, hastaların memnuniyetinin sağlanamayacağı kabul edilmektedir. İş tatminsizliği, sağlık çalışanları arasında devamsızlığın ana nedenlerinden biri olarak görülmekte ve bu nedenle çalışanların örgütsel bağlılıklarını ve sağlık hizmetlerinin kalitesini etkilemektedir (Çavuş ve Gemici, 2013; Mosadeghrad ve Moraes, 2009). İş tatmininin iş yaşam kalitesi, işten ayrılma niyeti ve TKY uygulamaları ile ilişkili olduğu bulgularından yola çıkarak, kurumların, çalışanlara TKY uygulamalarını benimseterek ve kaliteli bir çalışma ortamı sunarak iş memnuniyetlerini sağlamaları ve buna bağlı olarak işten ayrılmalarını

önlemleri son derece önemli görülmektedir. Buradan hareketle, araştırmada, Ankara'da faaliyet gösteren özel hastaneler ve eğitim-araştırma hastanelerinde TKY uygulamaları ile çalışanların iş tatmini, iş yaşam kalitesi ve işten ayrılma niyeti arasındaki ilişki incelenmiştir. Araştırmada, hipotez testlerine ilişkin aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

TKY'nin iş tatminine olan etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu; TKY ile iş tatmini arasında anlamlı pozitif bir ilişki olduğu sonucuna varılmıştır. TKY uygulamalarına yönelik olumlu algılar bildiren çalışanların iş tatmini düzeyinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Kurumlarda TKY uygulamalarının başarılı bir şekilde yürütülmesi, çalışanların TKY'den haberdar olması ve TKY uygulamalarına tam katılım sağlamanın, çalışanların iş tatminini artırabilecek bir faktör olduğu düşünülmektedir. İlgili literatür incelendiğinde, araştırmacılar (Alsughayir, 2014; Karia ve Asaari, 2006; Mosadeghrad, 2014; Ooi ve diğerleri, 2007) tarafından yapılan çalışmalarda da TKY ile iş tatmini arasında pozitif bir ilişki olduğu, TKY uygulamalarının, çalışanların işe katılım, iş tatmini, kariyer memnuniyeti ve örgütsel bağlılık gibi işle ilgili tutumlarıyla pozitif yönde ilişkili olduğu, TKY'nin ilkelerinden olan eğitim ve öğretimin, güçlendirme ve takım çalışmasının, sürekli iyileştirme ve problem önlemenin işe katılım, iş tatmini ve örgütsel bağlılığı önemli ölçüde artırdığı, TKY uygulamalarında daha fazla farkındalığa sahip olanların daha fazla iş tatmini sergiledikleri, tespit edilmiş; H₁ desteklenmiştir.

TKY'nin iş yaşam kalitesine etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Araştırma; sağlık kurumlarında TKY'nin eksiksiz uygulanması ile çalışanların iş yaşam kalitelerinin artabileceğini ve iş yaşam kalitesi yüksek olan çalışanların işlerinden daha memnun olabileceklerini göstermektedir. Araştırmacılar da (Mosadeghrad, 2014; Suri ve Baber, 2019) TKY ile iş yaşam kalitesi arasında anlamlı bir ilişki olduğunu ortaya koymuş; Mosadeghrad, bir devlet hastanesinde yürüttüğü çalışmada, başarılı bir kalite yönetimi uygulamasının, çalışanların çalışma yaşam kalitesini, iş memnuniyetini ve örgütsel bağlılığını artırabileceğini belirtmiştir. Bu bağlamda, H₂ desteklenmiştir.

İş yaşam kalitesinin iş tatminine etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu; iş yaşam kalitesi ile iş tatmini arasında anlamlı pozitif bir ilişki olduğu, dolayısıyla çalışanların iş yaşam kalitesi düzeyleri arttıkça iş tatminlerinin arttığı sonucuna ulaşılmıştır. Çalışanların performansları ve kişisel gelişimlerinin yanı sıra kurumun gelişimini de etkileyen iş yaşam kalitesi (Waghmare ve Dhole, 2017) ile çalışanların kuruluşa bağlılığının, istekliliğinin, katılımının ve motivasyonunun artacağı; işgören devir hızının ve yabancılaştırmasının azalacağı düşünülmektedir. Çalışma yaşamının kaliteli olması işe bağlılık, iş tatmini ve diğer yaşam alanlarıyla ilgili doyum (aile, boş zaman, sağlık, eğitim, arkadaşlık, kültür, sosyal statü, vd.) gibi çıktılar üretmektedir (Gayathiri ve Ramakrishnan, 2013; Sirgy ve diğerleri, 2001; Türkay, 2015). Yapılan araştırmalar (Hadizadeh ve diğerleri, 2015; Jahanbani ve diğerleri, 2018; Mobaraki ve diğerleri, 2017; Morsy ve Sabra, 2015; Rai, 2018) iş yaşam kalitesi ile iş tatmini arasında pozitif ilişki olduğunu ortaya koymuş; H₃ desteklenmiştir. Navidian ve diğerleri, (2014) tarafından hemşireler üzerinde yürütülen çalışmanın sonuçları da iş yaşam kalitesini yükseltmenin ve geliştirmenin iş tatminini artırabileceğini göstermiştir.

İş tatmininin işten ayrılma niyeti üzerinde etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu ve iş tatmini ile işten ayrılma niyeti arasında anlamlı negatif bir ilişki olduğu ortaya konulmuştur. İş tatmini düşük olan çalışanların işten ayrılma niyeti düzeylerinin yüksek olması, çalışanların iş tatmini düzeyi arttıkça işten ayrılma niyetinin azalacağını göstermektedir. Memnun çalışanların daha üretken ve yaratıcı oldukları, kuruma daha sadık kaldıkları kabul edilirken, memnun olmayan çalışanların daha az üretken olacakları ve işten ayrılma niyetine daha yatkın olacakları kabul edilmektedir. Kurumda çalışanların memnuniyetsizliği azaltıldığı takdirde, performanslarının artacağı ve ayrılmanın azalacağı belirtilmektedir (Izvercian ve diğerleri, 2016; Saner ve Eyüpoğlu, 2012). Literatür incelendiğinde, yapılan araştırmalar (Asegid ve diğerleri, 2014; Jalal ve diğerleri, 2014; Oktizulvia ve diğerleri, 2017; Tzeng, 2002) iş tatmininin işten ayrılma niyeti üzerinde etkisinin olduğunu; iş tatmini arttıkça işten ayrılma niyetinin azaldığını, dolayısıyla aralarında negatif ilişki olduğunu ortaya koymuş; H₄ desteklenmiştir. Çalışanların iş tatminini güçlendirmek, işten ayrılma niyetlerini azaltmaktadır (Jehanzeb ve diğerleri, 2015).

Çağdaş yönetim anlayışında kurumların başarılı ürün veya hizmet üretip sunmaları için öncelikle kurum içerisinde üst yönetimden başlayarak tüm çalışanlara toplam kaliteyi benimsetmeleri, iş tatmini ve iş yaşam kalitesi standartlarını sağlayarak kuruma bağlılıklarını korumaları gerekmektedir. Araştırmada, TKY uygulamalarından haberdar olan ve TKY'ye yönelik olumlu algılar bildiren çalışanların iş tatmini ve iş yaşam kalitelerinin daha yüksek olması, sağlık kurumlarında TKY'nin başarılı bir şekilde uygulanması gerekliliğini ortaya koymaktadır. TKY'nin iş yaşam kalitesi ve iş tatminini pozitif olarak etkilediğini; iş yaşam kalitesi arttıkça iş tatmininin arttığını ve bu bağlamda işten ayrılma niyetinin azaldığını gösteren araştırma, TKY ile iş tatmini, TKY ile iş yaşam kalitesi, iş tatmini ile iş yaşam kalitesi ve iş tatmini ile işten ayrılma niyeti arasındaki ilişkinin önemini vurgulamaktadır.

Araştırma sonuçlarına bağlı olarak, çalışanların daha başarılı ve verimli olabilmeleri için, öncelikle istek ve ihtiyaçlarının önemsendiği bir anlayış sergilenerek, TKY uygulamalarından ve TKY'ye yönelik yapılan çalışmalardan kurum içerisinde verilecek eğitimlerle haberdar edilmesinin sağlanması, tüm çalışanların katılımının sağlanarak kalite yönetimine dahil edilmesi ve TKY anlayışının tüm çalışanlara benimsetilmesi gerekmektedir. Çalışanların, verilen yetki ve sorumluluklar karşısında gösterilen başarılarında ödüllendirildiği ve teşvikler ile motive edildiği bir ortamın sunulması, çalışanların işlerini etkili ve verimli bir şekilde yapabilmeleri için gerekli fiziki şartların gözden geçirilerek çalışanlara yeterli fiziki çalışma ortamlarının sağlanması da özellikle sağlık kurumlarında önemli bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır. TKY, iş tatmini ve iş yaşam kalitesi ölçeklerinde, en olumsuz algıların ücret yönünden olduğu ve işten ayrılma niyeti ölçeğinde en yüksek ayrılma niyetinin en düşük ücreti alan çalışanlarda olduğu sonucuna bağlı olarak, kurum içerisinde adil bir ödeme sisteminin oluşturulması ve iş yükü ve terfi gibi durumlara bağlı olarak ücret düzenlemelerinin yapılması önemli görülmektedir. Ayrıca, çalışanların düşüncelerini, istek ve beklentilerini özgürce ifade edebilecekleri, üst yönetimin desteğini her zaman hissedebilecekleri bir çalışma ve güven ortamı sağlanmalıdır. Böyle bir ortamda çalışanlar, tatmin olmadıkları konulardaki düşüncelerini, kurumdaki eksiklikleri, kurumdan beklentilerini rahatça ifade edebilecekler ve ona yönelik doğru önlemler alınarak çalışanların memnuniyeti sağlanabilecektir. Çalışanların mevcut işlerinden ayrılmalarını ve böylece kurumda meydana gelecek olan işgücü kayıplarını önlemek için, mevcut çalışanların iş yaşam kalitesi standartları istenilen düzeyde olmalı ve iş tatminleri sağlanmalıdır. İstek ve beklentileri önemsenmeyen, karşılanmayan, işlerinden memnun olmayan çalışanların kurumdan ayrılmak isteyebilecekleri unutulmamalıdır. Bu bağlamda, kurumların verimliliği ve performansının çalışanların performansı ile ilişkili olduğunu; TKY uygulamaları ve iş yaşam kalitesinden etkilenen iş tatmininin, çalışanların başarı ve verimlilikleri için önemli bir unsur olduğunu ve çalışanların işten ayrılmalarının iş tatmininin ve iş yaşam kalitesi standartlarının artırılarak önlenebileceğini vurgulayan araştırma sonuçları, performanslarını ve verimliliklerini artırmak isteyen hastane yöneticileri için rehber oluşturacak niteliktedir. Diğer yandan, araştırmanın bazı kısıtları bulunmaktadır. Araştırma, Ankara ilinde faaliyet gösteren özel hastaneler ve eğitim-araştırma hastanelerinde gerçekleştirilmiş olup gelecekteki araştırmalarda farklı illerin, farklı hastane gruplarının ele alınmasının; TKY uygulamalarından hangisinin iş tatmini ve iş yaşam kalitesi üzerinde daha etkili olduğunun araştırılmasının; iş tatmini ve iş yaşam kalitesinin boyutlarının ayrı ayrı ele alınarak değişkenler arasındaki ilişkilerin incelenmesinin yürütülen çalışmaların zenginleştirilmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Afroz, S. (2017). "Quality of Work Life: A Conceptual Model", *Advances in Economics and Business Management (AEBM)*, 4(8), 570-578.
- Ahn, M.K., Lee M.H., Kim, H.K. ve Jeong, S.H. (2015). "Job Satisfaction, Organizational Commitment and Turnover Intention among Male Nurses", *Journal of Korean Academy of Nursing Administration*, 21(2), 203-211.
- Alçıkaya, Y. (1999). "Toplam Kalite Yönetimi Çerçevesinde Hemşirelerde İş Tatmin Düzeyinin Ölçülmesi", Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ali, K.A.M. ve Alolayyan, M.N. (2013). "The Impact of Total Quality Management (TQM) on the Hospital's Performance: An Empirical Research", *International Journal of Services and Operations Management*, 15(4), 482-506.
- Almalki, M.J., Fitzgerald, G. ve Clark, M. (2012). "The Relationship between Quality of Work Life and Turnover Intention of Primary Health Care Nurses in Saudi Arabia", *BMC Health Services Research*, 12(314), 1-11.
- Alsughayir, A. (2014). "Does Practicing Total Quality Management Affect Employee Job Satisfaction in Saudi Arabian Organizations?", *European Journal of Business and Management*, 6(3), 169-175.
- Asegid, A., Belachew, T. ve Yimam, E. (2014). "Factors Influencing Job Satisfaction and Anticipated Turnover among Nurses in Sidama Zone Public Health Facilities, South Ethiopia", *Nursing Research and Practice*, 2014.
- Aydoğmuş, B. (2015). "Hastanelerde Toplam Kalite Yönetiminin Çalışan Tatminine Etkileri "Bir Vakıf Üniversitesi Hastanesinde Toplam Kalite Yönetiminin Hekim Tatminine Etkileri Konusunda Bir Araştırma", Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ufuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Bozeman, D.P. ve Perrew, P.L. (2001). "The Effect of Item Content Overlap on Organizational Commitment Questionnaire-Turnover Cognitions Relationships", *Journal of Applied Psychology*, 86(1), 61-173.
- Chang W.Y., Ma J.C., Chiu H.T., Lin K.C. ve Lee P.H. (2009). "Job Satisfaction and Perceptions of Quality of Patient Care, Collaboration and Teamwork in Acute Care Hospitals", *Journal of Advanced Nursing*, 65(9), 1946-1955.
- Chatzoglou, P.D., Vraimaki, E., Komiou, E., Polychrou, E. ve Diamantidis, A.D. (2011). "Factors Affecting Accountants' Job Satisfaction and Turnover Intentions: A Structural Equation Model", The 8th International Conference on Enterprise Systems, Accounting and Logistics, Thassos Island, Greece.
- Çavuş, M.F. ve Gemici, E. (2013). "Sağlık Sektöründe Toplam Kalite Yönetimi", *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 1(1), 238-257.
- Cimete, G., Gencalp, N.S. ve Keskin, G. (2003). "Quality of Life and Job Satisfaction of Nurses", *Journal of Nursing Care Quality*, 18(2), 151-158.
- Çetinkaya, A.Ş. ve Ortaöner, N. (2017). "Kalite Yönetim Sistemlerinin İş Tatminine Etkisi: Sanayi İşletmeleri Araştırması", *Selçuk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 17(33), 30-45.
- Çimentepe, A. (2012). "İş Tatmini ve Örgütsel Bağlılık", Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Beykent Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- El-Tohamy, A. ve Raoush, A. (2015). "The Impact of Applying Total Quality Management Principles on The Overall Hospital Effectiveness: An Empirical Study on The Hcac Accredited Governmental Hospitals In Jordan", *European Scientific Journal*, 11(10), 63-76.
- Faraji, O., Salehnejad, G., Gahramani, S. ve Valiee, S. (2017). "The Relation Between Nurses' Quality of Work Life with Intention to Leave Their Job", *Nursing Practice Today*, 4(2), 103-111.
- Gayathiri, R. ve Ramakrishnan, L. (2013). "Quality of Work Life – Linkage with Job Satisfaction and Performance", *International Journal of Business and Management Invention*, 2(1), 1-8.
- George, E. ve Zakkariya K.A. (2018). "Psychological Empowerment and Job Satisfaction in the Banking Sector", (1st Edition), Springer International Publishing AG, Switzerland.
- Goh, P.L. (2000). The Implementation of Total Quality Management in Small and Medium Enterprises, Yayınlanmamış Doktora Tezi, The University of Sheffield, Sheffield, 7-35.
- Goudarznand-Chegin, M. ve Mirdoozandeh, S.G. (2012). "Relationship Between Quality of Work-Life and Job Satisfaction of the Employees in Public Hospitals in Rasht", *Zahedan Journal of Research Medical Science*, 14(2), 108-111.
- Gök, D. (2014). "Toplam Kalite Yönetimi Uygulamalarının Özel Sağlık Kuruluşlarında İş Verimliliği Üzerine Etkisi: Elazığ Medikal Park Hastanesi Örneği", Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Türk Hava Kurumu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Guimaraes, T. (1996). "TQM's Impact on Employee Attitudes", *The TQM Magazine*, 8(1), 20-25.
- Guimaraes, T. (1997). "Assessing Employee Turnover Intentions Before/after TQM", *International Journal of Quality & Reliability Management*, 14(1), 46-63.

- Gülten, G. (2018). "Çalışma Hayatında Örgütsel Bağlılık ve İş Tatmini", Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Beykent Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Gürbüz, S. ve Şahin, F. (2018). "Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri", Seçkin Yayıncılık, Ankara.
- Hadizadeh, Z., Saadoldin, S.N. ve Shakeri, M.T. (2015). "Relationship Between Components of Quality of Work Life with Job Satisfaction Among Midwives in Mashhad, 2014", *Tehran University of Medical Sciences (Journal of Faculty of Nursing and Midwifery)*, 21(1), 56-67.
- Hardjanti, I.W., Noermijati, N. ve Dewanto, A. (2017). "Influence of Quality of Work Life towards Psychological Well Being and Turnover Intention of Nurses and Midwives in Hospital", *Kesmas: National Public Health Journal*, 12(1), 7-14.
- Izvercian, M., Potra, S. ve Ivascu, L. (2016, June). "Job Satisfaction Variables: A Grounded Theory Approach", *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 221, 86-94.
- İnam, Ö. ve Koç Tütüncü, S. (2017). "Türkiye'de Sağlık Alanında Toplam Kalite Yönetimi Konusunda Yapılmış Tez Profillerinin İncelenmesi (2012-2016)", *İstanbul Gelişim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 2, 109-122.
- Jahanbani, E., Mohammadi, M., Noori Noruzi, N. ve Bahrami, F. (2018). "Quality of Work Life and Job Satisfaction Among Employees of Health Centers in Ahvaz, Iran", *Jundispahur Journal of Health Sciences*, 10(1).
- Jalal, E.J., Hajjibabae, F., Farahaninia, M., Joolae, S. ve Hosseini, F. (2014). "Relationship Between Job Satisfaction, Absence from Work and Turnover Among Nurses", *Journal of Nursing and Midwifery Sciences*, 1(1), 12-18.
- Jehanzeb, K., Abdul Hamid, A.B. ve Rasheed, A. (2015). "What Is the Role of Training and Job Satisfaction on Turnover Intentions?", *International Business Research*, 8(3), 208-220.
- Kaddourah, B., Abu-Shahen, A.K. ve Al-Tannir, M. (2018). "Quality of Nursing Work Life and Turnover Intention Among Nurses of Tertiary Care Hospitals in Riyadh: A Cross-Sectional Survey", *MBC Nursing*, 17(43).
- Karia, N. ve Asaari M.H. (2006). "The Effects of Total Quality Management Practices on Employees' Work-Related Attitudes", *The TQM Magazine*, 18(1), 30-43.
- Khan, A.M. ve Aleem, M. (2014). "Impact of Job Satisfaction on Employee Turnover: Anempirical Study of Autonomous Medical Institutions of Pakistan", *Journal of International Studies*, 7(1), 122-132.
- Kunst, P. ve Lemmink, J. (2000). "Quality management and business performance in hospitals: A search for success parameters", *Total Quality Management*, 11(8), 1123-1133.
- Mobaraki, H., Meymandi, R.G., Kamali, M. ve Pourbakht, A. (2017). "The Relationship Between Quality of Work Life and Job Satisfaction Among Audiologists in Iran", *Auditory and Vestibular Research*, 26(4), 215-222.
- Morsy, S.M. ve Sabra, H.E. (2015). "Relation Between Quality of Work Life and Nurses Job Satisfaction at Assiut University Hospitals", *Al-Azhar Assiut Medical Journal*, 13(1), 163-171.
- Mosadeghrad, A.M. (2014). "Strategic Collaborative Quality Management and Employee Job Satisfaction", *International Journal Health Policy Management*, 2(4), 167-174.
- Mosadeghrad, A.M. (2015). "Developing and Validating a Total Quality Management Model for Healthcare Organisations", *The TQM Journal*, 27(5), 544-564.
- Mosadeghrad A.M. ve Yarmohammadian, M.H. (2006). "A Study of Relationship Between Managers' Leadership Style and Employees' Job Satisfaction", *Leadership in Health Services*, 19(2), 11-28.
- Mosadeghrad, A.M. ve Moraes, A. (2009). "Factors Affecting Employees' Job Satisfaction in Public Hospitals: Implications for Recruitment and Retention", *Journal of General Management*, 34(4), 51-66.
- Nal, M. ve Nal, B. (2018). "Sağlık Çalışanlarının İş Doyumu Düzeylerinin İncelenmesi: Bir Kamu Hastanesi Örneği", *Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 8(1), 131-140.
- Nasabi, N.A. ve Bastani, P. (2018). "The Effect of Quality of Work Life and Job Control on Organizational Indifference and Turnover Intention of Nurses: A Cross-Sectional Questionnaire Survey", *Central European Journal of Nursing and Midwifery*, 9(4), 915-923.
- Navidian, A., Saber, S., Rezvani Amin, M. ve Kianian, T. (2014). "Correlation of Quality of Work Life and Job Satisfaction in Nurses of Kerman University of Medical Sciences", *Journal of Health Promotion Management*, 3(2), 7-15.
- Nayak, T. (2016). "Impact of Quality of Work Life on Turnover Intention: A Study on Private Health Care Units in Odisha", Yayınlanmamış Doktora Tezi, School of Management National Institute of Technology, Rourkela.
- Nuari, N.A. (2016). "Quality Work Life Dan Kepuasan Kerja Perawat Dirumah Sakit Amelia Pare (Quality of Work Life and Job Satisfaction of Nurses in Amelia Hospital Pare)", *Jurnal Ners dan Kebidanan*, 3(1), 1-7.
- Oktizulvia, C., Dachriyanus D. ve Vionalisa, V. (2017). "Job Satisfaction Factors and Nurses Intention to Quit in Type C Hospitals", *Journal of Nursing & Care*, 6(3).

- Ooi, K.B., Bakar, N.A., Arumugam V., Vellapan'in L. ve Loke A.K.Y. (2007). "Does TQM Influence Employees' Job Satisfaction? An Empirical Case Analysis", *International Journal of Quality & Reliability Management*, 24(1), 62-77.
- Örücü, E. ve Özafşarlıoğlu, S. (2013). "Örgütsel Adaletin Çalışanların İşten Ayrılma Niyetine Etkisi: Güney Afrika Cumhuriyetinde Bir Uygulama", *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 10(23), 335-358.
- Patel, G.N. (2009). "Total Quality Management in Healthcare". Paper Presented at The MIDAS Journal - Medical Imaging and Computing.
- Rahman, M.S., Ferduasy, S. ve Karan, R. (2010). "Role of Quality of Work Life in Job Satisfaction, Job Performance, and Turnover Intention: An Empirical Study", *The Chittagong University Journal of Business Administration*, 25, 117-138.
- Rai, G.D. (2018). "The Spillover of Facets of Quality of Work Life on Job Satisfaction", *The Management Accountant*, 53(3).
- Raziq, A. ve Maulabakhsh, R. (2015). "Impact of Working Environment on Job Satisfaction", *Procedia Economics and Finance*, 23, 717-725.
- Sabancıoğulları, S. ve Doğan, S. (2015). "Relationship Between Job Satisfaction, Professional Identity and Intention to Leave the Profession Among Nurses in Turkey", *Journal of Nursing Management*, 23(8), 1076-1085.
- Saner, T. ve Eyüpoğlu, Ş.Z. (2012). "The Age and Job Satisfaction Relationship in Higher Education", *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 55, 1020-1026.
- Saraji, G.N. ve Dargahi, H. (2006). "Study of Quality of Work Life", *Iranian J Publ Health*, 35(4), 8-14.
- Sirgy, M.J., Efraty, D., Siegel, P. ve Lee, D. (2001). "A New Measure of Quality of Work Life (QWL) Based on Need Satisfaction and Spillover Theories", *Social Indicators Research*, 55, 241-302.
- Suk, Y.K. (1998). "Measuring the Impact of Total Quality Management (TQM) on Efficiency Using Data Envelopment Analysis (DEA) in the Hospital Industry: The Case of East South-Central Region of the United States", Yayınlanmamış Doktora Tezi, The University of Mississippi, United State.
- Suri, D. ve Baber, R. (2019, Ocak). "Review Paper on Quality of Work Life", 10th International Conference on Digital Strategies for Organizational Success, DOI: 10.2139/ssrn.3307722.
- Telli, K.B. (2010). "Özel Hastanelerde Toplam Kalite Yönetiminin Verimlilik Üzerine Etkisi", Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Top, H. (2013). "Sağlık Hizmetlerinde Toplam Kalite Yönetiminin Çalışanlara Etkisi (Kırklareli İli Sağlık Çalışanları Örneği)", Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Beykent Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Türkay, O. (2015). "Çalışma Yaşamı Kalitesinin İş Memnuniyeti ve Bağlılık Üzerine Etkileri: Seyahat Acentaları Üzerine Bir Araştırma", *Celal Bayar Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi, Yönetim ve Ekonomi*, 22(1), 239-256.
- Tzeng, H.M. (2002). "The Influence of Nurses' Working Motivation and Job Satisfaction on Intention to Quit: An Empirical Investigation in Taiwan", *International Journal of Nursing Studies*, 39(8), 867-878.
- Vroom, V. (1964). "Work and Motivation", John Wiley and Sons, 91.
- Waghmare, S. ve Dhole, V. (2017). "Quality of Work Life and Influencing Factors. (An Insight from the Literature Review)", *International Journal of Asdvanced Research*, 5(5), 1328-1332.
- Weiss, D.J., Dawis, R.V., England, G.W. ve Lofquist, L.H. (1967). "Manual for the Minnesota Satisfaction Questionnaire", Minnesota Studies in Vocational Rehabilitation.
- West, S.G., Taylor, A.B. ve Wu, W. (2012). "Model Fit and Model Selection in Structural Equation Modeling, Handbook of Structural Equation Modeling". The Guilford Press, New York-London.
- Winasih, R., Nurselam, N. ve Kurniawati, N.D. (2015). "Cultural Organization and Quality of Nursing Work Life on Nurses Performance and Job Satisfaction in Dr. Soetomo Hospital, Surabaya", *Jurnal Ners*, 10(2), 332-342.
- Yaman, A. (2017). "Toplam Kalite Yönetimi Uygulamaları İle İşgören Motivasyonunun İş Tatmini Üzerine Etkilerinin İncelenmesi: Bir Devlet Hastanesinde Araştırma", Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Gelişim Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Yadav, R. ve Khanna, A. (2014). "Literature Review on Quality of Work Life and Their Dimensions", *Journal of Humanities and Social Sciences*, 19(9), 71-80.
- Yücel, İ. ve Koçak, D. (2018). "İş Tatmini ve İşten Ayrılma Niyeti Arasındaki İlişkide Tükenmişliğin Aracılık Etkisi: Sağlık Sektöründe Bir Çalışma", *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 7(2), 297-321.
- Zarei, E., Zarei, G. ve Marzban, S. (2014). "The Correlation Between Quality of Working Life and Turnover Intention: A Study Among Employees of Health Centers Affiliated to Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran", *Pejouhandeh Shahid Beshti University of Medical Sciences*, 19(4), 200-206.

KATILIM-30 ENDEKSİNDE FİNANSAL VOLATİLİTE TAHMİNLEYİCİ MODEL BELİRLENMESİ

Selahattin BEKTAŞ¹

ÖZET

Amaç: Finans alanında volatilité (oynaklık) yatırımcılar için giderek önemini artırmaya devam etmektedir. Finansal yatırımcılar portföylerini çeşitlendirmenin yanında risklerini de en aza düşürebilmek için İslami finans yatırım araçlarına doğru hızlı bir şekilde yönelmektedirler. Bu nedenle İslami finansın ve İslami finans yatırım araçlarının önemi gün geçtikçe artmaktadır. Bu çalışmanın amacı Türkiye’de İslami usullere göre işlem gören şirketlerin olduğu Katılım-30 Endeksinin finansal volatilitésini modelleyen en uygun yöntemi bulmaktır.

Yöntem: Çalışmada 07.01.2011-02.11.2020 dönemini kapsayan Katılım-30 Endeksi günlük kapanış değerleri kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan yöntemler ARCH, GARCH, ARCH-M, GARCH-M, IGARCH modelleridir.

Bulgular: Yapılan analizler neticesinde Katılım-30 Endeksini en iyi tahmin eden model olarak GARCH-M modeli bulunmuştur.

Özgünlük: Çalışmada endeks tahminlemesi için en uygun modelin bulunması, hem yatırımcıların portföy yatırımlarını verimli ve etkin olarak değerlendirmeleri hem de endeks getirilerini daha verimli bir şekilde modelleme ve tahmin etme kolaylığı sağlanacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Katılım-30 Endeksi, İslami Finans Piyasası, Volatilité, Finansal Volatilité, ARCH-GARCH, I-GARCH.

JEL Kodları: C22, E44, G14.

DETERMINATION OF THE FINANCIAL VOLATILITY ESTIMATIVE MODEL IN THE PARTICIPATION-30 INDEX

ABSTRACT

Purpose: Volatility in finance continues to increase its importance for investors. In addition to diversifying their portfolios, financial investors are rapidly turning to Islamic finance investment instruments in order to minimize their risks. For this reason, the importance of Islamic finance and Islamic finance investment tools is increasing day by day. The purpose of this study in Turkey based on Islamic rules Participation-30 Index traded companies that are finding the most appropriate method of modeling the financial volatility.

Methodology: The daily closing values of the Participation-30 Index covering the period 07.01.2011-02.11.2020 were used in the study. The methods used in the study are ARCH, GARCH, ARCH-M, GARCH-M, IGARCH models.

Findings: As a result of the analysis, the GARCH-M model was found as the best predictor of Participation-30 Index.

Originality: It is believed that finding the most appropriate model for index forecasting in the study will allow both investors to evaluate portfolio investments efficiently and effectively, as well as ease of modeling and forecasting index returns more efficiently.

Keywords: Participation-30 Index, Islamic Finance Market, Volatility, Financial Volatility, ARCH-GARCH, I-GARCH.

JEL Codes: C22, E44, G14.

¹ Doktora Öğrencisi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Bölümü, selahattinbektas@uludag.edu.tr, ORCID: 0000-0001-6285-8318.

DOI: 10.51551/verimlilik.853858

Araştırma Makalesi/ Research Article | Geliş Tarihi/Submitted Date: 04.01.2021 | Kabul Tarihi/Accepted Date: 03.03.2021

1. GİRİŞ

Volatilité (Oynaklık), 1970-1980 döneminde birçok ülkede deregülasyonların yaşanması ile finansal piyasaların derinleşmesi ve gelişmesi ile artmaya başlamıştır. Finansal serbestleşmeyle birlikte finans piyasalarının ekonomik sistem içindeki hacmi de işlevi de genişlemiştir. Finans piyasası volatilitesi geçmişten günümüze yatırım yapma konusunda çok önemli bir konuma sahip olmuştur. Volatilité kavramı, varlık fiyatları üzerindeki ani iniş-çıkışlar olarak tanımlanabilir. Sermaye piyasası volatilitesi, bir menkul kıymet ya da bir endeksin, (örneğin borsa endeksi) bir zaman biriminde gösterdiği fiyatlardaki oynaklıktır (Kanalıcı Akay ve Nargeleçekenler, 2006).

İslami sermaye piyasalar otuz yıla yakındır varlığını sürdürmesine rağmen geleneksel sermaye piyasalarına karşı daha küçük bir pazar payına sahiptir. Fakat İslami finans sistemi içinde ise hızla yükselme eğiliminde olan bir piyasa türüdür (Çelik ve diğerleri, 2018). Söz konusu bu finans sistemi, farklı sebeplerden dolayı (dini, ekonomik) ortaya çıkmıştır. Faiz, ticari işlemler belirsizliği, kumar, haram ürünleri ve hizmetlerin üretimi, satışı, ahlaksız davranışların ortadan kaldırılması üzerine kurulmuş bir finans sistemidir. Bu piyasanın altyapısını faizsizlik prensibi ve faizsiz menkul kıymet (İslâmi usullere uygun) yatırım araçları meydana getirir. Kaynağı Kur'an, Sünnet ve İhtihatlar olan bu piyasa, İslâmi usullere göre faaliyetler yürütür. Bu piyasa hâlihazırda finansal yatırım araçlarının İslâmi usule uygun olanlarını almış ya da yeni İslâmi usullere uygun faizsizlik ilkesini benimsemiş faizsiz yatırım enstrümanı geliştirilerek oluşturulmuştur (Tok, 2009: 1-2).

Dini nedenlerden dolayı, küresel (konvansiyonel) finans sistemi dışında olan İslâmi finans ve bankacılık, konvansiyonel finans sistemine entegre olabilmesi adına hem bazı Batı ülkeleri hem de İslam ülkelerinde alternatif risk yönetimi metodu ve alternatif finansman geliştirme çabası içindedir (Serpam, 2013: 1).

Finansal piyasalarda yatırım yapan yatırımcılar, portföylerini çeşitlendirmek ve risklerini minimuma indirmek için farklı portföy arayışları altında İslâmi finansal ürünlere de yatırım yapmaktadır. İslâmi finans tüm dünyada giderek etki alanını artırırken Türkiye'de de gelişimini hızlı bir şekilde sürdürmektedir. Türkiye'de İslâmi finansın gelişimi BİST' de işlem gören ve İslâmi prensiplere uygun hisse senetlerinden oluşturulan Katılım-50, Katılım-30, Katılım Model Portföy² şeklinde üç farklı endeks üzerinde kendini göstermektedir (Yıldırım ve Sakarya, 2019).

Bu çalışmanın amacı, Türkiye' de faaliyet gösteren ve İslâmi usullere uygun bir şekilde işlem gören şirketlerin yer aldığı Katılım-30 Endeksinin volatilitesini tahminlemede başarılı olan modeli bulmaya çalışmaktır. Bu motivasyondan hareketle çalışmada finans literatüründe finansal oynaklık tahmininde sıklıkla kullanılan ARCH, GARCH, modelleriyle Katılım-30 Endeksinin finansal volatilitesi tahminlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca analize GARCH modelinin devamı niteliğindeki ARCH-M, GARCH-M ve IGARCH modelleri de dâhil edilmiştir. Çalışmada endeks tahminlemesi için en uygun modelin bulunması, hem yatırımcıların portföy yatırımlarını verimli ve etkin olarak değerlendirmeleri, hem de endeks getirilerini daha etkin bir şekilde modelleme ve tahmin etme kolaylığı sağlanacağı düşünülmektedir.

Çalışmanın giriş bölümünü oluşturan bu kısımdan sonra, çalışmanın ikinci bölümünde literatür taraması sunulmuştur. Çalışmanın üçüncü bölümünde ise veri seti ve ampirik bölümde verilerin derlenmesi, analize hazırlanması ve yapılan analizler tanıtılıp, analiz sonuçları tablolar halinde yorumlanıp okuyucuya sunulmuştur. Son bölümde ise çalışmanın sonuç bölümü ve önerilere yer verilmiştir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

İslâmi finans piyasasının volatilité ölçüm alanında yapılan çalışmalara bakıldığında oldukça yeni ve gelişmekte olan bir literatür olduğu görülmektedir. Dolayısıyla bu durumun söz konusu alanda yapılacak olan çalışmalar açısından kayda değer ve özellikle ulusal literatüre katkı konusunda araştırmacılar açısından önemli olacaktır. Bu alanda yapılan çalışmalar özellikle ulusal literatürde kısıtlı sayıdadır.

Çalışmanın literatüre katacağı katkı literatürün gelişmesi ve yeni yapılacak çalışmalara referans olması konusunda fayda sağlayacağı düşünülmektedir. Dolayısıyla Tablo 1'de çalışmanın motivasyon konusu olan seçilmiş bazı katılım finans ya da diğer bir ifade ile İslâmi finans alanında yapılmış volatilité ölçümü konusundaki ulusal ve uluslararası çalışmalara yer verilmiştir.

² Bu üç endeksinde başlama tarihi (09.07.2014) olarak kayıtlara geçmiştir.

Tablo 1. Literatür özeti

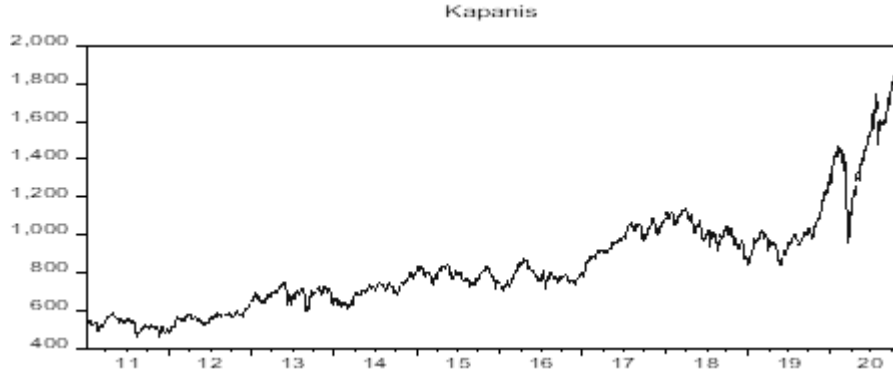
Yazar(lar)/Yıl	Dönem	Endeks	Kullanılan Model	Sonuç
Abdul Rahim ve diğerleri (2009)	04.07.2000-29.12.2006	Kuala Lumpur Syariah-Jakarta İslam Endeksi	VAR, GJR-GARCH	Her iki endekste de tek yönlü getiri olduğu ayrıca volatilite yayılımı olduğu tespit edilmiştir. Diğer bir sonuç ise her iki endekste de oynaklıkta asimetri etkisinin olmadığı belirtilmiştir. İki endeksin arasında da düşük seviyede ilişki olduğu vurgulanmıştır.
Abbes (2012)	Haziran 2002-Nisan 2012	35 ülkenin katılım ve geleneksel borsa endeksleri	EGARCH	Yapılan analiz sonucuna incelenen tüm endekslerde kaldıraç etkisinin varlığı saptanmıştır.
Majdoub ve Mansour (2014)	Ocak 2008 – Ocak 2013	ABD, Türkiye, Endonezya, Pakistan, Katar ve Malezya İslami endeksleri	BEKK, CCC, DCC (GARCH) Modelleri	Yapılan analizler sonucunda, ABD ve gelişmekte olan İslami Piyasalar arasında düşük seviyede ilişkinin olduğu bulunmuştur.
Saadaoui ve Boujelbene (2015)	01.02.2005-31.12.2012	DJ geleneksel ve DJ gelişmiş olan İslami hisse senedi Piyasası	BEKK-GARCH, DCC-GARCH	Bilhassa kriz dönemlerinde volatilite yayılmasının olduğu ve kriz dönemlerinin bütün piyasaları etkisi altına aldığını vurgulamışlardır.
Ülev ve Özdemir (2015)	Ocak 2011 ile Ocak 2015	Katılım-30 ve BİST-100	Zivot-Andrews Birim Kök Testi ve Toda-Yamamoto Nedensellik Testi	Birim kök test sonucuna göre söz konusu serilerin düzey değerinde durağan olmadıkları tespit edilmiştir. Toda-Yamamoto Nedensellik Testine göre ise Katılım-30 Endeksi ile faiz arasında herhangi bir nedenselliğin olmadığı sonucu belirtilmiştir. Bir diğer sonuç ise faiz oranlarından BİST-100' e doğru bir nedenselliğin olduğudur.
Seçme ve diğerleri (2016)	Ocak 2011-Haziran 2015	Katılım-30 ve BİST-100	GARCH VE EGARCH	BİST-100 oynaklığı Katılım-30 Endeksinin oynaklığına göre daha fazla olduğu ve bu endekslerin negatif şoklara olan tepkilerinin pozitiflere verdikleri tepkiden daha fazla olduğu ifade edilmiştir. BİST-100 ile Katılım-30 arasında güçlü bir ilişkinin varlığı saptanmıştır. Katılım-30 Endeksinin performansının BİST-100'den daha başarılı olduğu bulunmuştur. Katılım-30 Endeksiyle DJIMW arasında zayıf bir ilişkinin varlığı belirtilmiştir.
Altın ve Caba (2016)	01.01.2015-31.12.2015	Katılım Endeksleri ve BİST-100	Kolmogorov-Smirnov (K-S) ve Levene Testleri	İnceleme kapsamına giren endekslerin büyük oranda çoğunun normal üstü kâr getirdiği belirtilmiştir.
Sakarya ve diğerleri (2018)	2014-2017	Katılım (30-50-ModelPortföy) endeksleri	KSS Birim Kök Testleri	Katılım-50 Endeksinin tamamıyla zayıf yapıdaki etkinlik durumuna göre fiyatlandığı tespit edilmiştir. Diğer iki endeksinde genellikle zayıf yönde etkinlik gösterdikleri ve bazen de rassal yürüyüş sürecine aykırı olarak hareket ettiği belirtilmiştir.
Güneş (2018)	Mayıs-2013-Ocak-2018	Katılım-30, DJ, MSCI ACWI, S&P, Tadawul, JKSE	EGARCH	Analiz kapsamındaki ülkelerin endekslerinde Ramazan ayının etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. DJ ve MSCI endekslerinde ise getiri etkisinin artırıcı bir yapıda olduğu ifade edilmiştir.
Türkan ve Baydaş (2018)	Şubat 2011-Nisan 2018	Katılım-30, BİST-100, Makro Değişkenler	EKK	BİST-100 ve SUE Katılım-30 Endeksini pozitif yönde etkilerken, enflasyon ve faiz negatif yönde etkilediği tespit edilmiştir. Negatif yönde en fazla etki eden Faiz, en az etkiye sahip enflasyon ve pozitif yönde en fazla etkileyen de SUE olduğu belirtilmiştir.

Tablo 1. (Devamı)

Yazar(lar)/Yıl	Dönem	Endeks	Kullanılan Model	Sonuç	
Sakarya ve diğerleri (2018)	07.01.2011-04.06.2018	Katılım-30 Onsu ve Petrol	Altın Brent Eş bütünleşme Testi	Fourier Birim Kök Testi ve Eş bütünleşme Testi	Söz konusu endeks ile diğer değişkenler arasında herhangi bir eş bütünleşme bulunamamıştır. Nedensellik analizinde ise değişkenlerin birbirleriyle aralarında bir nedenselliğe rastlanmamıştır. Böylelikle çalışmadan çıkan bir diğer sonuç ise Katılım-30 Endeksinin emtia piyasasında bağımsız hareket eden bir piyasa olduğunu belirtmişlerdir.
Çelik ve diğerleri (2018)	14.06.2012-14.06.2017	ABD, Endonezya, Malezya, Türkiye'deki İslami endeksler	DJ Gelişmiş ve DJ Gelişmekte olan İslami Ülkeler Endeksleri	VAR (4)-EGARCH (1,1)	Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler arasında asimetric ve çok yönlü getiri olduğu ve volatilité yayılım olduğu tespit edilmiştir. Türkiye'nin en az volatilité kalıcılığı olan ülke olduğu ve Türk İslami Endeksine doğru gelişmekte olan ülkelerden herhangi bir getiri yayılımına rastlanmadığını vurgulamışlardır.
Bouoyo ve diğerleri (2018)	2000-2017	DJ Gelişmiş ve DJ Gelişmekte olan İslami Ülkeler Endeksleri	DJ Gelişmiş ve DJ Gelişmekte olan İslami Ülkeler Endeksleri	MF-DFA ve DFA	İncelenen iki endekste de etkin olduğu fakat gelişmiş DJ'nin gelişmekte olan DJ ye göre etkinliğinin daha fazla olduğu vurgulanmıştır.
Erdoğan ve diğerleri (2019)	2011-2019	BİST-100, Katılım-30 ve Döviz Kuru	Katılım-30	GARCH ve Hofner-Herwetz (2006) nedensellik testi	Yayımlı etkilerinin iki endeksten döviz kuruna doğru olduğu ve BİST-100 ve Katılım-30 Endeksi arasında herhangi bir nedenselliğin olmadığı tespit edilmiştir.
Dilmaç ve diğerleri (2019)	2014-2018	Katılım-50	Katılım-50	Regresyon Analizi	TÜFE ile yapılan söz konusu fiyatlamaya modelinin tamamıyla anlamlı olduğu ve Katılım-50 Endeksi üzerinde uygulanabilir olduğu sonucunu belirtmişlerdir.
Güçlü (2019)	07.01.2011-31.07.2018	Katılım-30	Katılım-30	BEKKGARCH, EGARCH	Katılım-30 Endeksinin sistematik riskinin zamanla değişen bir yapıda olduğu ve BİST-100'e göre genelde daha düşük olduğu, bazen yüksek seviyede olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanında beta katsayısı ile volatilité arasında güçlü bir ilişkinin olduğu saptanmıştır. Beta katsayısının volatilitenin artma durumunda artma eğilimli düşme durumunda da düşme eğiliminde olduğu tespit edilmiştir.
Yıldırım ve Sakarya (2019)	01.02.2011-31.07.2018	Katılım-30 ve BİST-30	Katılım-30 ve BİST-30	ARCH, GARCH ve TGARCH	Analize konu olan endekslerde volatilité kümelenmesinin varlığı belirtilmiştir. Katılım-30 Endeksine göre BİST-30 Endeksinin volatilitésinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.
Buğan ve diğerleri (2019)	07.01.2011-02.08.2019	Katılım-30	Katılım-30	ARFIMA-FIGARCH (Uzun Hafıza Modeli)	Katılım-30 Endeksinde uzun hafıza yapısının olduğunu ve zayıf yapıda etkin piyasalar hipotezinin varlığı tespit edilmiştir.
Zeren Akkuş ve diğerleri (2019)	Ocak 2011-Ağustos 2018	Katılım-30, Tüketici Güven Endeksi	Katılım-30, Tüketici Güven Endeksi	Hatemi-J-Irandoust Saklı Eş Bütünleşme Testi ve Hatemi-J Asimetric Nedensellik Testi	İki değişken arasında da nedenselliğe ait bulguya rastlanılmadığını vurgulamışlardır. Eş bütünleşme testine göre ise pozitif şok olduğu zaman uzun dönemde entegre yapıda olduklarını ifade etmişlerdir.
Güneş (2020)	15.05.2013-15.05.2020	Katılım-30 ve DJIPTE	Katılım-30 ve DJIPTE	Asimetriyi Dikkate Alan FIAPARCH	Sonuç olarak uzun hafıza parametresi her iki endeks içinde anlamlı bulunmuş ve zayıf dereceli bir uzun hafıza olduğu belirtilmiştir. Diğer bir tabirle her iki piyasada da etkin piyasa hipotezi işlemediğini vurgulamışlardır. Asimetri parametresi de her iki endeks için de pozitif çıkmıştır. Diğer bir ifadeyle negatif şokların pozitif şoklara göre daha etkili olduğunu vurgulanmıştır.

3. VERİ SETİ ve YÖNTEM

Çalışma kapsamında ele alınan Katılım-30 Endeksinde ait ham veri seti 07.01.2011-02.11.2020 tarihleri arasında kapsayan günlük kapanış fiyatlarından oluşan, toplamda 2469 gözlemden oluşmaktadır ve <https://tr.investing.com/indices/katilim> adresinden elde edilmiştir. Elde edilen ham verinin ilk önce doğal logaritması alınmış daha sonra logaritmik serinin farkı alınarak getiri oluşturulmuş ve oluşturulan getiri serisi analize dahil edilmiştir. Şekil 1'de Katılım-30 Endeksi serisinin ham veri setinin zaman yolu grafiği verilmiştir.

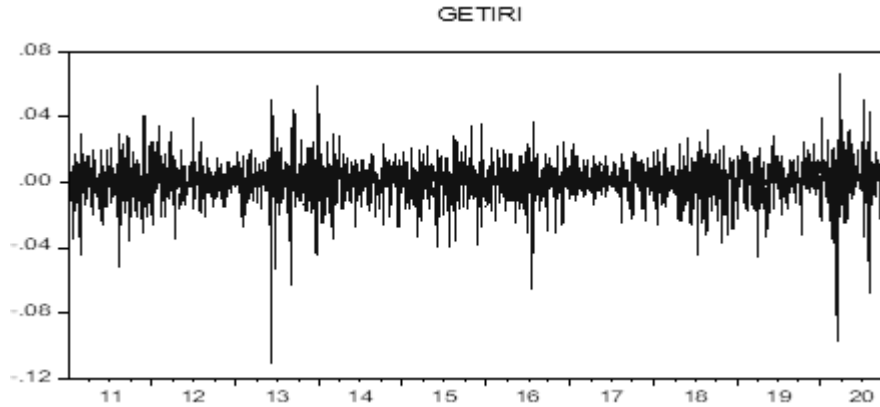


Şekil 1. Katılım-30 Endeks serisinin zaman yolu grafiği

Getiri serisi oluşturulurken Eşitlik 1'den faydalanılmıştır. Bu eşitlikte R_t , t. dönemde Katılım-30 Endeksinin getirisini; P_t , t. dönemde endeksin kapanış fiyatlarını; P_{t-1} , t-1. dönemde endeksin kapanış fiyatlarını ifade etmektedir.

$$R_t = \ln(P_t / P_{t-1}) \quad (1)$$

Finans verileri genelde yüksek frekanslı bir yapı sergilediğinden kalın kuyruklu yapıdadırlar. Bundan dolayı Katılım-30 Endeksinin ham veri setine bakıldığında zaman yolu grafiğinden bu durum anlaşılmaktadır. Ayrıca serinin durağan bir yapı sergilemediği görülmektedir. Dolayısıyla yukarıda görülen Katılım-30 serisini durağan hale getirebilmek için Eşitlik 1 yardımı ilk etapta getiri serisi oluşturulmuş sonra durağanlık sınamaları yapılmıştır. Getiri serisinin zaman yolu grafiği ve tanımlayıcı istatistikleri sırasıyla Şekil 2 ve Tablo 2' de gösterilmiştir.



Şekil 2. Getiri serisinin zaman yolu grafiği

Basıklık, normal dağılım eğrisinin dik ya da basıklığının boyutunu gösterir. Basıklık değeri eğer pozitif ise, eğri normal yapısına göre daha dik bir konumdadır. Eğer basıklık değeri negatif ise o zaman eğrinin konumu daha basık bir vaziyet olacaktır. Tablo 2'deki değerlere bakıldığında Katılım-30 Endeks ham veri setinin basıklık değeri pozitif olarak gerçekleşmiştir, bu durum endeks veri setinin normal dağılım eğrisinin normal yapısından daha dik bir konum aldığını gösterir.

Tablo 2. Tanımlayıcı istatistikler

<i>İstatistik</i>	<i>Değer</i>
Ortalama	0,000481
Medyan	0,001217
En Büyük Değer	0,065994
En Küçük Değer	-0,110484
Standart Sapma	0,012607
Çarpıklık	-0,969603
Basıklık	10,12580
Jarque-Bera	5608,271
Olasılık	0,000000
Toplam	1,186199
Toplam Standart Sapma	0,392071
Gözlem Sayısı	2468

Katılım-30 Endeksinin ortalaması, medyan değerinden küçüktür. Bu durum, Katılım-30 Endeks serisinin sola çarpık bir yapısının olduğunu göstermektedir. Çarpıklık skorunun ise negatif olarak gerçekleşmesi, serinin normal bir şekilde dağılmadığını (sola çarpıklığını) ifade eder. Ek olarak bu durumu düşük olasılık değeri ve yüksek Jarque-Bera oranı da destekler niteliktedir. Sonuç olarak Katılım-30 serisinin ortalamasına ek olarak ortalama etrafındaki değişimini de içeren varyans özelliklerinin ve bu olguların bir uzantısı olan volatilitenin normal olmayan dağılım modellerinden olan ARCH ve GARCH modelleri ile tahminlenmesini gerektirir.

Veri setinin Eşitlik 1 yardımıyla getiri serisine dönüştürüldüğünde, belirli bir ortalama etrafında saçılım gösterdiği ve durağan bir yapıda olduğu görülmektedir. Fakat grafiklerde bazen yanılgılar olabileceğinden ötürü literatürde de sıkça yer alan ADF ve PP birim kök testleri yapılmıştır. Yapılan ADF ve PP birim kök testlerinin sonuçları ekonometrik teoriden sonra Tablo 3'te gösterilmiştir.

3.1. Oto Regresif Koşullu Değişen Varyans (ARCH) Modeli

Engle (1982) tarafından literatüre kazandırılmıştır. Engle (1982)'ye göre ARCH modeli, koşullu değişen varyansa sahip olan hata terimlerinin fonksiyonudur. Modele göre koşulsuz varyans sabit, koşullu varyans ise zamanla değişmektedir (Engle, 1982).

Engle (1982), küçük şokların küçük şokları takip eden, aynı şekilde büyük şokların da büyük şokları izlemeye yönelimli olmasını, volatilitenin kümelenmesi olarak açıklar. Bu olguya neden olan durumu ise koşullu değişen varyans olarak belirtmiştir. Koşullu değişen varyansı ise kendisinin geliştirdiği ARCH (Oto Regresif Koşullu Değişen Varyans) modeli ile göstermiştir (Tayefi ve Ramanathan, 2012). ARCH modeli Eşitlik 2'de verilmiştir.

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 + u_{t-1}^2 + \alpha_2 u_{t-2}^2 + \dots + \alpha_q u_{t-q}^2 \quad (2)$$

Hata varyansı hata karelerinin (q) gecikme değerine bağlı olduğu için ARCH (q) modeli olarak literatürde bilinir (Brooks, 2008: 387). Bu modeller zaman serisi yaklaşımının bir varsayımı olan sabit varyans varsayımını terk ederek varyansın, gecikmeli öngörü hatalarının karelerinin bir fonksiyon şeklinde değişmesine imkân sağlar (Nargeleçekenler, 2004).

ARCH modelinin geçerli olması için, $\alpha_0 > 0$ ve $\alpha_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, q$ kısıtlarının olması gerekmektedir. α_i 'lerin negatif olmaması gerekmektedir. Diğer bir durum ise, α_i 'lerin her birinin ve toplamının 1'den küçük olması gerekmektedir (Yaman ve Koy, 2019).

3.2. Genelleştirilmiş Oto Regresif Değişen Varyans (GARCH) Modeli

Finansal piyasalarda volatilitenin kavramı ölçülebilen bir durum olduğundan, oynaklığı modelleyen birçok yöntem ileri sürülmüştür. Bu yöntemlerden biri de Bollerslev (1986) GARCH modelidir. Bu model finans alanında en yaygın kullanılan bir finansal volatilitenin tahmin modelidir. Söz konusu model volatilitenin ölçmekle kalmayıp volatilitenin üzerindeki şokların sürekli olup olmadığını da gösteren bir yöntemdir (Kıran, 2010).

Bollerslev'in (1986) geliştirdiği GARCH (Genelleştirilmiş Oto Regresif Koşullu Değişen Varyans) modeli ise, ARCH'dan biraz daha farklıdır. Şöyle ki, ARCH modelinin varyans davranışlarını tam olarak açıklayamaması, büyük şoklar karşısında verdiği tepkilerin yavaş kalmasından ötürü volatilitenin olması gerektiğinden çok daha büyük bir halde öngörmesi gibi birtakım sıkıntıları iyileştirmek amacıyla ortaya konmuştur (Kayaaldere, 2013: 41).

Bu model ARCH modelinin zorluklarını bertaraf etmek için geliştirilmiş olan bir modeldir. Söz konusu zorluklardan biri de ARCH modeli tahminlenirken, koşullu varyans denkleminde bulunan hata terimi karesi parametresiyle alakalı çok sayıda gecikmelerin istatistiksel olarak anlamlı çıkması durumunda tahmin edilmesi gereken parametrelerde artış meydana gelmesidir (Çil Yavuz, 2014: 449).

GARCH (Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans) modeli Eşitlik 3'teki gibidir.

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p a_i u_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j \alpha_{t-j}^2 \quad (3)$$

GARCH modelinin ARCH modelinden en temel farkı ise koşullu varyans denklemi içinde varyansın gecikmelerini barındırması ve hem otoregresif hem de hareketli ortalamalar özelliklerini aynı anda yansıtmasıdır (Çil Yavuz, 2014: 449; Özden, 2008).

Volatilite tahminlerine bakıldığında genelde GARCH (1,1) modeli tercih edilmektedir. GARCH modelinin parametrelerinin kestiriminde En Çok Olabilirlik (Maximum Likelihood) yöntemi kullanılır. GARCH (1,1) modeli geçerli veya uygun model olması için birtakım kısıtların varlığı gerekmektedir. Bunların ilki negatifsizlik yani pozitif olma koşuludur. Varyansın pozitifliğinin sağlanması için koşullu varyans denkleminin sağ tarafında bulunan sabitin (ω) sıfırdan büyük olmalıdır.

Diğer değişkenlerin kat sayıları da ($\alpha_i \geq 0; \beta_j \geq 0, i = 1, 2, \dots, q$) sıfıra eşit ya da büyük olması gerekir. Diğer bir kısıt olarak ise modellerin durağan olmalarıdır. Şöyle ki, koşullu varyans denkleminin sağında bulunan sabitin dışında diğer değişkenlerin eğer ki 1'den küçük ise birden, o zaman modeller durağanlaşan modeller haline gelmiştir (Yaman ve Koy, 2019).

3.3. ARCH-M (Ortalama da ARCH/ ARCH in Mean) Modeli

ARCH-M modeli koşullu değişen varyansın, beklenen getiri üzerindeki etkisini doğrudan doğruya ölçen bir model olarak da bilinir (Çabuk ve diğerleri, 2011). Söz konusu bu model ARCH modelinin bir uzantısı olarak geliştirilmiştir (Nargeleçekenler, 2004).

Bu model zaman serisi ve risk primi arasında en iyi tahmin için bir bağlantı sağlayan modeldir. ARCH-M modelinde normal üstü getiri (y_t), risk primi (μ_t), etkin olan bir piyasada planlanan (ex-ante) ve gerçekleşen (ex-post) getiri oranı arasındaki öngörülemeyen fark ise (ε_t) olduğunda Eşitlik 4'teki gibi oluşur.

$$Y_t = \mu_t + \varepsilon_t \quad (4)$$

Beklenen normalin üstünde getiri de risk pirimine eşit olur. ($E(Y_t) = \mu$). (ε_t)'nin koşullu varyansın artan bir fonksiyonu olarak yazılabilir. (ε_t)'nin koşullu varyansı (h_t^2) olduğunda risk primi ise Eşitlik 5'teki gibi hesaplanır (Engle ve diğerleri, 1987).

$$\mu_t = \beta + \gamma h_t \quad \gamma > 0 \quad (5)$$

ARCH-M modeli genel olarak varlık piyasalarında uygulanan bir modeldir. Serinin ortalaması ise kendisinin koşullu varyansına bağlı bir yapıdadır. ARCH-M modeli aşağıdaki şekilde elde edilir (Eşitlik 6-8).

$$Y_t | \Psi_{t-1} \sim N(\beta_{x_t} + \gamma h_t - h_t) \quad (6)$$

$$h_t = a_0 + \sum_{i=1}^p a_i \varepsilon_t + v_t \quad (7)$$

$$\varepsilon_t = y_t - \chi_t \beta \quad (8)$$

ARCH modelinden farkı ise, koşullu varyansın, koşullu ortalama fonksiyonundaki değişkenler kümesinde yer alması olarak bilinmektedir (Gökçe, 2008: 80).

3.4. GARCH-M (Ortalamada GARCH) Modeli

GARCH-M Modeli, Bollerslev'in (1987), volatilitenin koşullu ortalama üzerindeki etkisini daha iyi göstermek için geliştirdiği GARCH modeline uyarlanmış, GARCH modelinin bir uzantısıdır (Çabuk ve diğerleri, 2011). Bu model, getiri denklemini genişletip, beklenen getiri üzerindeki beklenen volatilitenin olası bir geri besleme etkisini temel almasını sağlar (Çiçek ve Öztürk 2007).

Ortalama etkisi için koşullu varyans veya standart sapmanın, modele ilave edilmesiyle oluşan ARCH modelinin bir devamı mahiyetinde ortaya çıkmıştır. Böylece koşullu varyansın direkt olarak bağımlı değişkene etkisi olur. Bu modelde yer alan koşullu varyansı belirten parametre, risk primi parametresi olarak isimlendirilir. Bu modeller zaman değişimine göre riskin değişip değişmediğini gösterir (Nargeleçekenler, 2004). Söz konusu modelin denklemi, GARCH denkleminin koşullu ortalama fonksiyonuna ilave edilerek ortaya konulur (Eşitlik 9-11).

$$y_t | \Psi_{t-1} \sim N(x_t \beta + \delta h_t, h_t) \quad (9)$$

$$y_t = x_t \beta + \delta h_t + \varepsilon_t \quad (10)$$

koşullu ortalama modeli olarak ifade edilmek üzere;

$$h_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p a_i \varepsilon_{t-1}^2 + \sum_{i=1}^p \beta_j h_{t-1} \quad (11)$$

şeklinde elde edilir (Bollerslev, 1980).

Söz konusu modelde (δ) parametresi risk pirimini ifade eder. Risk pirimi (δ) parametresinin pozitif olması volatilitenin kendinden bir önceki volatilitelere değeriyle ilişki içinde olduğunu ifade eder (Çabuk ve diğerleri, 2011).

3.5. IGARCH (Integrated GARCH/Bütünleşik GARCH) Modeli

Nelson (1990), $\alpha + \beta_1$ kısıtının 1'e eşit olduğunda, herhangi bir varlığın (finansal) getirisinin saçılımının çok temel bir gösterimi olduğunu belirtmiştir. Söz konusu kısıtın varyansının ise birim köke sahip bir süreç gibi tavır sergilemesine sebep olabilecektir. IGARCH modeli farklı özellikleri vardır. Bu modelde $\alpha + \beta_1 = 1$ olduğunda, koşullu varyansın bir dönem tahmini $E_t h_t = \alpha_0 + h_t$ ile j dönemlik tahmini ise $E_t h_{t+i} = j\alpha_0 + h_t$ şeklinde formülize edilebilir. Eşitlik 12 çözüldüğünde ise Eşitlik 13'teki ifade ortaya çıkar.

$\alpha + \beta_1 = 1$ ve $h_{t-1} = Lh_t$ şeklinde ifade edildiğinde, koşullu varyans Eşitlik 12'deki gibidir.

$$h_t = \alpha_0 + (1 - \beta_1) \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 Lh_t \quad (12)$$

$$h_t = \alpha_0 / (1 - \beta_1) + (1 - \beta_1) \sum_{i=0}^{\infty} \beta_1^i \varepsilon_{t-1-i}^2 \quad (13)$$

Bu modelin durağan olmayan modellerden farkı ise, söz konusu modelin koşullu varyans (ε_t) dizisinin hem geçmiş hem de mevcut değerlerin geometrik azalan bir işlevi olmasıdır. Eşitlik 13'te gösterilen IGARCH modeli, herhangi bir GARCH modelinde olduğu gibi tahminlenir (Nelson, 1990).

4. BULGULAR

Katılım-30 serisinin sabit bir ortalama da saçılım gösterip göstermediğinin, diğer bir ifade ile serinin durağan olup olmadığını anlamak için ADF ve PP birim kök testleri ile sınamaları yapılmıştır. Boş hipotezin birim kök içerir olarak kurulduğu, alternatif hipotezin ise birim kök içermez şeklinde oluşturulduğu ADF ve PP birim kök test sonuçlarına göre, Katılım-30 getiri serisi için boş hipotezin, her iki birim kök testlerinde de reddedildiği ortaya çıkmıştır. Katılım-30 getiri serisi için yapılan ADF ve PP birim kök testlerinin sonuçları Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3' te görüldüğü üzere ADF ve PP birim kök testlerine ait test istatistikleri hesaplanmıştır. Buna göre Katılım-30 getiri serisi için %1 önem düzeyinde, düzey değerinde getiri serisi durağan bir yapıya sahiptir. Her iki birim kök testinin sonuçlarına göre, düzey değerinde durağan olan getiri serisinin hem ARMA hem de ARCH-GARCH analizleri için düzey değerinde kullanılabilir olduğu anlaşılmaktadır.

Birim kök testlerinin tamamlanmasının ardından bir sonraki aşama olan volatilitelere tahminlemesinin yapılabilmesi için öncelikle en uygun AR, MA, ARMA, ya da ARIMA modellerinin tespit edilip kurulması gerekmektedir. Analiz için en uygun model belirlenmeye çalışılmıştır. Yapılan analiz neticesinde en uygun modelin ARMA (4,4) olduğu belirlenmiş ve model kurulmuştur. Tablo 4' te ARMA (4,4) modeli gösterilmiştir.

Getiri serisini açıklayan en uygun model belirlendikten sonra, modelin spesifikasyon testlerinin sınanmasına geçilmiştir. Bu testler Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test, Heteroskedasticity White Testi ve Heteroskedasticity ARCH Testleridir. Tablo 5' te söz konusu spesifikasyon testlerine yer verilmiştir.

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Testi' ne bakıldığında boş hipotezin reddedildiği yani bir serisel korelasyonun (otokorelasyonun) olmadığı anlaşılmaktadır. Bir diğer test olan Heteroskedasticity White Testine bakıldığında boş hipotezin reddedilemediği yani modelde bir değişen varyans sorunun olduğu görülmektedir. Yine bir diğer spesifikasyon testi olan Heteroskedasticity ARCH Testine bakıldığında burada da boş hipotez reddedilmiş yani bir ARCH etkisinin varlığının söz konusu olduğuna ulaşılmıştır.

Tablo 3. Birim kök testi sonuçları

<i>Augmented Dickey Fuller (ADF) Birim Kök Testi</i>			
<i>Değişken(ler)</i>	<i>Düzye I(0)</i>		
Getiri_Serisi	Kritik Değerler		Kesmeli
	1% level	-3.432808	[-31.70752*] (0.0000)
	5% level	-2.862512	
	10% level	-2.567332	
<i>Augmented Dickey Fuller (ADF) Birim Kök Testi</i>			
<i>Değişken(ler)</i>	<i>Düzye I(0)</i>		
Getiri_Serisi	Kritik Değerler		Kesmeli ve Trendli
	1% level	-3.961766	[-31.72171*] (0.0000)
	5% level	-3.411630	
	10% level	-3.127687	
<i>Phillips-Perron (PP) Birim Kök Testi</i>			
<i>Değişken(ler)</i>	<i>Düzye I(0)</i>		
Getiri_Serisi	Kritik Değerler		Kesmeli
	1% level	-3.432807	[-47.65182*] (0.0001)
	5% level	-2.862511	
	10% level	-2.567332	
<i>Phillips-Perron (PP) Birim Kök Testi</i>			
<i>Değişken(ler)</i>	<i>Düzye I(0)</i>		
Getiri_Serisi	Kritik Değerler		Kesmeli ve Trendli
	1% level	-3.961764	[-47.65360*] (0.0000)
	5% level	-3.411629	
	10% level	-3.127687	

* %1 önem düzeyinde anlamlıdır. () Parantez içindeki değerler olasılık değerleri (Prob) ifade eder. [] Köşeli parantez içindeki değerler hesaplanan t-istatistik değerlerini ifade eder.

Tablo 3' te görüldüğü üzere ADF ve PP birim kök testlerine ait test istatistikleri hesaplanmıştır. Buna göre Katılım-30 getiri serisi için %1 önem düzeyinde, düzey değerinde getiri serisi durağan bir yapıya sahiptir. Her iki birim kök testinin sonuçlarına göre, düzey değerinde durağan olan getiri serisinin hem ARMA hem de ARCH-GARCH analizleri için düzey değerinde kullanılabilir olduğu anlaşılmaktadır.

Birim kök testlerinin tamamlanmasının ardından bir sonraki aşama olan volatilite tahminlemesinin yapılabilmesi için öncelikle en uygun AR, MA, ARMA, ya da ARIMA modellerinin tespit edilip kurulması gerekmektedir. Analiz için en uygun model belirlenmeye çalışılmıştır. Yapılan analiz neticesinde en uygun modelin ARMA (4,4) olduğu belirlenmiş ve model kurulmuştur. Tablo 4' te ARMA (4,4) modeli sonuçları gösterilmiştir.

Tablo 4. Ortalama Denklemi (ARMA*) Modeli Sonuçları

<i>Getiri Endeksi</i>	<i>Değişkenler</i>	<i>Katsayı</i>	<i>Standart Hata</i>	<i>t-istatistiği</i>	<i>Olasılık</i>
Katılım-30_Getiri	C	0,000480	0,000283	1,700501	0,0892
	AR (4)	-0,771242	0,077113	-10,00152	0,0000
	MA (4)	0,760211	0,072236	10,52400	0,0000
R ²	0,019514		Akaike Bilgi Kriteri	-5,920521	
Düzeltilmiş R ²	0,016319		Schwarz Kriteri	-5,899302	
Log likelihood	7303,082		Hannan-Quinn Kriteri	-5,912812	
F-istatistiği	6,107484		Durbin-Watson İstatistiği	2,023740	
F-istatistiği	0,000000				

* En uygun modelin belirlenmesi Akaike Bilgi Kriterine göre yapılmıştır.

Getiri serisini açıklayan en uygun model belirlendikten sonra, modelin spesifikasyon testlerinin sınanmasına geçilmiştir. Bu testler Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test, Heteroskedasticity White Testi ve Heteroskedasticity ARCH Testleridir. Aşağıda Tablo 5' te söz konusu spesifikasyon testlerine yer verilmiştir.

Tablo 5. Ortalama Denkleminin (ARMA) Spesifikasyon Testleri

<i>Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Testi</i>				
<i>F-istatistik</i>	<i>Obs*R²</i>	<i>Olasılık F (1,2454)</i>	<i>Prob. ki-kare</i>	
1,248785	1,253236	0,2639	(0,2629)	
<i>Heteroskedasticity ARCH Testi</i>				
<i>F-istatistik</i>	<i>Obs*R²</i>	<i>Olasılık F (1,2461)</i>	<i>Prob, ki-kare</i>	
69,65023	67,78832	0,0000	(0,0000)	
<i>Heteroskedasticity White Testi</i>				
<i>F-istatistik</i>	<i>Obs*R²</i>	<i>Olasılık F (54,2409)</i>	<i>Prob, ki-kare (54)</i>	<i>Prob, ki-kare (54)</i>
7,692754	362,4005	0,0000	0,0000	(0,0000)

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Testi' ne bakıldığında boş hipotezin reddedildiği yani bir serisel korelasyonun (otokorelasyonun) olmadığı anlaşılmaktadır. Bir diğer test olan Heteroskedasticity White Testine bakıldığında boş hipotezin reddedilemediği yani modelde bir değişen varyans sorunun olduğu görülmektedir. Yine bir diğer spesifikasyon testi olan Heteroskedasticity ARCH Testine bakıldığında burada da boş hipotez reddedilmiş yani bir ARCH etkisinin varlığının söz konusu olduğuna ulaşılmıştır.

Herhangi bir spesifikasyon testinin birinde bile sorun çıkması bu modelin ARCH-GARCH modelleri ile tahmin edilmesi gerektiğini bildirmektedir. Yukarıda iki tane spesifikasyon testinde de sorunların olduğu ve özellikle ARCH etkisinin olmasından ötürü, artık volatilité tahminlemesinin ARCH-GARCH modelleri ile tahminine geçilmiştir. Katılım-30 getiri endeksinin en iyi modelleme seçiminde hangi yöntemlerin daha iyi sonuç vereceğine ilişkin analiz sonuçları aşağıdaki Tablo 6'da sıralanmıştır.

Tablo 6. Volatilite tahmin modelleri ve sonuçları

<i>Ortalama</i>					
<i>Parametreler</i>	<i>ARCH</i>	<i>GARCH</i>	<i>ARCH-M</i>	<i>GARCH-M</i>	<i>I-GARCH</i>
@SQRT(GARCH)	***	***	[0,924693] (0,0000)	[0,206319] (0,0592)	***
C	[0,000660] (0,0039)	[0,000855] (0,0002)	[-0,010372] (0,0000)	[-0,001381] (0,2474)	[0,000673] (0,0004)
AR (4)	[-0,663422] (0,0000)	[-0,824656] (0,0000)	[-0,779906] (0,0000)	[0,520611] (0,0143)	[-0,898460] (0,0000)
MA (4)	[0,672005] (0,0000)	[0,813848] (0,0000)	[0,795366] (0,0000)	[-0,469273] (0,0377)	[0,893033] (0,0000)
<i>Varyans</i>					
C	[0,000105] (0,0000)	[3,31E-05] (0,0000)	[0,000129] (0,0000)	[1,19E-05] (0,0000)	***
ALFA α	[0,171429] (0,0000)	[0,149930] (0,0000)	[0,181679] (0,0000)	[0,130392] (0,0000)	[0,065245] (0,0000)
BETA β	***	[0,599930] (0,0000)	***	[0,795163] (0,0000)	[0,934755] (0,0000)
GARCH (-1)	***	0,749986	***	0,925555	***
$\alpha + \beta < 1$	***		***		***

Not: () Parantez içindeki değerler olasılık (Prob) değerleridir. [] Köşeli parantez içindeki değerler hesaplanan katsayıları ifade eder.

Yapılan analiz neticesinde Tablo 6'da sıralanan ARCH-GARCH modellerinin hesaplanan kat sayıları ve söz konusu hesaplanan kat sayıların anlamlılık durumları verilmiştir. Buna göre sonuçlara bakıldığında, tüm modellerin anlamlı bulunduğu görülmektedir. Buna göre Tablo 6'da incelenen modellerin her biri için Katılım-30 getiri serisinin finansal volatilité ölçüm tahminlemesinde kullanılabilineceği açıkça ifade edilebilir. Modellerin belirlenmesinden sonra söz konusu bu beş modelin hangisinin Katılım-30 getiri serisinin volatilité tahminlemesinde en uygun olduğu belirlenmeye çalışılacaktır.

Tablo 7'ye bakıldığında görülmektedir ki kurulan modellerin ARCH etkisinden arındırılmış hali, Heteroskedasticity ARCH testi sonuçları yer almaktadır. Buna göre boş hipotezin ARCH etkisi var olduğu durum göz önünde bulundurularak yapılan sınamada, kurulan modellerde ARCH etkisi yoktur yani boş hipotez reddedilip alternatif hipotez kabul edilmiştir.

Kurulan beş modelin seçilmesinde belirli kısıtlar söz konusudur. Onlar da kurulan her bir modelin belirli istatistikî değerleridir. Bu değerler R², Düzeltilmiş R², Log likelihood, Durbin-Watson istatistiği, Akaike Bilgi Kriteri, Schwarz Kriteri ve Hannan-Quinn Bilgi Kriterleridir. Tablo 8'de kurulan beş farklı finansal volatilité tahmin modellerine ait kısıtlar yer almaktadır.

Tablo 7. Kurulan ARCH-GARCH modellerin heteroskedasticity ARCH testi

<i>Heteroskedasticity ARCH Testi (ARCH)</i>			
<i>F-istatistik</i>	<i>Obs*R2</i>	<i>Olasılık F (1,2461)</i>	<i>Prob, ki-kare</i>
0,936428	0,936833	0,3333	0,3331
<i>Heteroskedasticity ARCH Testi (GARCH)</i>			
<i>F-istatistik</i>	<i>Obs*R2</i>	<i>Olasılık F (1,2461)</i>	<i>Prob, ki-kare</i>
1,385718	1,386063	0,2392	0,2391
<i>Heteroskedasticity ARCH Testi (ARCH-M)</i>			
<i>F-istatistik</i>	<i>Obs*R2</i>	<i>Olasılık F (1,2461)</i>	<i>Prob, ki-kare</i>
0,062394	0,062443	0,8027	0,8028
<i>Heteroskedasticity ARCH Testi (GARCH-M)</i>			
<i>F-istatistik</i>	<i>Obs*R2</i>	<i>Olasılık F (1,2461)</i>	<i>Prob, ki-kare</i>
0,612654	0,612699	0,4339	0,4337
<i>Heteroskedasticity ARCH Testi (I-GARCH)</i>			
<i>F-istatistik</i>	<i>Obs*R2</i>	<i>Olasılık F (1,2461)</i>	<i>Prob, ki-kare</i>
1,084565	1,084968	0,2978	0,2976

Tablo 8. Volatilite tahminleme için en uygun model seçim kriterleri

<i>Kriterler</i>	<i>ARCH</i>	<i>GARCH</i>	<i>ARCH-M</i>	<i>GARCH-M</i>	<i>I-GARCH</i>
R ²	0.013674	0.012512	-0.001584	0.007852	0.013664
Düzeltilmiş R ²	0.010459	0.009294	-0.005257	0.004214	0.010450
Log likelihood	7.304.169	7.460.366	7.344.463	7.491.343	7.428.681
Durbin-Watson İstatistiği	1.945.298	1.960.981	1.864.544	1.997.891	1.959.245
Akaike Bilgi Kriteri	-5.919.780	-6.045.752	-5.951.674	-6.070.083	-6.021.657
Schwarz Kriteri	-5.893.845	-6.017.458	-5.923.381	-6.039.432	-5.998.079
Hannan-Quinn Bilgi Kriteri	-5.910.357	-6.035.472	-5.941.395	-6.058.948	-6.013.091

Tablo 8'de de görüldüğü üzere, söz konusu kısıtlar göz önünde bulundurularak yapılan incelemede, Katılım-30 getiri serisi için en uygun finansal volatilite tahminlemesi yapan model GARCH-M modelidir. Burada bilgi kriterleri olan Akaike, Schwarz ve Hannan-Quinn bilgi kriterlerinin en küçük olmaları, Log likelihood'un en büyük olması, Durbin-Watson istatistiğinin ise "2" değerine olabildiğince yakın olması, istenen kısıtlar arasında en önemlileri olarak söylenebilir. Nitekim kurulan modeller arasında sayılan bu kısıtları en iyi sağlayan ve en uygun model olarak görülen GARCH-M modelidir.

5. SONUÇ

Finansal piyasalarda yatırım yapanlar açısından volatilite kavramı çok önemlidir. Dolayısıyla finansal yatırım yapacaklar yatırım kararları alırken mutlaka volatiliteye bakma gereksinimi duymaktadırlar. Ayrıca yatırımcılar geleneksel yatırım araçlarının yanında yeni gelişen İslami finans ya da diğer bir tabirler katılım finans enstrümanlarına portföylerinde yer veremeye başlamışlardır. Böylelikle bir yandan risklerinin maliyetlerini minimuma indirirken bir yandan da alternatif yatırım araçları kanalıyla yatırımlarını gerçekleştirilmektedir.

Katılım finans piyasası hem dünyada hem de Türkiye'de etkisini gün geçtikçe artıran bir piyasa haline gelmektedir. Türkiye'de Katılım endeksi adı altında gelişimini sürdüren söz konusu piyasa 09.07.2014 yılından bu yana faaliyettedir. Bu minvalde çalışmada Türkiye'de İslâmi finans kurallarına riayet ederek işlem gören şirketlerin yer aldığı Katılım-30 Endeksinin volatilitesini ölçmek için en uygun model arayışı amaçlanmıştır.

Çalışma kapsamında ele alınan Katılım-30 Endeksinde ait ham veri seti 07.01.2011-02.11.2020 tarihleri arasında kapsayan günlük kapanış fiyatlarından oluşan, toplamda 2469 gözlemden oluşmaktadır. Elde edilen ham veri ilk önce doğal logaritması alınmış daha sonra logaritmik serinin farkı alınarak getiri oluşturulmuş ve oluşturulan getiri serisi analize dahil edilmiştir. Çalışmada Simetrik Koşullu varyans ailesi olan ARCH-GARCH ve GARCH modelinin uzantıları olan ARCH-M GARCH-M ve IGARCH yöntemleri kullanılmıştır.

Yapılan tahminleme modelleri içinde en uygun modelin belirlenmesi için birtakım kısıtlar ve spesifikasyon testlerinin ardından Katılım-30 Endeksinin finansal volatilitesini en uygun şekilde modelleyebilen yöntemin GARCH-M modeli olduğu tespit edilmiştir. Özellikle ulusal literatürde İslami finans

volatilité ölçüm çalışmalarının kısıtlı sayıda olduğu gör÷lmektedir. Dolayısıyla yapılan bu çalışmanın literatürdeki boşluğa ve yapılacak yeni çalışmalara da katkı sunması beklenmektedir.

İleride yapılacak çalışmalarda farklı yöntemler kullanılarak çeşitli sonuçlara ulaşılabilir. Dolayısıyla bu çalışmanın ulaştığı sonuçlara ek olarak ileride yapılacak yeni çalışmaların da farklı sonuçlar elde edip ulusal literatüre katkı yapacağı düşün÷lmektedir.

KAYNAKÇA

- Abbes Boujelbene, M. (2012). "Risk and Return of Islamic and Conventional Indices", *International Journal of Euro-Mediterranean Studies*, 5(1), 1-23.
- Abdul Rahim, F., Ahmad, N. ve Ahmad, I. (2009). "Information Transmission Between Islamic Stock Indices in Southeast Asia", *International Journal of Islamic and Middle Eastern Finance and Management*, 2(1), 7-19.
- Akkuş, H.T. ve Zeren, F. (2019). "Tüketici Güven Endeksi ve Katılım-30 İslami Hisse Senedi Endeksi Arasındaki Saklı İlişkinin Araştırılması: Türkiye Örneği", 3. *Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*, 54(1), 53-70.
- Altın, H. ve Caba, N. (2016). "Borsa İstanbul'da İşlem Gören Katılım Endekslerinin Performanslarının Değerlendirilmesi", *Finansal Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, 8(15), 229-248.
- Bollerslev, T. (1986). "Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity", *Journal of Econometrics*, 31(3), 307-327.
- Bouoiyour, J., Selmi, R. ve Wohar, M.E. (2018). "Are Islamic Stock Markets Efficient? A Multifractal Detrended Fluctuation Analysis", *Finance Research Letters*, 26(C), 100-105.
- Brooks, C. (2008). "Introductory Econometrics for Finance", 2. Basım, Cambridge University Press, Cambridge.
- Buğan, M.F., Çevik, E.İ. ve Çevik, N.K. (2019). "Katılım 30 Endeksi İçin Zayıf Formda Etkin Piyasa Hipotezinin ARFIMA-FIEGARCH Model ile Analizi", *Iğdır Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Ek Sayı, 219-241.
- Çabuk, H.A., Özmen, M. ve Kökçen, A. (2011). "Koşullu Varyans Modelleri: İMKB Serileri Üzerine Bir Uygulama", *Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 15(2), 1-18.
- Çelik, İ., Özdemiş, A. ve Demir Gülbahar, S. (2018). "İslami Hisse Senedi Endeksleri Arasında Getiri ve Volatilite Yayılımı: Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Piyasalarda Çok Değişkenli Var-Egarch Uygulaması", *Muhasebe ve Finans İncelemeleri Dergisi*, 1(2), 89-100.
- Çiçek, M. ve Öztürk, F. (2007). "Yabancı Hisse Senedi Yatırımcıları Türkiye'de Döviz Kuru Volatilitisini Şiddetlendiriyor Mu?", *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 62(4), 83-107.
- Çil Yavuz, N. (2014). "Finansal Ekonometri", 1. Basım, Der Yayınları, İstanbul.
- Dılmaç, M., Sümer, S. ve Yanık, R. (2019). "Enflasyon Oranı Değişkeni ile Oluşturulan İslami Finansal Varlık Fiyatlama Modelinin Katılım-50 Endeksine Uygulanması", *II. International Conference on Empirical Economics and Social Science (ICEESS' 19)*, 20-21-22 Haziran, Bandırma, 1233-1242.
- Engle, R.F. (1982). "Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of The Variance of United Kingdom Inflation", *Econometrica*, 50(4), 987-1007.
- Engle, R.F., Liliën, D.M. ve Robins, R.P. (1987). "Estimating Time Varying Risk Premia in the Term Structure: The ARCH-M Model", *Econometrica*, 55(2), 391-407.
- Erdoğan, S., Gedikli, A. ve Çevik, E.İ. (2019). "Türkiye'de Döviz Kurları ile Katılım Endeksi Arasındaki İlişki", *ICOME'19-Autumn-International Congress of Management, Economy and Policy*, 2-3 Kasım, İstanbul, 1-8.
- Gökçe, A. (2008). "Zaman Serilerinde Koşullu Değişen Varyanslılık Yapısı: ARCH Modelleri (Döviz ve Sermaye Piyasalarına Bir Uygulama)", Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Güçlü, F. (2019). "Katılım 30 Endeksinin Zamanla Değişen Betası", *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi (BOR Özel Sayı)*, 115-126.
- Güneş, H. (2018). "İslami Endekslerde Takvim Anomalisi: Ramazan Etkisi", *Finans Politik & Ekonomik Yorumlar*, 55(645), 75-90.
- Güneş, H. (2020). "İslami Hisse Senedi Endeksleri Volatilitesinde Uzun Hafızanın Asimetrik Model ile Test Edilmesi", *International Journal of Islamic Economics and Finance Studies (Uluslararası İslam Ekonomisi ve Finansı Araştırmaları Dergisi)*, 6(2), 180-196.
- Kanalıcı Akay, H. ve Nargeleçkenler, M. (2006). "Finansal Piyasa Volatilitesi ve Ekonomi", *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 61(4), 5-36.
- Kayalidere, K. (2013). Volatilite Tahmin Modelleri Performanslarının Ölçümü: Hisse Senedi Piyasalarında Bir Uygulama (1. Basım.). Gazi Kitabevi.
- Kıran, B. (2010). "İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'nda İşlem Hacmi ve Getiri Volatilitesi", *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 11(1), 98-108.
- Majdoub, J. ve Mansour, W. (2014). "Islamic Equity Market İntegration And Volatility Spillover Between Emerging and US Stock Markets", *The North American Journal of Economics and Finance*, 29, 452-470.
- Nargeleçkenler, M. (2004). "Euro Kuru Satış Değerindeki Volatilitenin ARCH ve GARCH Modelleri ile Tahmini", *İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Mecmuası*, 54(2), 153-179.

- Nelson, D.B. (1990). "Stationarity and Persistence in The GARCH (1,1) Model", *Econometric Theory*, 6(3), 318-334.
- Özden Ünal, H. (2008). "İMKB Bileşik 100 Endeksi Getiri Volatilitésinin Analizi", *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(13), 339-350.
- Saadaoui, A. ve Boujelbene, Y. (2015). "Volatility Transmission Between Dow Jones Stock Index and Emerging Islamic Stock Index: Case of Subprime Financial Crises", *Emerging Markets Journal*, 5(1), 40-49.
- Sakarya, Ş., Zeren, F. ve Akkuş, H.T. (2018). "Türkiye'de Katılım-30 Endeksi ve Emtia Piyasaları Arasındaki İlişkinin Fourier Bazlı Yaklaşımlar ile Araştırılması", *Uluslararası Katılımlı 22. Finans Sempozyumu*, 10 -13 Ekim, Mersin, 1185-1197.
- Seçme, O., Aksoy, M. ve Uysal, Ö. (2016). "Katılım Endeksi Getiri, Performans ve Oynaklığının Karşılaştırmalı Analizi", *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, 72, 107-128.
- SERPAM (2013). "İslami Finans: İslami Finans Kavramı, Ürünler, Dünya'da ve Türkiye'de Gelişimi ve Geleceği", Serpam Araştırma Notları-1, Sermaye Piyasaları Araştırma ve Uygulama Merkezi.
- Tayefi, M. ve Ramanathan, T.V. (2012). "An Overview of FIGARCH And Related Time Series Models", *Austrian Journal of Statistics*, 41(3), 175-196.
- Tok, A. (2009). "İslami Finans Sistemi Çerçevesinde Sukuk (İslami Tahvil) Uygulamaları, Katılım Bankaları ve Türkiye Açısından Değerlendirmeler", Uzmanlık Tezi, Sermaye Piyasaları Kurulu, Ankara.
- Türkan, Y. ve Baydaş, Y. (2018). "Katılım-30 Endeksi ile Makroekonomik Değişkenler Arasındaki İlişkinin Tespiti: Zaman Serileri Analizi", *Uluslararası Katılımlı 22. Finans Sempozyumu*, 10 -13 Ekim, Mersin, 685-694.
- Ülev, S. ve Özdemir, M. (2015). "Katılım Endeksi ile Piyasa Faiz Oranları Arasındaki Nedensellik İlişkisi", *International Congress on Islamic Economics and Finance ICISEF 2015*, 21-23 Ekim, Sakarya, 47-54.
- Yaman, M. ve Koy, A. (2019). "ABD Doları / TÜRK Lirası Döviz Kuru Volatilitésinin Modellenmesi: 2001-2018 Dönemi", *Muhasebe ve Finans İncelemeleri Dergisi*, 2(2), 118-129.
- Yıldırım, H.H. ve Sakarya, Ş. (2019). "BİST 30 ve Katılım 30 Endeksi Volatilitelerinin Karşılaştırılması", *Muhasebe ve Finans İncelemeleri Dergisi*, 2(2), 167-174.



STRATEJİK ARAŞTIRMALAR VE VERİMLİLİK GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

