

# VERİMLİLİK DERGİSİ



T.C. SANAYİ VE  
TEKNOLOJİ BAKANLIĞI

2022 | 2

AR-GE PROJELERİNDEKİ KRİTİK BAŞARI FAKTÖRLERİNİN ALGILANAN PROJE PERFORMANSINA ETKİLERİ: HAVACILIK SEKTÖRÜNDE BİR ARAŞTIRMA

Barış SOYAL, Mehmet SOYSAL, Mine ÖMÜRGÖNÜLŞEN

SAĞLIK HİZMET BÖLGELERİNİN PERFORMANSININ VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Fatih DURUR, Meliha MELİŞ GÜNALTAY, Ferda IŞIKÇELİK

BORSA İSTANBUL TURİZM ENDEKSİ (XTRZM) FİRMALARININ ENTROPİ TEMELLİ ARAS COPRAS VE TOPSIS YÖNTEMLERİ İLE FİNANSAL PERFORMANS ANALİZİ

Ayşe SOY TEMÜR

WEB OF SCIENCE SÜZGECİNDEN YALIN ÜRETİM ARAŞTIRMA PORTFÖYÜ: NEREDEN BAŞLAMALIYIZ?

Güzin ÖZDAĞOĞLU, Muhammet DAMAR, Aşkın ÖZDAĞOĞLU

KAMU HASTANELERİNDE PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ: VERİ ZARFLAMA ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ (VZAFP) VE PABON LASSO MODELİ (PLM) UYGULAMASI

Hatice ESEN, Vahit YİĞİT

TÜRKİYE LİMANLARINDAKİ KONTEYNER VE YÜK ELLEÇLEME HACİMLERİNİN NARX SİNİR AĞLARI MODELİ İLE ÖNGÖRÜLMESİ

Gamze KILINÇ, Meltem KARAATLI, Nuri ÖMÜRBEK

REKABETÇİ TESİS YER SEÇİMİ PROBLEMLERİNE İLİŞKİN BİR TARAMA ÇALIŞMASI

Büşra OLGUN, Çağrı KOÇ, Fulya ALTIPARMAK

TÜRKİYE'DE FAALİYET GÖSTEREN BİREYSEL EMEKLİLİK ŞİRKETLERİNİN ETKİNLİĞİ

Zeynep KÜÇÜKKIRALI, Üzeyir AYDIN

SÜREÇ ESNEKLİĞİ SİSTEMLERİNDE OPERASYONEL MALİYETLERE DAYALI SİSTEM TASARIMI OPTİMİZASYONU

Merve İBİŞ, Mustafa ÇİMEN, Mehmet SOYSAL

ENERGY PRODUCTIVITY, ENERGY DEPENDENCE AND ECONOMIC GROWTH IN EXTENDED EUROPE

Ayşe SEVENCAN, Natalya KETENCİ

YILDIRMA İLE SİNİZM ARASINDAKİ İLİŞKİDE TÜKENMİŞLİĞİN ARACILIK ETKİSİ: DOĞUBAYAZIT ÖRNEĞİ

Aslıhan Sena AVCI, Enver AYDOĞAN

IMPACT OF BANKING SECTOR CREDITS ON NET SME FORMATION

Yasemin ALICIOĞLU, Güray KÜÇÜKKOCAOĞLU

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: 2

Yayın Türü  
Yerel-Sürel / Türkçe-İngilizce

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

Genel Müdür  
Prof. Dr. İlker Murat AR

Editör  
Doç. Dr. Önder BELGİN

Sorumlu Yazı İşleri Müdürü  
Lutfiye DAĞLIOĞLU

Grafik Tasarım ve Uygulama  
Şeniz KOBAL

İngilizce Redaksiyon  
Şirin Müge KAVUNCU

Yönetim Yeri  
T.C. SANAYİ VE TEKNOLOJİ BAKANLIĞI  
STRATEJİK ARAŞTIRMALAR VE VERİMLİLİK GENEL MÜDÜRLÜĞÜ  
Adres: Mustafa Kemal Mahallesi Dumlupınar Bulvarı  
(Eskişehir Yolu 7. Km) 2151. Cadde No: 154  
Çankaya 06510 ANKARA  
Tel: 0 312 201 65 02 <https://www.sanayi.gov.tr>  
[savgm@sanayi.gov.tr](mailto:savgm@sanayi.gov.tr)  
<https://dergipark.org.tr/pub/verimlilik>

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

Baskı Tarihi  
29.04.2022

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 BAKİ - 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  
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 [verimlilikdersisi@sanayi.gov.tr](mailto:verimlilikdersisi@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

- 147**  
164  
AR-GE PROJELERİNDEKİ KRİTİK BAŞARI FAKTÖRLERİNİN ALGILANAN PROJE PERFORMANSINA ETKİLERİ: HAVACILIK SEKTÖRÜNDE BİR ARAŞTIRMA  
*THE EFFECTS OF THE CRITICAL SUCCESS FACTORS IN RESEARCH AND DEVELOPMENT PROJECTS ON THE PERCEIVED PROJECT PERFORMANCE: A RESEARCH IN THE AVIATION INDUSTRY*  
**Barış SOYAL, Mehmet SOYSAL, Mine ÖMÜRGÖNÜLŞEN**
- 165**  
182  
SAĞLIK HİZMET BÖLGELERİNİN PERFORMANSININ VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ  
*EVALUATION OF THE PERFORMANCE OF HEALTH SERVICE REGIONS WITH DATA ENVELOPMENT ANALYSIS*  
**Fatih DURUR, Meliha Meliş GÜNALTAY, Ferda İŞİKÇELİK**
- 183**  
212  
BORSA İSTANBUL TURİZM ENDEKSİ (XTRZM) FİRMALARININ ENTROPİ TEMELLİ ARAS, COPRAS VE TOPSIS YÖNTEMLERİ İLE FİNANSAL PERFORMANS ANALİZİ  
*FINANCIAL PERFORMANCE ANALYSIS OF BORSA İSTANBUL TOURISM INDEX (XTRZM) COMPANIES WITH ENTROPY BASED ARAS, COPRAS AND TOPSIS METHODS*  
**Ayşe SOY TEMÜR**
- 213**  
230  
WEB OF SCIENCE SÜZGEÇİNDEN YALIN ÜRETİM ARAŞTIRMA PORTFÖYÜ: NEREDEN BAŞLAMALIYIZ?  
*THE RESEARCH PORTFOLIO OF LEAN PRODUCTION FROM THE WEB OF SCIENCE FILTER: WHERE SHOULD WE START?*  
**Güzin ÖZDAĞOĞLU, Muhammet DAMAR, Aşkın ÖZDAĞOĞLU**
- 231**  
250  
KAMU HASTANELERİNDE PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ: VERİ ZARFLAMA ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ (VZAHP) VE PABON LASSO MODELİ (PLM) UYGULAMASI  
*PERFORMANCE EVALUATION IN PUBLIC HOSPITALS: DATA ENVELOPMENT ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (DEAHP) AND APPLICATION OF PABON LASSO MODEL (PLM)*  
**Hatice ESEN, Vahit YİĞİT**
- 251**  
266  
TÜRKİYE LİMANLARINDAKİ KONTEYNER VE YÜK ELLEÇLEME HACİMLERİNİN NARX SİNİR AĞLARI MODELİ İLE ÖNGÖRÜLMESİ  
*FORECASTING CONTAINER AND CARGO HANDLING VOLUMES IN TURKEY'S PORTS WITH NARX NEURAL NETWORKS MODEL*  
**Gamze KILINÇ, Meltem KARAATLI, Nuri ÖMÜRBEK**
- 267**  
288  
REKABETÇİ TESIS YER SEÇİMİ PROBLEMLERİNE İLİŞKİN BİR TARAMA ÇALIŞMASI  
*A REVIEW OF COMPETITIVE FACILITY LOCATION PROBLEM*  
**Büşra OLGUN, Çağrı KOÇ, Fulya ALTIPARMAK**
- 289**  
304  
TÜRKİYE'DE FAALİYET GÖSTEREN BİREYSEL EMEKLİLİK ŞİRKETLERİNİN ETKİNLİĞİ  
*EFFICIENCY OF THE PRIVATE PENSION COMPANIES OPERATING IN TURKEY*  
**Zeynep KÜÇÜKKIRALI, Üzeyir AYDIN**
- 305**  
316  
SÜREÇ ESNEKLİĞİ SİSTEMLERİNDE OPERASYONEL MALİYETLERE DAYALI SİSTEM TASARIMI OPTİMİZASYONU  
*SYSTEM DESIGN OPTIMIZATION BASED ON OPERATIONAL COSTS IN PROCESS FLEXIBILITY SYSTEMS*  
**Merve İBİŞ, Mustafa ÇİMEN, Mehmet SOYSAL**
- 317**  
328  
ENERGY PRODUCTIVITY, ENERGY DEPENDENCE AND ECONOMIC GROWTH IN EXTENDED EUROPE  
*GENİŞLETİLMİŞ AVRUPA ÜLKELERİNDE ENERJİ VERİMLİLİĞİ, ENERJİ BAĞIMLILIĞI VE EKONOMİK BÜYÜME*  
**Ayşe SEVENCAN, Natalya KETENCİ**
- 329**  
344  
YILDIRMA İLE SİNİZM ARASINDAKİ İLİŞKİDE TÜKENMİŞLİĞİN ARACILIK ETKİSİ: DOĞUBAYAZIT ÖRNEĞİ  
*THE MEDIATING EFFECT OF BURNOUT ON THE RELATIONSHIP BETWEEN MOBBING AND CYNICISM: DOĞUBAYAZIT SAMPLE*  
**Aslıhan Sena AVCI, Enver AYDOĞAN**
- 345**  
364  
IMPACT OF BANKING SECTOR CREDITS ON NET SME FORMATION  
*TÜRKİYE'DEKİ BANKACILIK SEKTÖRÜ KREDİLERİNİN NET KOBİ OLUŞUMUNA ETKİSİ*  
**Yasemin ALICIOĞLU, Güray KÜÇÜKKOCAOĞLU**

## AR-GE PROJELERİNDEKİ KRİTİK BAŞARI FAKTÖRLERİNİN ALGILANAN PROJE PERFORMANSI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ: HAVACILIK SEKTÖRÜNDE BİR ARAŞTIRMA\*

Barış SOYAL<sup>1</sup>, Mehmet SOYSAL<sup>2</sup>, Mine ÖMÜRGÖNÜLŞEN<sup>3</sup>

### ÖZET

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı, Türk savunma ve havacılık sanayisindeki projelerde çalışan tasarım mühendislerinin algıladıkları kritik başarı faktörleri ile algılanan proje performansı arasındaki ilişkiyi incelemektir.

**Yöntem:** Çalışmanın veri toplama aşamasında, 211 tasarım mühendisi ile yüz yüze görüşülerek anket uygulanmıştır.

**Bulgular:** Korelasyon analizinde algılanan kritik başarı faktörleri ve algılanan proje performansı arasında pozitif yönlü bir ilişki bulunmuştur. Regresyon analizinde sorun giderme, proje misyonu, müşteri kabulü ve teknik görevler faktörleri ile algılanan proje performansı arasında anlamlı ilişki bulunmuştur.

**Özgünlük:** Çalışmanın literatürdeki farkı Türk savunma ve havacılık sanayisinde Ar-Ge projelerindeki algılanan kritik başarı faktörleri ve algılanan proje performansı arasındaki ilişkiyi inceleyen, bilinebildiği kadarı ile ilk çalışma olmasıdır.

**Anahtar Sözcükler:** Yeni Ürün Geliştirme, Savunma Sanayi, Havacılık Sektörü, Kritik Başarı Faktörleri, Proje Performansı.

**JEL Kodları:** O32, M11, L25.

## THE EFFECTS OF THE CRITICAL SUCCESS FACTORS IN RESEARCH AND DEVELOPMENT PROJECTS ON THE PERCEIVED PROJECT PERFORMANCE: A RESEARCH IN THE AVIATION INDUSTRY

### ABSTRACT

**Purpose:** The purpose of this study is to examine the relationship between the perception of the critical success factor and the perception of the project performance of the design engineers working in the Turkish defense and aviation industry projects.

**Methodology:** During the data collection phase of the study, 211 design engineers were interviewed face to face and a questionnaire was applied.

**Findings:** Correlation analysis revealed a positive relationship between perceived critical success factors and perceived project performance. In the regression analysis, a significant relationship has been found between factors of troubleshooting, project mission, client acceptance, technical task and perceived project performance.

**Originality:** This study is the first attempt in literature to examine the relationship between perceived critical success factors and perceived project performance in research and development projects in Turkish defense and aviation industry, as far as it is known.

**Keywords:** New Product Development, Defence Industry, Aviation Industry, Critical Success Factors, Project Performance.

**JEL Codes:** O32, M11, L25.

\* Bu çalışma, Barış SOYAL tarafından Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü'nde Doç. Dr. Mehmet SOYSAL danışmanlığında yürütülen "Ar-Ge Projelerindeki Kritik Başarı Faktörlerinin Algılanan Proje Performansı Üzerindeki Etkileri: Havacılık Sektöründe Bir Araştırma" başlıklı Yüksek Lisans Tezinden türetilmiştir.

<sup>1</sup> Mühendislik ve Sistem Destek Başmühendisi, Türk Havacılık ve Uzay Sanayi A.Ş., Ankara, Türkiye, barissoyal@gmail.com, 0000-0002-7910-6478.

<sup>2</sup> Doç. Dr., Hacettepe Üniversitesi İİBF İşletme Bölümü, Ankara, Türkiye mehmetsoyal@hacettepe.edu.tr, 0000-0002-1570-660X.

<sup>3</sup> Prof. Dr., Hacettepe Üniversitesi İİBF İşletme Bölümü, Ankara, Türkiye, mergun@hacettepe.edu.tr, 0000-0001-6905-1154 (Sorumlu Yazar-Corresponding Author).

## 1.GİRİŞ

Firmalar, rekabet koşullarının ve müşteri isteklerinin değişimine ayak uydurabilmek için en iyi ürünleri araştırarak bulmak ve sunmak zorundadır. Artan küreselleşme, hızlanan teknolojik gelişmeler ve kısalan ürün ömürleri firmalar arası rekabeti artırmakta ve böylece şirketler ana iş, süreç veya ürünlerinde yeni iş alanları yaratmaya ve/veya sürekli yeniliklere ihtiyaç duymaktadır (Kuratko ve Goldsby, 2004). Bu sebeple, yeni ürün geliştirme projelerinin başarılı şekilde yönetilmesi için projeyi başarılı kılan kritik başarı faktörlerinin belirlenmesi, izlenmesi ve faktör algılarının iyileştirilmesi oldukça önemlidir (Cooper, 2011; 67). Yeni ürün geliştirme projelerinde, yöneticilerin süreci etkileyen kritik başarı faktörlerini bilmesi, gidişatın izlenmesi, çıkabilecek sorunlar için önceden önlem alınması, yeni ürünün başarılı şekilde, planlanan takvim ve bütçe içinde geliştirilmesini sağlamaktadır (Project Management Institute, 2008). Yeni ürün geliştirme sürecindeki kritik başarı faktörleri ve proje performansı üzerindeki etkilerinin bilinmesi, insan ve finansal kaynakların yanı sıra zamanın da daha verimli kullanılmasını sağlayacaktır. McKinsey'e göre piyasaya rakiplerine kıyasla altı ay geç sürülen ürünün toplam kârdan kaybı %33 olmaktadır (Monczka ve diğerleri, 2000; 59). Dolayısıyla, yeni ürün geliştirme sürecinde yaşanacak gecikmeler yüksek pazar payı, verimlilik ve kârlılık gibi fırsatların rakiplere kaptırılmasına yol açacaktır (Annacchino, 2003; 123). Ayrıca yeni ürün geliştirme projelerinde müşteri isteklerini tam anlayıp karşılamak için tasarım döngüsü birçok kez kendini tekrarlamaktadır ve bu durum, bir israf unsurudur. Massachusetts Institute of Technology, Lean Advancement Initiative (LAI) bünyesinde yapılan araştırmaya göre ürün geliştirme projelerinde performans incelemesinde, yapılan faaliyetlerin %40'ının tümüyle israf, %29'unun kaçınılmaz israf (düzenleyici, bürokratik, müşteri talebi doğrultusunda yapılan katma değeri olmayan fakat kaçınılmaz olarak yapılan faaliyetler), %31'inin ise müşterinin para ödemeye istekli olduğu katma değerli faaliyetler olduğu saptanmıştır (McManus, 2005; 15). Aynı araştırmacının ürün geliştirme projelerindeki zaman dağılımına bakıldığında ise zamanın %62'sinin boşa geçtiği, ancak %38'inin aktif kullanıldığı görülmektedir. Bu nedenle, proje yöneticilerinin bu faktörleri kontrol edebilmeleri, projede oluşabilecek darboğazları önlemelerinde ve iş gücü verimliliğini artırmada etkili olacaktır.

Türkiye'deki araştırma geliştirme projeleri içinde savunma ve havacılık sanayisinin en büyük paya sahip olduğu görülmektedir (Turkishtime, 2020). Savunma ve havacılık sanayisinin dünya çapında artan bütçesi ve Türkiye'de satın almak yerine milli imkânlar ile yeni ürünlerin geliştirilmesi yoluna gidilmesi yapılan bu çalışma için ayrı bir motivasyondur.

Bu çalışmanın amacı, Türk savunma ve havacılık sanayisinde algılanan kritik başarı faktörlerinin (proje misyonu, üst yönetimin desteği, proje takvim ve planları, müşteriye danışılması, personel, teknik görevler, müşteri kabulü, izleme ve geri dönüş, iletişim ve problem çözme/sorun giderme) Ar-Ge projelerinin algılanan başarısı üzerindeki etkisini incelemektir. Bilinebildiği kadarı ile bu çalışma, Türk savunma ve havacılık sanayisinde Ar-Ge projelerinin kritik başarı faktörlerini inceleyen ilk çalışmadır. İkinci bölümde, yeni ürün geliştirme projelerini etkileyen kritik başarı faktörleri anlatılmaktadır. Üçüncü bölümde uygulamanın amaç, kapsam ve yöntemine değinilmektedir. Bu bölümde, verilerin toplanması ile ilgili bilgiler verilmekte birlikte, hipotezler geçerlik, güvenilirlik, korelasyon ve regresyon analizleri uygulanarak sınanmakta ve analiz sonuçları yer almaktadır. Çalışma, elde edilen sonuçların tartışılarak genel bir değerlendirme yapıldığı ve çalışmanın kısıtları ile beraber gelecek çalışmalara ilişkin öneriler yapıldığı son bölüm ile sona ermektedir.

## 2. AR-GE PROJELERİNDE YENİ ÜRÜN GELİŞTİRME SÜRECİ ve PROJE PERFORMANSINI ETKİLEYEN KRİTİK BAŞARI FAKTÖRLERİ

Bu bölümde yeni ürün geliştirme projelerini etkileyen kritik başarı faktörleri ile ilgili literatürde yer alan ampirik çalışmalar sonuçları ile beraber tartışılmaktadır. Daha sonra, savunma ve havacılık sanayisindeki Ar-Ge projelerine uygun şekilde literatürde yer alan kritik başarı faktörlerini kapsıyor ve özetliyor olmasından dolayı on kritik başarı faktörü ayrı ayrı incelenmektedir.

Firmaların pazarda tutunmaları ve pazar paylarını artırabilmeleri için yeni ürün geliştirme çalışmaları yapmaları büyük önem arz etmektedir. Amerikan Verimlilik ve Kalite Merkezi'nin (APQC) yaptığı bir araştırmaya göre, firmaların 2011 yılındaki satışları içinde yeni ürünlerin payı %27,3 olarak yer almaktadır (Edgett, 2011; 13). Ayrıca başka bir çalışmada firmaların büyümesi ve refahı üzerindeki etkili faktörün "yenilik yeteneklerinin geliştirilmesi" olduğu vurgulanmaktadır (Little, 2005); ancak birçok yeni ürün geliştirme projesi başarısızlıkla sonuçlanmaktadır. Yine Amerikan Verimlilik ve Kalite Merkezi'nin (APQC) yaptığı bir araştırmaya göre yeni ürün geliştirme projelerinin ancak %53,2'si finansal hedefleri yakalayabilirken, %44,4'ü iş takvimine göre zamanında bitmektedir. Literatürde yeni ürün geliştirme çalışmalarını etkileyen kritik başarı faktörleri hakkında birçok nitel ve nicel çalışma mevcuttur.

Özellikle yeni ürün geliştirme projelerini etkileyen faktörler hakkında bu kadar deneysel çalışma olmasının en önemli sebeplerinden biri bu projelerin yönetiminin ve izlenmesinin zorluklarıdır. Ayrıca yeni

ürün geliştirme projelerinde müşteri isteklerini tam anlamıyla anlayıp karşılamak için tasarım döngüsü birçok kez kendini tekrarlamaktadır ve bu durum, bir israf unsurudur. Bu israflar ise projelerin istenilen zaman ve bütçe içinde gerçekleşmesini etkilemektedir.

Literatürde yeni ürün geliştirme projelerindeki kritik başarı faktörlerini inceleyen birçok çalışma mevcuttur (bkz: Rubenstein ve diğerleri, 1976; Cooper, 1979; Cooper, 1980; Cooper, 1983; Cooper, 1984; Madique ve Zirger, 1984; Cooper, 1986; Cooper ve Kleinschmidt, 1986; Cooper, 1988; Calantone ve diBenedetto, 1988; Brentani ve Dröge, 1988; Cooper, 1990; Cooper ve Kleinschmidt, 1987). Bu konu ile ilgili son 30 yıl içinde yapılan çalışmalar (1991-2021), Tablo 1'de sıralanmaktadır.

Tablo 1'de görüleceği üzere, farklı araştırmacılar bazı ortak kritik başarı faktörlerini farklı isimlendirmişlerdir. Örneğin Balbontin ve diğerlerinin 1999 yılında yaptıkları çalışmada iyi proje geliştirme ve tasarım etkinlikleri faktörü derken, Cooper ve Kleinschmidt bunu detaylandırmış ve yüksek kalitede yeni ürün geliştirme süreci, iyi tanımlanmış yeni ürün stratejisi, yeni ürün geliştirme için Ar-Ge harcaması, yeterli insan ve para kaynakları, yüksek kaliteli yeni ürün geliştirme proje ekipleri şeklinde ifade etmiştir. Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde, kullanım sıklığına göre en önemli kritik başarı faktörleri firmaya ve ürüne uygun bir yeni ürün geliştirme süreci olması, müşteri ve pazar nabzı iyi tutularak rakiplere göre üstün bir proje misyonunun, plan, takvim ve müşteri isteklerinin belirlenmesi, işletmenin yenilikçi bir yapısı olması ve tüm yenilikler için üst yönetim desteği olması, pazarlama faaliyetleri ve buradan elde edilen bilgilerin proje misyonuna taşınması, personelin teknik görevleri ve faaliyetleri düzgün gerçekleştirebilmesi, edinilen tecrübenin iyi iletişim kanalları ile şirkete yayılması, izleme ve geri dönüşler ile ürünün müşteri isteklerini karşılar hale getirilmesi ve süreç içinde çıkan sorunların giderilerek sürecin sorunsuz işletilmesi olarak özetlenebilmektedir.

Cooper ve Kleinschmidt kritik başarı faktörü akımının en önemli isimleridir. Ayrıca Cooper, stage-gate (aşama-eşiği) denilen yeni ürün geliştirme süreci modelinin de kurucusudur. Cooper, genel olarak yeni ürün geliştirme projelerinde kazananlar ve kaybedenleri neyin ayırttığını araştırmış ve sekiz adet kritik başarı faktörü olarak ürünün eşsiz ve üstün olması, yeni ürünün müşteri odaklı geliştirilmesi, takvim ve bütçenin doğru hesaplanması ürün ve proje tanımı, spiral ilerleme, küresel ürün, ürün tanıtımı ve hız olarak sıralanmaktadır (Cooper, 2011; 118). Buradaki özet kritik başarı faktörleri, yeni ürünün çıkarılmasından pazarlanmasına ve ürünün piyasada tutulmasına kadar olan tüm süreci içermektedir. Tablo 1'e bakıldığında birçok araştırma sonucunda pazarlama, kavramsal pazarlama, pazar hakkında edinilen istihbarat, yeterli pazarlama faaliyetleri gibi birçok faktör savunma sanayisinde farklı öneme sahiptir ya da uygulanmamaktadır. Milli savunma sanayisinde devlet tek alıcıdır, tek müşteridir. Yurt dışı satışlar ise yine üretici firmanın mensup olduğu devletin iznine tabidir. Cooper tarafından yapılan yeni ürün geliştirme projelerindeki kritik başarı faktörlerinin özetleme çalışması ilaç sanayisinden gıdaya, tohum teknoloji şirketlerinden sağlık sektörüne kadar birçok sektörde geçerli bir genellemedir.

Cooper'ın çalışmasının haricinde Pinto ve Slevin 1989 yılında yaptıkları bir çalışmada 159 yeni ürün geliştirme projesini incelemişlerdir. Bu projeler Amerika Birleşik Devletleri'nde yer alan 2.5 milyar \$ bütçeli devlet destekli projeler ile 5000 \$ bütçeli pilot uygulamalar arasında değişmektedir. Araştırmada yer alan şirketler, ilaç sanayi, petrol, kimya, petro kimya, havacılık, uçak imalatı, yazılım donanım geliştirme ve nükleer araştırma gibi alanlarda faaliyet göstermektedir ki; bu projelerin büyük çoğunluğunun müşterisi devlettir. Petrol, havacılık, uçak imalatı ve nükleer gibi büyük bütçeli ve ufak bütçeli pilot projeler devlet hibesi ve desteği olan Türk savunma ve havacılık projelerine benzerlik arz eden sektörlerdir. Ürünün başarısı satış ile doğru orantılıdır; ancak müşterinin devlet olduğu savunma ve havacılık gibi sektörlerde önemli olan devletin istediği ürünü geliştirebilmektir. Bu nedenle, devletin müşteri olduğu sektörlerde satış ve pazarlamadan ziyade istenilen kriterleri karşılayabilen ürünü geliştirebilmek çok daha önemlidir. Bu açıdan bakıldığında, Pinto ve Slevin'in 1989 yılındaki çalışması Türk savunma ve havacılık sanayisindeki Ar-Ge projelerinin kritik başarı faktörlerinin incelenmesi için daha uygun bir örnektir.

Literatürde kritik başarı faktörü hakkındaki çalışmalar incelendiğinde, Pinto ve Slevin'in çalışmalarının en çok atıf alan çalışmalardan olduğu görülmektedir (Müller ve Jugdev, 2012). Söz konusu çalışmada kritik başarı faktörleri şu şekilde sıralanmaktadır (Pinto ve Slevin, 1989):

- *Proje Misyonu*: Bu kavram, hedeflerin ilk aşamada netlik kazanması olarak tanımlanabilir (Pinto ve Slevin, 1989).
- *Üst Yönetim Desteği*: Proje başarısı için gerekli kaynakları ve yetkiyi sağlamada üst yönetimin istekli olması ve yetecek düzeyde para, iş gücü ve zaman bularak destek vermektir (Brunner, 2001).
- *Proje Takvim ve Planları*: Proje uygulaması için gereken bireysel eylem adımlarının ayrıntılı bir belirtilmesidir (Gupta ve diğerleri, 1992). Bu takvim ve plana uyum çok önemlidir. Aksi takdirde, proje başarısızlıkla sonuçlanabilir veya kâr oranları düşebilir.

**Tablo 1. Yeni ürün geliştirme projelerinde kullanılan kritik başarı faktörlerine ilişkin literatür taraması**

<i>Çalışma</i>	<i>Kritik Başarı Faktörleri</i>	<i>Örneklem</i>
Dwyer ve Mellor (1991a)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ön izleme.</li> <li>- Ön pazar ve teknik değerlendirme.</li> <li>- Ürün geliştirme süreci.</li> <li>- Deneme üretimi.</li> </ul>	n=95
Dwyer ve Mellor (1991b)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pazar testi/deneme satışı/piyasaya sürüm.</li> <li>- Ön izleme.</li> <li>- Ön pazar ve teknik değerlendirme.</li> <li>- Ürün geliştirme süreci.</li> <li>- Üretim başlangıcı.</li> <li>- Müşteri testi/deneme satışı/piyasaya sürüm.</li> <li>- Ön ticarileştirme iş analizi.</li> </ul>	n=114
Cooper ve Kleinschmidt (1993)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kesin, erken ürün tanımı.</li> <li>- Önemli faaliyetleri yürütme kalitesi.</li> <li>- Yeni ürün geliştirme sürecinin güçlü pazar yönelim (erken müşteri katılımı, ürün tasarımı için pazar araştırması, müşteri ile yakın çalışma, iyi planlanmış müşteri testleri ve saha denemeleri).</li> <li>- Yeni ürün geliştirme sürecinin bütünündeki faaliyetlerin kalitesi.</li> <li>- İnovasyon süreçlerini içeren faaliyetlerin yürütme kalitesi.</li> <li>- Yeni ürün geliştirme öncesi açık ürün tanımı (hedef piyasayı, ürün konseptini, müşteriye faydalarını, konumlandırma stratejisini, ürün özelliklerini tanımlama).</li> </ul>	n=103
Cooper (1994)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pazarlama faaliyetlerinin kalitesi.</li> <li>- Ön geliştirme faaliyetlerinin kalitesi.</li> <li>- Kesin ve erken ürün tanımı.</li> <li>- Pazar yaratma etkinliği.</li> </ul>	n=103
Cooper ve Kleinschmidt (1994)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ön çalışmalar (başlangıç taraması, ön teknik ve pazar değerlendirmesi, tam teşekküllü pazar araştırması, müşterilerin ihtiyaçlarını anlamak için pazar araştırması, rekabetçi analiz, pazar kabul testi, ayrıntılı iş ve finansal analiz).</li> <li>- Güçlü pazar yönelimi.</li> <li>- Ürün geliştirme gitmeden önce ürün tanımı.</li> </ul>	n=103
Parry ve Song (1994)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Süreç faaliyetlerinin yeterliliği (ürün geliştirme, pazar araştırması, ön pazar değerlendirmesi, ilk eleme, finansal analiz).</li> <li>- Yeni ürün sürecinde edinilen bilgiler (müşterilerin ihtiyaçlarını, isteklerini ve özellikleri, pazar boyutu hakkında bilgi).</li> </ul>	n=258
Cooper ve Kleinschmidt (1995)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ödev faaliyetlerinin yürütme kalitesi (ürün fikrinin ilk incelemesi, ön pazar değerlendirmesi ve geliştirmeden önce iş ve finansal analiz).</li> <li>- Pazarlama çalışmalarının uygulama kalitesi (ön pazar değerlendirmesi, ayrıntılı pazarlar ve pazar araştırması, ürünün müşteri testi / saha denemesi ve piyasaya sunulması vb.).</li> <li>- Projenin kesin tanımlamasının erken yapılması (hedef pazar, proje kavramı, müşteriye faydalar, konumlandırma, ürün özellikleri vb.).</li> <li>- Pazarlama, teknik görevler ve piyasaya sunma faaliyetlerinin yürütme kalitesi.</li> <li>- Ön geliştirme çalışmaları.</li> <li>- Erken kesin ürün tanımı.</li> </ul>	n=103
Atuahene-Gima (1995)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pazar yönelimi (piyasa bilgilerinin toplanması ve kullanılması, pazar odaklı pazarlama stratejisinin geliştirilmesi ve uygulanması).</li> </ul>	n=275

**Tablo 1. (Devamı)**

<i>Çalışma</i>	<i>Kritik Başarı Faktörleri</i>	<i>Örnekleme</i>
Barczak (1995)	- Profesyonel bir yeni ürün geliştirme sürecinin olması.	n=140
Mishra ve Kim Lee (1996)	- Resmi yeni ürün geliştirme faaliyetlerinin yeterliliğinin etkisi (ön izleme, ayrıntılı pazar araştırması, şirket içi prototip testi). - Pazar hakkında edinilen istihbarat (ürün hakkında müşterilerin ihtiyaçlarını, isteklerini ve özelliklerini bilme, müşterilerin fiyat hassasiyetini bilme, rakiplerin ürün stratejilerini bilme).	n=288
Song ve Parry (1997)	- İş/pazar fırsatı alanındaki faaliyetlerinin yeterliliği.	n=1400
Calantone ve diğerleri (1997)	- Ön geliştirme pazarlama faaliyetleri. - Ön geliştirme teknik faaliyetleri. - Pazarlama faaliyetleri. - Teknik faaliyetleri.	n=142
Souder ve diğerleri (1997)	- Yeni ürün geliştirme sürecinde pazarlama faaliyetlerinin yeterliliği. - Yeni ürün geliştirme sürecinde teknik faaliyetlerin yeterliliği. - Pazarlama becerileri (piyasa hakkında bilgi).	n=150
Griffin (1997)	- Profesyonel bir yeni ürün geliştirme sürecinin olması.	n=383
Balbontin ve diğerleri (1999)	- İyi proje geliştirme ve tasarım etkinlikleri. - Müşteri beklentileri hakkında doğru pazar tahminleri ve öngörüler.	n=208
Cooper ve Kleinschmidt (2007)	- Yüksek kalitede yeni ürün geliştirme süreci. - İyi tanımlanmış yeni ürün stratejisi. - Yeni ürün geliştirme için Ar-Ge harcaması. - Yeterli insan ve para kaynakları. - Yüksek kaliteli yeni ürün geliştirme proje ekipleri. - Yeni ürüne üst düzey yönetim desteği. - Yenilikçi bir iklim ve kültür. - Fonksiyonlar arası proje ekiplerinin kullanımı. - Yeni ürün sonuçları için üst yönetim sorumluluğu.	n=161
Mu ve diğerleri (2007)	- Ürünün rekabetçi ve ikame edilebilir olması. - Pazar kapasitesi ve duyarlılığı. - Yönetimsel ve finansal kapasite.	n=74
Kachouie ve Sedighadel (2015)	- Girişimci yönelimli üst yönetim. - Firma yapısı. - Girişimci dinamik ve fırsat temelli bir stratejinin uygulanması. - Önceki yeni ürün geliştirme projelerinin sonuçları hakkında bilginin araştırılması ve paylaşılması. - Son aşamada ve seri üretim öncesi geri bildirimlerin sağlanması ve analizi. - Yeni ürünü piyasaya sürmek için doğru zamanı belirlemek.	n=289
Segura ve diğerleri (2016)	- Müşteri ve son kullanıcı ilişkileri. - Proje yönetimi ve ortamı.	n=29
Nam ve diğerleri (2017)	- İşletmelerin inovasyon konusunda farkındalığı. - Yenilik stratejisi ve politikası. - İşletmede inovasyon uygulaması. - İnovasyon için insan kaynakları. - İşletmede inovasyon için kapasite geliştirme.	n=275
Almeida ve diğerleri (2020)	- Projeler ve firmanın önceliklerinin birbirine bağlı olması. - Güçlü iş planı oluşturulması. - Müşteri/kullanıcı iştirahı. - Gerçekçi beklentiler oluşturulması. - Yeterli bütçe.	n=98



- *Müşteriye Danışılması*: Bu kavram, tüm paydaşlar ile etkili iletişim, danışma ve aktif dinleme olarak tanımlanabilir. Yeni ürün geliştirme süreçlerinde müşteri, yeni ürün geliştirme projesinin çeşitli unsurlarına etkin bir şekilde katkıda bulunmakta ve iş birliğine dayalı bir yeni ürün geliştirme süreci izlenmektedir (O'Hern ve Rindfleisch, 2009).
- *Personel*: Proje ekibi için gerekli personel alımı, seçimi ve eğitimi olarak tanımlanabilir; çünkü inovasyon firmada çalışan personelin yetenek ve bilgi birikimi ile gerçekleşmektedir (Sawang ve Unsworth, 2011).
- *Teknik Görevler*: Belirli teknik işlem adımlarını gerçekleştirmek için gereken teknoloji ve uzmanlığın mevcudiyeti olarak tanımlanabilir (Pinto ve Slevin, 1989).
- *Müşteri Kabulü*: Ürünün son halini kullanıcılarına göre "ayarlar" faaliyetidir. Hem planlama hem de sonlandırma aşamalarında müşteri kabulü gereklidir (Pinto ve Slevin, 1989).
- *İzleme ve Geri Dönüş*: Uygulama sürecinde her aşamada kapsamlı kontrol bilgilerinin, geri dönüşlerin zamanında sağlanması gerekmektedir. Yeni ürün geliştirme projesi izleme ve performans ölçülerinin, organizasyon kültürü ve felsefesiyle uyumlu olması gerekmektedir (Werner ve Souder, 1997).
- *İletişim*: Proje uygulamasındaki tüm kilit aktörlere uygun bir ağ ve gerekli verilerin sağlanması olarak tanımlanabilir. Departmanlar arasında ve müşteri ile tüm bilgilerin bu ağ yapısı ile eksiksiz paylaşılması, yeni ürün geliştirme projelerinde başarı için önemli bir faktör olarak tanımlanmaktadır (Chiocchio, 2007).
- *Problem Çözme/Sorun Giderme*: Beklenmedik krizleri ve plandan sapmaları ele alma ve sorunları çözme yeteneği olarak tanımlanabilir. Literatürde belirtildiği gibi yeni ürün geliştirme başarısının anahtarı, ürün geliştirme sürecinin çok erken aşamalarında problemlerin tanımlanma ve çözülmesidir (Thomke ve Fujimoto, 2000).

Literatür taraması sonucu farklı sektörlerde yeni ürün geliştirme sürecinde farklı kritik başarı faktörlerinin ön plana çıktığı görülmektedir. Bu bağlamda, Pinto ve Slevin'in 1989 yılındaki çalışması, kritik başarı faktörlerinin araştırıldığı diğer anket uygulamalı çalışmalara göre Türk savunma ve havacılık sektöründe yapılacak anket çalışması için daha uygun bulunmuştur. Bunun nedeni araştırma katılımcılarının çoğunlukla devletin tek müşteri olduğu uçak imalatı, nükleer araştırmalar, petrol ve havacılık gibi sektörlerden olmasıdır. Bu sektörlerde yeni ürün geliştirmeyi etkileyen faktörlerden pazarlama faaliyetleri diğer sektörlerde nazaran daha az önemlidir. Savunma ve havacılık projelerinde önemli olan hâlihazırda tek müşteri olan devletin isteklerini karşılar bir ürünün geliştirilebilmesidir. Literatür taraması sonucunda, Pinto ve Slevin'in çalışmalarında özellikle vurguladığı, Cooper ve Kleinschmidt gibi kritik başarı faktörü akımının öncüleri tarafından da ifade edilen kritik başarı faktörleri ve bunların proje performansına etkileri tespit edilerek 3. bölümde yer alan hipotezler ve model geliştirilmiştir.

### 3. AR-GE PROJELERİNDEKİ KRİTİK BAŞARI FAKTÖRLERİNİN ALGILANAN PROJE PERFORMANSI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN SAVUNMA ve HAVACILIK SEKTÖRÜNDE İNCELENMESİ

Bu bölümde, yeni ürün geliştirme projelerini etkileyen kritik başarı faktörleri ile algılanan proje performansı arasındaki ilişki savunma ve havacılık sanayisi sektöründe faaliyet gösteren bir firmada incelenmiş ve geliştirilen hipotezler IBM SPSS 22 yazılımı kullanılarak test edilmiştir.

#### 3.1. Çalışmanın Amacı, Kapsam ve Yöntemi

Literatürde yeni ürün geliştirmeyi etkileyen birçok faktör geçmektedir. Bu faktörlerin değerlendirilmesi sonucu, yeni ürün geliştirme proje yöneticisi insan, zaman ve ekonomik kaynaklarını daha etkili kullanabilecektir. Proje yöneticisi, vaktini daha verimli şekilde kullandığı için önemli sorunlar daha çıkmadan gerekli önlemler alınabilecektir. Türkiye'de ekonomik olarak en büyük hacimli yeni ürün geliştirme projeleri savunma sanayisinde gerçekleştirilmektedir. Türkiye'de ürün geliştirmeyi etkileyen kritik başarı faktörleri üzerine çeşitli çalışmalar yapılsa da Türk savunma ve havacılık sanayisine özel olarak kritik başarı faktörleri ve algılanan proje performansı arasındaki ilişkiyi inceleyen bir çalışmaya literatürde bilinebildiği kadarı ile rastlanmamaktadır. Türk savunma ve havacılık sanayisindeki projelerdeki algılanan proje performansını etkileyen kritik başarı faktörlerinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu çalışma literatürdeki bu boşluğun doldurulması hususunda faydalı olacağı düşünülmektedir.

Bu çalışmanın amacı, literatür taramasında belirlenen on kritik başarı faktörü algısının, algılanan proje performansı üzerindeki etkilerini Türk savunma ve havacılık sanayisinde incelemektir. Bu nedenle yapılan çalışmanın hipotezleri şu şekilde belirlenmektedir:

*Hipotez 1*: Yeni ürün geliştirme projelerinde proje misyonu ve algılanan proje performansı arasında olumlu ve anlamlı bir ilişki vardır.

*Hipotez 2*: Yeni ürün geliştirme projelerinde üst yönetim desteği ve algılanan proje performansı arasında olumlu ve anlamlı bir ilişki vardır.

*Hipotez 3:* Yeni ürün geliştirme projelerinde proje takvim ve planları ve algılanan proje performansı arasında olumlu ve anlamlı bir ilişki vardır.

*Hipotez 4:* Yeni ürün geliştirme projelerinde müşteriye danışılması ve algılanan proje performansı arasında olumlu ve anlamlı bir ilişki vardır.

*Hipotez 5:* Yeni ürün geliştirme projelerinde personel ve algılanan proje performansı arasında olumlu ve anlamlı bir ilişki vardır.

*Hipotez 6:* Yeni ürün geliştirme projelerinde teknik görevler ve algılanan proje performansı arasında olumlu ve anlamlı bir ilişki vardır.

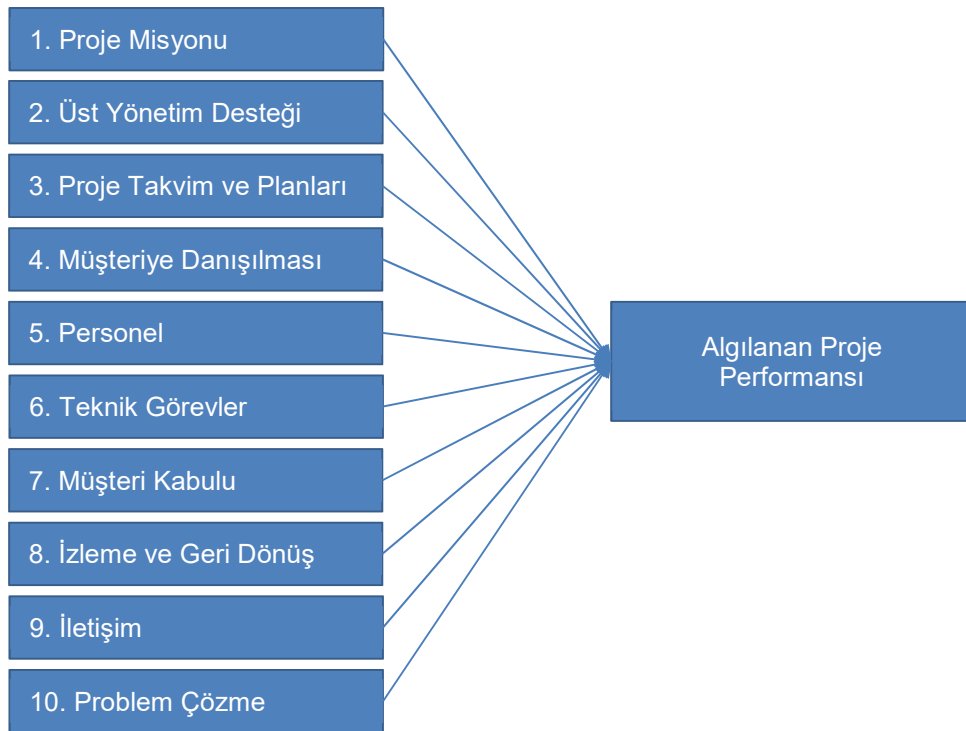
*Hipotez 7:* Yeni ürün geliştirme projelerinde müşteri kabulü ve algılanan proje performansı arasında olumlu ve anlamlı bir ilişki vardır.

*Hipotez 8:* Yeni ürün geliştirme projelerinde izleme ve geri dönüş ve algılanan proje performansı arasında olumlu ve anlamlı bir ilişki vardır.

*Hipotez 9:* Yeni ürün geliştirme projelerinde iletişim ve algılanan proje performansı arasında olumlu ve anlamlı bir ilişki vardır.

*Hipotez 10:* Yeni ürün geliştirme projelerinde problem çözme ve algılanan proje performansı arasında olumlu ve anlamlı bir ilişki vardır.

Bir sonraki bölümde bu hipotezleri havacılık sektöründe bir uygulama ile test edilecektir. Araştırma modelimiz aşağıda Şekil 1’de gösterilmektedir.



**Şekil 1. Araştırma modeli**

Uygulama, bir havacılık ve savunma sanayi şirketine çalışan tasarım mühendisleri üzerinde yapılmıştır. Bu uygulamaya katılan kişilerin hepsi en az üniversite mezunudur. Hava aracı tasarım projelerindeki tecrübeleri 1 ile 25 yıl arasında değişmektedir.

Uygulama aşamasında, “Project Implementation Profile” ölçeği kullanılmıştır (Pinto ve Slevin, 1989). Bu anket ile literatürde bulunan 10 kritik başarı faktörü 5’er soru ile ölçülmektedir. Ayrıca, algılanan proje performansı 12 soru ile ölçülmektedir. Dolayısıyla anket toplamda 62 soru içermektedir. Araştırma kapsamında kullanılan ölçekte yer alan İngilizce sorular, etkin bir yöntem olan ikili çeviri yöntemli ile (Mcgorry, 2000) önce Türkçeye daha sonra tekrar İngilizceye çevrilmiş ve veriler yüz yüze toplanmıştır. Bir havacılık ve savunma şirketi bünyesinde çalışan tasarım mühendislerinin bu ankette yer alan sorulara “tamamen katılmıyorum” ve “tamamen katılıyorum” arasında, Likert ölçeğinde 1’den 7’ye kadar olan seçeneklerden bir tanesini işaretlemeleri istenmiştir. Daha sonra güvenilirlik ve geçerlilik analizleri ve çoklu regresyon analizi ile 10 kritik başarı faktörü ve algılanan proje performansı arasındaki ilişki incelenmiştir.

### 3.2. Pilot Çalışma

Veri toplama yöntemi anket olduğundan, bu işlemden önce pilot çalışma ile anketin güvenilirliğinin belirlenmesi gerektiği için (Saunders ve diğerleri, 2012; 139) anket 30 kişilik bir gruba uygulanmıştır. Pilot çalışmaya ait tanımlayıcı istatistik verileri Tablo 2'de yer almaktadır.

**Tablo 2. Pilot çalışmadaki soru maddelerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler**

<i>Sorular</i>	<i>Ortalama</i>	<i>SS</i>	<i>Sorular</i>	<i>Ortalama</i>	<i>SS</i>
Soru 1	5,53	1,25	Soru 32	5,13	1,33
Soru 2	4,80	1,13	Soru 33	5,03	1,30
Soru 3	5,70	1,06	Soru 34	5,43	1,22
Soru 4	5,57	1,38	Soru 35	4,90	1,30
Soru 5	5,70	1,12	Soru 36	4,40	1,63
Soru 6	4,83	1,23	Soru 37	4,30	1,76
Soru 7	4,60	1,33	Soru 38	4,40	1,52
Soru 8	4,57	1,30	Soru 39	3,87	1,70
Soru 9	4,50	1,70	Soru 40	4,13	1,63
Soru 10	4,47	1,38	Soru 41	4,80	1,32
Soru 11	4,07	1,36	Soru 42	5,10	1,24
Soru 12	4,40	1,83	Soru 43	4,03	1,52
Soru 13	4,97	1,38	Soru 44	4,40	1,52
Soru 14	4,27	1,57	Soru 45	4,37	1,43
Soru 15	3,97	1,47	Soru 46	4,50	1,48
Soru 16	4,90	1,42	Soru 47	4,17	1,68
Soru 17	5,30	1,32	Soru 48	4,73	1,26
Soru 18	5,13	1,14	Soru 49	4,50	1,80
Soru 19	5,13	1,31	Soru 50	4,60	1,35
Soru 20	5,37	1,25	Soru 51	4,00	1,68
Soru 21	5,20	1,06	Soru 52	4,07	1,46
Soru 22	4,63	1,77	Soru 53	5,13	1,33
Soru 23	3,97	1,94	Soru 54	5,43	1,17
Soru 24	4,00	2,02	Soru 55	5,27	1,23
Soru 25	3,97	1,88	Soru 56	4,90	1,35
Soru 26	4,63	1,40	Soru 57	5,37	1,35
Soru 27	5,03	1,40	Soru 58	4,63	1,87
Soru 28	4,90	1,45	Soru 59	4,87	1,36
Soru 29	4,87	1,55	Soru 60	5,23	1,30
Soru 30	5,13	1,25	Soru 61	5,47	1,28
Soru 31	4,97	1,33	Soru 62	5,57	1,10

SS: Standart Sapma

Anketin güvenilir olduğunun söylenebilmesi için güvenilirlik katsayısı olan Cronbach Alfa ( $\alpha$ ) katsayısının 0,70'ten büyük olması gerekmektedir (Saunders ve diğerleri, 2012; 367). Pilot çalışmada, 62 sorudan oluşan anket formunun güvenilirlik katsayısının 0,70'ten büyük olup olmadığı kontrol edilmiştir. Elde edilen Cronbach alfa katsayısı 0,981 olarak bulunduğundan anketin güvenilir olduğu söylenebilir. Bununla beraber, soru bazında maddelerin güvenilirliğini incelemek için düzeltilmiş madde-toplam korelasyon katsayısı değerleri (Corrected Item-Total Correlation) hesaplanmıştır. Düzeltilmiş madde-toplam korelasyon katsayısının 0,30 ve üzerinde olması gerektiğinden, düzeltilmiş madde-toplam korelasyon katsayısının 0,30 ve altında olan soruların düzeltilmesi veya anketten çıkartılması gerekmektedir (Saunders ve diğerleri, 2012; 451). Tablo 3'te görüleceği üzere, sorulara ait korelasyon katsayılarının tümünün 0,30'dan yukarı olması nedeni ile ilave bir işlem yapılmamıştır ve asıl anket uygulamasına geçilmiştir.

**Tablo 3. Anket soru maddeleri düzeltilmiş korelasyon katsayıları**

<i>Sorular</i>	<i>Düzeltilmiş Madde Korelasyonu</i>	<i>Madde Silindiğindeki <math>\alpha</math></i>	<i>Sorular</i>	<i>Düzeltilmiş Madde Korelasyonu</i>	<i>Madde Silindiğindeki <math>\alpha</math></i>
Soru 1	0,588	0,980	Soru 32	0,616	0,980
Soru 2	0,731	0,980	Soru 33	0,512	0,981
Soru 3	0,376	0,981	Soru 34	0,499	0,981
Soru 4	0,712	0,980	Soru 35	0,620	0,980
Soru 5	0,661	0,980	Soru 36	0,799	0,980
Soru 6	0,742	0,980	Soru 37	0,753	0,980
Soru 7	0,809	0,980	Soru 38	0,692	0,980
Soru 8	0,759	0,980	Soru 39	0,800	0,980
Soru 9	0,677	0,980	Soru 40	0,758	0,980
Soru 10	0,649	0,980	Soru 41	0,681	0,980
Soru 11	0,539	0,980	Soru 42	0,675	0,980
Soru 12	0,729	0,980	Soru 43	0,652	0,980
Soru 13	0,733	0,980	Soru 44	0,664	0,980
Soru 14	0,809	0,980	Soru 45	0,765	0,980
Soru 15	0,732	0,980	Soru 46	0,677	0,980
Soru 16	0,478	0,981	Soru 47	0,665	0,980
Soru 17	0,499	0,981	Soru 48	0,818	0,980
Soru 18	0,341	0,981	Soru 49	0,729	0,980
Soru 19	0,520	0,981	Soru 50	0,663	0,980
Soru 20	0,419	0,981	Soru 51	0,756	0,980
Soru 21	0,573	0,980	Soru 52	0,689	0,980
Soru 22	0,427	0,981	Soru 53	0,799	0,980
Soru 23	0,673	0,980	Soru 54	0,665	0,980
Soru 24	0,621	0,980	Soru 55	0,660	0,980
Soru 25	0,791	0,980	Soru 56	0,718	0,980
Soru 26	0,737	0,980	Soru 57	0,714	0,980
Soru 27	0,759	0,980	Soru 58	0,789	0,980
Soru 28	0,595	0,980	Soru 59	0,780	0,980
Soru 29	0,648	0,980	Soru 60	0,750	0,980
Soru 30	0,733	0,980	Soru 61	0,711	0,980
Soru 31	0,483	0,981	Soru 62	0,752	0,980

### 3.3. Savunma ve Havacılık Sektöründe Bir Uygulama

Anket toplamda 211 tasarım mühendisi tarafından yüz yüze görüşülerek ve 15 gün ara ile iki farklı zamanda doldurulmuştur. Verilerin yüz yüze toplanmasına rağmen çalışmada eksik veriler mevcuttur. Analizlere başlanmadan önce eksik veriler analiz edilmiş ve veri setini bozacak çoklukta eksiklik görülmemiştir. Bununla birlikte, eksik verileri tamamlama konusunda üzerinde karar birliğine varılmış yegâne bir metot bulunmadığından (Tabachnick ve Fidell, 2015) eksik alanlar, verinin kategorik veya sürekli olmasına göre aritmetik ortalaması veya medyan ile doldurulmuştur. Tablo 4'te, demografik verilerden yaş aralığı, eğitim ve tecrübe gibi eksik veri içeren alanlar bulunmakla birlikte, anket içindeki sorulara verilen cevaplarda bulunan eksiklikler aritmetik ortalama ile doldurulmuştur.

**Tablo 4. Demografik eksik verilere dair özet tablo**

<i>Veri Alanı</i>	<i>Sıklık</i>	<i>Eksik</i>	<i>Yüzde</i>	<i>Yöntem</i>
Yaş Aralığı	204	7	%3,3	Medyan
Eğitim	204	7	%3,3	Medyan
Tecrübe	200	11	%5,2	Ortalama

Araştırma kapsamında veri toplanması amacıyla anket yöntemi dâhilinde toplanan veriler incelendiğinde, katılımcılara dair tanımlayıcı istatistikî bilgiler Tablo 5'te yer almaktadır. Buna göre, katılımcıların %84'ü (178) erkek ve %16'sı (33) kadındır. Ayrıca katılımcıların çoğunluğu (%61,2) lisans mezunu iken, yüksek lisans (%37,1) ve doktora (%1,7) mezunları da mevcuttur.

**Tablo 5. Katılımcılara ait tanımlayıcı istatistiksel bilgiler**

Eğitim Durumu	Cinsiyet					
	Erkek			Kadın		
	Sıklık	(%)	Toplam (%)	Sıklık	(%)	Toplam (%)
Lisans	109	61,2	51,7	23	69,7	10,9
Yüksek Lisans	66	37,1	31,3	10	30,3	4,7
Doktora	3	1,7	1,4	-	-	-
Toplam	178	100,0	84,4	33	100,0	15,6

Katılımcıların çalışma tecrübeleri incelendiğinde, Tablo 6'da görüleceği üzere, çoğunluğun (122 kişi) kurumdaki çalışma süresi açısından ilk 5 yıl içinde olduğu söylenebilir. 15 yılın üzerinde tecrübesi bulunan 5 kişi bulunmaktadır.

**Tablo 6. Katılımcıların çalışma tecrübe süreleri (Yıl)**

Tecrübe (Yıl)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16	17	24	25	Toplam
Erkek	55	20	13	12	25	3	3	8	10	10	5	8	2	1		1	1	1	<b>178</b>
Kadın	8	7	3	4	1	1	1	3	2			2			1				<b>33</b>
Toplam	63	27	16	16	26	4	4	11	12	10	5	10	2	1	1	1	1	1	<b>211</b>

Daha sonra, bağımlı ve bağımsız değişkenlerin her birinin uç değerlere sahip olup olmadığı SPSS tanımlayıcı istatistik analizleri ile gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, aşırı uç değerlere rastlanılmadığı için verinin normal dağılıma uyup uymadığına bakılarak analiz öncesi hazırlıklara devam edilmiştir.

Normal dağılımın incelenmesinde en katı yaklaşımlardan biri veriyi Kolmogorov-Smirnov (N>30) veya Shapiro-Wilk (N<30) testlerine tabi tutmak şeklinde yaygın bir görüş mevcuttur. Ancak, bu testlerin sosyal bilimler alanı ve Likert ölçekleri için oldukça katı olduğunu ve büyük örneklerde geçerli sonuçlar vermediğini dikkate almak gerekmektedir (Tabachnick ve Fidell, 2015; 81). Bu nedenle, Tabachnick ve Fidell'e göre (2015) yaygın kabul gören bir başka yaklaşım çerçevesinde, verinin çarpıklık ve basıklık değerlerinin, kendi standart hatasına bölünmesi ile elde edilen değerler dikkate alınmıştır. Bu maksatla veriler, çarpıklık değerleri (skewness) ve basıklık değerleri (kurtosis) testleri ile analiz edilmiştir. Tablo 7'de yer alan sorulara dair basıklık ve çarpıklık değerlerinin  $\pm 1,5$  aralığı içinde ve parametrik analizler için yeterli normalliğe sahip olduğu görülmüştür (Hair, Black, Babin ve Anderson, 2014).

### 3.3.2. Korelasyon Analizi Sonuçları

Çalışma kapsamında incelenen değişkenler arasındaki ilişkilerin varlığının ve yönünün belirlenebilmesi amacıyla çoklu korelasyon analizi yapılmıştır ve elde edilen sonuçlar Tablo 9'da yer almaktadır. Korelasyon katsayıları +1'e yaklaştıkça pozitif yönlü bir ilişki ve -1'e yaklaştıkça negatif yönlü bir ilişki söz konusu olmakla birlikte, katsayının değerine göre  $\pm 0,3$ 'ten düşük değerler zayıf,  $\pm 0,3$  ile  $\pm 0,7$  arasındaki değerler orta ve  $\pm 0,7$  ile  $\pm 1$  arasındaki değerler pozitif veya negatif yönde güçlü bir ilişkiyi ifade etmektedir (Gürbüz ve Şahin, 2018; 261). Ayrıca yine Tablo 9'da değişkenlerin Cronbach alfa ( $\alpha$ ) yöntemi ile elde edilen güvenilirlik değerleri bulunmaktadır. Bu yöntem, ölçekte yer alan k sorunun homojen bir yapı gösteren bir bütünü ifade edip etmediğini araştırmakla beraber 0 ile 1 arasında değer alan bir katsayıdan oluşmaktadır (Field, 2009; 647). Bu değer yorumlanmasında 0,60 ila 0,80 arasındaki değerler ölçeğin güvenilir olduğunu gösterirken 0,80 ila 1,00 arasındaki değerler ölçeğin yüksek derecede güvenilir olduğunu göstermektedir (Field, 2009; 647). Buna göre ölçekler incelendiğinde, tüm değerlerin yüksek güvenilirliğe sahip olduğu söylenebilir.

Değişkenler arasındaki korelasyon ilişkisi incelendiğinde, %99 güven aralığı içinde istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Sorun giderme ve algılanan proje performansı arasında (0,753) ile ilişkinin güçlü ve olumlu yönde olduğu görülmektedir. Yeni ürün geliştirme sürecinde çıkan sorunlar giderildikçe algılanan proje performansının artacağı düşünülmektedir. Süreç içinde yer alan farklı personel ve departmanlar arası iletişimin artmasının da sorunların çözülmesinde yardımcı olacağı düşünülmektedir. Sorun giderme ve iletişim arasında (0,770) olarak çıkan ilişki de bunu destekler şekilde güçlü ve olumlu çıkmıştır. İletişim ve izleme, geri besleme arasında (0,776) ile güçlü ve olumlu bir ilişki bulunmuştur. İletişim kalitesi ve yolları arttıkça ürün geliştirme sürecinin izleme ve geri besleme faaliyetlerinin de bundan olumlu yönde etkilenmesi olasıdır. Ayrıca, sorun giderme ve teknik görevler arasında (0,722), sorun giderme ve personel arasında (0,748) ile güçlü ve olumlu ilişki bulunmuştur. Sorunlar giderildikçe teknik görev başarısının arttığı ve personelin daha güçlü tecrübeler edinerek başarısını artırdığı düşünülmektedir. İzleme ve geri besleme faaliyetlerinin proje takvimini izleme konusunda daha disiplinli davranılmasını sağladığı düşünülmektedir ki; bu fikri destekleyecek şekilde izleme, geri besleme ve proje takvimi/planı arasında (0,763) ile güçlü ve olumlu yönde ilişki tespit edilmiştir.

**Tablo 8. On faktörlü ölçeğin Keşfedici Faktör Analiz (KFA) sonuçları**

Madde	Faktörler ve Yük Değerleri									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
s1	0,741									
s2	0,634									
s3	0,743									
s4	0,572									
s5	0,78									
s6		0,778								
s7		0,813								
s8		0,704								
s9		0,651								
s10		0,694								
s11			0,825							
s12			0,549							
s13			0,446							
s14			0,598							
s15			0,574							
s16				0,839						
s17				0,831						
s18				0,741						
s19				0,778						
s20				0,645						
s21					0,504					
s23					0,704					
s24					0,672					
s25					0,295					
s27						0,52				
s28						0,722				
s29						0,824				
s30						0,594				
s31							0,507			
s32							0,693			
s33							0,746			
s34							0,687			
s35							0,687			
s36								0,306		
s37								0,497		
s38								0,552		
s39								0,369		
s40								0,381		
s41									0,672	
s42									0,726	
s43									0,797	
s44									0,771	
s45									0,549	
s46										0,37
s48										0,411
s49										0,643
s50										0,662

KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) Örneklem Yeterlilik Ölçüm Sonucu: 0,942; Barlett Küresellik Test Sonucu:  $\chi^2$  (1081) = 7787,145  $p < ,001$ ; Toplam Açıklanan Varyans: 74,012; Çıkarım Metodu: Temel Bileşenler Analizi; Rotasyon Metodu: Varimax with Kaiser Normalization.

**Tablo 9. Değişkenlere Dair Güvenilirlik ve Korelasyon Analiz Sonuçları**

Değişkenler	$\alpha$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1- Proje Misyonu	0,861	1										
2- Üst Yönetim Desteği	0,922	0,525	1									
3- Proje Takvimi/Planı	0,893	0,473	0,670	1								
4- Müşteri Konsültasyonu	0,885	0,427	0,314	0,350	1							
5- Personel	0,838	0,489	0,666	0,700	0,310	1						
6- Teknik Görevler	0,895	0,578	0,639	0,549	0,375	0,700	1					
7- Müşteri Kabulü	0,863	0,525	0,444	0,457	0,631	0,463	0,541	1				
8- İzleme ve Geri Bildirim	0,897	0,502	0,664	0,763	0,398	0,701	0,588	0,579	1			
9- İletişim	0,903	0,514	0,649	0,690	0,392	0,669	0,637	0,478	0,776	1		
10- Sorun Giderme	0,831	0,570	0,699	0,690	0,368	0,748	0,722	0,469	0,702	0,770	1	
11- Proje Performansı	0,930	0,694	0,625	0,599	0,459	0,638	0,687	0,611	0,643	0,664	0,753	1

\* Korelasyonlar %99 güven aralığı içinde istatistiksel olarak anlamlıdır (çift kuyruk).

### 3.3.3. Regresyon Analizi Sonuçları

Korelasyon analizinden sonra değişkenler arasındaki nedenselliği sorgulayabilmek amacıyla regresyon analiz aşamasına geçilmesine karar verilmiştir. Bağımlı değişken üzerinde bağımsız değişkenlerin etkisini inceleyebilmek amacıyla çoklu regresyon analizi yapılmıştır. Bu analizin temel varsayımı, bağımlı değişken ile bağımsız değişkenler arasında doğrusal bir ilişki olduğunu varsaymakla beraber bağımsız değişkenler arasında güçlü bir korelasyon ilişkisinin varlığı çoklu eş doğrusallık (multicollinearity) problemi yaratabilmektedir (Gürbüz ve Şahin, 2018; 264).

Regresyon analiz sonuçları, Tablo 10'dadır. Bu değerlerden,  $R^2$  bağımlı değişkendeki değişim miktarının, regresyon modelindeki bağımsız değişkenler tarafından ne düzeyde açıklandığını, regresyon modelinin sunduğu tahminin ne kadar güçlü olduğunu ifade etmektedir. F testi regresyon modelinin anlamlı olup olmadığını belirtmektedir.  $\beta$  değeri bağımsız değişkenlerin bağımlı üzerindeki etkisini göstermekle beraber tahmin değişkenindeki 1 birim standart sapmalı değişikliğin, bağımlı değişken üzerinde ne kadarlık bir değişime yol açacağını ifade etmektedir.  $\beta$  değeri regresyon denkleminin katsayılarını açıklamaktadır. Çoklu doğrusallık analizinin yapılabilmesi için regresyon analizinde VŞÇ (Varyans Şişirme Çarpanı) değerlerine bakılmaktadır. VŞÇ değerinin 10'dan büyük olması değişkenler arasında çoklu bağlantı sorunu olabileceğini söylemektedir (Gujarati, 2006; 137). Tolerans değeri bağımsız değişkenler arasındaki çoklu bağlantıya işaret etmekle beraber, bu değer 0,2'den küçük olması, değişkenler arasındaki çoklu bağlantı sorunu olabileceğine işaret eder (Gürbüz ve Şahin, 2018; 265). Çoklu regresyon analiz sonuçları %95 güven aralığı içinde istatistiksel olarak anlamlıdır ( $F_{(10,200)}=50,374$ ,  $p<0,01$ ).  $R^2$  değeri 0,716'dır. Bu sonuç, bağımlı değişken olan algılanan proje performansındaki %71,6 oranındaki değişimin regresyon modeline dahil edilen değişkenler tarafından açıklandığını göstermektedir. Ancak, Tablo 10'da yer alan Beta katsayıları incelendiğinde sadece "proje misyonu" ( $\beta=,284$ ,  $t=5,440$ ,  $p<0,01$ ), "müşteri kabulü" ( $\beta=,197$ ,  $t=3,169$ ,  $p<0,01$ ) ve "sorun giderme" ( $\beta=,288$ ,  $t=4,604$ ,  $p<0,01$ ) değişkenlerinin regresyon modelinde istatistiksel olarak anlamlı bir katkısı olduğu söylenebilmektedir.

**Tablo 10. Çoklu regresyon analiz sonuçları**

Değişkenler	B	Standart Hata	$\beta$	t	Anlamlılık Düzeyi
(Sabit)	0,293	0,258		1,137	0,257
1. Proje Misyonu	0,284	0,052	0,277	5,440	0,000
2. Üst Yönetim Desteği	0,024	0,046	0,032	0,529	0,597
3. Proje Takvimi/Planı	0,009	0,054	0,011	0,167	0,867
4. Müşteriye Danışılması	0,019	0,050	0,019	0,385	0,701
5. Personel	0,013	0,050	0,018	0,265	0,791
6. Teknik Görevler	0,076	0,052	0,093	1,463	0,145
7. Müşteri Kabulü	0,197	0,062	0,183	3,169	0,002
8. İzleme ve Geri Bildirim	0,008	0,061	0,010	0,128	0,898
9. İletişim	0,045	0,055	0,057	0,810	0,419
10. Sorun Giderme	0,288	0,063	0,342	4,604	0,000

Bağımlı Değişken: Algılanan Proje Performansı;  $F(10,200)=50,374$ ,  $p<0,01$ ,  $R^2=0,716$ .

Bununla beraber, bağımsız değişkenlerden biri modelden çıkarıldığında anlamlı olmayan değişkenler anlamlı hale gelebileceği için (Gürbüz ve Şahin, 2018; 290) anlamlı olmayan p değerine sahip değişkenler katsayı büyüklüklerine göre sırasıyla modelden çıkarılarak çoklu regresyon analizi yeniden yapılmıştır. Sorun giderme, proje misyonu, müşteri kabulü ve teknik görevler harici bağımsız değişkenler modelden çıkarıldığında teknik görevler değişkeninin de bağımlı değişkeni istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde etkilediği görülmüştür.

Nihai çoklu regresyon analizi sonucunda, Tablo 11’de “proje misyonu” ( $\beta=,293$ ,  $t=5,757$ ,  $p<0,1$ ), “teknik görevler” ( $\beta=,090$ ,  $t=1,899$ ,  $p<0,5$ ), “müşteri kabulü” ( $\beta=,223$ ,  $t=4,440$ ,  $p<0,1$ ) ve “sorun giderme” ( $\beta=,348$ ,  $t=7,341$ ,  $p<0,1$ ) değişkenlerinin bağımlı değişkeni istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde etkilediği görülmüştür. Çoklu regresyon analiz sonuçları istatistiksel olarak anlamlıdır ( $F_{(4,206)}=127,553$ ,  $p<,01$ ).  $R^2$  değeri 0,712’dir. Bu sonuç, algılanan proje performansındaki %71,2 oranındaki değişimin regresyon modelinde kalan değişkenler tarafından açıklandığını göstermektedir. Bağımsız değişkenlerden “teknik görevlerin” etkisi, 0,054 p değeri ile %95 güven aralığının çok az dışına çıkmaktadır. Bu noktada, sosyal bilim araştırmalarında genellikle %99, %95 ve %90 güven aralıklarının kullanıldığı düşünülürken (Gliner ve diğerleri, 2017) ve sabit ve değişmez bir anlamlılık düzeyine bağlı kalmaya gerek olmaması nedeniyle (Field, 2009; 648) elde edilen değer araştırma dâhilinde kabul edilebileceği değerlendirilmiştir. Tablo 11’de yer alan VŞÇ ve tolerans değerlerine bakıldığında, tolerans değeri kritik değerden ( $1-R^2$ ) küçükse çoklu eş doğrusallık problemi mevcut demektir (Field, 2009; 242). Modele ait  $R^2$  değeri 0,712 olduğundan tolerans kıyas değeri ( $1-0,712$ ) 0,288’dir. Değişkenlere ait tolerans değerleri incelendiğinde, tümünün bu değer üzerinde olduğu görülmüştür. Ayrıca, bazı kaynaklarda (Field, 2009; 242) tolerans değerleri yerine VŞÇ değerlerinin incelenmesi gerektiği ve bu değer 10 veya 5’in altında olmasını kabul edilebilir bir kıstas olduğu değerlendirilmektedir. Bu nedenle kurulan nihai çoklu regresyon modelinde çoklu eş doğrusallık problemi olmadığı görülmüştür.

**Tablo 11. Çoklu regresyon analizi nihai sonuçları**

Değişkenler	B	Standart Hata	$\beta$	t	Anlamlılık Düzeyi	Tolerans	VŞÇ
(Sabit)	0,308	0,245		1,257	0,210		
Proje Misyonu	0,293	0,051	0,286	5,757	0,000	0,567	1,765
Teknik Görevler	0,090	0,048	0,111	1,899	0,054	0,409	2,445
Müşteri Kabulü	0,223	0,050	0,208	4,440	0,000	0,638	1,568
Sorun Giderme	0,348	0,047	0,413	7,341	0,000	0,442	2,263

Bağımlı Değişken: Algılanan Proje Performansı;  $F(4,206)=127,553$ ,  $p<,01$ ,  $R^2=0,712$ .

Sonuç olarak, algılanan proje performansının bağımlı değişken olduğu ve 10 faktörlü bağımsız değişken ölçeği nedenselliği çerçevesinde algılanan proje performansını etkileyen en önemli faktörlerin sırasıyla “sorun giderme” ve “proje misyonu” olmasıyla beraber proje performansında “müşteri kabulü” ve “teknik görevler” değişkenlerinin de etkili olduğu belirtilebilir. 1, 6, 7 ve 10 numaralı hipotezler analiz sonuçları ile desteklenmektedir. Tüm bu sonuçlar, Tablo 12’de özetlenmektedir.

**Tablo 12. Hipotezlere ilişkin sonuç tablosu**

Hipotezler	Hipotez sonuçları
Hipotez 1	Kabul edilmiştir.
Hipotez 2	Kabul edilmemiştir.
Hipotez 3	Kabul edilmemiştir.
Hipotez 4	Kabul edilmemiştir.
Hipotez 5	Kabul edilmemiştir.
Hipotez 6	Kabul edilmiştir.
Hipotez 7	Kabul edilmiştir.
Hipotez 8	Kabul edilmemiştir.
Hipotez 9	Kabul edilmemiştir.
Hipotez 10	Kabul edilmiştir.

#### 4. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Yöneticilerin süreci etkileyen kritik başarı faktörlerini izlemesi, gerekli iyileştirmeleri yapması ve çıkabilecek sorunlar için önceden önlem alınması, yeni ürünün başarılı şekilde, planlanan takvim ve bütçe içinde geliştirilmesini sağlamaktadır. Ayrıca, proje yöneticilerinin başarı faktörleri ve performans etkilerini kontrol edebilmeleri, proje kaynaklarının daha verimli kullanılması ve projede oluşabilecek darboğazları önlemelerinde etkili olacaktır.

Bu çalışmanın amacı, Türk savunma ve havaçılık sanayisinde algılanan kritik başarı faktörlerinin (proje misyonu, üst yönetimin desteği, proje takvim ve planları, müşteriye danışılması, personel, teknik görevler,



müşteri kabulü, izleme ve geri dönüş, iletişim ve problem çözme/sorun giderme) Ar-Ge projelerinin algılanan başarısı üzerindeki etkisini incelemektir. Bu çalışma, bilinebildiği kadarı ile Türk savunma ve havacılık sanayisinde Ar-Ge projelerinin kritik başarı faktörlerini inceleyen ilk çalışmadır.

Anket çalışmasında algılanan proje performansını en kuvvetli şekilde etkileyen faktör problem çözme/sorun giderme olarak karşımıza çıkmaktadır. Sorun giderme faktörü, literatürde de yaygın kabul görmüş bir başarı faktörüdür (bkz. Shenhar ve diğerleri, 2002; Kettunen, 2006). Uzman görüşüne göre, bu durumun sebebi olarak tasarım mühendislerinin büyük bir çoğunluğunun (122 kişi) tecrübesinin 5 yıldan az olmasıdır. Anket katılımcıları içinde 15 yıl ve üzerinde tecrübesi bulunan sadece 5 kişi bulunmaktadır. Çoğu araştırmacı, örgütsel öğrenmeyi bir deneyim fonksiyonu olarak kabul etmektedir (Fiol ve Lyles, 1985). Bu durumda, tecrübe eksikliği nedeni ile yeni ürün geliştirme sürecinde daha çok sorun çıkıyor ve bu sorunların giderilmesi diğer faktörlere nazaran algılanan proje performansı üzerinde daha büyük bir etki yaratıyor olabilir. Ayrıca, katılımcıların çalıştıkları projelerdeki yeni ürün geliştirme sürecinin firmaya, müşterilerine, proje dinamiklerine, savunma ve havacılık sanayisine ne kadar uygun olduğu konusu tartışılmalıdır. Firma özelliği, yeni ürün geliştirme sürecini ve başarısını etkilemektedir (Cleyn, Jacoby ve Braet, 2009). Bu uygulamadaki yeni ürün geliştirme süreci kendi yapısında veya uygulamada problemlerin önceden fark edilip düzeltilmesini sağlamıyor ise, şüphesiz sorunların daha geç çıkabileceği ve çözümünün daha zor olabileceği söylenebilir. Bu nedenle de sorun giderme faktörünün katılımcılar tarafından proje başarısı üzerinde en etkili faktör olarak algılanmış olabileceği düşünülmektedir. 2017 yılındaki 44,9 milyar \$'lık satışı ile havacılık ve savunma sanayisinin en büyük şirketi olan Lockheed Martin, (SIPRI Top 100, 2018), 'Skunkworks' adını verdiği bir grubu yeni ürün geliştirme projelerinde yaşanan sorunları çözmek için kullanmaktadır. Kurum içinde düşük hiyerarşi içeren otonom bir grup olan skunkworks ekibi, problemi ve çözüme giden yolu belirler, üst yönetimin bilgisi veya izni olmadan karar verebilir ve sorunları çözmektedirler (Gwynne, 1997). Max Nisen, 2013 yılında Business Insider dergisinde yayımlanan makalesinde Google X, Boeing Phantom, Amazon Lab 126 ve A9 bunların en başarılı örnekleri olarak göstermektedir (Nisen, 2013). Buradan hareketle, "problem çözme" faktörünün şirketler tarafından etkili olarak algılandığı düşünülmektedir.

Algılanan proje performansını etkileyen ikinci en önemli faktör ise "proje misyonu" olarak saptanmıştır. Bu ölçeğin daha önce uygulandığı çalışmada da "proje misyonu" faktörünün yeni ürün geliştirme sürecinin her aşamasında etkili olduğu görülmüştür (Pinto ve Slevin, 1986). Bu çalışmada da bu faktör ile algılanan proje performansı arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Eğer proje başından itibaren netlik sağlanamaz ve müşteri istekleri projenin ana hatlarını etkileyecek şekilde değişirse proje başarısızlıkla sonuçlanabilir. Bunun sebebi yeni ürün geliştirme sürecinin döngülerden ve sıralı safhalardan oluşan bir süreç olmasıdır. Örneğin, tasarlanan bir helikopterin kapısının kavramsal tasarım aşamasında menteşeli yerine sürgülü olarak değiştirilmesinin maliyeti yüksek değildir ve kolaydır. Fakat tasarım süreç içinde gelişerek prototipe dönüşür ise veya seri imalata başlanırsa bu türlü değişimler zorlaşacak ve maliyetler artacaktır. Elbette yeni ürün geliştirme sürecinde, tasarım ilerledikçe, ufak modifikasyonlar ve değişiklikler beklenmektedir. Önemli olan, bu değişikliklerin yönetilebilir olması ve mümkün olduğunca proje misyonunun ilk baştan net olmasıdır (Pinto ve Slevin, 1989). Bu sonuç, hem ölçeği kullanan Pinto ve Slevin'in çalışmalarında hem de literatürde yer alan birçok araştırmada deneysel olarak saptanmıştır. Proje misyonu, rakiplerinden farklı ve üstün olarak tanımlanırsa ürünün başarısı, şirkete sağladığı kârın daha yüksek olacağı beklenmektedir.

Üçüncü en etkili kritik başarı faktörü ise, müşteri kabulü olarak saptanmıştır. Müşteri kabulü faktörü, kullanıcıların uygulama sürecine dahil edilmesini, müşteriler ile yeni ürün geliştirme sürecinin her aşamasında iletişimi sağlamayı ve tüm paydaşları aktif olarak dinleyerek ürünün nihai kullanıcıya göre uyarlanmasını içerir (Pinto ve Slevin, 1986). Bu sonuç, literatürdeki başka çalışmaların sonuçlarını da destekler niteliktedir (Pinto ve Slevin, 1989). Son kullanıcı katılımı, sahip olma duygusunu artırır ve ürün kabulünü artırır, böylece genel algılanan proje başarısını artırır (Project Management Institute, 2008). Müşteri kabulü aynı zamanda yeni ürünler için konseptler veya prototiplerle ilgili yenilikçi fikirler ve geri bildirimler oluşturulmasına yardımcı olmaktadır. Müşteri kabulünün bir diğer faydası ise mevcut ve gelecekteki pazarın daha iyi anlaşılıp müşteri isteklerinin daha iyi karşılanmasını ve ürün performansının iyileştirilmesini içermektedir (Pralad ve Ramaswamy, 2004).

Dördüncü ve son kritik başarı faktörü ise "teknik görevler" olarak saptanmıştır. Bu faaliyetler, projenin gerçekleşmesi için gerekli teknolojiye ve teknik bilgiye ne zaman ve nasıl ulaşılabileceğini belirleyen bir süreci içermektedir (Project Management Institute, 2008). Özellikle tasarım, prototip geliştirme ve test aşamalarında bu faktör çok önemlidir ve literatürde de benzer çalışmalarda proje performansı üzerindeki etkisi kanıtlanmıştır (Hyvari, 2006; Finch, 2003; Delisle ve Thomas, 2002). Türk savunma ve havacılık sanayisinde yapılan çalışmada algılanan proje performansı üzerinde pozitif ve anlamlı bir ilişki bulunan kritik başarı faktörü olarak saptanması literatür ile uyumludur (Pinto ve Slevin, 1989).

Üst yönetim desteği faktörü, literatürdeki diğer çalışmalarda önemli kritik başarı faktörlerindedir; (Cooper ve Kleinschmidt, 1996; Kachouie ve Sedıghadeli, 2015) ancak Türk savunma ve havacılık sanayisinde yapılan çalışmada algılanan kritik başarı faktörü olarak algılanan proje performansı üzerinde olumlu ve anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Bunun sebebinin tasarımcıların sektörün gereği olarak sadece yeni ürünün geliştirilme sürecine odaklanmaları olarak değerlendirilmektedir. Savunma ve havacılık sektöründe yeni ürün talebi devletten gelmektedir ve sonrasında müşteri isteklerinin belirlenmesi ve proje misyonunun oluşturulması ile proje başlamaktadır. Ankete katılan tasarım mühendisleri müşteri isteklerine göre sistem mühendisliği ile projeye başlamakta, sonrasında kavramsal tasarım, tasarım iterasyonları, prototip ve test aşamalarında çalışmaktadırlar. Prototip sonrası proje imalat gruplarına devredilmektedir ve tasarımcılar sadece çıkan sorunlarda müdahil olmaktadır. Bu nedenle, savunma ve havacılık sanayisindeki Ar-Ge projelerinde, diğer sektörlerin aksine algılanan üst yönetim desteği tasarımcılar tarafından algılanan proje performansına etkileyen bir kritik başarı faktörü olarak değerlendirilmemektedir.

Algılanan proje takvim ve planları, personel, izleme ve geri dönüş, iletişim ve müşteriye danışılması gibi faktörler ile algılanan proje performansı arasında olumlu ve anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Bu sonuçlar 15 yıl ve üzeri tecrübe sahibi tasarımcılara sorulduğunda, sebebinin katılımcıların birçoğunun (122 kişi) tasarım tecrübesinin 5 yıl ve daha az olması olarak görüş bildirmişlerdir. Savunma ve havacılık sanayisinde Ar-Ge projeleri uzun süreli projelerdir. Daha önce ülke şartlarında geliştirilmemiş ürünler ilk kez geliştirilmeye çalışılmakta ve sektördeki gizlilik sebebi ile benzer ürünleri geliştiren yabancı firmalardan gerekli bilgi kısa yoldan edinilememektedir. Bu nedenle, sektördeki yeni ürün geliştirme projeleri uzun sürmektedir. Katılımcıların çoğunluğunun bu sebeple birden fazla proje bitirme tecrübesi olmadığı düşünülmektedir.

Yapılan uygulama neticesinde görülmüştür ki; havacılık ve savunma sanayisindeki yeni ürün geliştirme projelerini etkileyen kritik başarı faktörleri literatür ile benzerlikler ve farklılıklar taşımaktadır. Reklam ve pazarlama diğer sektörlerde çok etkili kritik başarı faktörü iken, savunma ve havacılık sektöründe tek müşterinin devlet olması bu faktörü kritik başarı faktörü olmaktan çıkarmaktadır (Ziylan, 2003; 2, Heidenkamp ve diğerleri, 2013; 38). Savunma ve havacılık sanayisinde önemli olan hâlihazırda müşterisi hazır olan yeni ürünün müşteri isteklerini karşılayacak şekilde planlanan zaman ve bütçe içerisinde geliştirilebilmesidir. Türk savunma ve havacılık sanayisinde uygulanan çalışmada algılanan proje performansı üzerinde etkili bulunan proje misyonu, müşteriye danışılması ve teknik görevler gibi faktörler, literatürdeki diğer çalışmalarda da etkili kritik başarı faktörleri olarak bulunmuştur (Pinto ve Slevin, 1989; Balbontin ve diğerleri, 1999; Cooper ve Kleinschmidt, 1996). Pinto ve Slevin ile aynı anket kullanılarak benzer sektörlerde yapılan bu çalışmanın farklı olarak bulduğu sonuç ise problem çözme veya sorun giderme faktörüdür. Gerek kültürel farklılıklar gerekse yeni ürün geliştirme sürecindeki farklılıklar nedeni ile bu sonuçlara ulaşılmış olabilir.

Çalışmanın kısıtı, bu çalışmanın sadece bir firmada gerçekleştirilmiş olmasıdır. Gelecek çalışmalarda benzer uygulamaların daha çok sayıda firmada, farklı sektörlerde ve daha büyük örneklemeler üzerinde gerçekleştirilebilir. Ayrıca, Türk savunma sanayisinin ABD savunma sanayisinden ölçek olarak daha küçük olması ve ürün çeşitliliği açısından daha dar olması sebebi ile özel olarak Türk savunma sanayisi için kritik başarı faktörleri ölçeği geliştirilmesinin uygun olacağı düşünülmektedir. Böylece gelişmekte olan ülkelerin savunma sanayi projeleri için kritik başarı faktörlerinin tespit edilmesi mümkün olacaktır. Çalışmada saptandığı üzere, Türk savunma ve havacılık sanayi projelerinde ABD'de yapılan çalışmadan farklı kritik başarı faktörleri öne çıkmaktadır. Gelecekte yapılacak çalışmalarda, bu farklılığın sebebi ve sonuçları araştırılabilir.

**KAYNAKÇA**

- Almeida, O., Figueiredo, P.S., Beal, V.E. ve Passos, F.U. (2020). "Critical Success Factors of Product Development Projects in the Automotive Industry", *Journal of Technology Management & Innovation*, 15(2), 56-70.
- Annacchino, M.A. (2003). "New Product Development: From Initial Idea to Product Management", Elsevier, Butterworth Heinemann, ABD.
- Atuahene-Gima, K. (1995). "An Exploratory Analysis of the Input of Market Orientation on New Product Performance, A Contingency Approach", *Journal of Product Innovation Management*, 12, 275-293.
- Balbontin, A., Yazdani, B., Cooper, R. ve Souder, W.E. (1999). "New Product Development Success Factors in American and British Firms", *International Journal of Technology Management*, 17, 259-279.
- Bandalos, D.L. ve Finney, S.J. (2010). "Factor Analysis: Exploratory and Confirmatory, The Reviewer's Guide to Quantitative Methods in the Social Sciences", Routledge, New York.
- Barczak, G. (1995). "New Product Strategy, Structure, Process and Performance in the Telecommunications Industry", *Journal of Product Innovation Management*, 12, 224-234.
- Brentani De, U. ve Dröge, C. (1988). "Determinants of the New Product Screening Decision a Structural Model Analysis", *International Journal of Research in Marketing*, 5, 91-106.
- Brunner, G. (2001). "The Tao of Innovation", *Research Technology Management*, 44(1), 45-51.
- Büyüköztürk, Ş. (2002). "Faktör Analizi: Temel Kavramlar ve Ölçek Geliştirmede Kullanımı", *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yöntemleri*, 32, 470-483.
- Calantone, R.J. ve Di Benedetto, C.A. (1988). "An Integrative Model of the New Product Development Process", *Journal of Product Innovation Management*, 5, 201-215.
- Calantone, R.J., Schmidt, J.B. ve Di Benedetto, C.A. (1997). "New Product Activities and Performance: The Moderating Role of Environmental Hostility", *Journal of Product Innovation Management*, 14, 179-189.
- Chiocchio, F. (2007). "Project Team Performance: A Study of Electronic Task and Coordination Communication", *Project Management Journal*, 38(1), 97-110.
- Cleyn, S., Jacoby, A. ve Braet, J. (2009). "Success Factors in New Product Development: How Do They Apply to Company Characteristics of Academic Spin-Offs?", *The Journal of Private Equity*, 13(1), 51-61.
- Cooper, R. G. ve Kleinschmidt, E.J. (1995). "New Product Performance: Keys to Success, Profitability & Cycle Time Reduction", *Journal of Marketing Management*, 24, 315-337.
- Cooper, R.G. (1979). "The Dimensions of Industrial New Product Success and Failure", *Journal of Marketing*, 43, 93-103.
- Cooper, R.G. (1980). "How to Identify Potential New Product Winners", *Research Management*, 23, 10-19.
- Cooper, R.G. (1983). "The Impact of New Product Strategies", *Industrial Marketing Management*, 12, 243-256.
- Cooper, R.G. (1984). "How New Product Strategies Impact on Performance", *Journal of Product Innovation Management*, 1, 5-18.
- Cooper, R.G. (1986). "New Product Performance and Product Innovation Strategies", *Research Management*, 17-25.
- Cooper, R.G. (1988). "Predevelopment Activities Determine New Product Success", *Industrial Marketing Management*, 17, 237-247.
- Cooper, R.G. (1990). "New Products: What Distinguishes the Winners", *Research Technology Management*, Kasım/Aralık, 27-31.
- Cooper, R.G. (1994). "Debunking the Myths of New Product Development", *Research Technology Management*, Temmuz/Ağustos, 40-50.
- Cooper, R.G. (2011). "Winning at New Products: Creating Value Through Innovation", Basic Books, New York.
- Cooper, R.G. ve Kleinschmidt, E.J. (1986). "An Investigation into the New Product Process: Steps, Deficiencies and Impact", *Journal of Product Innovation Management*, 3, 71-85.
- Cooper, R.G. ve Kleinschmidt, E.J. (1987). "Success Factors in Product Innovation", *Industrial Marketing Management*, 16, 215-223.
- Cooper, R.G. ve Kleinschmidt, E.J. (1993). "Major New Products: What Distinguishes the Winners in the Chemical Industry?", *Journal of Product Innovation Management*, 10, 90-111.
- Cooper, R.G. ve Kleinschmidt, E.J. (1994). "Determinants of Timeliness in Product Development", *Journal of Product Innovation Management*, 11, 381-396.
- Cooper, R.G. ve Kleinschmidt, E.J. (1996). "Winning Businesses in Product Development, The Critical Success Factors", *Research Technology Management*, 39, 18-29.

- Delisle, C.L. ve Thomas, J.L. (2002). "Success: Getting Traction in a Turbulent Business Climate, Frontiers of Project Management Research and Applications", Project Management Institute, Seattle. Washington. Newtown Square, PA.
- Dwyer, L. ve Mellor, R. (1991a). "Organizational Environment, New Product Process Activities, and Project Outcomes", *Journal of Product Innovation Management*, 8, 39-48.
- Dwyer, L. ve Mellor, R. (1991b). "New Product Process Activities and Project Outcomes", *R&D Management*, 21, 31-42.
- Edgett, S. (2011). "New Product Development: Process Benchmarks and Performance Metrics", The Product Development Institute, Houston, TX.
- Field, A. (2009). "Discovering Statistics Using SPSS", Sage, London.
- Finch, P. (2003). "Applying the Slevin Pinto Project Implementation Profile to an Information Systems Project", *Project Management Journal*, 34(3), 32-39.
- Fiol, C.M. ve Lyles, M.A. (1985). "Organizational Learning", *Academy Management Review*, 10(4), 803-813.
- Gliner, J.A., Morgan, G.A. ve Leech, N.L. (2017). "Research Methods in Applied Settings, an Integrated Approach to Design and Analysis", Taylor & Francis, New York.
- Griffin, A. (1997). "PDMA Research on New Product Development Practices: Updating Trends and Benchmarking Best Practices", *Journal of Product Innovation Management*, 14, 429-458.
- Gujarati, D.N. (2006). "Temel Ekonometri", Literatür Yayıncılık, İstanbul.
- Gupta, A., Brockhoff, K. ve Weisenfeld, U. (1992). "Making Trade-offs in the New Product Development Process: A German/US Comparison", *Journal of Product Innovation Management*, 9(1), 11-18.
- Gürbüz, S. ve Şahin, F. (2018). "Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri Felsefe Yöntem Analiz", Seçkin Yayıncılık, Ankara.
- Gwynne, P. (1997). "Skunk Works, 1990s-Style", *Research-Technology Management*, 40(4), 18-23.
- Hair, J.F., Black, W.C., Babin, B.J. ve Anderson, R.E. (2014). "Multivariate Data Analysis", Pearson New International Edition, Pearson Education Limited, Essex.
- Heidenkamp, H., Louth, J. ve Taylor, T. (2013). "The Defence Industrial Triptych", Routledge, London.
- Hyvari, I. (2006). "Success of Projects in Different Organizational Conditions", *Project Management Journal*, 37(4), 31-41.
- Kachouie, R. ve Sedighadeli, S. (2015). "New Product Development Success Factors in Prospector Organisations; Mixed Method Approach", *International Journal of Innovation Management*, 19(4), 1-23.
- Kettunen P. (2006). "Troubleshooting Large-Scale New Product Development Embedded Software Projects, Product-Focused Software Process Improvement", *PROFES 2006*, Springer, Berlin.
- Kline, R.B. (2011). "Principles and Practice of Structural Equation Modeling", Guilford Press, New York.
- Kuratko, D.F. ve Goldsby, M.G. (2004). "Corporate Entrepreneurs or Rogue Middle Managers? A Framework for Ethical Corporate Entrepreneurship", *Journal of Business Ethics*, 55(1), 13-30.
- Little, A. (2005). "Innovation Excellence 2005: How Companies Use Innovation to Improve Profitability and Growth", [http://www.adlittle.com/downloads/tx\\_adlreports/ADL\\_Global\\_Innovation\\_Excellence\\_Survey\\_2005.pdf](http://www.adlittle.com/downloads/tx_adlreports/ADL_Global_Innovation_Excellence_Survey_2005.pdf), (Erişim tarihi: 06.04.2019).
- Maidique, M.O. ve Zirger, B.J. (1984). "A Study of Success and Failure in Product Innovation: The Case of the U.S. Electronics Industry", *IEEE Transactions on Engineering Management*, EM-31, 192-203.
- Mcgorry, S.Y. (2000). "Methodological Issues in Cross-Cultural Marketing Research: A State of-the-Art Review", *International Marketing Review*, 3(2), 82.
- McManus, H.L. (2005). "Product Development Value Stream Mapping Manual", Version 1.0, LA ABD.
- Mishra, S., Kim, D. ve Lee, D.H. (1996). "Factors Affecting New Product Success: Cross Country Comparisons", *Journal of Product Innovation Management*, 13, 530-550.
- Monczka, R.M., Handfield, R.B., Scannell, T.V., Ragatz, G.L. ve Frayer, D.J. (2000). "New Product Development: Strategies for Supplier Integration", ASQ Quality Press, Milwaukee, Wisconsin.
- Mu, J., Pang, G. ve Tan, Y. (2007). "New Product Development in Chinese SMEs", *International Journal of Emerging Markets*, 2(2), 123-143.
- Müller, R. ve Jugdev, K. (2012). "Critical Success Factors in Projects: Pinto, Slevin, and Prescott-The Elucidation of Project Success", *International Journal of Managing Projects in Business*, 5(4), 757-775.

- Nam, T.H., Tuan, N.P. ve Van Minh, N. (2017). "Critical Successful Factors for Innovation in Vietnamese Firms", *Journal of Industrial Engineering and Management*, 10(3), 522-544.
- Nisen, M. (2013). "17 of the Most Mysterious Corporate Labs", <https://www.businessinsider.com/coolest-skunk-works-2013-2>, (Erişim tarihi: 06.04.2018).
- O'hern, M. ve Rindfleisch, A. (2009). "Customer Co-Creation: A Typology and Research Agenda", *Review of Marketing Research*, 6, 84-106.
- Parry, M.E. ve Song, X.M. (1994). "Identifying New Product Successes in China", *Journal of Product Innovation Management*, 11, 15-30.
- Pinto, J.K. ve Slevin, D.P. (1986). "The Project Implementation Profile: New Tool for Project Managers", *Project Management Journal*, 17(4), 57-70
- Pinto, J.K. ve Slevin, D.P. (1989). "Critical Success Factors in R&D Projects", *Research Technology Management*, 32(1), 31-35.
- Podsakoff, P.M., Mackenzie, S.B., Lee, J.Y. ve Podsakoff, N.P. (2003). "Common Method Biases in Behavioral Research: A Critical Review of the Literature and Recommended Remedies", *Journal of Applied Psychology*, 88(5), 879-903.
- Prahalad, C.K. ve Ramaswamy, V. (2004). "Co-Creation Experiences: The Next Practice in Value Creation", *Journal of Interactive Marketing*, 18(3), 5-14.
- Project Management Institute. (2008). "A Guide to the Project Management Body of Knowledge", (PMBOK® guide) (4th ed.), Newtown Square, PA: Project Management Institute.
- Rubenstein, A.H., Chakrabarti, A.K., O'keefe, R.D., Souder, W.E. ve Young, H.C. (1976). "Factors Influencing Innovation Success at the Project Level", *Research Management*, 19(3), 15-20.
- Saunders, M., Lewis, P. ve Thornhill, A. (2012). "Research Methods for Business Students", Pearson, UK.
- Sawang S. ve Unsworth. K.L. (2011). "Why Adopt Now? Multiple Case Studies and Survey Studies Comparing Small, Medium and Large Firms", *Technovation*, 31, 554-559.
- Segura, E.R., Marcos, I.O., Romero, J. ve Segura, J.T. (2016). "Critical Success Factors in Large Projects in the Aerospace and Defense Sectors", *Journal of Business Research*, 69(11), 5419-5425.
- Shenhar, A., Tishler, A., Dvir, D., Lipovetsky, S. ve Lechler, T. (2002). "Refining the Search for Project Success Factors: A Multivariate, Typological Approach", *R&D Management*, 32(2), 111-26.
- Sipri Top 100 2002-2017. (2018). <https://www.sipri.org/databases/armsindustry>, (Erişim tarihi 06.04.2019).
- Sipri Yearbook Summary. (2018). <https://www.sipri.org>, (Erişim tarihi 06.04.2019).
- Song, X.M. ve Parry, M.E. (1997). "A Cross-National Comparative Study of New Product Development Processes: Japan and the United States", *Journal of Marketing*, 61, 1-18.
- Souder, W.E., Buisson, D. ve Garrett, T. (1997). "Success Through Customer-Driven New Product Development: A Comparison of U.S. and New Zealand Small Entrepreneurial High Technology Firms", *Journal of Product Innovation Management*, 14, 459-472.
- Tabachnick, B.G. ve Fidell, L.S. (2015). "Çok Değişkenli İstatistiklerin Kullanımı", Pearson. UK.
- Thomke, S. ve Takahiro, F. (2000). "The Effect of 'Front-Loading' Problem Solving on Product Development Performance", *Journal of Product Innovation Management*, 17(2), 128-142.
- Turkishtime. (2020). [www.turkishtimedergi.com](http://www.turkishtimedergi.com), (Erişim tarihi 25.04.2021).
- Werner, B.M. ve Souder, W.E. (1997). "Measuring R&D Performance - U.S. and German Practices", *Research Technology Management*, 40(3), 28-32.
- Ziylan, A. (2003). "Savunma Sanayisinin Özelliği ve Milli Ana Yüklenicilik", Cumhuriyet Bilim Teknik, Ankara.

## SAĞLIK HİZMET BÖLGELERİNİN PERFORMANSININ VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Fatih DURUR<sup>1</sup>, Meliha Meliş GÜNALTAY<sup>2</sup>, Ferda IŞIKÇELİK<sup>3</sup>

### ÖZET

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı, Türkiye'de Sağlık Bakanlığı tarafından oluşturulan 30 Sağlık Hizmet Bölgesinin (SHB) performanslarının değerlendirilmesidir.

**Yöntem:** SHB'lerin performansının değerlendirilmesi amacıyla Veri Zarflama Analizi (VZA) kullanılmıştır. SHB'lerin etkinlik skorları girdi yönelimli olarak CCR ve BCC modellerine göre hesaplanarak karşılaştırılmıştır.

**Bulgular:** CCR modeli sonuçlarına göre 30 SHB içerisinde 12 tanesi etkin, 18 SHB etkin değildir. Etkin olmayan SHB'ler içerisinde etkinlik skoru en düşük olan SHB 0,7660 ile Malatya, Elâzığ, Bingöl ve Tunceli'nin yer aldığı 4. SHB'dir. BCC modeli sonuçlarına göre ise etkin SHB sayısı 21 iken 9 SHB etkin değildir. CCR modeline göre genel etkinlik skor ortalaması 0,9498 iken, BCC modelinde 0,9769 olarak hesaplanmıştır. Her iki modelde de en düşük etkinlik skoruna sahip olan 4. SHB'nin etkin olabilmesi için CCR modeline göre yatak sayısının %39,86, pratisyen hekim sayısının %25,26, uzman hekim sayısının %25,34, hemşire/ebe sayısının ise %39,17 oranında azaltılması gerekmektedir.

**Özgünlük:** Sağlık bölge planlaması yapısının amacına ulaşması için mevcut durumlarının değerlendirilmesi önemlidir. Literatür incelendiğinde SHB'lerin performansını değerlendiren bir çalışmaya rastlanmamıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Etkinlik, Hastane, Sağlık Yönetimi, Verimlilik.

**JEL Kodları:** I10, I18, C02, C67.

## EVALUATION OF THE PERFORMANCE OF HEALTH SERVICE REGIONS WITH DATA ENVELOPMENT ANALYSIS

### ABSTRACT

**Purpose:** The aim of this study is to evaluate the performance of the 30 Health Service Regions (HSRs) created by the Ministry of Health in Turkey.

**Methodology:** Data Envelopment Analysis (DEA) method is used to evaluate the performance of health service regions. The efficiency scores of HSRs are calculated and compared according to the CCR and BCC models in an input-oriented manner.

**Findings:** According to CCR model results, 12 of the HSRs are efficient and 18 HSRs are not. Among the inefficient HSRs, the lowest efficiency score is 0.7660 in the 4th HSR, which includes Malatya, Elazig, Bingöl and Tunceli. The BCC model results show that while the number of efficient HSR is 21, 9 HSR is inefficient. According to the CCR model, the overall efficiency score average is 0.9498, compared to 0.9769 in the BCC model. For the 4th HSR to be efficient, which has the lowest efficiency score in both models, it is necessary to decrease the number of beds by 39,86%, the number of general practitioners by 25,26%, the number of specialist physicians by 25,34% and the number of nurses/midwives by 39.17%.

**Originality:** It is important to evaluate the current situation of the health district planning structure in order to achieve its purpose. When the literature was examined, no study was found evaluating the performance of HSRs.

**Keywords:** Efficiency, Hospital, Healthcare Management, Productivity.

**JEL Codes:** I10, I18, C02, C67.

<sup>1</sup> Arş.Gör., Ankara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Sağlık Yönetimi Bölümü, Ankara, Türkiye, durur@ankara.edu.tr, 0000-0001-9682-0019.

<sup>2</sup> Arş.Gör., Ankara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Sağlık Yönetimi Bölümü, Ankara, Türkiye, mmgok@ankara.edu.tr, 0000-0002-2883-4416.

<sup>3</sup> Arş.Gör., Ankara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Sağlık Yönetimi Bölümü, Ankara, Türkiye, buluc@ankara.edu.tr, 0000-0002-7975-4141 (Sorumlu Yazar-Corresponding Author).

## 1. GİRİŞ

Karar vericilerin, sigorta şirketlerinin, toplulukların ve bireysel tüketicilerin maliyeti düşürme ve sağlık hizmetinin kalitesini iyileştirme baskıları arttikça, çeşitli sağlık hizmetleri performans önlemleri, maliyetlerin kontrol altına alınması için kritik bir unsur haline gelmiştir (Li ve Benton, 1996). Bu durum sağlık sisteminin alt sistemini oluşturan sağlık kurumlarının kendilerine ayrılan kaynaklardan maksimum fayda elde edecek şekilde yararlanmaları gerekliliğini beraberinde getirmiştir (Esatoğlu ve diğerleri, 2010). Sağlık kurumlarının kaliteli hizmet sunumunu bu şekilde sağlayıp sağlayamama durumları performans ölçümü ile denetlenebilmektedir. Performans ölçümü kurumun mevcut durumunun fotoğrafını çekerek hedeflerine ulaşma durumu ile ilgili bilgi vermektedir (Yenice, 2006). Sağlık hizmetlerinde performans değerlendirme, yalnızca bir kurumun ekonomik değerinin sistematik olarak incelenmesi ve kontrol edilmesini değil, aynı zamanda hizmet sunumunun verimliliğinin ve etkinliğinin optimizasyonunu da amaçlamaktadır (Mettler ve Rohner, 2009). Performans değerlendirmeleri, etkinliğin ölçülmesi ve yorumlanması ile yakından ilişkilidir. İncelenen süreçlerin mevcut durumlarını belirlemek, belirlenen hedeflere ulaşabilmek adına en iyi ve en kötü performans gösteren birimlerin araştırılması önem arz etmektedir (Menten ve diğerleri, 2020). Elde edilen sonuçların daha sonra iyileştirme çalışmalarında kullanılarak mevcut kaynakların en iyi şekilde değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.

Sağlık kurumlarında performans ölçümünde çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bunlar; oran analizi, en küçük kareler regresyonu, toplam faktör verimliliği, stokastik sınır analizi ve VZA'dır (Özcan, 2008: 6). Parametrik olmayan performans ölçüm yöntemi olan VZA, birden çok girdi ve birden çok çıktı içeren üretim durumlarını modellemek için en sık kullanılan yöntemlerden biridir (Charnes ve diğerleri, 1994: 4; Paradi ve diğerleri, 2018: 11). Sağlık hizmetlerinde kullanımı giderek yaygınlaşan VZA yöntemi, sağlık kurumlarında bölümler arası değerlendirmeler, kurumlar arası karşılaştırmalar, sağlık sistemlerinin performanslarının değerlendirilmesi ve karşılaştırılması, politika değişimleri sonucunda meydana gelen değişimlerin incelenmesi gibi birçok alanda uygulanmıştır (Kohl ve diğerleri, 2019).

Sağlık Bakanlığı 2010 yılında sağlık hizmet sunumunda sağlığa ayrılan kaynakların dengeli dağılımını sağlamak ve kaynakları etkin ve verimli bir şekilde kullanmak amacıyla bölge sağlık planlaması anlayışını benimsemiştir. Bu kapsamda Sağlık Bakanlığı, üniversite, özel ve kamuya ait sağlık kurumları bir bütün olarak değerlendirilerek ülke sağlık hizmet sunumu ve planlaması bakımından 30 bölgeye ayrılmıştır. Her bir SHB için; nüfus, ulaşım imkânları, sağlık insan gücü mevcudu, sağlık tesislerinin şartları, hizmet sunum kapasitesi ve sahip olduğu benzeri sağlık kaynakları itibarıyla bölge sağlık merkezi konumunu üstlenecek kapasitedeki "Bölge Merkezi İller" ve bu illere bağlı, alt bölge merkezi rolü verilmiş iller belirlenmiştir (Sağlık Bakanlığı, 2010). Bu yapılanmada amaç, hastaların tıbbi bakım ve tedavilerinin öncelikle bölge içerisinde yapılmasını sağlayacak nitelikte ve nicelikte sağlık hizmetini sağlamak için kaynak planlaması yapmaktır (Sağlık Bakanlığı, 2016). Literatür incelendiğinde Türkiye'de sağlık alanında VZA yöntemi ile yapılan kurum ya da birim karşılaştırması dışındaki çalışmalarda daha çok coğrafi temelli karşılaştırmalar yapıldığı görülmektedir (Temür, 2010; Çakmak ve Örkcü, 2016; şenol ve diğerleri, 2019). SHB'lerin performanslarının değerlendirildiği bir çalışmaya ise ulaşılamamıştır. Oysa SHB'lerin oluşturulma amaçı dikkate alındığında coğrafi bölge temelli ya da iller arasında yapılan karşılaştırmalara göre daha doğru sonuçlar vereceği düşünölmektedir. Performans değerlendirmesinin SHB'ler üzerinde yapılması ve coğrafi temelli bir karşılaştırma yerine sağlık planlamasına dayalı bir karşılaştırma kullanılması çalışmanın özgünlüğünü oluşturmaktadır. Bu doğrultuda çalışmanın amaçı SHB'lerin etkinliğinin VZA ile hesaplanması, etkin olmayan SHB'lerin referans alabileceklerin SHB'lerin ve iyileştirme oranlarının belirlenmesidir.

Bu amaç doğrultusunda gerçekteştirilen çalışma beş bölümden oluşmaktadır. Çalışmanın birinci bölümünde amaç ve kapsam ortaya konulmuş, ikinci bölümde bu konuda literatürde bulunan çalışmalar incelenmiştir. Üçüncü bölümde çalışmanın yöntemi, değişken seçimi ve analizine ilişkin bilgilere yer verilmiştir. Dördüncü bölümde SHB performans analizine ait bulgulara yer verilirken, son bölümde elde edilen sonuçlar yorumlanarak çeşitli öneriler geliştirilmiştir.

## 2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Çeşitli sektörlerde performans değerlendirmede VZA yönteminden sıklıkla faydalanılmaktadır. Literatür incelendiğinde üretim ve hizmet işletmelerinin yanında ölkelerin çevre performansının karşılaştırılması, tarım sektörü, liman işletmeciliği ve bankacılık gibi birçok alanda VZA ile performans değerlendirmesi yapıldığı görülmektedir (Akyürek, 2017; Özer ve Topçuoğlu, 2017; Özkan Aksu ve Temel Gencer, 2018; Ersoy, 2018; Menten ve diğerleri, 2020; Uygurtürk ve Yıldız, 2021; Güner Ertemoğlu ve diğerleri, 2021). VZA'nın yaygın kullanıldığı alanlardan biri de sağlık sistemleri ve onun alt sistemlerleridir (Güler ve diğerleri, 2017; şenol ve Gençtürk, 2017; Konca ve diğerleri, 2019; Çalışkan, 2020; Dinca ve diğerleri, 2020; Seddighi ve diğerleri, 2020; Ergölen ve diğerleri, 2020). Sağlık kurumlarının performansı

birçok değişkenin etkisinde şekillenmektedir. Dolayısıyla sağlık alanında performans değerlendirmede tüm boyutlarda, birçok değişkeni değerlendirmek yerine kalite, etkinlik ya da verimlilik gibi herhangi bir performans boyutunun incelenebileceği ifade edilmektedir (Yıldırım, 2004: 250-252). Sağlık alanında yapılmış VZA uygulamalarında kurum, birim ya da bölge bazlı performans değerlendirilmesi yapılabilmektedir.

### 2.1. Farklı Ülkelerde VZA Çalışma Örnekleri

VZA'nın sağlık hizmetleri alanında ilk kullanımı Sherman'ın (1981) 15 hastanenin etkinliklerini CCR yöntemiyle değerlendirdiği çalışmadır. Bir sonraki çalışmada ise Nunamaker (1983) hemşirelik hizmetlerinin etkinlikleri belirlemiştir. Daha sonrasında günümüze kadar sağlık alanında etkinlik değerlendirilmesinde birçok çalışmada VZA sıklıkla tercih edilen araştırma yöntemi olarak kullanılmıştır. Yapılan literatür taramasında ülkeler, eyaletler arası, farklı gelir gruplarına ait ülke karşılaştırması, farklı coğrafi bölgelerde bulunan ülke karşılaştırması, farklı amaçlar ile oluşturulmuş uluslararası örgütlere üye ülke karşılaştırması ya da coğrafi temelli karşılaştırmalar yapıldığı belirlenmiştir. Tek yıllık verilerle yapılan çalışmalar olduğu gibi genellikle politika değişimlerinin etkisinin analiz edildiği birden fazla yılı içeren çalışmalar da bulunmaktadır. Tablo 1'de farklı ülkelerde VZA yöntemi ile yapılan çalışmalardan örnekler yer verilmiştir.

### 2.2. Türkiye'de VZA Çalışması Örnekleri

Türkiye'de sağlık alanında yapılan VZA çalışmaları incelendiğinde genel hastanelerinin yanında doğum hastaneleri, ağız ve diş sağlığı hastaneleri, aile hekimlikleri gibi alanlarda çalışmalar bulunduğu görülmektedir. Farklı ülke örneklerinde olduğu gibi tek yıllık verilerde yapılan çalışmaların yanında çeşitli yılların karşılaştırılmasının yapıldığı çalışmalar bulunmaktadır. Bölgesel karşılaştırmalarda coğrafi temelli il karşılaştırması ya da istatistiki bölge karşılaştırması yapıldığı görülmektedir. Yeşilaydın (2017) Türkiye'de sağlık alanında yürütülmüş VZA çalışmalarını incelemiş, araştırma kriterlerine uygun 52 çalışmada karar verme birimi (KVB) olarak çoğunlukla hastanelerin kullanıldığını, en sık kullanılan girdi değişkeninin hekim sayısı, çıktı değişkeninin ise ameliyat sayısı olduğu belirlenmiştir. Türkiye'de sağlık alanında VZA kullanılarak gerçekleştirilen çalışmaların incelendiği bir başka sistematik derleme çalışmasında ise KVB olarak kullanılan hastanelerin %53,2'sinin Sağlık Bakanlığına bağlı hastane ve kurumlar olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada en sık kullanılan girdi değişkeninin yatak sayısı, çıktı değişkeninin ise poliklinik sayısı olduğu belirlenmiştir (Mut ve diğerleri, 2019). Tablo 2'de Türkiye'de VZA yöntemi ile yapılan çalışmalardan örnekler yer verilmiştir.

Literatür incelemesi sonucunda hem ulusal hem de uluslararası literatürde VZA yönteminin sağlığın farklı alanlarında kullanıldığı görülmektedir. Ancak yapılan bölgesel değerlendirmelerin daha çok coğrafi temelli karşılaştırmalardır. Bu çalışmada ilk kez SHB'lerin etkinliği VZA ile değerlendirilerek sağlık planlamasına dayalı bir karşılaştırma gerçekleştirilmiştir.





Tablo 2. Türkiye’de sağlık alanında yapılan VZA çalışma örnekleri

Çalışma	Veri Yılı	Örneklem	Girdi Değişkenleri	Çıktı Değişkenleri	Sonuç
Temür ve Bakırcı (2008)	2003-2006	Sağlık Bakanlığına bağlı hastane	846 Uzman hekim sayısı, pratisyen hekim sayısı, yatak sayısı, hastanede ölen sayısı, gruplara göre Güneydoğu Anadolu bölgelerinde olduğu tespit döner sermaye harcamaları	Poliklinik sayısı, taburcu sayısı, CCR modeline göre en etkin olan illerin Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde olduğu tespit döner sermaye harcamaları	CCR modeline göre en etkin olan illerin Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde olduğu tespit döner sermaye harcamaları
Sevimli (2013)	2011	İstatistikî Bölge Birimleri Sınıflandırmasında yer alan 12 bölge	Bölge Yatak sayısı, uzman hekim Ameliyat sayısı, poliklinik sayısı, 5 bölgenin etkin, 7 bölgenin ise etkin olmadığı	Ameliyat sayısı, poliklinik sayısı, 5 bölgenin etkin, 7 bölgenin ise etkin olmadığı	5 bölgenin etkin, 7 bölgenin ise etkin olmadığı
Kar ve diğerleri (2016)	2014	40 kadın doğum hastanesi	Hekim sayısı, hemşire sayısı, yatan hasta sayısı	Poliklinik sayısı, yatan hasta sayısı	11 hastanenin etkin, 29 hastanenin ise etkisiz olduğu sonucuna varılmıştır.
Çalışkan Girginer (2016)	ve 2014	81 ilde bulunan hastaneler	Uzman hekim sayısı, hemşire Ameliyat sayısı, yatan hasta sayısı, diğer sağlık personeli yatak doluluk oranı	Ameliyat sayısı, yatan hasta sayısı, diğer sağlık personeli yatak doluluk oranı	Uzman hekim sayısı, hemşire Ameliyat sayısı, yatan hasta sayısı, diğer sağlık personeli yatak doluluk oranı
Uçkun diğerleri (2016)	ve 2013	30 Büyükşehirde bulunan Sağlık Bakanlığı hastaneleri	Uzman hekim sayısı, pratisyen hekim sayısı, yatak devir hızı, toplam ilde ise etkin olmadığı	Uzman hekim sayısı, pratisyen hekim sayısı, yatak devir hızı, toplam ilde ise etkin olmadığı	30 Büyükşehirde bulunan Sağlık Bakanlığı hastanelerinin 16 ilde etkin, 14 ilde etkisiz olduğu saptanmıştır.
Yiğit (2016)	2013	Kamu Hastane Birlikleri	Uzman hekim sayısı, pratisyen hekim sayısı, yatak devir hızı, toplam ilde ise etkin olmadığı	Uzman hekim sayısı, pratisyen hekim sayısı, yatak devir hızı, toplam ilde ise etkin olmadığı	Uzman hekim sayısı, pratisyen hekim sayısı, yatak devir hızı, toplam ilde ise etkin olmadığı
Şenol Gençtürk (2017)	ve 2016	Kamu Hastane Birlikleri	Uzman hekim sayısı, pratisyen hekim sayısı, yatak devir hızı, toplam ilde ise etkin olmadığı	Uzman hekim sayısı, pratisyen hekim sayısı, yatak devir hızı, toplam ilde ise etkin olmadığı	Uzman hekim sayısı, pratisyen hekim sayısı, yatak devir hızı, toplam ilde ise etkin olmadığı
Öksüzakaya (2017)	2013	İstatistikî Bölge Birimleri Sınıflandırmasında yer alan 12 bölge	Bölge Yatak sayısı, uzman hekim Ameliyat sayısı, poliklinik sayısı, 5 bölgenin etkin, 7 bölgenin ise etkin olmadığı	Ameliyat sayısı, poliklinik sayısı, 5 bölgenin etkin, 7 bölgenin ise etkin olmadığı	5 bölgenin etkin, 7 bölgenin ise etkin olmadığı
Kıraç ve Kırcaç (2018)	2018	Sağlık Bakanlığına bağlı hastaneleri	Uzman hekim sayısı, pratisyen hekim sayısı, yatak devir hızı, toplam ilde ise etkin olmadığı	Uzman hekim sayısı, pratisyen hekim sayısı, yatak devir hızı, toplam ilde ise etkin olmadığı	Uzman hekim sayısı, pratisyen hekim sayısı, yatak devir hızı, toplam ilde ise etkin olmadığı
Esen ve Yiğit (2019)	2018	Akdeniz Bölgesi’nde alan kamu hastaneleri	Uzman hekim sayısı, pratisyen hekim sayısı, yatak devir hızı, toplam ilde ise etkin olmadığı	Uzman hekim sayısı, pratisyen hekim sayısı, yatak devir hızı, toplam ilde ise etkin olmadığı	Uzman hekim sayısı, pratisyen hekim sayısı, yatak devir hızı, toplam ilde ise etkin olmadığı
Çalışkan (2020)	2015	Kamu Hastane Birlikleri	Uzman hekim sayısı, pratisyen hekim sayısı, yatak devir hızı, toplam ilde ise etkin olmadığı	Uzman hekim sayısı, pratisyen hekim sayısı, yatak devir hızı, toplam ilde ise etkin olmadığı	Uzman hekim sayısı, pratisyen hekim sayısı, yatak devir hızı, toplam ilde ise etkin olmadığı

### 3. YÖNTEM

Bu alışmada SHB'lerin performansının değerlendirilmesi amacıyla VZA yönteminden yararlanılmıştır. İlk olarak 1978 yılında kâr amacı gütmeyen ve kamu sektörü kuruluşlarını değerlendirmek için Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından geliştirilen VZA bir hizmet yönetimi ve kıyaslama tekniğidir (Sherman ve Zhu, 2006: 49; Paradi ve diğerleri, 2018: 17). Önceden belirlenmiş herhangi bir fonksiyonel ilişkiye bağlı olmaksızın, çoklu girdi ve çoklu çıktı kullanarak analiz yapabilen VZA, her bir karar biriminin etkinsizliğini miktar ve kaynağı itibarıyla belirleyebilmekte, bu doğrultuda iyileştirici politikaların üretilmesine yardımcı olmaktadır (Kutlar ve Bakırcı, 2018: 181). Yöntem, KVB performanslarını girdiler ve çıktılar olarak sınıflandırılan bir dizi çoklu performans ölçüsüne dayalı olarak değerlendirmektedir (Zhu, 2014: 3,5). Birden fazla girdi ve çıktıyla faaliyetlerini sürdüren sağlık kurumlarının performans ölçümünde kullanılan çıktılar bir ürün ya da hizmet üretim sürecinin belirli bir dönemi sonunda üretilmiş olan ürün ya da hizmeti, girdiler ise bu üretimi gerçekleştirmek için kullanılan kaynakları ifade etmektedir (şahin, 2008: 6).

#### 3.1. Veri Zarflama Analizinin Matematiksel Yapısı ve Model Seçimi

VZA matematiksel açıdan iki önemli özelliğe sahiptir. Bunlardan ilki herhangi istatistiksel dağılıma uyan tahminlere ihtiyaç duyulmadığından istatistiksel değil deterministiktir. İkincisi ise girdi ve çıktılar arasında herhangi bir fonksiyonel ilişkinin bulunduğu varsayımına dayanmaması nedeniyle parametrik değildir (Demirci, 2018: 34). Çoklu girdi ve çıktı ile etkinlik analizi yapılmasında elverişli bir yöntem olan VZA matematiğinin temelini Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından ortaya konan kesirli programlama oluşturmaktadır. Bu model şu şeklide Eşitlik 1-4'te özetlenmektedir (Cook ve Zhu, 2005: 2).

##### Amaç Fonksiyonu

$$\text{Maksimum } E_k = \frac{\sum_{r=1}^s U_{rk} Y_{rk}}{\sum_{i=1}^m V_{ik} X_{ik}} \quad (1)$$

##### Kısıtlar

$$0 \leq \frac{\sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ij}} \leq 1 \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

$$U_{rk} \geq 0 \quad r = 1, 2, \dots, s \quad (3)$$

$$V_{ik} \geq 0 \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (4)$$

Modelde;  $E_k$ ,  $k$  karar biriminin etkinliğini;  $U_{rk}$ ,  $k$  karar birimi tarafından  $r$ . ıktıya verilen ağırlığı;  $V_{ik}$ ,  $m$  karar birimi tarafından girdiye verilen ağırlığı;  $Y_{rk}$ ,  $k$  karar birimi tarafından üretilen  $r$ . ıktıyı;  $X_{ik}$ ,  $k$  karar birimi tarafından üretilen  $i$ . girdiyi;  $Y_{rj}$ ,  $j$  karar birimi tarafından üretilen  $r$ . ıktıyı;  $X_{ij}$ ,  $j$  karar birimi tarafından üretilen  $i$ , girdiyi;  $n$ , karar birimi sayısını,  $s$ , çıktı sayısını ve  $m$ , girdi sayısını göstermektedir.

Amaç fonksiyonu, karar biriminin etkinliğini maksimum yapacak  $V$  ve  $U$  ağırlıklarını bulmayı amaçlamaktadır. Etkinliğin sınırlayıcısı ise her karar biriminin ağırlıklı çıktı/girdi oranının 1'i geçmemesidir. Bu durumda etkinlik 1 ile 0 arasında bir değer almaktadır (Kocakoç, 2003; Güler ve diğerleri, 2017).

VZA çalışmalarında temelde iki farklı modelden yararlanılmaktadır. Bu modeller geliştiren araştırmacıların baş harfleri ile anılan CCR (Charnes, Cooper ve Rhodes) ve BCC (Banker, Charnes ve Cooper) modelleridir. CCR modeli ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında toplam etkinliği ölçerken, BCC modeli ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında teknik etkinliği ölçmektedir (Cooper ve diğerleri, 2000: 21; Banker ve diğerleri, 1981). Her iki model, girdiye ve çıktıya yönelik olmak üzere iki ayrı şekilde uygulanmaktadır. Girdiye yönelik VZA modelleri, belirli bir çıktı bileşimini en etkin şekilde üretebilmek amacıyla kullanılacak en uygun girdi bileşiminin nasıl olması gerektiğini araştırırken, çıktıya yönelik VZA modelleri, belirli bir girdi bileşimi ile en fazla ne kadar çıktı bileşimi elde edilebileceğini araştırmaktadır (Demirci, 2018: 49). Sağlık kurumlarında çıktıların planlanması ve kontrol edilmesi güçtür fakat girdiler üzerindeki kontrol daha fazladır. Bu nedenle sağlık alanında yapılan çalışmaların girdi yönelimli olması önerilmektedir (şahin, 2008; Mut ve diğerleri, 2019). Bu alışmada SHB'lerin etkinlik skorları girdi yönelimli olarak CCR ve BCC modellerine göre hesaplanarak karşılaştırılmıştır. Girdi Yönelimli CCR Modelinin matematiksel gösterimleri Eşitlik 5-8'te; Girdi Yönelimli BCC Modelinin matematiksel gösterimi ise Eşitlik 9-13'te yer almaktadır.

**Girdi Yönelimli CCR Modeli**

$$E_k = \min \theta - \varepsilon \left( \sum_{i=1}^m S_i^- \right) - \varepsilon \left( \sum_{r=1}^p S_r^+ \right) \quad (5)$$

Kısıtlar:

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_j + S_i^- - \theta X_{ik} = 0 \quad (6)$$

$$\sum_{j=1}^n X_{rj} \lambda_j - S_r^+ - Y_{rk} = 0 \quad (7)$$

$$\lambda_j, S_i^-, S_r^+ \geq 0 \quad j=1, 2, \dots, n \quad i=1, 2, \dots, m \quad r=1, 2, \dots, p \quad (8)$$

**Girdi Yönelimli BCC Modeli**

$$E_k = \min \theta - \varepsilon \left( \sum_{i=1}^m S_i^- \right) - \varepsilon \left( \sum_{r=1}^p S_r^+ \right) \quad (9)$$

Kısıtlar:

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_j + S_i^- - \theta X_{ik} = 0 \quad (10)$$

$$\sum_{j=1}^n X_{rj} \lambda_j - S_r^+ - Y_{rk} = 0 \quad (11)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \quad (12)$$

$$\lambda_j, S_i^-, S_r^+ \geq 0 \quad j=1, 2, \dots, n \quad i=1, 2, \dots, m \quad r=1, 2, \dots, p \quad (13)$$

Girdi yönelimli CCR modelinde ve Girdi Yönelimli BCC modelinde  $E_k$ , karar biriminin etkinliğini;  $X_{ij}$  ve  $X_{ik}$  sırasıyla  $j$ . ve  $k$ . karar birimi tarafından kullanılan  $i$ . girdiyi;  $Y_{rj}$  ve  $Y_{rk}$  sırasıyla  $j$ . ve  $k$ . karar birimi tarafından üretilen  $r$ . çıktıyı;  $\varepsilon$  sıfırdan büyük ve herhangi bir pozitif reel sayıdan daha küçük sayıyı;  $n$  karar birimi sayısını;  $p$  çıktı sayısını;  $m$  girdi sayısını;  $\theta$  etkinlik skorunu;  $s_i^-$  ve  $s_r^+$  sırasıyla girdilerdeki fazlalığı ve çıktılardaki eksikliği;  $\lambda_j$ ,  $j$ . karar biriminin aldığı yoğunluk değerini ifade etmektedir. Karar birimleri etkin ise,  $\theta = 1$ ,  $s_i^- = s_r^+ = 0$ ,  $\lambda_j = 1$  ve  $E_k = 1$  olacaktır (Uygurtürk ve Yıldız, 2021).

Analizin gerçekleştirilmesinde Efficiency Measurement System (EMS) paket programından yararlanılmıştır. Çalışmada kullanılan verilerin kamuya açık ve erişilebilir olması nedeniyle etik kurul izni alınmamıştır.

**3.2. Karar Verme Birimlerinin Seçimi**

Sağlık Bakanlığı sağlık tesisi, insan gücü ve ileri teknoloji tıbbi donanım gibi sağlığa ayrılan kaynakların dengeli dağıtılması, özel projelendirilmiş ve maliyet gerektiren sağlık tesislerinin, maliyetli ve ileri teknoloji tıbbi cihazların ve yetişmiş insan gücü gerektiren özellikli sağlık hizmet çeşitliliğinin ülke geneline yaygınlaştırılarak hastaların bu hizmetlerden, bulunduğu sağlık bölgesinde faydalanmasını ve bu şekilde büyük şehirlere ve belirli hastanelere olan yoğun hasta talebine bağlı olarak gecikebilen teşhis ve tedavinin önüne geçilmesini amaçlayan bölge merkezli bir sağlık hizmet sunumu ilkesi benimsenmiştir. Bu amaçla nüfus yoğunluğu, ulaşım imkanları, hastalık insidansları, sağlık tesislerinin fiziki ve altyapı şartları, hizmet sunum kapasitesi gibi faktörler göz önünde bulundurularak 30 SHB oluşturulmuştur (Sağlık Bakanlığı, 2016). Bu çalışmada KVB olarak Sağlık Bakanlığı SHB'leri kullanılmıştır. VZA çalışmalarında karşılaştırma yapılacak KVB'lerin homojen yapıda olması gerekmektedir (Zhu, 2014; Charles ve Kumar, 2012: 122). SHB'lerin oluşturulma amacı dikkate alındığında bu homojenliği sağladığı, coğrafi bölge temelli ya da iller arasında yapılan karşılaştırmalara göre daha doğru sonuçlar vereceği düşünülmektedir.

**3.3. Veri Seti ve Değişkenler**

Çalışmada VZA modellerinin kurulmasında dört girdi ve dört çıktı olmak üzere toplam sekiz değişken belirlenmiştir (Tablo 3). Girdi değişkeni olarak yatak sayısı, pratisyen hekim sayısı, uzman hekim sayısı ve hemşire/ebe sayısı; çıktı değişkeni olarak başvuru sayısı, yatan hasta sayısı, ağırlıklı ameliyat sayısı ve doğum sayısı kullanılmıştır. Ağırlıklı ameliyat sayısı Şahin'in (2008) birim çıktı tabanlı maliyet araştırmalarını temel alarak belirlediği; A grubu ameliyat=1, B grubu ameliyat=1/3, C grubu ameliyat=1/7 oranlarına göre hesaplanmıştır. Değişkenlerin belirlenmesi için literatürde sağlık alanında yapılan çalışmalar kapsamlı şekilde incelenmiş, kullanılan veriler T.C. Sağlık Bakanlığı Kamu Hastaneleri Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan "Kamu Hastaneleri İstatistik Raporu 2017"den elde edilmiştir.

**Tablo 3. Girdi ve çıktı değişkenleri**

<i>Girdi Değişkenleri</i>	<i>Referanslar</i>	<i>Çıktı Değişkenleri</i>	<i>Referanslar</i>
Yatak Sayısı	Nayar ve Özcan (2008), Şenol ve diğerleri (2019)	Başvuru Sayısı	Temür (2010), Yiğit (2016)
Pratisyen Hekim Sayısı	Bal ve Bilge (2013), Alamin ve Yassin (2015)	Yatan Hasta Sayısı	Yu ve diğerleri (2020), Taşkaya (2020)
Uzman Hekim Sayısı	Nistor ve diğerleri (2017), Dirik ve Şahin (2020)	Ağırlıklı Ameliyat Sayısı	Şahin (2008), Okursoy ve Özdemir (2015)
Hemşire/Ebe Sayısı	Alonso ve diğerleri (2015), Çarıkcı ve Akbulut (2019)	Doğum Sayısı	Temür ve Bakıcı (2008), Gülcü ve diğerleri (2004)

VZA çalışmalarında kullanılan girdi ve çıktı değişkenleri arasında izotoniklik özelliğinin bulunması, diğer bir deyişe girdi değişkenlerinde meydana gelecek bir artışın, herhangi bir çıktıda azalışa neden olmaması, analizin güvenilirliği için önemli bir koşuldur (Okursoy ve Özdemir, 2015; Dirik ve Şahin, 2020). Bu çalışmada girdi ve çıktı değişken grupları arasındaki istatistiksel ilişki korelasyon katsayıları hesaplanarak incelenmiştir. Değişkenlerin saçılım grafiğinin doğrusal bir yapıda olmaması ve gözlem sayısının az olması nedeni ile Spearman korelasyon katsayısı kullanılmıştır. Yapılan analizler neticesinde SHB performanslarını değerlendirmek için kullanılan girdi ve çıktı değişkenleri arasında pozitif bir ilişki bulunduğu ve izotoniklik özelliğinin sağlandığı tespit edilmiştir. Korelasyon analizi sonuçları Tablo 4'te verilmiştir.

**Tablo 4. Spearman korelasyon katsayıları**

	<i>Yatak Sayısı</i>	<i>Pratisyen Hekim Sayısı</i>	<i>Uzman Hekim Sayısı</i>	<i>Hemşire/Ebe Sayısı</i>	<i>Başvuru Sayısı</i>	<i>Yatan Hasta Sayısı</i>	<i>Ağırlıklı Ameliyat Sayısı</i>	<i>Doğum Sayısı</i>
Yatak Sayısı	1,000*							
Pratisyen Hekim Sayısı	0,756*	1,000*						
Uzman Hekim Sayısı	0,823*	0,487*	1,000*					
Hemşire /Ebe Sayısı	0,973*	0,803*	0,810*	1,000*				
Başvuru Sayısı	0,879*	0,709*	0,929*	0,888*	1,000*			
Yatan Hasta Sayısı	0,938	0,828*	0,780*	0,955*	0,909*	1,000*		
Ağırlıklı Ameliyat Sayısı	0,878*	0,647*	0,913*	0,875*	0,936*	0,859*	1,000*	
Doğum Sayısı	0,606*	0,631*	0,546*	0,644*	0,663*	0,759*	0,629*	1,000*

\* p&lt;0,05

#### 4. BULGULAR

Çalışma kapsamında incelenen 30 SHB'de girdi değişkeni olarak belirlenen dört başlıkta sırasıyla ortalamalar; yatak sayısı için 4.489,40, pratisyen hekim sayısı için 320,63, uzman hekim sayısı için 1.393,20 ve hemşire/ebe sayısı için 3.945,27 olarak belirlenmiştir. Çıktı değişkenlerinde ise ortalamalar; başvuru sayısı için 11.924.938,90, yatan hasta sayısı için 257.386,13, ağırlıklı ameliyat sayısı için 25.139,26 ve doğum sayısı için 24.522,20'dir. Değişkenlere ilişkin tanımlayıcı bulgular Tablo 5'te verilmiştir.

**Tablo 5. Tanımlayıcı bulgular**

<i>Değişken</i>	<i>N</i>	<i>Minimum</i>	<i>Maksimum</i>	<i>Ortalama</i>	<i>Standart Sapma</i>
Yatak Sayısı	30	1.385	11.082	4.489,40	2.098,88
Pratisyen Hekim Sayısı	30	82	605	320,63	144,24
Uzman Hekim Sayısı	30	391	4.512	1.393,20	769,21
Hemşire/Ebe Sayısı	30	1.311	9.401	3.945,27	1.782,02
Başvuru Sayısı	30	4.158.622	24.809.358	11.924.938,90	4.817.832,28
Yatan Hasta Sayısı	30	86.111	581.541	257.386,13	126.382,66
Ağırlıklı Ameliyat Sayısı	30	4.810	71.574	25.139,26	13.588,44
Doğum Sayısı	30	6.321	67.270	24.522,20	16.887,35

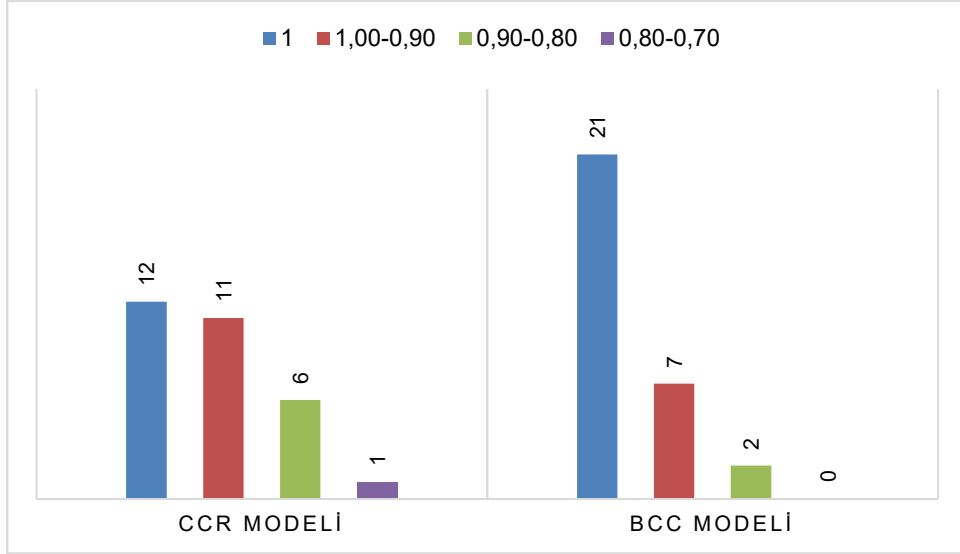
Çalışmada SHB'lere ait veriler girdi yönelimli CCR ve BCC modelleri ile analiz edilmiştir. CCR modeli sonuçlarına göre 30 SHB içerisinde 12 tanesi etkin iken 18 SHB'nin etkin olmadığı belirlenmiştir. Etkin olmayan SHB'ler içerisinde etkinlik skoru en düşük olan SHB 0,7660 ile Malatya, Elâzığ, Bingöl ve Tunceli'nin yer aldığı 4.SHB'dir. Bunu 0,8296 ile Erzurum, Erzincan, Bayburt, Artvin (Merkez, Yusufeli, Şavşat, Ardanuç) illerinin yer aldığı 1.SHB takip etmektedir. CCR modelinin genel etkinlik skor ortalaması 0,9498 olarak hesaplanmıştır. BCC modeli sonuçlarına göre ise etkin SHB sayısı 21 iken 9 SHB etkin değildir. CCR modelinde etkin olmayan 5.SHB, 10.SHB, 12.SHB, 16.SHB, 18.SHB, 19.SHB, 23.SHB, 24.SHB ve 30.SHB, BCC modeline göre etkindir. Etkin olmayan SHB'ler içinde en düşük etkinlik skoruna sahip SHB'ler CCR modelinde olduğu gibi 0,8179 ile 4.SHB'dir. Bunu 0,8808 ile Trabzon, Rize, Gümüşhane, Giresun, Artvin (Hopa, Arhavi, Borçka, Murgul) illerinin bulunduğu 3.SHB takip etmektedir. BCC modelinin genel etkinlik skoru ortalaması ise 0,9769 olarak hesaplanmıştır. SHB'lerin CCR ve BCC modellerine göre etkinlik skorları Tablo 6'da verilmiştir.

**Tablo 6. Sağlık hizmet bölgeleri etkinlik skorları**

<i>Sağlık Hizmet Bölgeleri</i>	<i>CCR</i>	<i>BCC</i>
	<i>Etkinlik Skoru</i>	<i>Etkinlik Skoru</i>
1.SHB (Erzurum-Erzincan-Bayburt-Artvin (Merkez, Yusufeli, Şavşat, Ardanuç))	0,8296	0,9372
2.SHB (Bitlis-Hakkâri-Muş-Van-Ağrı (Doğubeyazıt, Patnos))	0,9592	0,9653
3.SHB (Trabzon-Rize-Gümüşhane-Giresun-Artvin (Hopa, Arhavi, Borçka, Murgul))	0,8648	0,8808
4.SHB (Malatya-Elâzığ-Bingöl-Tunceli)	0,7660	0,8179
5.SHB (Diyarbakır-Batman-Mardin-Siirt-Şırnak)	0,9202	1
6.SHB (Şanlıurfa)	1	1
7.SHB (Samsun-Ordu-Amasya-Sinop)	1	1
8.SHB (Sivas-Tokat)	1	1
9.SHB (Adıyaman-Gaziantep-Kahramanmaraş-Kilis)	1	1
10.SHB (Ankara (Keçiören, Yenimahalle, Altındağ, Pursaklar, Çubuk, Elmadağ, Akyurt, Kalecik)-Çorum-Yozgat-Kırıkkale-Kırşehir)	0,9134	1
11.SHB (Ankara (Çankaya, Mamak, Etimesgut, Sincan, Gölbaşı, Polatlı, Kazan, Beypazarı, Şereflikoçhisar, Nallıhan, Haymana, Kızılcahamam, Bala, Ayaş, Gündül, Çamlıdere, Evren)-Zonguldak-Kastamonu-Karabük-Çankırı-Bartın-Bolu)	0,8559	0,9341
12.SHB (Kayseri-Niğde-Nevşehir)	0,9856	1
13.SHB (Adana-Hatay-Osmaniye)	1	1
14.SHB (Aksaray-Konya-Karaman)	0,9577	0,9637
15.SHB (Mersin)	1	1
16.SHB (Düzce-Sakarya-Kocaeli)	0,9914	1
17.SHB (Afyonkarahisar-Bilecik-Eskişehir-Kütahya)	1	1
18.SHB (Antalya-Burdur-Isparta)	0,9656	1
19.SHB (Balıkesir-Bursa-Çanakkale-Yalova)	0,9689	1
20.SHB (Manisa-Uşak-İzmir (Bornova, Karşıyaka, Bayraklı, Çiğli, Menemen, Bergama, Kemalpaşa, Aliağa, Dikili, Foça, Kınık))	0,8665	0,9460
21.SHB (İzmir (Karabağlar, Buca, Konak, Torbalı, Gaziemir, Ödemiş, Menderes, Tire, Balçova, Narlıdere, Urla, Kiraz, Bayındır, Çeşme, Seferihisar, Selçuk, Güzelbahçe, Beydağ, Karaburun))	0,8820	0,9468
22.SHB (Aydın-Denizli-Muğla)	0,9137	0,9145
23.SHB (Edirne-Kırklareli-Tekirdağ)	0,9838	1
24.SHB (İstanbul Anadolu Güney (Pendik, Maltepe, Kartal, Sultanbeyli, Tuzla, Adalar))	0,9801	1
25.SHB (İstanbul Anadolu Kuzey (Ümraniye, Üsküdar, Kadıköy, Ataşehir, Sancaktepe, Beykoz, Çekmeköy, Şile))	1	1
26.SHB (İstanbul Bakırköy (Bağcılar, Bahçelievler, Esenler, Güngören, Bakırköy))	1	1
27.SHB (İstanbul Beyoğlu (Kağıthane, Eyüp, Sarıyer, Şişli, Beyoğlu, Beşiktaş))	1	1
28.SHB (İstanbul Fatih (Sultangazi, Gaziosmanpaşa, Fatih, Zeytinburnu, Bayrampaşa, Arnavutköy))	1	1
29.SHB (İstanbul Çekmece (Küçükçekmece, Esenyurt, Avcılar, Başakşehir, Beylikdüzü, Büyükçekmece, Silivri, Çatalca))	1	1
30.SHB (Kars-Ardahan-Iğdır-Ağrı (Merkez, Diyadin, Eleşkirt, Hamur, Taşlıçay, Tutak))	0,8882	1
Ortalama	0,9498	0,9769

SHB performans değerlendirmesinde uygulanan iki model karşılaştırıldığında BCC modelinin doğası gereği etkin olan SHB sayısının ve etkinlik skor ortalamasının daha yüksek olduğu görülmektedir. Her iki

modelde etkin olmayan SHB'lerin etkinlik skor ortalamaları incelendiğinde CCR modeline göre 11 SHB 0,90-1,00, 6 SHB 0,80-0,90, 1 SHB ise 0,70-0,80 aralığında yer almaktadır; BCC modeline göre 7 SHB 0,90-1,00, 2 SHB 0,80-0,90 aralığında iken 0,70-0,80 aralığında SHB bulunmamaktadır. SHB'lerin etkinlik skor ortalamalarına göre dağılımı Şekil 1'de verilmiştir.



**Şekil 1. Etkinlik skorlarının dağılımı**

Analiz sonucunda iki modele göre etkinlik skoru 1,00 olan SHB'ler kaynaklarını verimli kullanan ve ulaşabileceği çıktı düzeyine ulaşan SHB'lerdir. Bu nedenle girdi kaynaklarında bir iyileştirme yapmalarına gerek duyulmamaktadır. Etkin olmayan SHB'lerin yapması gereken iyileştirme oranları ise etkinlik skorlarına göre değişmektedir. Etkinlik skorları 1,00'den uzaklaştıkça iyileştirme oranları da artmaktadır. Örneğin her iki modelde de en düşük etkinlik skoruna sahip olan 4. SHB'nin etkin olabilmesi için CCR modeline göre yatak sayısını %39,86, pratisyen hekim sayısını %25,26, uzman hekim sayısını %25,34 ve hemşire/ebe sayısını %39,17 oranında azaltmalıdır. Buna karşın 0,9914 puan ile etkinlik sınırına oldukça yakın olan Düzce-Sakarya-Kocaeli illerinin bulunduğu 16. SHB'nin etkin hale gelmesi için yatak sayısını %0,82; pratisyen hekim sayısını %0,80; uzman hekim sayısını %0,84 ve hemşire/ebe sayısını %0,81 azaltmalıdır. Her iki modele göre etkin olmayan SHB'lerin etkin olabilmeleri için girdi değişkenlerinde yapmaları gereken iyileştirmeler Tablo 7'de verilmiştir. Buna göre SHB'ler için iyileştirme oranlarının hesaplanmasında etkin olan ve her SHB için ayrı olarak belirlenen referans SHB'ler kullanılmaktadır. Buna göre CCR modelinde en fazla referans olan SHB'ler 17 kez ile 9. SHB ve 12 kez ile 26. SHB'dir. BCC modelinde ise en fazla referans olan SHB'ler ise 5 kez ile 9. SHB ve 4 kez ile 30. SHB olmuştur.

Tablo 7. Sağlık hizmet bölgeleri iyileştirme tablosu

KVB		CCR Modeli				BCC Modeli				
		Yatak Sayısı	Pratişyen Hekim Sayısı	Uzman Hekim Sayısı	Hemşire /Ebe Sayısı	Yatak Sayısı	Pratişyen Hekim Sayısı	Uzman Hekim Sayısı	Hemşire /Ebe Sayısı	
1.SHB	Hedeflenen Değer İyileştirme Oranı (%)	2279,78	178,58	616,06	1959,92	2711,83	259,85	720,59	2293,81	7.SHB, 26.SHB, 30.SHB
2.SHB	Hedeflenen Değer İyileştirme Oranı (%)	3416,54	363,50	1013,92	3145,08	3429,13	369,97	1015,88	3159,85	6.SHB, 9.SHB, 30.SHB
3.SHB	Hedeflenen Değer İyileştirme Oranı (%)	3550,79	337,19	907,57	3067,38	3767,88	358,89	917,08	3291,69	7.SHB, 8.SHB, 9.SHB, 30.SHB
4.SHB	Hedeflenen Değer İyileştirme Oranı (%)	2187,81	225,69	659,16	2035,74	2771,59	240,63	701,33	2663,48	6.SHB, 8.SHB, 9.SHB, 15.SHB, 30.SHB
5.SHB	Hedeflenen Değer İyileştirme Oranı (%)	5047,86	531,63	1493,73	4657,42	-	-	-	-	-
10.SHB	Hedeflenen Değer İyileştirme Oranı (%)	10042,59	419,14	3808,97	8515,01	-	-	-	-	-
11.SHB	Hedeflenen Değer İyileştirme Oranı (%)	4979,74	417,29	1835,72	4967,05	6341,79	455,86	1982,38	5676,94	10.SHB, 16.SHB, 19.SHB
12.SHB	Hedeflenen Değer İyileştirme Oranı (%)	2638,62	197,12	809,05	2369,24	12,43	6,58	7,62	6,61	-
14.SHB	Hedeflenen Değer İyileştirme Oranı (%)	4099,52	303,33	1172,60	3855,94	4073,72	299,38	1155,98	3804,46	9.SHB, 12.SHB, 15.SHB, 26.SHB
16.SHB	Hedeflenen Değer İyileştirme Oranı (%)	4164,55	359,09	1453,65	3859,35	15,53	5,55	5,63	5,57	-
18.SHB	Hedeflenen Değer İyileştirme Oranı (%)	4960,56	256,84	1535,89	3763,35	-	-	-	-	-
19.SHB	Hedeflenen Değer İyileştirme Oranı (%)	8320,11	558,89	2305,78	7190,43	-	-	-	-	-
20.SHB	Hedeflenen Değer İyileştirme Oranı (%)	4584,73	352,60	1666,35	4382,57	5333,40	382,39	1799,48	4798,63	10.SHB, 16.SHB, 19.SHB, 25.SHB
21.SHB	Hedeflenen Değer İyileştirme Oranı (%)	3758,48	194,73	1606,35	3106,75	4005,23	206,84	1638,38	3493,61	16.SHB, 25.SHB, 27.SHB, 29.SHB
22.SHB	Hedeflenen Değer İyileştirme Oranı (%)	4635,82	343,68	1364,36	4108,50	4634,40	342,77	1361,94	4135,81	9.SHB, 12.SHB, 15.SHB, 26.SHB, 29.SHB
23.SHB	Hedeflenen Değer İyileştirme Oranı (%)	2163,27	231,87	715,08	2024,57	8,78	8,83	8,77	16,65	-
24.SHB	Hedeflenen Değer İyileştirme Oranı (%)	2976,93	198,90	1319,11	2416,17	-	-	-	-	-
30.SHB	Hedeflenen Değer İyileştirme Oranı (%)	1230,18	143,61	347,29	1087,79	-	-	-	-	-
		11,17	29,60	11,17	17,02	-	-	-	-	-



## 5. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Çalışmada 30 SHB'nin etkinlik skorları girdi yönelimli CCR ve BCC modelleri ile incelenmiştir. CCR modeline göre 12 SHB'nin etkin, 18 SHB'nin etkin olmadığı, BCC modeline göre ise 21 SHB'nin etkin, 9 SHB'nin etkin olmadığı belirlenmiştir. SHB performans değerlendirmesinde uygulanan iki model karşılaştırıldığında BCC modelinin doğası gereği etkin olan SHB sayısının ve etkinlik skor ortalamasının daha yüksek olduğu görülmektedir. CCR modelinde etkinlik skor ortalaması 0,9498 iken BCC modelinde ise 0,9769 olarak hesaplanmıştır. Her iki modelde de en düşük etkinlik skoruna sahip SHB, Malatya-Elâzığ-Bingöl-Tunceli illerinin yer aldığı 4. SHB'dir. VZA sonucunda belirlenen etkinsiz SHB'lerin etkin hale gelmesi için girdilerinde yapmaları gereken değişimler hesaplanarak özetlenmiştir. Çalışma sonucunda bazı sağlık hizmet bölgelerinde yatak sayısı, hekim ve hemşire/ebe sayısının yığıldığı ve sağlık hizmet kaynaklarının dağılımı konusunda dengesizlikler olduğu belirlenmiştir. Şenol ve Gençtürk (2017), Yiğit (2016), Öksüzkaya (2017) ve Çalışkan ve Girginer (2016) bu bulguyu destekleyen sonuçlara ulaşmışlardır. Değişimlerin hesaplanmasında kullanılan referans SHB'ler içerisinde Adıyaman-Gaziantep-Kahramanmaraş-Kilis illerinin yer aldığı 9. SHB en sık referans olan KVB olmuştur. Literatürde sağlık alanında yapılan kurumlar ve birimler arası karşılaştırmalar dışında VZA çalışmalarında genel olarak coğrafi temelli çalışmalar yapıldığı görülmektedir. Oysa bir bölgede sağlık hizmet sunumunun niteliği, niceliği ve kalitesi birçok farklı faktörden etkilenebilmektedir. Coğrafi bölgelere ya da illere göre yapılan çalışmalarda hastanelerin etkinlik skoru illerin gelişmişlik seviyesi, eğitim ve araştırma hastanesi ya da kadın doğum hastanesi bulunup bulunmaması, A grubu ameliyat yapabilme kapasitesi gibi birçok faktörden etkilenecektir. Bu nedenle kullanılan girdi ve çıktı değişkenleri ile ölçülmek istenen performans arasında uyumsuzluklar yaşanabilmektedir. SHB'lerin oluşturulmasında sağlık altyapısı ve kaynaklarının bölgeler arasında verimli şekilde dağıtılmasının amaçlanması ve hastaların buldukları bölgede gerekli tüm hizmetlere ulaşabilir hale gelmesi amaçlanmaktadır. Bu nedenle yapılacak kıyaslamaların daha doğru sonuçlar vereceği düşünülmektedir. Nitekim bu çalışmanın sonuçları coğrafi temelli yapılan VZA çalışmalarından farklılıklar göstermektedir. Örneğin sağlık hizmet performansının illere göre karşılaştırıldığı çalışmalarda Sivas ve Tokat illeri etkinlik skorları en düşük olan illerdendir (Karahana, 2019; Şenol ve diğerleri, 2019). Bu çalışmada ise Sivas ve Tokat illerinin birlikte bulunduğu 8. SHB hem CCR modelinde hem de BCC modelinde etkin olarak bulunmuştur. Farklı çalışmalarda (Demiray Erol ve Güneş, 2014; Çarıkcı ve Akbulut, 2019; Özçelik ve Yiğit, 2020) etkin olarak bulunan Artvin, Hakkâri, Iğdır, Kırklareli, Mardin ve Şırnak gibi illerin bulunduğu SHB'ler ise bu çalışmada etkinsiz olarak bulunmuştur. Ankara, Bartın, Bingöl, Denizli, Uşak, Van ve Zonguldak illerinin etkin olarak belirlendiği, Sinop, Adıyaman, Mersin, Afyon, Bilecik ve Kütahya'nın etkinsiz olarak belirlendiği çalışmanın aksine (Yiğit, 2016) bu çalışmada ise etkin olan illerin etkinsiz olduğu, etkinsiz olan illerin ise etkin olduğu sonucuna varılmıştır. Bayburt, Çankırı ve Muş illerinin etkin olarak belirlendiği çalışmaların aksine (Çalışkan ve Girginer, 2016; Çalışkan, 2020) bu çalışmada belirtilen iller etkinsiz olarak belirlenmiştir. Torun ve diğerleri (2020) istatistiki bölge sınıflandırmasına göre kamu hastanelerinin finansal etkinliklerini inceledikleri çalışmalarında en düşük finansal etkinliğe sahip bölgenin Doğu Karadeniz Bölgesi olduğunu belirlemiştir. Bu çalışmada Doğu Karadeniz illerini kapsayan 3. SHB'nin her iki modelde de etkinsiz olduğu ve bu sonucun desteklendiği görülmektedir. Öksüzkaya (2017) istatistiki bölge sınıflandırmasına göre Sağlık Bakanlığına bağlı hastanelerin etkinliklerini inceledikleri çalışmada Batı Anadolu, Ege ve Kuzeydoğu Anadolu Bölgeleri etkin olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada ise Kuzeydoğu Anadolu Bölgesi illerinin içerisinde bulunduğu 1. SHB, 2. SHB ve 3. SHB, Ege Bölgesi illerinin içerisinde bulunduğu 20. SHB, 21. SHB ve 22. SHB ve Batı Anadolu Bölgesinde bulunduğu Ankara ili etkinsiz olarak belirlenmiştir.

Performans değerlendirme, hizmet sunumunda verimliliği amaçlamaktadır. Özellikle çoklu girdi kullanılarak çoklu çıktı üretilen alanların başında gelen sağlık sektöründe performans analizleri verimlilik düzeyi göstergesi olarak değerli bilgiler sunmaktadır. Türkiye'de sağlık sektöründe kaynakların verimli kullanımı için uygulanan SHB yapılanmasının performans analizi, bu yapının amacına ulaşma durumunu değerlendirmekle kalmayıp verimlilik literatürüne de önemli katkılar sağlamaktadır. Verimlilik uygulamaları, tek girdi ve tek çıktıya sahip sektörler ile çoklu girdi ve çıktıya sahip sektörlerde gerçekleştirilmekte; bu kapsamda elde edilen bulgular verimlilik literatürünün gelişmesine katkıda bulunmaktadır. Sağlık bölge planlaması yapısının amacına ulaşması için mevcut durumlarının değerlendirilmesi önemlidir. Bu doğrultuda SHB'lerin performansları ölçülmeli, bölgeler birbirleriyle kıyaslanmalı ve etkin olmayan bölgelerin referans alabileceği etkin bölgeler tanımlanmalı, etkinliğin sağlanması için yapmaları gereken iyileştirmeler saptanmalıdır. Bu noktada bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, karar vericiler ve diğer araştırmacılar açısından yol gösterici niteliktedir. Bölgelerin performansının VZA ile değerlendirilmesi tüm bu gerekliliklerin tamamlanmasını sağlayacak ve karar vericilerin bu konuda politikalar geliştirmesine yardımcı olacaktır.

Bu çalışmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Çalışmada SHB'lerin performansının değerlendirilmesinde girdi değişkeni olarak yatak sayısı, uzman hekim, pratisyen hekim ve hemşire/ebe

sayıları; çıktı değişkeni olarak ise başvuru, yatan hasta, ağırlıklı ameliyat ve doğum sayıları kullanılmıştır. SHB'lerin performans değerlendirmesinde finansal g6stergeler, vaka karması endeksi ya da hasta memnuniyeti gibi verilere ulaşılamadığı için bu değişkenler kullanılamamıştır. Bundan sonraki çalışmalarda SHB performanslarının incelenmesinde bunlar gibi çeşitli değişkenlerin kullanılması sağlık hizmetlerinin etkinliği konusunda daha kapsamlı bilgiler sunabilecektir. Ayrıca birden fazla yıl ile analiz yapılarak SHB'lerin etkinlik skorlarındaki yıllar arası değişim ortaya konulabilir.

**KAYNAKÇA**

- Adil, R., Abbas, M. ve Yaseen, A. (2016). "Determinants of Efficiency in Health Sector: DEA Approach and Second Stage Analysis", *Journal of Accounting and Finance in Emerging Economies*, 2(2), 83-92.
- Akyürek, E. (2017). "Türkiye Karadeniz Limanları Verimlilik Analizi", *Verimlilik Dergisi*, 4, 29-45.
- Alamin, T.H.M. ve Yassin, A.A. (2015). "Measuring Hospitals Efficiency Using Data Envelopment Analysis Tool: Study on Governmental Hospitals Services at Ministry of Health–Khartoum State 2012", *International Journal of Science and Research*, 4(2), 1586-1592.
- Alonso, J.M., Clifton, J. ve Diaz-Fuentes, D. (2015). "The Impact of New Public Management on Efficiency: An Analysis of Madrid's Hospitals", *Health Policy*, 119, 333-340.
- 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.
- Bal, V. ve Bilge, H. (2013). "Eğitim ve Araştırma Hastanelerinde Veri Zarflama Analizi ile Etkinlik Ölçümü", *Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 2(2), 1-14.
- Banker, R.D., Charnes, A., Cooper, W.W. ve Schinnar, A.P. (1981). "A Bi-Extremal Principle for Frontier Estimation and Efficiency Evaluations", *Management Science*, 27(12), 1370-1382.
- Charles, V. ve Kumar, M. (2012). *Data Envelopment Analysis and its Applications to Management*, Cambridge Scholars Publishing, Newcastle.
- Charnes, A., Cooper, W.W. ve Rhodes, E.L. (1978). "Measuring the Efficiency of Decision Making Units", *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429-444.
- Charnes, A., Cooper, W.W., Lewin, A.Y. ve Seiford, L.M. (1994). *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Application*, Springer, New York.
- Cheng, Z., Tao, H., Cai, M., Lin, H., Lin, X., Shu, Q. ve Zhang, R. (2015). "Technical Efficiency and Productivity of Chinese County Hospitals: An Exploratory Study in Henan Province", *BMJ Open*, 5(9), 1-10.
- Cook, W.D. ve Zhu, J. (2005). *Modeling Performance Measurement-Applications and Implementation Issues in DEA*, Springer Science and Business Media Inc.
- Cooper, W.W., Seiford, L.M. ve Tone, K. (2000). *Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA Solver Software*, Kluwer Academic Publishers, New York.
- Çakmak, E. ve Örkçü, H.H. (2016). "Türkiye'deki İllerin Etkinliklerinin Sosyo-Ekonomik Temel Göstergelerle Veri Zarflama Analizi Kullanarak İncelenmesi", *Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 6(1), 30-48.
- Çalışkan, H. (2020). "Kamu Hastane Birliklerinin Verimlilik Düzeylerinin Veri Zarflama Analizi ile Değerlendirilmesi", *Verimlilik Dergisi*, 2, 157-178.
- Çalışkan, S. ve Girginer, N. (2016). Türkiye'deki Hastanelerin Performanslarının Veri Zarflama Analizi ile Değerlendirilmesi, [https://london2016.econworld.org/papers/Caliskan\\_Girginer\\_Evaluation.pdf](https://london2016.econworld.org/papers/Caliskan_Girginer_Evaluation.pdf), (Erişim Tarihi: 17.03.2021).
- 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.
- Demiray Erol, G. ve Güneş, İ. (2014). "Türkiye'de İllerin Sağlık Etkinliklerinin Analizi", *Ekonomi Bilimleri Dergisi*, 6(2), 1-19.
- Demirci, A. (2018). *Teori ve Uygulamalarla Veri Zarflama Analizi*, Gazi Kitabevi, Ankara.
- Dinca, G., Dinca, M.S. ve Andronic, M.L. (2020). "The Efficiency of the Healthcare Systems in EU Countries – A DEA Analysis", *Acta Oeconomica Acta Oeconomica*, 70(1), 19-36.
- Dirik, C. ve Şahin, S. (2020). "Türkiye'deki Sağlık Hizmetlerinin Etkinlik ve Verimlilik Analizi: Radyal ve Radyal Olmayan VZA ve MVE Modellerinin Karşılaştırması", *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 11(28), 790-814.
- Ergenekon Arslan, A. ve Güven, Ö.Z. (2018). "Veri Zarflama Analizi ile Üniversite Etkinliklerinin Belirlenmesine Yönelik Bir Çalışma: Türkiye Örneği", *Uluslararası Afro-Avrasya Araştırmaları Dergisi*, 3(6), 86-105.
- Ergülen, A., Bolayır, B., Ünal, Z. ve Harmankaya, İ. (2020). "Covid-19 Sürecinde Türkiye'nin Etkinliğinin Veri Zarflama Analizi ile Değerlendirilmesi", *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi*, 11, 275-286.
- Ersoy, N. (2018). "Banka Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi ile Değerlendirilmesi", *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 3(2), 474-487.
- Esatoğlu, A.E., Ağırbaş, İ., Doğanay Payziner, P., Akbulut, Y., Göktaş, B., Özatkan, Y., Uğurluoğlu, E., Yıldırım, T., Törüner, M., Gök, H., Atasoy, K.Ç., Çakır, S.Ü. ve Ökten, İ. (2010), "Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastaneleri'nde Maliyet Analizi", *Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası*, 63(1), 17-27.

- Esen, H. ve Yiğit, V. (2019). "Kamu Hastanelerinde Verimlilik Ölçümü: Akdeniz Bölgesi Örneği", *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 6(7), 134-144.
- Gülcü, A., Tutar, H. ve Yeşilyurt, C. (2004). Sağlık Sektöründe Veri Zarflama Analizi Yöntemi ile Göreceli Verimlilik Analizi, Seçkin Yayıncılık, Ankara.
- Güler, M., İpekçil Doğan, Ö. ve Erdem, S. (2017). "Sağlık Kuruluşları Performansının Veri Zarflama Analizi İle İncelenmesi ve Bir Uygulama", *Verimlilik Dergisi*, 4, 169-185.
- Güner Ertemoğlu, H., Ertemoğlu, S. ve Peker, İ. (2021). "Ticaret İl Müdürlükleri Performanslarının Veri Zarflama Analizi ile Değerlendirilmesi", *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 35(1), 291-397.
- Hu, H.H., Qi, Q. ve Yang, C.H. (2012). "Analysis of Hospital Technical Efficiency in China: Effect of Health Insurance Reform", *China Economic Review*, 23(4), 865-877.
- Kar, A., Şantaş, F. ve Kahraman, G. (2016). "Technical Efficiency of Gynecology and Obstetrics Hospitals in Turkey: Measurement by Data Envelopment Analysis", *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 4(34), 372-382
- Karahan, M. (2019). "Using Data Envelopment Analysis to Measure the Technical Efficiency of Public Hospitals in Turkey", *Ege Akademik Bakış Dergisi*, 19(3), 373-387.
- Kavuncubaşı, Ş. (1995). Hastanelerde Göreceli Verimlilik Ölçümü: Veri Çerçeveleme Analizinin Uygulanması, Doktora Tezi, Ankara.
- Kaya Samut, P. ve Cafri, R. (2016). "Analysis of The Efficiency Determinants of Health Systems in OECD Countries by DEA and Panel Tobit", *Social Indicators Research*, 129, 113-132.
- Ketabi, S. (2011). "Efficiency Measurement of Cardiac Care Units of Isfahan Hospitals in Iran", *Journal of Medical Systems*, 35(2), 143-150.
- Kıraç, Y. ve Kıraç, S. (2018). "Veri Zarflama Analizi Yaklaşımı Kullanarak Ağız Diş Sağlığı Hastanelerinin (ADSH) Verimlilik Değerlendirmesi", *Journal of International Management, Educational and Economics Perspectives*, 6(2), 90-105.
- Kim, Y. ve Kang, M. (2014). "The Measurement of Health Care System Efficiency: Cross-Country Comparison by Geographical Region", *The Korean Journal of Policy Studies*, 29(1), 21-44.
- Kocakoç, İ.D. (2003). "Veri Zarflama Analizindeki Ağırlık Kısıtlamalarının Belirlenmesinde Analitik Hiyerarşi Sürecinin Kullanılması", *DEÜ İİBF Dergisi*, 18(2), 1-12.
- Kohl, S., Schoenfelder, J., Fugener, A. ve Brunner, J.O. (2019). "The Use of Data Envelopment Analysis (DEA) in Healthcare with a Focus on Hospitals", *Health Care Management Science*, 22(2), 245-286.
- Konca, M., Gözlü, M. ve Çakmak, C. (2019). "G-20 Ülkelerinin Sağlık Harcamaları Yönünden Etkinliğinin Değerlendirilmesi", *Verimlilik Dergisi*, 2, 119-141.
- Kutlar, A. ve Bakırcı, F. (2018). Veri Zarflama Analizi: Teori ve Uygulama, Orion Kitabevi, Ankara.
- Li, L.X. ve Benton, W.C. (1996). "Performance Measurement Criteria in Health Care Organizations: Review and Future Research Directions", *European Journal of Operational Research*, 93, 449-468.
- Menten, C., Çekiç, B. ve Atıcı, K.B. (2020). "Türkiye Tarım Sektöründe Ürünler Bazında Etkinlik Değerlendirmesi", *Verimlilik Dergisi*, 1, 117-141.
- Mettler, T. ve Rohner, P. (2009). Performance Management in Health Care: The Past, the Present, and the Future, <https://www.alexandria.unisg.ch/214579/>, (Erişim Tarihi: 20.02.2021).
- Mut, S., Kutlu, G. ve Turgut, M. (2019). "Türkiye'de Sağlık Alanında Veri Zarflama Analizi Yöntemi Kullanılarak Yapılan Makalelerin İncelenmesi", *Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi*, 22(1), 207-244.
- Nayar, P. ve Özcan, Y.A. (2008). "Data Envelopment Analysis Comparison of Hospital Efficiency and Quality", *Journal of Medical Systems*, 32(3), 193-199.
- Nistor, C.S., Stefanescu, C.A. ve Crisan, A.R. (2017). "Performance through Efficiency in the Public Healthcare System—A DEA Approach in an Emergent Country", *Studia Universitatis Babeş-Bolyai Oeconomica*, 62(1), 31-49.
- Nunamaker, T.R. (1983). "Measuring Routine Nursing Service Efficiency: A Comparison of Cost Per Patient Day and Data Envelopment Analysis Models", *Health Services Research*, 18(2), 183-205.
- Okursoy, A. ve Özdemir, M. (2015). "Veri Zarflama Analizinde Homojen Olmayan Karar Verme Birimi İçin Kümeleme Analizi Yaklaşımı", *Ege Akademik Bakış Dergisi*, 15(1), 81-90.
- Öksüzkaya, M. (2017). "Sağlık Sektöründe Bölgeler Arası Etkinliğin İncelenmesi", *Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 4(10), 280-300.
- Özcan, Y.A. (2008). Health Care Benchmarking and Performance Evaluation an Assessment Using Data Envelopment Analysis (DEA), Springer, New York.

- Özçelik, M. ve Yiğit, P. (2020). "Türkiye Sağlık Sistemi Verimliliğinin İncelenmesi", *Çukurova Medical Journal*, 45(3), 992-1017.
- Özer, H. ve Topçuoğlu, Ö. (2017). "Türk Çimento Sektöründe Mülkiyet-Etkinlik İlişkisi: VZA ve Tobit Model Uygulaması", *Verimlilik Dergisi*, 4, 141-168.
- Özkan Aksu, E. ve Temel Gencer, C. (2018). "Veri Zarflama Analizi ile OECD Ülkelerinin Çevre Performansının İncelenmesi", *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 191-206.
- Paradi, J.C., Sherman, H.D. ve Tam, F.K. (2018). *International Series in Operations Research & Management Science: A Guide for Practitioners and Analysts Working in Operations Research Using DEA*, Springer, Switzerland.
- Rezaee, M.J. ve Karimdadı, A. (2015). "Do Geographical Locations Affect in Hospitals Performance? A Multi-Group Data Envelopment Analysis", *Journal of Medical Systems*, 39(85), 1-11.
- Sağlık Bakanlığı. (2010). 02.07.2010 tarihli 2010/50 Sayılı Sağlık Bölge Planlamasına İlişkin Uygulamalar Hakkında Genelge, <https://www.saglik.gov.tr/TR,11024/saglik-bolge-planlamasi-hakkinda-genelge-ile-hastane-yatak-ve-rolleri-tescil-onayi-201050.html>, (Erişim Tarihi:31.01.2021).
- Sağlık Bakanlığı. (2016). 28.03.2016 sayılı ve 83913885 sayılı Sağlık Hizmet Bölgeleri Organizasyon Yapısının Güncellenmesi Hakkında Bakanlık Oluru, <https://ohsad.org/wp-content/uploads/2016/03/saglik-hizmet-bolgeleri-organizasyon-semasi-guncellemes-.pdf>, (Erişim Tarihi: 31.01.2021).
- Seddighi, H., Nosrati Nejad, F. ve Basakha, M. (2020), "Health Systems Efficiency in Eastern Mediterranean Region: A Data Envelopment Analysis", *Cost Eff Resour Alloc*, 18(22), 1-7.
- Sevimli, Ö. (2013). Sağlık Kurumlarında Veri Zarflama Analizi Tekniğı ile Verimlilik Analizi, Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi, Beykent Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Sherman, H.D. (1981). Measurement of Relative Efficiency of Health Service Organization with Data Envelopment Analysis-A Simulation, Alfred P. Sloan School of Management.
- Sherman, H.D. ve Zhu, J. (2006). *Service Productivity Management Improving Service Performance Using Data Envelopment Analysis (DEA)*, Springer, USA.
- Şahin, İ. (2008). "Sağlık Bakanlığı Genel Hastaneleri ve Sağlık Bakanlığına Devredilen SSK Genel Hastanelerinin Teknik Verimliliklerinin Karşılaştırılmalı Analizi", *Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi*, 11(1), 1-48.
- Şenol, O. ve Gençtürk, M. (2017). "Veri Zarflama Analiziyle Kamu Hastaneleri Birliklerinde Verimlilik Analizi", *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 29(4), 265-286.
- Şenol, O., Korucu, K.S. ve Metin, A. (2019). "İllerin Sağlık Performanslarının Ölçülmesi: Veri Zarflama Analiz Yöntemi", *Uluslararası Sağlık Yönetimi ve Stratejileri Araştırma Dergisi*, 5(2), 243-256.
- Taşkaya, S. (2020). "Türkiye'deki Eğitim ve Araştırma Hastanelerinin Verimliliğinin Pabon Lasso ve Veri Zarflama Analizleri ile Belirlenmesi", *Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi*, 23(2), 247-260.
- Temür, Y. (2010). "İllerin Gelişmişlik Derecelerine Göre Hastanelerin Etkinlik Analizi", *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 29(2), 1-22.
- Temür, Y. ve Bakırcı, F. (2008). "Türkiye'de Sağlık Kurumlarının Performans Analizi: Bir VZA Uygulaması", *Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(3), 262-281.
- Tigga, N.S. ve Mishra, U.S. (2015). "On Measuring Technical Efficiency of the Health System in India: An Application of Data Envelopment Analysis", *Journal of Health Management*, 17(3), 285-298.
- Torun, N., Atan, M. ve Ayanoğlu, Y. (2020). "İstatistik Bölge Sınıflamasına Göre Kamu Hastanelerinin Finansal Etkinliklerinin Değerlendirilmesi", *Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi*, 22(3), 476-505.
- Uçkun, N., Girginer, N., Köse, T. ve Şahin, Ü. (2016). "Türkiye'deki Büyükşehir Kamu Hastanelerinin Etkinliklerinin Analizi", *International Journal of Innovative Research in Education*, 3(2), 102-108.
- Uygurtürk, H. ve Yıldız, İ. (2021). "İşletmelerin Etkinlikleri ile Finansal Performansları Arasındaki İlişi: Bilişim Sektörü Üzerine Bir Araştırma", *Verimlilik Dergisi*, 1, 3-15.
- Yavuz, İ. (2001). Sağlık Sektöründe Etkinlik Ölçümü, MPM Yayınları, Ankara.
- Yenice, E. (2006). "Kamu Kesiminde Performans Değerlemesi", *Maliye Dergisi*, 150, 122-132.
- Yeşilaydın, G. (2017). "Health Efficiency Measurement in Turkey by Using Data Envelopment Analysis: A Systematic Review", *Ankara Sağlık Bilimleri Dergisi*, 6, 49-69
- 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 Doğı Sosyal Bilimler Dergisi*, 3(2), 128-138.

- Yıldırım, H.H. (2004). Avrupa Birliği Sağlık Politikaları ve Avrupa Birliği'ne Aday Ülke Sağlık Sistemlerinin Karşılaştırmalı Teknik Verimlilik Analizi, Yayımlanmış Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yiğit, V. (2016). "Hastanelerde Teknik Verimlilik Analizi: Kamu Hastane Birliklerinde Bir Uygulama", *Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 7(2), 9-16.
- Yu, J., Liu, Z., Zhang, T., Hatab, A.A. ve Lan, J. (2020). "Measuring Productivity of Healthcare Services Under Environmental Constraints: Evidence from China", *BMC Health Services Research*, 20(1), 1-14.
- Zhu, J. (2014). Quantitative Models for Performance Evaluation and Benchmarking: Data Envelopment Analysis with Spreadsheets, 3rd. Edition, Springer, New York.



## BORSA İSTANBUL TURİZM ENDEKSİ (XTRZM) FİRMALARININ ENTROPİ TEMELLİ ARAS, COPRAS VE TOPSIS YÖNTEMLERİ İLE FİNANSAL PERFORMANS ANALİZİ

Ayşe SOY TEMÜR<sup>1</sup>

### ÖZET

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı, Borsa İstanbul Turizm Endeksi'nde (XTRZM) işlem gören firmaların finansal performanslarının çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleri ile değerlendirilmesidir.

**Yöntem:** Çalışmada, işletmelerin 2016-2020 yıllarına ilişkin yıllık bilanço ve gelir tablolarından elde edilen veriler ile finansal analizlerde sıklıkla kullanılan finansal oranlar hesaplanarak karar matrisi oluşturulmuştur. Ardından, objektif bir değerlendirme yapılabilmesi amacıyla Entropi yöntemi kullanılarak ağırlıklar hesaplanmıştır. İşletmelerin finansal performanslarının değerlendirilmesinde ARAS, COPRAS ve TOPSIS yöntemleri kullanılmış olup elde edilen sonuçların karşılaştırılmasında Spearman Sıra İlişkisi Testi'nden faydalanılmıştır.

**Bulgular:** Araştırma sonucunda, analiz dönemi içinde en başarılı finansal performansa sahip olan işletme 2020 yılı TOPSIS yöntemi haricinde tüm uygulamalarda MAALT olarak bulunmuştur. Ayrıca 2020 yılındaki hisse getirileri değerlendirildiğinde; Covid-19'un yüksek oranda etkilediği turizm işletmelerinin negatif mali tablolar açıklamalarına rağmen araştırma dönemindeki en yüksek hisse getirisinin bu döneme ait olduğu sonucuna varılmıştır.

**Özgünlük:** Bu çalışmada, turizm sektörünü önemli düzeyde olumsuz etkileyen dönemlere ilişkin analizler yer almaktadır. Çalışmanın turizm sektörü üzerinde ciddi etkiye sahip dönemleri kapsamı ve literatürde birçok çalışmada yer verilmemiş olan hisse getirilerine ilişkin sıralamaları içermesi açısından literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** ARAS, COPRAS, Entropi, TOPSIS, Turizm Sektörü.

**JEL Kodları:** C38, G15, G32, Z33.

## FINANCIAL PERFORMANCE ANALYSIS OF BORSA İSTANBUL TOURISM INDEX (XTRZM) COMPANIES WITH ENTROPY BASED ARAS, COPRAS AND TOPSIS METHODS

### ABSTRACT

**Purpose:** The purpose of this study is to evaluate the financial performance of companies listed in the Borsa İstanbul Tourism Index (XTRZM) with multi-criteria decision making (MCDM) methods.

**Methodology:** In the study, the decision matrix was created by calculating the financial ratios frequently used in financial analyzes with the data obtained from the annual balance sheets and income statements of the companies for the years 2016-2020. Then, the weights were calculated using the Entropy method in order to make an objective evaluation. ARAS, COPRAS and TOPSIS methods were used to evaluate the financial performance of the enterprises and Spearman Rank Relationship Test was used to compare the results.

**Findings:** As a result of the research, the company with the most successful financial performance in the analysis period was found to be MAALT in all applications, except for the 2020 TOPSIS method. In addition, when the stock returns in 2020 are evaluated; despite the negative financial statements of the tourism businesses highly affected by Covid-19, it was concluded that the highest share return in the research period belongs to this period.

**Originality:** This study includes analyzes regarding the periods that significantly affect the tourism sector negatively. The study will contribute to the literature in terms of covering the periods that have serious impact on the tourism sector and including the rankings related to stock returns that have not been included in many studies in the literature.

**Keywords:** ARAS, COPRAS, Entropy, TOPSIS, Tourism Sector.

**JEL Codes:** C38, G15, G32, Z33.

<sup>1</sup> Öğr. Gör. Dr., Düzce Üniversitesi, Kaynaşlı Meslek Yüksekokulu, Dış Ticaret Bölümü, Düzce, Türkiye, aysesoy@duzce.edu.tr, 0000-0003-4455-5035.



## 1.GİRİŞ

Turizm, özellikle son yıllarda sürekli büyüyen bir yapıya sahip olması ve artan çeşitliliği ile dünyanın en hızlı büyüyen ihracat sektörlerinden biri haline gelmiştir. İyi yapılandırılmış ve yönetilmiş bir turizm sektörü, bağlı olduğu doğal ve kültürel mirasın korunmasında, ev sahibi toplulukların güçlenmesinde, ticaret fırsatlarının oluşturulmasında ve kültürlerarası anlayışın geliştirilmesinde önemli katkılar sağlayabilecektir.

Türkiye ekonomisi üzerinde turizm sektörünün önemli etkiler oluşturmaya başlaması 1980'li yıllar sonrası dönemdir. Artan dış turist sayısına bağlı olarak elde edilen döviz girdisi Türkiye'nin dış ticaret açığının azalmasına da katkı sağlamıştır. Özellikle Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde turizm gelirleri ekonomik büyüme açısından önemli bir rol oynamaktadır. Bu durum, Türkiye ekonomisi açısından turizm sektörünün önemini ortaya koymaktadır. Sektördeki işletmelerin etkin ve başarılı finansal performans göstergelerine sahip olması rekabet gücünün geliştirilmesi açısından da büyük önem taşımaktadır.

Turizm sektörü; konaklama, yiyecek-içecek ve acentecilik gibi birçok hizmet sektörü ile bağlantılı olması nedeniyle turizm sektörünün performansı, bağlantılı olduğu diğer sektörlerin performansını da etkilemektedir. Ekonomik yaşamda giderek daha fazla önem kazanması turizm sektöründe finansal yönetime dair verilerin analiz ve değerlendirilmesinin gerekliliğini de artırmıştır (Bilici, 2019). Finansal performans kavramı, bir işletmenin sahip olduğu kaynakları hangi ölçüde verimli kullandığı ve sektör içindeki finansal durumu olarak tanımlanabilmektedir (Hacıfettahoğlu ve Perçin, 2020). Finansal performans verileri, ölçüldükleri an itibarıyla şirketlerin finansal performanslarını ve mevcut durumlarını net olarak ortaya koymaktadır. İşletmelerin finansal performanslarının iyi olması yatırımcılar açısından da önem arz ettiği için finansal analiz sonuçları hem iç kullanıcılar hem de dış kullanıcılar açısından önemlidir.

Firmaların finansal performansları değerlendirilirken bilanço, gelir tablosu ve nakit akış tablosu gibi mali tablolardan faydalanılmaktadır. Genellikle finansal tablolardan elde edilen oranlar ya doğrudan değerlendirilmekte ya da çeşitli karar verme yöntemlerinden yararlanılmaktadır. Finansal performans değerlendirmesinde karşılaştırmalı analiz, yüzde yöntemiyle analiz, oran analizi ve eğilim analizi gibi geleneksel yöntemler kullanılabilir (Aydın ve diğerleri, 2014: 61) gibi; TOPSIS (Erdoğan ve Yamaltdinova, 2018); (Demireli ve Tükenmez, 2012); (Korucuk, 2019), gri ilişkisel analiz (Ecer ve Günay, 2014); (Uygurtürk ve Yıldız, 2021), MACBETH, EDAS (Arzu ve Ayçin, 2020), VIKOR (Karakul ve Özaydın, 2019); (Maya ve Eren, 2018); (Pineda ve diğerleri, 2018), analitik hiyerarşi prosesi, DEMATEL, MOORA (Dinçer ve Yüksel, 2018), ARAS (Işık, 2019); (Türkoğlu, 2019), COPRAS (Altuntaş ve Gök, 2020); (Çakır ve Özdemir, 2018) gibi çok kriterli karar verme yöntemleri de kullanılmaktadır.

Bu çalışmada, BIST Turizm endeksinde işlem gören firmaların 2016-2020 yıllarına ilişkin finansal performansları analiz edilmiştir. Analiz aşamasında, öncelikle ağırlık değerlerinin hesaplanması amacıyla Entropi yönteminden faydalanılmıştır. Finansal performansların hesaplanmasında ise ÇKKV tekniklerinden ARAS, COPRAS ve TOPSIS yöntemleri kullanılmıştır. Finansal performans değerlendirmelerine ilişkin literatüre bakıldığında AHS (Analitik Hiyerarşi Süreci), EDAS, GIA (Gri İlişkisel Analiz), TOPSIS, Veri Zarflama, VIKOR gibi ÇKKV yöntemleri sıklıkla kullanılmaktadır ve güvenilirlikleri kanıtlanmıştır. Bu çalışmada ARAS, COPRAS ve TOPSIS yöntemlerin tercih edilmesinin sebebi; yöntemlerin benzer aşamalardan oluşması, her seviyedeki kullanıcı tarafından kolay uygulanabilmesi ve literatür incelemesinde Entropi temelli ARAS, COPRAS ve TOPSIS yöntemlerinin bir arada kullanıldığı bir çalışmaya rastlanmamış olmasından kaynaklanmaktadır. Literatürde bu yöntemlerin bir arada kullanıldığı çalışma olmaması bu araştırmamızın özgün yanını oluşturmaktadır. Ayrıca bu yöntemlerin tercih edilmesindeki diğer sebepler de aşağıda özetlenmiştir.

- ARAS, alternatiflerin performansını değerlendirirken, her bir alternatifin ideal alternatife oransal benzerliğini ortaya koymasıyla diğer ÇKKV tekniklerinden farklı bir bakış açısı sunmaktadır.
- COPRAS yönteminde hesaplama süresi kısa ve kullanımı oldukça basittir. Kriter ve alternatif sayısının fazla olması durumunda bile PROMETHEE ve ELECTRE yöntemleri gibi ikili kıyaslamalar içermediği için kolaylıkla uygulanabilmektedir. Diğer önemli bir özelliği de COPRAS yönteminde hesaplanan performans indeksi sayesinde yüzde olarak alternatiflerin değerleri görülebilmekte ve bu alternatifler arasında kıyaslama yapmayı kolaylaştırmaktadır.
- TOPSIS, kompleks matematiksel modeller içermemekte ve bu sebeple anlaşılması ve sonuçlarının yorumlanması nispeten daha kolaydır (Akkoç ve Vatansver, 2013). Ayrıca bu yöntem literatürde en çok tercih edilen yöntemler arasında yer almaktadır.
- Literatürde finansal performans analizine ilişkin araştırmalarda sıklıkla karşılaştırılan ÇKKV tekniklerinden olan gri ilişkisel, TOPSIS, AHP, VIKOR, PROMETHEE gibi çalışmalardan farklı bir araştırma gerçekleştirerek literatüre katkı sağlaması da amaçlanmıştır.

Finansal performansın hisse senedi fiyatı üzerindeki etkisinin incelenmesi için araştırma dönemine ilişkin hisse senedi fiyat değişimlerine de yer verilmiştir. Bu kriter, analiz sonuçlarından elde edilen verimliliklerin yatırımcıların hisse senedi kazançlarında etkili olup olmadığının değerlendirilmesinde katkı sağlayacaktır. Çalışma kapsamında literatürde finansal performans analizlerinde sıklıkla tercih edilen 15 finansal oran kullanılmıştır. Bu finansal oranlar belirlenirken her bir finansal oran grubunda literatürde ve finans sektörü uygulamalarında genel kabul görmüş olan temel finansal oranlar dikkate alınmıştır. Yöntemlerden elde edilen sonuçların birbirleriyle tutarlı olup olmadıklarının değerlendirilmesi amacıyla tüm yöntemlerden elde edilen sonuçlar Spearman'ın Sıra İlişkisi Testi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Son yıllarda artan rekabetin yanı sıra politik gelişmeler de turizm şirketlerinin performanslarını olağanüstü etkilemiştir. Bu sebeple araştırmanın ARAS, COPRAS ve TOPSIS yöntemlerinin birlikte kullanıldığı çalışmaların görece az oluşu, literatürde birçok çalışmada yer verilmemiş olan hisse getirilerine ilişkin sıralamaları içermesi ve turizm sektöründe ciddi olumsuz etkileri içeren dönemleri barındırması açısından literatüre katkı sunması beklenmektedir. Ek olarak, elde edilen analiz sonuçları turizm sektörüne yatırım yapmayı düşünen yatırımcılar açısından yol gösterici bilgiler sunmaktadır ve daha verimli yatırım kararlarının verilmesinde etkin rol oynamaktadır.

Çalışmanın ikinci bölümünde, bu alanda daha önce yapılan çalışmalar incelenmiştir. Üçüncü bölümde çalışmada kullanılan yöntemlere ilişkin bilgilere yer verilmekte, dördüncü bölümde elde edilen bulgular değerlendirilmekte, beşinci ve altıncı bölümlerde ise araştırma kapsamında ulaşılan sonuçlar ve karşılaştırma sonuçları aktarılmaktadır.

## 2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Literatürde, turizm sektöründe faaliyet gösteren işletmelere ilişkin finansal performans analizinin gerçekleştirildiği pek çok araştırma bulunmaktadır. Bu çalışmalar TOPSIS, ELECTRE, PROMETHEE, VIKOR, GIA, AHS, Oran analizleri gibi farklı yöntemler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Farklı ülkelerde finansal performans analizine yönelik gerçekleştirilen çalışmalarda ise çoğunlukla geleneksel yöntemler kullanılmıştır. Bu kıstas altında turizm işletmelerinin finansal performans analizlerinin gerçekleştirildiği çalışmalardan bazılarının ilişkin bilgiler aşağıda özetlenmiştir.

Singh ve Schmidgall (2002) çalışmalarında, konaklama endüstrisinde genel olarak en çok kullanılan finansal oranları belirlemeyi ve bu oranların konaklama endüstrisinde çalışan üst düzey finansman yöneticileri için önem seviyelerini tespit etmeyi amaçlamışlardır. Araştırma sonucunda, konaklama endüstrisi yöneticileri için faaliyet ve kârlılıkla ilgili finansal oranların çok önemli olduğu tespit edilmiştir. Hwang ve Cheng (2003) veri zarflama analizi kullanarak 45 otelin 1998'deki yönetsel performansını ve 1994'ten 1998'e kadar geçen süredeki etkinliğini ölçtükleri çalışma sonucunda, yönetsel performansın otellerin uluslararasılaşma düzeyine bağlı olduğunu ortaya koymuşlardır. Wu ve diğerleri (2008) çalışmalarında Tayvan'daki turizm otel endüstrisinin gelişimini ve performansını zaman serisi regresyonu ve Gri İlişkisel Analiz teorisini kullanarak analiz etmişlerdir. Zhang ve diğerleri (2011), Çin'de Yangtze Nehir Delta'sının turizm rekabet edebilirliğini değerlendirmek için TOPSIS metodunu kullanmışlardır. Elde edilen çalışma sonucunda, TOPSIS'in turizm destinasyonu rekabet gücünde etkili bir yöntem olarak uygulanabileceği belirtilmiştir. Chen (2011), uluslararası turizm sektöründeki büyümenin ve meydana gelen krizlerin Tayvan'daki halka açık beş otel işletmesinin 1997-2008 yılları arasındaki finansal performansına etkilerini panel regresyon analizi testleri kullanarak incelemiştir. Araştırma sonucunda, turist sayısındaki artışın otel işletmelerinin satış gelirlerini ve kârlılığını olumlu etkilediği, ancak hisse senedi performansı üzerinde bir etkisinin olmadığı ifade edilmiştir. Chen ve diğerleri (2011) içinde finansal verilerin de bulunduğu bir veri seti ile bir otelin performansını değerlendirmek için DEMATEL ve ANP kullanmıştır. Mehri ve diğerleri (2013) çalışmalarında, entelektüel sermaye ve bileşeninin toplam ölçüsünün teknoloji, ticaret, tüketici ürünleri ve otel sektörlerindeki firma performansı üzerindeki etkisini incelemek amacıyla regresyon analizini kullanmışlardır. Entelektüel sermayenin toplam ölçümünün performans değişkenleri üzerinde olumlu etkiye sahip olduğu, farklı bileşenlerin ise karışık sonuçlar gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Ergül (2014) araştırmasında, BIST turizm işletmelerinin 2005-2012 dönemlerine ilişkin finansal performanslarını ELECTRE ve TOPSIS yöntemleri ile test etmiştir. Uygulama sonucunda, finansal performansı en iyi olan işletmenin belirlenmesi kararının verilmesinde bu yöntemlerin başarılı sonuçlar verdiği belirtilmiştir. Ecer ve Günay (2014) araştırmalarında, Gri İlişkisel analiz yöntemi ile BIST'te işlem gören dokuz turizm işletmesinin 2008-2012 yılları arasındaki finansal performanslarını değerlendirmişlerdir. Karadeniz ve diğerleri (2016) de Gri İlişkisel analiz yöntemini kullanarak turizm alt sektörlerinin finansal performanslarını ölçmeyi amaçladıkları çalışmalarında, 32 finansal oran ile 2012-2014 dönemine ilişkin sektör oranlarına ulaşılan altı alt sektörün finansal performanslarını ölçmüşlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre, ilgili sektör için finansal performansın ölçülmesinde en önemli göstergenin finansal yapı, en az etki eden göstergenin ise varlık kullanım göstergesi olduğu belirtilmiştir. Analiz dönemi içinde, en başarılı alt sektörün seyahat acentesi ve ilgili hizmetler sektörü, en başarısız alt sektörün ise deniz yolcu taşımacılığı

olduğu tespit edilmiştir. Ryu ve Jang (2014), ticari otel ve kumarhane otel şirketlerinin performansını hem nakit akış oranlarını hem de geleneksel finansal oranları kullanarak incelemiştir. Finansal performans göstergeleri olarak likidite, ödeme gücü ve operasyonel verimlilik kapsamında beş oran hesaplanmıştır. Çalışma, 1998-2002 dönemini içeren beş yılı kapsamaktadır. Çalışmanın bulguları, geleneksel oranların likiditede nakit akışına dayalı oranlardan farklı sonuçlar ürettiğini ortaya koymuştur. Toma (2014), 2012 yılında turizm sektöründe faaliyet gösteren Romanya'daki çeşitli otel ve restoranların veri zarflama analizi ile finansal performanslarına bakarak bölgelerin turistik etkinlik analizini gerçekleştirmiştir. Çalışma sonucunda, elde edilen analiz sonuçlarına göre bölgeler arasında etkinlik karşılaştırması gerçekleştirilmiştir. Özçelik ve Kandemir (2015) BIST'te işlem gören yedi turizm şirketinin 2010-2014 dönemine ilişkin finansal performanslarını TOPSIS yöntemi kullanarak analiz etmiştir. Karadeniz ve diğerleri (2017) çalışmalarında, yalnızca 2014 yılına ilişkin finansal performans analizi gerçekleştirirken dikey analiz yöntemini kullanmışlardır. İlban ve diğerleri (2017), TOPSIS yöntemini kullanarak en popüler turizm destinasyonları olan 15 ülkenin turizm performansını analiz etmişlerdir. Turizm faaliyetlerinin ölçülmesinde; uluslararası turizm harcamaları, uluslararası turizm gelirleri, uluslararası turizm gelişlerinin sayısı ve uluslararası turizm çıkışlarının sayısı olmak üzere dört faktörü dikkate almışlardır. Elde edilen performans puanlarını uluslararası turizm kuruluşlarının sonuçlarıyla karşılaştırmışlardır. Altın ve Süslü (2018) BIST'te işlem gören sekiz şirketin finansal performanslarını değerlendirdikleri çalışmalarında, işletmelerin BIST100 endeksi ile ilişkisini de incelemiştir. Elde ettikleri sonuçlara göre altı turizm şirketinin piyasa getirisinden daha fazla getiri sağladığını belirtmişlerdir. Erdoğan ve Yamaltdınova (2018) BIST'e kayıtlı turizm şirketlerinin 2011-2015 dönemine ilişkin finansal performans analizi için TOPSIS yöntemini benimsemişlerdir. Hem yıllar bazında hem de araştırma dönemi için finansal performansa göre işletmelerin başarı sıralamasını gerçekleştirmişlerdir. Lee ve Manorongrueangrat (2019), Asya'daki bir ekonominin turizm endüstrisinde inovasyonun firma mali performansı üzerindeki ekonomik etkilerini tahmin etmek için kukla değişkenlerle bir regresyon analizi uygulaması gerçekleştirmişlerdir. Ayaydın ve diğerleri (2019), Borsa İstanbul'da işlem gören turizm işletmelerinin finansal performans değerlemesi için AHS ve VIKOR yöntemlerini kullanmışlardır. Çalışmada 2016 yılında Türkiye-Rusya arasında yaşanan uçak krizinin etkilerinin ilerleyen yıllarda da turist sayısı üzerinde etkili olabileceği düşüncesinden dolayı BIST'te işlem gören yedi turizm işletmesinin 2015 yılına ilişkin verilerini kullanmışlardır. Bilici (2019) çalışmasında, konaklama sektörünün 1996-2016 yıllarına ilişkin ortalama finansal oranlarını kullanarak TOPSIS yöntemi ile finansal performans analizi gerçekleştirmiştir. Analiz sonuçlarına göre en başarılı finansal performans oranlarının elde edildiği yıllar belirlenmiştir. Ayrıca, 2008 yılında yaşanan finansal krizin özellikle 2009 yılında turizm sektörünü de etkilediği ifade edilmiştir. Paça ve Karabulut (2019) BIST turizm endeksine kayıtlı işletmelerin 2013-2017 yılları arasındaki verilerini kullanarak finansal oranlar yardımıyla analiz gerçekleştirmişlerdir. Ayrıca çalışmalarında, korelasyon testi ve Kruskal Wallis H testi de kullanmışlardır. Elde ettikleri sonuçlara göre birbirleri ile ilişki dereceleri farklı olan oranlar ve firmalar arasında aktif devir hızı, çalışma sermayesi devir hızı, net kârın toplam varlığa oranı ve faiz ve vergi öncesi kârın toplam varlığa oranlarında önemli farkların olmadığını belirtmişlerdir.

Arsu ve Ayçin (2020) BIST lokanta ve oteller sektöründeki turizm işletmelerinin finansal performanslarını inceledikleri araştırmalarında, kriter ağırlıklarının belirlenmesinde MACBETH yöntemini, finansal performans analizi için ise EDAS yöntemini kullanmışlardır. Analize 11 işletmenin 2018 yılı verileri dahil edilmiş, elde ettikleri sonuçlara göre MACBETH ve EDAS tabanlı modelin analize dahil edilen işletmelerin finansal performanslarına göre sıralama amacını başarı ile yerine getirdiği belirtilmiştir. Günay ve Ecer (2020) BIST'e kayıtlı 10 turizm işletmesinin finansal performanslarını hesaplamak için nakit akış oranlarına dayalı 11 oran kullanmışlardır. Model olarak ise Entropi-MAIRCA hibrit modeli ile önerilmiştir. Araştırma sonucunda, nakit akışına dayalı oranlara göre şirketlerin çoğunlukla likit olmayan, yetersiz ve kârsız durumda oldukları belirtilmiştir. Weerathunga ve diğerleri (2020) Entropi tabanlı TOPSIS yöntemini kullanarak Sri Lanka otel endüstrisinin sürdürülebilirlik performansını değerlendirmişlerdir. Çalışmada, Colombo Borsası'nda (CSE) listelenen 25 otelin sürdürülebilirlik performansını belirlemek için ekonomik, çevresel, sosyal ve yönetim sürdürülebilirliğini temsil eden 18 gösterge belirlenmiştir. TOPSIS puanlarına göre Sri Lanka otellerinin sürdürülebilir performansının orta derecede yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Karakaş ve Öztel (2020) BIST'te yer alan turizm işletmelerinin 2014-2018 yılları arasındaki finansal oranlarını Entropi tabanlı TOPSIS yöntemi ile analiz etmiştir. Çalışmada, analiz döneminde en yüksek finansal performans düzeyine sahip işletmeler açısından değerlendirmelerde bulunulmuştur. Lim ve Ok (2021) otelcilik ve turizm firmalarının performans öncüllerinin meta-analitik incelemesini gerçekleştirdikleri araştırmalarında, turizm ve konaklama dergilerindeki çalışmalara yönelik bir literatür taraması gerçekleştirmişlerdir. 1982-2020 (Haziran öncesi) dönemini kapsayan dönemde; "firma performansı", "finansal performans", "kurumsal performans", "iş performansı", "pazar performansı" ve "otel performansı" anahtar kelimelerini kullanarak 450 civarında çalışma bulunduğunu belirtmişlerdir. Yazarlar dengeli puan kartı (balanced scorecard) yöntemi çerçevesine dayalı olarak gerçekleştirdikleri araştırmada, konaklama ve turizm firmalarının performansını 14 faktöre bağlı olarak değerlendirmişlerdir. Ayrıca, çalışmalarının

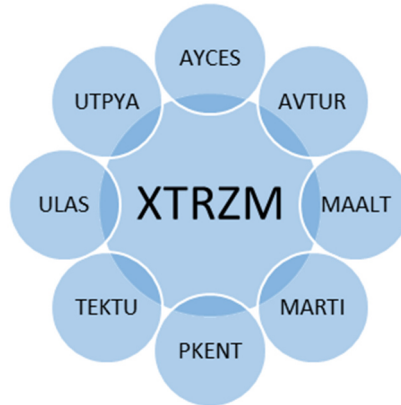
konaklama ve turizm firmalarının performansı ve öncülleri arasındaki ilişkileri nicel olarak meta-analiz yöntemi ile inceleyen ilk araştırma olduğu belirtilmiştir.

Uluslararası literatür taramasında, turizm sektöründeki firmaların finansal ve kurumsal performansının değerlendirilmesine yönelik çok sayıda araştırma gerçekleştirildiği görülmektedir (Lee ve Manorungrueangrat, 2019); (Weerathunga ve diğerleri, 2020); (Lim ve Ok, 2021). Ancak Entropi temelli kriter ağırlıklarının belirlenerek ARAS, COPRAS ve TOPSIS gibi ÇKKV tekniklerinin bir arada kullanıldığı ve elde edilen sonuçların karşılaştırılmasına ilişkin bir çalışma bulunmamıştır. Türkiye açısından ise literatürde turizm işletmelerinin finansal performans analizine yönelik farklı ÇKKV kullanılarak gerçekleştirilen çalışmalar bulunmaktadır. Bu araştırma, hem Entropi temelli ARAS, COPRAS ve TOPSIS gibi farklı yöntemlerin analizlerde kullanılarak elde edilen sonuçları karşılaştırması hem de araştırma dönemindeki hisse senedi fiyat değişimlerinin de incelenerek tüm yöntemlerden elde edilen analiz sonuçlarının Spearman Sıra İlişkisi Testi ile değerlendirilerek yöntemler arasındaki tutarlılığı ölçmesi açısından literatürdeki çalışmalardan farklıdır. Ayrıca araştırma döneminde, Türkiye-Rusya uçak krizi ve Covid-19'un etkilerinin bulunması ile karşılaştırmalarda istatistiksel bir analiz yönteminden faydalanılması araştırmanın literatüre katkı sağlayacağını düşündürmektedir.

### 3. ARAŞTIRMA KAPSAMI VE YÖNTEM

#### 3.1. Araştırmanın Amacı, Kapsamı ve Veri Seti

Bu çalışmanın amacı, dünyanın en hızlı büyüyen ihracat sektörlerinden biri olan ve Türkiye ekonomisi üzerinde önemli bir döviz girdisi sağlayan turizm sektöründeki işletmelerin finansal performanslarının değerlendirilmesi ve sıralanmasıdır. Çalışmanın kapsamını, turizm sektöründe faaliyet gösteren BIST Turizm endeksinde (XTRZM) işlem gören sekiz işletme oluşturmaktadır. Bu işletmelere ilişkin hisse senedi kodları Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. XTRZM endeksine kayıtlı işletmeler

Finansal performans değerlendirmesi gerçekleştirilen sekiz turizm işletmesinin performanslarının ölçülmesinde; likidite, finansal yapı, faaliyet ve kârlılık oranlarından faydalanılmıştır. Finansal performansın konu olduğu çalışmaların birçoğunda uygulamaya konu olan sektöre uygun farklı oranlar kullanılmıştır. Çalışmadaki performans değerlendirme amacına uygun oranların seçiminde, literatür taraması verileri, sektördeki yönetici ve akademik uzman görüşleri dikkate alınmıştır. Bu oranlar, [www.kap.org.tr](http://www.kap.org.tr)'de yayınlanan, işletmelerin 2016-2020 yıllarını kapsayan finansal tablolarından elde edilen bilgiler doğrultusunda hesaplanmıştır. Tablo 1'de çalışmada kullanılan finansal oranlara ilişkin kodlar, finansal oran adı, karar vericiler açısından özellikleri (fayda/maksimum ya da maliyet/minimum durumu) ve bu oranların hesaplanma yöntemi yer almaktadır.

#### 3.2. Analizde Kullanılan Yöntemler

Çalışmada işletmelerin finansal performanslarının değerlendirilmesinde ARAS, COPRAS ve TOPSIS yöntemleri kullanılmıştır. Karar matrisinin oluşturulmasında kullanılan kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesinde ise objektif bir değerlendirmenin gerçekleştirilebilmesi için Entropi yönteminden yararlanılmıştır.

**Tablo 1. Çalışmada kullanılan finansal oranlar**

Sıra No	Kod	Özellik	Finansal Oran	Hesaplanma Yöntemi
1	L <sub>1</sub>	Mak	Cari Oran	Dönen Varlıklar/Kısa Vadeli Borçlar
2	L <sub>2</sub>	Mak	Asit-Test Oranı	(Dönen Varlıklar-Stoklar) /Kısa Vadeli Borçlar
3	L <sub>3</sub>	Mak	Nakit Oran	(Hazır Değerler+Serbest Menkul Kıymetler) /Kısa Vadeli Borçlar
4	F <sub>1</sub>	Min	Stoklar/Toplam Aktif	Stoklar/Toplam Aktif
5	F <sub>2</sub>	Mak	Finansal Kaldıraç Oranı	Toplam Yabancı Kaynaklar/Toplam Aktif
6	F <sub>3</sub>	Mak	Özkaynaklar/Toplam Aktif	Özkaynaklar/Toplam Aktif
7	F <sub>4</sub>	Mak	Finansman Oranı	Özkaynaklar/Toplam Yabancı Kaynaklar
8	F <sub>5</sub>	Min	Borçlanma Oranı	Toplam Yabancı Kaynaklar/Toplam Pasif
9	F <sub>6</sub>	Min	SMM/Net Satışlar	Satılan Malın Maliyeti/Net Satışlar
10	F <sub>7</sub>	Mak	Alacak Devir Hızı	Net Satışlar/Ticari Alacaklar
11	F <sub>8</sub>	Mak	Stok Devir Hızı	Satışların Maliyeti/Ortalama Stok
12	F <sub>9</sub>	Mak	NİS Devir Hızı	Net Satışlar/Net İşletme Sermayesi
13	K <sub>1</sub>	Mak	Özkaynak Kârlılığı	Net Kâr/Özkaynaklar
14	K <sub>2</sub>	Mak	Aktif Kârlılığı	Net Kâr/Toplam Aktif
15	K <sub>3</sub>	Mak	Net Kâr Marjı	Net Kâr/Net Satışlar

### 3.2.1. Entropi Yöntemi

Entropi objektif bir yöntem olup birden çok kriteri içinde barındıran karar verme problemlerindeki kriter ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılmaktadır. Kriter ağırlıklarının hesaplanmasında, sadece karar matrisindeki verilerin kullanımı yeterlidir. Bu çalışmada, öncelikle finansal performans analizi esnasında kullanılacak ağırlıkların belirlenmesinde Entropi yöntemi kullanılmıştır.

Entropi yöntemi 6 adımdan oluşmaktadır (Zhang ve diğerleri, 2014).

**Karar Matrisinin Oluşturulması (X):** Bu aşamada, değerlendirme kriterleri tanımlanarak karar matrisi oluşturulmuştur (Eşitlik 1).

$$X = \begin{bmatrix} x_{01} & \dots & x_{0j} & \dots & x_{0n} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ x_{i1} & \dots & x_{ij} & \dots & x_{in} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ x_{m1} & \dots & x_{mj} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}; i = \overline{0, m}; j = \overline{1, n} \quad (1)$$

**Negatif Değerler İçin Pozitif Dönüştürme İşleminin Uygulanması ( $x_{ij}$ ):** Doğrusal ölçekleme dönüşümü negatif değerler için geçerli değildir. Vektör normalizasyonu ile pozitif ve negatif veriler arasında hiçbir varyasyon gösterilemez ve bu durum değerlendirmeyi zorlaştırır. Bu amaçla, öncelikle karar matrisinde yer alan negatif değerler için Z-skor standardizasyon yöntemi uygulanmıştır ve negatif değerler yerine pozitif dönüşümleri kullanılmıştır. Z-skor standardizasyonu Eşitlik 2'deki gibi ifade edilebilir:

$$x_{ij} = \frac{(x_{ij} - \bar{x}_i)}{s_i} \quad (2)$$

Burada  $x_{ij}$  i'inci endeksin j'inci bölgedeki standartlaştırılmış verileridir.  $X_{ij}$  orijinal verileri,  $S_i$  ise i'inci endeksin ortalama değeri ve standart sapmasını göstermektedir. Bu işlemin ardından her yıl için belirlenen bölgedeki minimum  $x_{ij}$  değerinin mutlak değeri alınarak koordinat dönüşümü gerçekleştirilmiş ve yeni bir karar matrisi oluşturulmuştur.

**Normalleştirme Dönüşümünün Uygulanması ( $\bar{x}_{ij}$ ):** İkinci aşamada, farklı ölçü birimlerindeki aykırılıkların ortadan kaldırılması amacıyla aşağıdaki formül yardımıyla normalleştirme dönüşümü uygulanmıştır (Eşitlik 3).

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=0}^m x_{ij}} \quad (3)$$

**Entropi Değerlerinin Hesaplanması ( $E_j$ ):** Bu aşamada Eşitlik 4 ve 5 kullanılarak  $E_j$  değerleri hesaplanmaktadır.

$$E_j = -k \sum_{i=1}^m [\bar{x}_{ij} \ln \bar{x}_{ij}]; \forall_j \quad (4)$$

$$k = \frac{1}{\ln(n)} \quad (5)$$

Eşitlikte;  $k$  Entropi katsayısını,  $E_j$  Entropi değerini ifade etmektedir.  $k = 0 \leq e_i \leq 1$  olmasını sağlamak için  $1/\ln(n)$  kullanılmaktadır.

**Farklılaşma Derecelerinin Hesaplanması ( $d_j$ ):**  $d_j$  değerleri aşağıdaki Eşitlik 6 yardımıyla hesaplanmaktadır.

$$d_j = 1 - e_j \quad (6)$$

**Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması ( $w_j$ ):** Son aşamada, kriter ağırlıklarının hesaplanması Eşitlik 7 kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^m d_j} \quad (7)$$

### 3.2.2. ARAS, COPRAS ve TOPSIS Yöntemleri

Analizlerde kullanılan yöntemlerde benzer adımların yer almasından dolayı tüm yöntemlere ilişkin adımlar Tablo 2'de sunulmuştur (Dahooie ve diğerleri, 2019); (Zavadskas ve diğerleri, 2009); (Yurdakul ve İç, 2003).

**Tablo 2. ARAS, COPRAS ve TOPSIS hesaplama adımları**

Adım	ARAS	COPRAS	TOPSIS
1. Adım	Karar matrisinin oluşturulması	Karar matrisinin oluşturulması	Karar matrisinin oluşturulması
2. Adım	Karar normalizasyonu	matrisinin Karar normalizasyonu	matrisinin Karar normalizasyonu
3. Adım	Karar ağırlıklandırılması	matrisinin Karar ağırlıklandırılması	matrisinin Karar ağırlıklandırılması
4. Adım	Optimallik değerlerini hesaplama	fonksiyon $S_i +$ ve $S_i -$ hesaplanması	değerlerinin $A +$ ve $A -$ çözümlerin oluşturulması
5. Adım	Fayda derecesinin hesaplanması ve sıralama	Göreceli önem hesaplanması	değerinin $S +$ ve $S -$ değerlerinin oluşturulması
6. Adım	-	Göreceli öncelik belirlenmesi	değerinin İdeal çözüme göreli yakınlığın hesaplanması
7. Adım	-	Performans hesaplanması	indeksinin -

Tablo 2'de görüldüğü üzere ARAS, COPRAS ve TOPSIS yönteminin ilk üç adımı aynı olup hesaplamalarda aynı Eşitlikler kullanılmaktadır. Çalışmada tekrar oluşturulmaması açısından öncelikle bu ilk üç adıma ilişkin Eşitliklere yer verilmiş, ardından yöntem ayırımına gidilmiştir.

**Karar Matrisinin Oluşturulması ( $X$ ):** İlk olarak,  $m$ 'nin alternatifleri ve  $n$ 'nin kriterleri temsil ettiği bir  $m \times n$  karar matrisi oluşturulur (Eşitlik 8).

$$X = \begin{bmatrix} x_{01} & \dots & x_{0j} & \dots & x_{0n} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ x_{i1} & \dots & x_{ij} & \dots & x_{in} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ x_{m1} & \dots & x_{mj} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}; i = \overline{0, m}; j = \overline{1, n} \quad (8)$$

Eşitlikte;  $m$ , alternatif sayısını;  $n$ , kriter sayısını;  $x_{ij}$ ,  $i$ 'inci alternatifin  $j$ 'inci kriterde gösterdiği performans değerini,  $x_{0j}$  ise,  $j$ 'inci kriterin optimal değerini ifade etmektedir. Eğer  $j$  kriterinin optimum değeri bilinmiyorsa, kriterin fayda veya maliyet özelliği göstermesine göre optimal değer aşağıdaki formül kullanılarak bulunur.

$$\text{Maksimizasyon durumu: } x_{0j} = \max_i x_{ij} \quad (9)$$

$$\text{Minimizasyon durumu: } x_{0j} = \min_i x_{ij} \quad (10)$$

Eşitlik 9'da yer alan  $\max_i$ , her bir sütundaki maksimum değeri, Eşitlik 10'da yer alan  $\min_i$  her bir sütundaki minimum değeri ifade eder.

**Normalize Karar Matrisinin Oluşturulması ( $\bar{x}_{ij}$ ):** Değerlendirme sırasında, farklı indeksler arasında bulunan farklı boyutlar birbiriyle karşılaştırılmaz. Bu nedenle indeks verilerinde standardizasyon gereklidir.

Bu amaçla, oluşturulan karar matrisindeki tüm veriler için normalleştirme işlemi gerçekleştirilmektedir. Burada, fayda ve maliyet kriterlerine göre iki şekilde hesaplama yapılmaktadır. Kriter performans değerlerinin maksimum olması daha iyi kabul ediliyorsa, normalize değerler Eşitlik 11 kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=0}^m x_{ij}} \quad (11)$$

Kriter performans değerlerinin minimum olması daha iyi kabul ediliyorsa, normalizasyon işlemi iki adımda gerçekleştirilir. Önce performans değerleri kullanılarak fayda durumuna dönüştürülür, daha sonra ise normalize değerleri hesaplanır.

$$x_{ij}^* = \frac{1}{x_{ij}} \quad (12)$$

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}^*}{\sum_{i=0}^m x_{ij}^*} \quad (13)$$

Bu yöntemde her bir kriterin değerleriyle karşılaştırılabileceği bir çerçeve sağlanmaktadır.

**Ağırlıklandırılmış Karar Matrisinin Oluşturulması ( $\hat{x}_{ij}$ ):** Bu adımda normalleştirilmiş karar matrisindeki değerler ağırlık değerleri ile çarpılarak ağırlıklandırılmış karar matrisi oluşturulmaktadır (Eşitlik 14 ve 15).

$$0 < w_j < 1, \quad \sum_{j=1}^n w_j = 1 \quad (14)$$

$$\hat{x}_{ij} = \bar{x}_{ij} \cdot w_j, \quad i = \overline{0, m} \quad (15)$$

Burada  $w_j$ ,  $j$ 'inci kriter için ağırlık değerini temsil eder ve  $x_{ij}$ ,  $i$ 'inci alternatif için normalleştirilmiş değeri gösterir.

Yöntemlerdeki ortak adımlarda kullanılan eşitliklere yer verilmesinin ardından her bir yöntemin dördüncü aşaması ve sonrasındaki aşamalarda kullanılan Eşitlikler ayrı başlıklar altında aşağıda gösterilmektedir.

#### ARAS Yöntemi

ARAS yöntemi, Zavadskas ve Turskis (2010) tarafından geliştirilmiştir. Bu yöntem, en iyi alternatifin bulunmasında optimallik derecesi kavramını benimser (Dahooie ve diğerleri, 2019). Karar problemine ilişkin alternatifleri, belirlenen değerlendirme kriterleri altında fayda fonksiyonu değerine göre sıralar. Bu yöntemde alternatiflere ait fayda fonksiyonu değerlerinin optimal durumdaki alternatifin fayda fonksiyonu değeri ile karşılaştırılması, yöntemi diğer ÇKKV tekniklerinden ayırmaktadır (Işık, 2019). ARAS yönteminin dördüncü ve beşinci adımlarına ilişkin Eşitlikler aşağıda yer almaktadır (Dahooie ve diğerleri, 2019).

**Optimallik Fonksiyon Değerlerinin Hesaplanması ( $S_i$ ):** Bu aşamada, optimallik değerlerinin hesaplanmasında aşağıdaki Eşitlik 16 kullanılmaktadır.

$$S_i = \sum_{j=1}^n \hat{x}_{ij} \quad i = \overline{0, m} \quad (16)$$

**Fayda Derecesinin Hesaplanması ve Sıralamanın Elde Edilmesi ( $K_i$ ):** ARAS metodu mantığına göre en iyi alternatif en yüksek optimallik fonksiyon değerine sahipken, en kötü alternatif en düşük optimallik fonksiyon değerine sahiptir. Bu nedenle, alternatifler  $S_i$  değerine göre sıralanır. Fayda derecesini değerlendirmek için  $K_i$ , her bir alternatifin en iyi/optimal alternatif ile karşılaştırılmasında ise  $S_0$  kullanılır.  $A_i$  alternatifi için fayda derecesi Eşitlik 17 yardımıyla hesaplanmaktadır.  $K_i$ , tüm alternatiflerin sıralanması amacıyla kullanılmaktadır.

$$K_i = \frac{S_i}{S_0} \quad i = \overline{0, m} \quad (17)$$

#### COPRAS Yöntemi

COPRAS yöntemi 1996 yılında Gediminas Teknik Üniversitesi'ndeki araştırmacılar tarafından geliştirilmiştir (Zavadskas ve diğerleri, 2009). Karmaşık kriterler ve çok sayıda alternatif içeren problemlere kolaylıkla uygulanabilme özelliklerinden dolayı literatürde birçok alanda kullanılmıştır.

COPRAS yönteminin Tablo 2'de belirtilen dördüncü aşama ve sonrasında kullanılan Eşitlikler aşağıda yer almaktadır (Organ ve Yalçın, 2016).

**Her Alternatif için  $S_{i+}$  ve  $S_{i-}$  Değerlerinin Hesaplanması:** Bu aşamada her bir alternatif, Eşitlik 18 ve 19 ile maksimize etme ve minimize etme indeksi olarak kategorize edilir.

$$S_{i+} = \sum_{j=1}^k d_{ij} \quad j=1, 2, \dots, k \text{ faydalı kriterler} \quad (18)$$

$$S_{i-} = \sum_{j=k+1}^n d_{ij} \quad j=k+1, k+2, \dots, n \text{ faydasız kriterler} \quad (19)$$

*Her Alternatif İçin Göreceli Önem Değerinin ( $Q_i$ ) Hesaplanması:* Her bir alternatif için göreceli önem değerinin hesaplanmasında kullanılan matematiksel ifade Eşitlik 20'de verilmiştir.

$$Q_i = S_{i+} + \frac{\sum_{i=1}^m S_{i-}}{S_{i-} \sum_{i=1}^m \frac{1}{S_{i-}}} \quad (20)$$

*En Yüksek Göreceli Öncelik Değerinin Belirlenmesi ( $Q_{max}$ ):* Karşılaştırılan alternatiflerin öncelik sırası, göreceli ağırlıklarına göre belirlenir. Göreceli ağırlığı daha yüksek olan alternatif daha yüksek önceliğe (sıralama) sahiptir ve en yüksek göreceli ağırlığa sahip alternatif en kabul edilebilir alternatiftir (Eşitlik 21).

$$Q_{max} = \text{enbüyük}\{Q_i\} \quad \forall i = 1, 2, \dots, m \quad (21)$$

*Her Alternatif İçin Performans İndeksinin ( $P_i$ ) Hesaplanması:* Son aşamada,  $P_i$  değerleri Eşitlik 22 kullanılarak hesaplanır.

$$P_i = \frac{Q_i}{Q_{max}} \cdot 100\% \quad (22)$$

En iyi alternatif  $P_i$  olarak simgelenen performans indeksi 100 olan alternatiftir. Alternatiflerin tercih sıralaması performans indeks değerlerinin büyükten küçüğe doğru sıralanmış halidir. COPRAS tekniğinin diğer ÇKKV yöntemlerinden üstünlüğü, alternatiflerin fayda derecelerini gösteriyor olmasıdır. Alternatiflerin birbirleriyle karşılaştırılarak diğer alternatiflerden ne kadar iyi ya da ne kadar kötü olduğunu yüzde olarak ortaya koymaktadır. Diğer ÇKKV yöntemleriyle kıyaslandığında; uygulama sürecinin daha kısa ve kolay olması, hesaplamaların yapılması için spesifik bilgisayar programları gerektirmemesi yöntemin en önemli avantajları olarak gösterilebilir.

#### TOPSIS Yöntemi

TOPSIS, 1980 yılında Yoon ve Hwang tarafından geliştirilen ve karar noktalarının ideal çözüme yakınlığı ilkesine dayanan bir yöntemdir. İşletmelerin karar vermelerinde yardımcı olabilecek etkili bir yöntem olması dolayısıyla özellikle finansal performansın ölçülmesinde sıklıkla kullanılmaktadır. Farklı sektörlerde kolaylıkla uygulanabilir ve farklı sektörlerdeki değişkenlerin optimum, minimum ve maksimum değerlerine göre karşılaştırılmasına olanak sağlar (Yurdakul ve İç, 2003); (Yue, 2011). TOPSIS yöntemi Tablo 2'de de belirtildiği gibi genel olarak altı aşamadan oluşmaktadır. Dördüncü aşama ve sonrasında kullanılan eşitlikler aşağıda yer almaktadır.

*Pozitif ( $A^+$ ) ve Negatif İdeal ( $A^-$ ) Çözümlerin Oluşturulması:* Ağırlıklandırılmış normalize edilmiş karar matrisinde yer alan her bir sütundaki en büyük değerler  $A^+$  veri setini, en küçük değerler ise  $A^-$  veri setini oluşturmaktadır (Eşitlik 23 ve 24).

$$A^+ = \{(max v_{ij} | j \in J), (min v_{ij} | j \in J')\} \quad (i = 1, 2, \dots, m) \quad (23)$$

$$A^+ = \{v_1^+, v_2^+, \dots, v_n^+\}$$

$$A^- = \{(min v_{ij} | j \in J), (max v_{ij} | j \in J')\} \quad (i = 1, 2, \dots, m) \quad (24)$$

$$A^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-\}$$

*Pozitif ve Negatif İdeal Çözüme Uzaklık Değerlerinin ( $S^+$  ve  $S^-$ ) Oluşturulması:* Bu aşamada her bir karar noktasına ilişkin değerlendirme faktör değerinin öklitten uzaklıkları hesaplanmaktadır. Bu hesaplamaların gerçekleştirilmesinde Eşitlik 25 ve 26'dan yararlanılmıştır.

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2} \quad (25)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (26)$$

*İdeal Çözüme Göreli Yakınlığın Hesaplanması ( $C_i$ ):* İdeal çözüme göreli yakınlık değeri  $C_i^+$  ile sembolize edilmektedir (Eşitlik 27) ve  $0 \leq C_i^+ \leq 1$  aralığında bir değer almaktadır.  $C_i^+ = 1$  ilgili karar noktasının ideal çözüme mutlak yakınlığını gösterirken,  $C_i^+ = 0$  ilgili karar noktasının negatif ideal çözüme mutlak yakınlığını göstermektedir (Sakarya ve Aksu, 2020).

$$C_i^+ = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^+} \quad (27)$$

#### 4. BULGULAR



XTRZM endeksinde sekiz turizm işletmesi işlem görmektedir ve çalışmanın bu bölümünde bu işletmelerin 2016-2020 mali tabloları doğrultusunda finansal performansları değerlendirilmiştir. Finansal performansın değerlendirilmesinde kriter olarak Tablo 1'de belirtilen likidite, faaliyet ve kârlılık oranları kullanılmıştır. Bu kriterlere ilişkin veriler [www.kap.org.tr/Endeksler](http://www.kap.org.tr/Endeksler) sitesinde ilan edilen faaliyet raporlarından elde edilen bilgiler doğrultusunda hesaplanmıştır. Çalışmada hesaplanan bu kriter değerleri ile ilk olarak karar matrisi oluşturulmuş ve Entropi yöntemi ile bu oranların ağırlıkları hesaplanmıştır. Daha sonra ARAS, COPRAS ve TOPSIS tekniklerindeki kullanılarak firmaların finansal performans sıralamaları tespit edilmiştir. Bu işletmelere ilişkin hisse senedi değerleri açısından da bir sıralama oluşturularak, tüm sıralama sonuçlarının karşılaştırılması için Spearman Sıra İlişkisi Testi kullanılmıştır.

#### 4.1. Entropi Yöntemiyle Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması

Çalışmanın bu bölümünde, Tablo 1'de yer alan finansal oranların kriter ağırlık dereceleri Microsoft Excel paket programı yardımıyla üçüncü bölümde belirtilen Eşitlik 1-7 kullanılarak altı aşamada hesaplanmıştır.

Entropi ağırlık yöntemi ile kriterlerin ağırlıklandırılması aşamasında ilk olarak daha önce hesaplanmış olan finansal oranlar yardımıyla karar matrisi oluşturulmuştur (Tablo A1). Tablonun satır kısımlarında alternatif firmalar yer alırken sütun kısımlarında kriter olarak finansal oranlar yer almaktadır. Karar matrisi, karar verici tarafından oluşturulan başlangıç matrisi olup çalışmada sekiz karar noktası (işletme) ve on beş değerlendirme faktörü kullanılmıştır.

Karar matrisinde negatif değerlerin yer almasının uygulamada problem çıkartması sebebiyle Zhang ve diğerleri (2014) tarafından geliştirilen Z-skoru standartlaştırma yöntemi uygulanarak negatif değerler pozitif değerlere dönüştürülmüştür ve Z-skoru normalizasyonu gerçekleştirilen karar matrisi oluşturulmuştur (Tablo A2).

Bu işlemin ardından her yıl için belirlenen bölgedeki minimum xij değerinin mutlak değeri alınarak karar matrisindeki her bir alternatif değerine eklenecek koordinat dönüşümü gerçekleştirilmiş yeni bir karar matrisi oluşturulmuştur (Tablo A3). Farklı ölçeklerdeki kriterlerin ölçekten arındırılması ve kriterler arasında karşılaştırma yapılabilmesi amacıyla koordinat dönüşümü gerçekleştirilen karar matrisi verileri için normalizasyon işlemi uygulanmıştır. Elde edilen normalize karar matrisi verileri Tablo A4'te verilmiştir. Entropi yönteminin son aşamasında Eşitlik 4, 6 ve 7 ile hesaplanan Entropi değerleri, farklılaşma dereceleri ve kriter ağırlıkları Tablo 3'te yer almaktadır.

**Tablo 3. Entropi değerleri, farklılaşma dereceleri ve kriter ağırlıklarının hesaplanması**

	$L_1$	$L_2$	$L_3$	$F_1$	$F_2$	$F_3$	$F_4$	$F_5$	$F_6$	$F_7$	$F_8$	$F_9$	$K_1$	$K_2$	$K_3$
2016 $e_j$	0,9678	0,9678	0,9699	0,9695	0,9610	0,9615	0,9650	0,9610	0,9398	0,9649	0,9674	0,9337	0,9574	0,9604	0,9634
$d_j$	0,0322	0,0322	0,0301	0,0305	0,0390	0,0385	0,0350	0,0390	0,0602	0,0351	0,0326	0,0663	0,0426	0,0396	0,0366
$w_j$	0,0546	0,0547	0,0510	0,0517	0,0662	0,0653	0,0594	0,0662	0,1022	0,0596	0,0552	0,1125	0,0723	0,0672	0,0621
2017 $e_j$	0,4163	0,4125	0,2850	-0,0780	-0,8597	0,5711	0,6077	-0,8597	-0,7111	0,2854	0,1877	-0,1077	0,7181	0,5070	0,0709
$d_j$	0,5837	0,5875	0,7150	1,0780	1,8597	0,4289	0,3923	1,8597	1,7111	0,7146	0,8123	1,1077	0,2819	0,4930	0,9291
$w_j$	0,0431	0,0433	0,0527	0,0795	0,1372	0,0316	0,0289	0,1372	0,1262	0,0527	0,0599	0,0817	0,0208	0,0364	0,0685
2018 $e_j$	0,9706	0,9706	0,9720	0,9697	0,9662	0,9612	0,9663	0,9662	0,9617	0,9708	0,9684	0,9361	0,9498	0,9658	0,9677
$d_j$	0,0294	0,0294	0,0280	0,0303	0,0338	0,0388	0,0337	0,0338	0,0383	0,0292	0,0316	0,0639	0,0502	0,0342	0,0323
$w_j$	0,0548	0,0548	0,0521	0,0564	0,0629	0,0723	0,0628	0,0629	0,0713	0,0544	0,0589	0,1189	0,0935	0,0637	0,0602
2019 $e_j$	0,9706	0,9706	0,9708	0,9713	0,9667	0,9578	0,9668	0,9667	0,9451	0,9674	0,9691	0,9635	0,9357	0,9656	0,9684
$d_j$	0,0294	0,0294	0,0292	0,0287	0,0333	0,0422	0,0332	0,0333	0,0549	0,0326	0,0309	0,0365	0,0643	0,0344	0,0316
$w_j$	0,0541	0,0541	0,0537	0,0527	0,0612	0,0776	0,0611	0,0612	0,1010	0,0600	0,0568	0,0671	0,1182	0,0633	0,0581
2020 $e_j$	0,9681	0,9681	0,9694	0,9705	0,9655	0,9568	0,9658	0,9655	0,9653	0,9663	0,9336	0,9653	0,9551	0,9645	0,9638
$d_j$	0,0319	0,0319	0,0306	0,0295	0,0345	0,0432	0,0342	0,0345	0,0347	0,0337	0,0664	0,0347	0,0449	0,0355	0,0362
$w_j$	0,0573	0,0573	0,0551	0,0530	0,0621	0,0777	0,0614	0,0621	0,0623	0,0606	0,1193	0,0624	0,0807	0,0638	0,0651

Gerçekleştirilen Entropi analizi sonucunda önem derecesi en yüksek ve en düşük kriterlerin yıllara bağlı olarak farklı hesaplandığı görülmektedir. 2016 ve 2018 yıllarında önem derecesi en yüksek kriter NİS Devir Hızı (F9) iken, 2017'de Borçlanma Oranı (F5), 2019'da Stok Devir Hızı (K1) ve 2020'de Özkaynak Kârlılığı (F8) en yüksek önem derecesine sahip kriter olarak hesaplanmıştır. Tablo 7'de en düşük önem derecesine sahip kriterlerin de yıllara göre değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Bu kriterler; 2016 ve 2018 için Nakit Oran (L3), 2017 için Finansman Oranı (F4), 2019 ve 2020 için Stoklar/Toplam Aktif (F1)'dir.

#### 4.2. ARAS Yöntemi Analiz Sonuçları

Çalışmanın bu kısmında, 8-17 numaralı eşitlikler yardımıyla gerçekleştirilen analiz sonuçları yer almaktadır. Yöntemin ilk aşaması olan karar matrisinin oluşturulmasında Entropi yönteminde kullanılan

karar matrisi (Tablo A1) baz alınmıştır. Gerçekleştirilen analizlerde, Tablo 1’de de belirtildiği gibi F1 (Stoklar/Toplam Aktif), F5 (Toplam Yabancı Kaynaklar/Toplam Pasif) ve F6 (Satılan Malların Maliyeti/Net Satışlar) minimizasyon yönlü, diğerleri ise maksimizasyon yönlü kriterlerdir.

Entropi yönteminde olduğu gibi karar matrisinde yer alan negatif değerlerin analiz sonuçlarını etkilemesinden dolayı Z-skoru standartlaşması yapılarak karar matrisi yeniden oluşturulmuştur (Tablo A5). Hesaplamaların daha kolay yapılabilmesi amacıyla maliyet yönlü kriterler fayda yönlü kriterlere dönüştürülmüştür (Tablo A6). Maliyet yönlü kriterlerin fayda yönlü kriterlere dönüştürülmesinin ardından ARAS metodunun ikinci aşaması olan normalize karar matrisi oluşturulmuştur (Tablo A7). Üçüncü aşamada, normalize karar matrisi verileri Entropi yöntemi ile elde edilen ağırlık değerleri ile çarpılarak ağırlıklandırılmış karar matrisi elde edilmiştir (Tablo A8). ARAS yönteminin dördüncü aşamasında her karar alternatifi için optimalite fonksiyon değerleri ( $S_i$ ) elde edilmektedir. Ardından, son aşamada fayda dereceleri ( $K_i$ ) hesaplanmış ve nihai sıralama elde edilmiştir. En iyi alternatif en yüksek optimalite fonksiyon değerine sahipken, en kötü alternatif en düşük optimalite fonksiyon değerine sahiptir. Fayda derecesi ( $K_i$ ) [0,1] aralığında değer almaktadır. Hesaplanan değerler n fayda derecesi kullanılarak alternatiflerin göreceli etkinliği hesaplanmış ve elde edilen bulgular Tablo 4’te gösterilmiştir.

**Tablo 4. Optimalite fonksiyonu, fayda dereceleri ve nihai sıralama (ARAS)**

İşletme Kodu	2016			2017			2018			2019			2020		
	$S_i$	$K_i$	Sıralama	$S_i$	$K_i$	Sıralama	$S_i$	$K_i$	Sıralama	$S_i$	$K_i$	Sıralama	$S_i$	$K_i$	Sıralama
Optimal Değer	0,1675			0,3163			0,1686			0,1723			0,1930		
AYCES	0,1015	0,6058	4	0,0812	0,2566	6	0,1078	0,6390	3	0,1039	0,6030	4	0,1350	0,6997	4
AVTUR	0,1250	0,7464	2	0,0879	0,2779	3	0,1203	0,7134	2	0,1176	0,6826	2	0,1395	0,7229	3
MAALT	0,1503	0,8977	1	0,1175	0,3714	1	0,1431	0,8487	1	0,1416	0,8222	1	0,1458	0,7555	1
MARTI	0,0892	0,5324	6	0,0865	0,2735	4	0,0797	0,4728	8	0,0765	0,4443	8	0,1101	0,5704	6
PKENT	0,0798	0,4763	7	0,0809	0,2559	7	0,0912	0,5408	7	0,1098	0,6372	3	0,1248	0,6466	5
TEKTU	0,1207	0,7206	3	0,1001	0,3165	2	0,1026	0,6084	4	0,0979	0,5686	5	0,1091	0,5655	7
ULAS	0,0751	0,4485	8	0,0865	0,2733	5	0,0947	0,5614	5	0,0876	0,5087	7	0,1447	0,7502	2
UTPYA	0,0910	0,5433	5	0,0431	0,1363	8	0,0921	0,5462	6	0,0928	0,5389	6	0,0911	0,4719	8

Tablo 4’te görüldüğü üzere ARAS yöntemi ile elde edilen analiz sonuçlarına göre fayda derecesi en yüksek işletme 2016-2020 dönemindeki tüm yıllar için MAALT olarak bulunmuştur. Fayda derecesi en düşük işletmeler ise yıllara göre değişkenlik göstermektedir. Bu işletmeler 2016 için ULAS, 2017 ve 2020 için UTPYA, 2018-2019 için ise MARTI’dır.

#### 4.3. COPRAS Yöntemi Analiz Sonuçları

Bu bölümde, COPRAS metodu için Eşitlik 8-15 ile Eşitlik 18-22 kullanılarak elde edilen analiz sonuçları yer almaktadır. COPRAS metodunun ilk aşaması olan karar matrisinin oluşturulmasında Entropi yönteminde verilen Tablo A1 (Karar Matrisi) kullanılmıştır. Ardından, Z-skoru normalizasyonu ve koordinat dönüşümü gerçekleştirilmiş karar matrisi tabloları oluşturulmuştur (Tablo A2, Tablo A3). Yöntemin ikinci aşamasında Eşitlik 13 kullanılarak Tablo A3’te yer alan veriler normalize edilmiştir. Elde edilen veriler Tablo A4’te yer aldığı gibidir. Tablo A4’te yer alan normalize edilmiş karar matrisi verileri ile Entropi ağırlık değerleri çarpılarak ağırlıklandırılmış karar matrisi tablosu oluşturulmuştur (Tablo A9). Ağırlıklandırılmış karar matrisinin ardından,  $S_i$  ve  $S_i$  değerleri hesaplanmıştır. Maksimum yönlü kriterler için daha yüksek değerler daha iyi durumu gösterirken, minimum yönlü kriterler için değerlerin düşük olması durumunda daha iyi olduğunu göstermektedir. Eşitlik 18 ve 19 kullanılarak gerçekleştirilen hesaplamalar sonucunda elde edilen bulgular Tablo A10’da verildiği gibidir. Yöntemin son aşamasında, eşitlik 20-22 yardımıyla her alternatif için göreceli önem değeri, öncelik değeri ve performans indeksine ilişkin hesaplanan değerler Tablo 5’te yer almaktadır.

COPRAS analiz sonuçlarının yer aldığı Tablo 5’e göre 2016-2020 dönemine ilişkin finansal performansı en yüksek işletme her yıl için MAALT olarak bulunmuştur. En düşük finansal performansa sahip işletme ise tüm yıllar için aynı çıkmamıştır. Bu işletmeler 2016’da PKENT, 2017’de AVTUR, diğer yıllarda ise MARTI’dır. Diğer sıralamaların da yıllara bağlı olarak değişkenlik gösterdiği görülmektedir.

**Tablo 5. Göreceli önem değeri, öncelik değeri ve performans indeksi**

Yıllar	İşletme Kodu	$R_i$	$P_i$	$Q_i$	$N_i$	Sıralama
2016	AYCES	0,0875	0,0242	0,1359	70,70	4
	AVTUR	0,1108	0,0212	0,1592	82,82	3
	MAALT	0,1438	0,0232	0,1922	100,00	1
	MARTI	0,0791	0,0317	0,1275	66,35	7
	PKENT	0,0761	0,0430	0,1245	64,77	8
	TEKTU	0,1137	0,0268	0,1622	84,35	2
	ULAS	0,0854	0,0174	0,1338	69,61	5
	UTPYA	0,0835	0,0326	0,1319	68,60	6
2017	AYCES	0,0684	0,0382	0,1860	79,94	7
	AVTUR	0,0554	0,0401	0,1730	74,35	8
	MAALT	0,1151	0,0279	0,2327	100,00	1
	MARTI	0,0816	0,0550	0,1992	85,59	4
	PKENT	0,0801	0,0658	0,1977	84,96	5
	TEKTU	0,0867	0,0420	0,2043	87,80	3
	ULAS	0,0935	0,0207	0,2111	90,72	2
	UTPYA	0,0762	0,0533	0,1938	83,28	6
2018	AYCES	0,1010	0,0214	0,1373	76,18	4
	AVTUR	0,1160	0,0251	0,1523	84,52	2
	MAALT	0,1439	0,0215	0,1802	100,00	1
	MARTI	0,0737	0,0300	0,1101	61,07	8
	PKENT	0,0892	0,0313	0,1255	69,64	6
	TEKTU	0,0944	0,0216	0,1307	72,54	5
	ULAS	0,1038	0,0126	0,1401	77,74	3
	UTPYA	0,0874	0,0270	0,1238	68,68	7
2019	AYCES	0,0907	0,0245	0,1369	74,49	6
	AVTUR	0,1082	0,0270	0,1544	84,04	2
	MAALT	0,1375	0,0250	0,1837	100,00	1
	MARTI	0,0641	0,0321	0,1103	60,01	8
	PKENT	0,1069	0,0348	0,1531	83,35	3
	TEKTU	0,0874	0,0283	0,1336	72,70	7
	ULAS	0,0960	0,0112	0,1422	77,42	4
	UTPYA	0,0942	0,0319	0,1404	76,43	5
2020	AYCES	0,1072	0,0246	0,1389	88,43	4
	AVTUR	0,1150	0,0223	0,1467	93,40	3
	MAALT	0,1254	0,0190	0,1570	100,00	1
	MARTI	0,0820	0,0262	0,1136	72,37	8
	PKENT	0,1034	0,0253	0,1350	85,96	5
	TEKTU	0,0824	0,0181	0,1141	72,64	6
	ULAS	0,1224	0,0191	0,1540	98,10	2
	UTPYA	0,0820	0,0234	0,1136	72,38	7

#### 4.4. TOPSIS Yöntemi Analiz Sonuçları

Çalışmanın bu bölümünde TOPSIS yönteminde belirtilen Eşitlikler yardımıyla hesaplanan analiz sonuçları yer almaktadır. TOPSIS yönteminin daha önce de belirtildiği gibi çalışmada kullanılan diğer analiz yöntemleriyle benzer adımları bulunmaktadır. Bu aşamalar sırasıyla karar matrisinin oluşturulması (Tablo A1), karar matrisinin normalleştirilmesi (Tablo A4) ve normalleştirilmiş karar matrisinin ağırlıklandırılması (Tablo A9)'dir. TOPSIS yönteminin 4. aşamasında Pozitif (A+) ve Negatif İdeal (A-) çözüm setinin oluşturulabilmesi için Eşitlik 23 ve 24 kullanılmıştır. Elde edilen veriler Tablo A11'de gösterilmiştir. Pozitif (A+) ve Negatif İdeal (A-) çözüm setinin oluşturulmasının ardından Eşitlik 25-26 yardımıyla her bir karar noktasına ilişkin değerlendirme kriterinin pozitif ve negatif ideal çözüme uzaklık değerleri hesaplanmıştır (Tablo A12). TOPSIS yönteminin son aşamasında, pozitif ve negatif ideal çözüme uzaklık değerleri kullanılarak Eşitlik 27 yardımıyla hesaplanan İdeal Çözüme Göreli Yakınlık Değerleri Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 6'da gösterilen C değerleri 0 ile 1 aralığındadır. C=1 ilgili karar noktasının ideal çözüme, C=0 ilgili karar noktasının negatif ideal çözüme mutlak yakınlığını göstermektedir. Bu bilgiler kapsamında yukarıdaki Tablo incelendiğinde, TOPSIS metoduna göre en yüksek finansal performansa sahip işletmenin 2020 yılı haricindeki tüm yıllarda MAALT olduğu görülmektedir. 2020'de ise, ideal çözüme en yakın işletme UTPYA'dır. En düşük finansal performansa sahip işletme ise 2016 ve 2018 için PKENT, 2017 için AVTUR, 2019 için MARTI ve 2020 için MAALT olarak bulunmuştur.

**Tablo 6. İdeal çözüme görelî yakınlığın hesaplanması (C)**

	2016	Sıralama	2017	Sıralama	2018	2019	Sıralama	2020	Sıralama
AYCES	0,3479	7	0,4544	5	0,3841	0,3644	7	0,2655	2
AVTUR	0,4134	3	0,4347	8	0,3890	0,3791	3	0,2554	3
MAALT	0,4424	1	0,5169	1	0,4315	0,4182	1	0,1888	8
MARTI	0,3503	5	0,4451	6	0,3322	0,2991	8	0,2224	6
PKENT	0,2994	8	0,4057	4	0,3318	0,3688	2	0,2219	7
TEKTU	0,3987	2	0,4714	3	0,3803	0,3476	6	0,2266	5
ULAS	0,4142	4	0,5156	2	0,4127	0,4122	4	0,2341	4
UTPYA	0,3425	6	0,4344	7	0,3533	0,3354	5	0,4670	1

## 5. TARTIŞMA

Bu bölümde, öncelikle analize dahil edilen işletmelerin analiz dönemine ilişkin hisse senedi getirileri değerlendirilmiş, ardından çalışmada kullanılan tüm yöntemlerden elde edilen sıralama sonuçları Spearman'ın Sıra İlişkisi Testi yardımıyla karşılaştırılmıştır. Bu amaçla, işletmelerin hisse getirilerine ilişkin sıralamalar ve ARAS, COPRAS ve TOPSIS analiz yöntemlerinden elde edilen sıralama sonuçları sırasıyla Tablo 7 ve Tablo 8'de gösterilmiştir.

Tablo 7'de turizm işletmelerinin 2016'dan 2020 yılına kadar yıllık hisse getirilerine göre sıralama sonuçlarına yer verilmiştir. Tablo incelendiğinde, 2018'de PKENT ve TEKTU haricindeki tüm işletmelerin negatif getiriye sahip olduğu görülmektedir. 2020'de ise, Covid-19 sebebiyle ülkeler tarafından alınan karantina önlemleri, sınır kapılarının kapatılması, seyahat yasaklarının getirilmesi vb. sebepler dolayısıyla uluslararası turizm verilerinde yüksek oranda düşüşler yaşanmıştır. Buna rağmen, genel anlamda hisse getirilerinin en yüksek olduğu yıl 2020'dir. Hisse senedi getirilerinin en düşük oranlarda olduğu yıl ise 2016'dır. Bunun sebebi, Kasım 2015'te Türkiye-Rusya arasından yaşanan uçak krizinin Rusya'dan Türkiye'ye gelen turist sayısında meydana getirdiği azalma olabilir. Hisse getirilerine göre sıralamanın ardından analiz yöntemlerindeki başarı oranları ve getiri sıralamaları tek bir çizelgede toplanarak aşağıda verilmiştir.

**Tablo 7. İşletmelerin hisse getirileri (%)\***

İşletme/Yıl	2016*	Sıralama	2017*	Sıralama	2018*	Sıralama	2019*	Sıralama	2020*	Sıralama
AYCES	11,15	5	26,00	5	-18,57	5	221,73	2	400,10	3
AVTUR	79,31	2	-35,88	8	-35,50	7	66,97	5	75,41	6
MAALT	76,85	3	-1,81	7	-7,58	3	303,41	1	56,48	8
MARTI	-30,77	7	155,56	1	-37,63	8	54,24	6	131,52	5
PKENT	-22,81	6	7,66	6	45,83	1	90,96	3	602,64	2
TEKTU	19,59	4	26,24	4	12,15	2	51,19	7	59,06	7
ULAS	-58,21	8	44,90	3	-32,74	6	84,35	4	354,98	4
UTPYA	111,43	1	100,45	2	-8,02	4	18,89	8	689,41	1

\*Hisse getirilerinin hesaplanmasında, yılın ilk işlem günü açılış fiyatı ile son işlem günü kapanış fiyatı arasındaki fark alınarak yüzde değişim dikkate alınmıştır.

Tablo 8'e göre araştırmada kullanılan yöntemlerin tümünde diğer işletmelere kıyasla finansal performans sıralaması en başarılı çıkan işletme MAALT'tır. 2016-2019 yıllarında ARAS, COPRAS ve TOPSIS yöntemlerinin tümünde, 2020'de ise ARAS ve COPRAS yöntemine göre en başarılı bulunan MAALT, hisse getirisi açısından değerlendirildiğinde 2017 ve 2018 yıllarında negatif getiriye, 2020'de ise analize dahil edilen işletmeler arasında en düşük getiriye sahiptir. Analiz yöntemlerine göre en başarısız finansal performansına sahip işletme ise yıllar ve yöntem bazında daha fazla değişkenlik göstermekle birlikte ağırlıklı olarak MARTI'dır. Getiri açısından da sadece 2017'de ilk sırada yer almıştır. Elde edilen sonuçlara ilişkin değerlendirmelerin ardından yöntemlerden elde edilen başarı sıralamaları karşılaştırılacaktır.

**Tablo 8. İşletmelerin performanslarının yöntemlere ve hisse getiri sıralamalarına göre karşılaştırılması**

İşletme/Yıl	2016				2017				2018				2019				2020			
	ARAS	CORPAS	TOPSIS	Getiri Sırası	ARAS	CORPAS	TOPSIS	Getiri Sırası	ARAS	CORPAS	TOPSIS	Getiri Sırası	ARAS	CORPAS	TOPSIS	Getiri Sırası	ARAS	CORPAS	TOPSIS	Getiri Sırası
AYCES	4	4	7	5	6	7	5	5	3	4	4	5	4	6	7	2	4	4	2	3
AVTUR	2	3	3	2	3	8	8	8	2	2	3	7	2	2	3	5	3	3	3	6
MAALT	1	1	1	3	1	1	1	7	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	8	8
MARTI	6	7	5	7	4	4	6	1	8	8	7	8	8	8	8	6	6	8	6	5
PKENT	7	8	8	6	7	5	4	6	7	6	8	1	3	3	2	3	5	5	7	2
TEKTU	3	2	2	4	2	3	3	4	4	5	5	2	5	7	6	7	7	6	5	7
ULAS	8	5	4	8	5	2	2	3	5	3	2	6	7	4	4	4	2	2	4	4
UTPYA	5	6	6	1	8	6	7	2	6	7	6	4	6	5	5	8	8	7	1	1

Anahtar: 1= En başarılı, 8= En başarısız

Sıralama sonuçlarının karşılaştırılması için iki farklı veri setinin birbiriyle ilişkisini ölçen bir istatistikî yöntem olan Spearman'ın Sıra İlişkisi Testi kullanılmıştır (Parkan ve Wu, 1999); (İç ve Yurdakul, 2020); (İç ve diğerleri, 2015). Yöntemin hesaplama formülasyonu Eşitlik 28-30'da sunulmuştur.

$$d^k = x^k - y^k, k = 1, \dots, K \quad (28)$$

$$r_s = \left\{ 6 \cdot \left[ \frac{\sum_{k=1}^K \frac{(d^k)^2}{K \cdot (K^2 - 1)}} \right] \right\} \quad (29)$$

$$Z = r_s \cdot \sqrt{(K - 1)} \quad (30)$$

$d^k$ , iki farklı veri setindeki her bir eleman arasındaki farkı;  $K$ , veri sayısını,  $Z$ , Test istatistiğini göstermektedir. Spearman'ın Sıra İlişkisi Testi'ne göre iki sıralama arasındaki tutarlılıktan bahsedilmek için elde edilen  $Z$  değerinin %95 güven düzeyinde ( $\alpha=0,05$ ) 1,645'in üzerinde olması beklenmektedir (İç ve diğerleri, 2015); (İç ve Yurdakul, 2020). Çalışmada kullanılan yöntemlerden elde edilen sonuçlar için gerçekleştirilen Spearman Sıra İlişkisi Testi sonuçları Tablo 9'da yer almaktadır.

**Tablo 9. Spearman sıra ilişkisi testi sonuçları**

Yıllar/Sıralama		ARAS-COPRAS	ARAS-TOPSIS	COPRAS-TOPSIS	ARAS-Getiri	COPRAS-Getiri	TOPSIS-Getiri
2016	$r_s$	0,833	0,643	0,833	0,714	0,429	0,262
	$Z$	2,205	1,701	2,205	1,890	1,134	0,693
2017	$r_s$	0,476	0,405	0,881	-0,381	0,190	-0,095
	$Z$	1,260	1,071	2,331	-1,008	0,504	-0,252
2018	$r_s$	0,905	0,833	0,905	0,071	0,024	-0,190
	$Z$	2,394	2,205	2,394	0,189	0,063	-0,504
2019	$r_s$	0,786	0,991	0,989	0,993	0,993	0,994
	$Z$	2,079	1,953	2,520	1,575	1,449	1,260
2020	$r_s$	0,929	-0,357	-0,214	-0,452	-0,405	0,524
	$Z$	2,457	-0,945	-0,567	-1,197	-1,071	1,386

Tablo 9 incelendiğinde Spearman'ın Sıra İlişkisi Testi sonuçlarına göre birbirleriyle en güçlü tutarlılık ilişkisinin Aras-Copras ile Copras-Topsis yöntemleri arasında olduğu görülmektedir. Aras-Copras için, 2017 haricindeki tüm yıllarda; Copras-Topsis için ise 2020 haricindeki tüm yıllarda  $Z$  değerleri kritik 1,645 değerinin üzerindedir. Aras-Topsis yöntemleri arasında ise,  $Z$  değerleri yalnızca 2017 ve 2020 yıllarında kritik değerin altında hesaplanmıştır.

Analizde kullanılan ÇKKV yöntemleri ile hisse senedi getiri sıralamaları açısından Spearman test sonuçları incelendiğinde, her üç yöntemin de hisse senedi getiri sıralamasıyla bir tutarlılık göstermediği görülmektedir. Tablo 21'de getiri yöntem sıralamalarının karşılaştırılmasından elde edilen  $Z$  değerleri Aras-Getiri, 2016 hariç tüm yıl ve yöntemlerde kritik değer seviyesinin oldukça altındadır.

Tablo 9'da verilen Spearman test sonuçlarından gözlenebileceği üzere analiz yöntemleri arasındaki on beş adet ikili karşılaştırmanın sadece dördünde farklılık oluşmuştur. Bu sonuç, yöntemler arasındaki duyarlılığın oldukça iyi olduğunu göstermektedir.

## 6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Turizm sektörü, özellikle son yıllarda sürekli büyüyen bir yapıya sahip olması ve artan çeşitliliği ile bölgesel ve ulusal kalkınma için bir araç olarak kullanılmaktadır. Türkiye açısından artan dış turist sayısına bağlı olarak sağlanan döviz girdisi dış ticaret açığının azalmasında önemli katkı sağlamaktadır. Ülke ekonomisi için bu denli önemli olan turizm işletmelerinin performans değerlendirmesi, büyüme ve süreklilik amaçlarını gerçekleştirebilmeleri açısından çok önemli bir yere sahiptir. Türkiye'de dört binin üzerinde turizm işletmesi bulunmasına rağmen bu şirketlere ilişkin gerekli tüm verilere ulaşılamadığından çalışmada yalnızca XTRZM endeksinde işlem gören turizm işletmelerinin 2016-2020 dönemindeki yıllık finansal performansları ölçülmüştür.

KAP'tan elde edilen finansal tablolar kullanılarak endekste işlem gören sekiz işletmenin finansal başarı ölçümlerinde literatür taraması verileri, sektördeki yönetici ve akademik uzman görüşleri dikkate alınarak belirlenen 15 finansal oran kullanılmıştır. Çalışmada ilk olarak, finansal performans değerlendirmesinde sübjektifliğin ortadan kaldırılması için kriter ağırlıklarının belirlenmesinde Entropi yönteminden faydalanılmıştır. Karar matrisinde negatif değerlerin yer almasının sonuçları olumsuz etkileyebilme olasılığından dolayı Z-skoru standartlaştırma yöntemi uygulanarak koordinat dönüşümü gerçekleştirilmiş ve yeni bir karar matrisi oluşturulmuştur. Analizlerin tümünde oluşturulan yeni karar matrisi verileri baz alınmıştır. Entropi yöntemi ile belirlenen kriter ağırlıkları ARAS, COPRAS ve TOPSIS yöntemlerinde ayrı ayrı uygulanarak işletmelerin finansal performans sıralamaları elde edilmiştir. Ayrıca, analize dahil edilen işletmelerin yıllık hisse senedi getirileri incelenerek yatırımcılarına sağladıkları getirisi açısından da sıralama gerçekleştirilmiştir. Elde edilen tüm sonuçların tutarlılığının ölçülmesi için Spearman Sıra İlişkisi Testi kullanılmıştır.

Entropi analizi sonucunda önem derecesi en yüksek ve en düşük kriterlerin yıllara bağlı olarak değişkenlik gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. En yüksek oran düşük önem derecesine sahip oranlar ağırlıklı olarak faaliyet oranları içerisinde, en düşük önem derecesine sahip kriterler ise likidite oranlarına yönelik olarak hesaplanmıştır.

ARAS, COPRAS ve TOPSIS yöntemlerine göre yapılan sıralamada 2020 TOPSIS haricinde tüm yıllarda finansal performansı en yüksek işletme MAALT olarak belirlenmiştir. Finansal performansı en düşük işletmeler ise yıllar ve yöntem bazında daha fazla değişkenlik göstermekle birlikte ağırlıklı olarak MARTI'dır. MAALT işletmesinin diğer işletmelerden daha iyi performans sergilediği, MARTI işletmesinin finansal performansının daha kötü olması farklı yöntemlerle gerçekleştirilen literatür destekler niteliktedir (Arsu ve Ayçin, 2020); (Karakaş ve Öztel, 2020); (Erdoğan ve Yamaltdinova, 2018). İşletmelerin analiz dönemdeki hisse getiri sıralamaları ile finansal performans başarı sıralamaları karşılaştırıldığında ise 2019 haricindeki tüm yıllarda farklı sıralama sonuçlarına ulaşılmıştır. Bu durum, yatırımcıların davranışsal finans bağlamında hisse senetlerine yönelik yatırım kararlarında her zaman rasyonel davranmadıkları sonucunu destekler niteliktedir. Spearman'ın Sıra İlişkisi Testi sonuçlarına göre yapılan karşılaştırmalarda da bu sonuçları doğrulamaktadır. Bu durum ise ÇKKV tekniklerinin finansal performans analizinde kullanılabilirliğini ve farklı tekniklerin birbirine benzer verimlikte sonuçlar verdiği görüşünü desteklemektedir.

Çalışmanın literatüre üç şekilde katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Birincisi, ulaşılan değerlendirme sonuçlarının hem turizm sektöründeki karar vericilere hem de mevcut ya da potansiyel yatırımcılara alacakları yatırım ve finansman kararlarında yol gösterici niteliklere sahip olmasıdır. İkincisi, turizm alanında finansal performans analizinde literatürdeki çalışmalardan farklı olarak kriter ağırlıklarının Entropi yöntemi ile belirlendiği ve ARAS, COPRAS ile TOPSIS yöntemlerinin uygulanabilirliğini ortaya koyan bir çalışma olmasıdır. Ayrıca, karşılaştırmalarda hisse getiri değerlerinin de incelenmesi tüm sıralama sonuçlarının Spearman Sıra İlişkisi Teski ile karşılaştırılarak yöntemler arasındaki tutarlılık ölçülmesini de içermektedir. Üçüncüsü ise, araştırmada turizm sektörünü önemli düzeyde olumsuz etkileyen 2016-2017 yılları (Kasım 2015, Türkiye-Rusya Uçak krizi) ile 2020'de tüm dünyada hızla yayılan Covid-19'un turizm verilerinde önemli düşüşler meydana getirdiği 2020 yıllarına ilişkin analizleri kapsamıdır. Kısa vadede açıklanan mali tablolarda işletmelerin Covid-19'dan ciddi düzeyde etkilendiğine dair birçok araştırma gerçekleştirilmiş ve bu durum, işletmeler tarafından açıklanan dönem zararları ile de doğrulanmaktadır (Kamuyu Aydınlatma Platformu, 2021). Salgının turizm sektörüne ilişkin açıklanan raporlar da bu durumu desteklemektedir (TÜRSAB, 2020). Ancak, yıllık düzeyde hisse getirilerine bakıldığında 2020 yılında analize dahil edilen işletmelerin tümünün zarar açıklamasına rağmen hisse senedi getirisi açısından analiz dönemindeki en başarılı yıl olduğu görülmektedir. Bu durum hem turizm sektöründe yer alan şirketlere yatırım yapmayı düşünen hem de BIST'e yatırım yapmayı düşünen yatırımcılara yol göstermesi bakımından önem arz

etmektedir. Çünkü piyasadan daha fazla bir getirinin elde edilmesi etkin piyasalar hipotezine karşıt bir durumun varlığını ifade etmektedir.

Çalışmada kullanılan finansal oranların birbirinden bağımsız olmaması ve mali tablolardan elde edilebilecek tüm finansal oranların çalışmaya dâhil edilememesi çalışmanın kısıtları arasında sayılabilir. Gelecek çalışmalarda, ÇKKV yöntemlerinde kriterlerin birbirinden bağımsız olması gerekliliği dikkate alınarak finansal performans analizinde birbirleriyle ilişkili kriterler kendi içerisinde gruplandırılarak ayrı değerlendirmeler gerçekleştirilebilir. Ayrıca Covid-19'un turizm işletmelerinin finansal performansına etkisini görebilmek için dönemlik mali tablolar yardımıyla farklı ÇKKV teknikleri ile değerlendirmelerde bulunarak elde edilen sonuçlar karşılaştırılabilir.

EK

**Tablo A1. Karar matrisi (Entropi)**

		$L_1$	$L_2$	$L_3$	$F_1$	$F_2$	$F_3$	$F_4$	$F_5$	$F_6$	$F_7$	$F_8$	$F_9$	$K_1$	$K_2$	$K_3$
2016	AYCES	0,399	0,358	0,083	0,002	0,205	0,795	3,888	0,205	0,941	16,615	50,501	-3,641	-0,057	-0,045	-0,412
	AVTUR	0,297	0,296	0,094	0,000	0,179	0,821	4,601	0,179	0,766	1,293	111,506	-0,319	0,111	0,091	3,331
	MAALT	3,487	3,485	3,428	0,000	0,120	0,881	7,366	0,120	0,958	17,664	242,567	0,134	0,017	0,015	0,395
	MARTI	0,340	0,330	0,011	0,003	0,789	0,211	0,267	0,789	0,968	3,407	17,662	-0,287	-0,701	-0,148	-2,682
	PKENT	0,320	0,232	0,035	0,065	0,759	0,241	0,318	0,759	1,267	9,200	9,080	-0,927	-0,953	-0,230	-0,492
	TEKTU	1,882	1,881	0,118	0,000	0,338	0,662	1,959	0,338	1,027	1,332	50,336	0,061	0,043	0,028	4,168
	ULAS	0,392	0,392	0,115	0,000	0,774	0,226	0,292	0,774	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,526	-0,119	0,000
	UTPYA	0,487	0,446	0,009	0,012	0,631	0,370	0,586	0,631	1,089	1,581	9,054	-0,659	-0,342	-0,126	-1,264
2017	AYCES	0,231	0,206	0,087	0,002	0,241	0,759	3,152	0,241	0,758	36,549	55,021	-2,356	-0,034	-0,026	-0,192
	AVTUR	0,690	0,675	0,009	0,001	0,210	0,790	3,762	0,210	0,939	2,440	69,265	-3,634	-0,117	-0,092	-2,552
	MAALT	3,195	3,194	3,165	0,000	0,151	0,849	5,612	0,151	0,497	249,387	361,151	0,294	0,042	0,036	0,382
	MARTI	0,248	0,231	0,016	0,004	0,820	0,180	0,220	0,820	0,639	8,382	10,618	-0,378	-0,122	-0,022	-0,308
	PKENT	0,420	0,402	0,054	0,013	0,721	0,279	0,386	0,721	0,864	6,516	59,565	-2,140	0,180	0,050	0,058
	TEKTU	1,156	1,153	0,013	0,001	0,430	0,570	1,325	0,430	0,724	1,315	31,068	1,012	0,042	0,024	0,673
	ULAS	2,663	2,663	0,641	0,000	0,302	0,698	2,315	0,302	0,000	0,000	0,000	0,000	0,640	0,447	0,000
	UTPYA	0,463	0,453	0,055	0,003	0,645	0,355	0,551	0,645	0,849	3,098	44,657	-0,980	-0,216	-0,077	-0,501
2018	AYCES	0,223	0,199	0,067	0,003	0,237	0,763	3,213	0,237	0,642	24,779	50,716	-2,343	0,003	0,003	0,013
	AVTUR	4,958	4,947	0,007	0,000	0,159	0,841	5,284	0,159	1,286	15,906	197,447	0,411	0,030	0,025	0,519
	MAALT	15,607	15,606	15,587	0,000	0,531	0,469	0,882	0,531	0,532	74,670	284,374	0,042	0,188	0,088	2,946
	MARTI	0,390	0,378	0,008	0,004	0,916	0,084	0,092	0,916	0,565	4,456	15,887	-0,527	-1,532	-0,129	-1,122
	PKENT	0,967	0,950	0,024	0,009	0,601	0,399	0,664	0,601	0,596	2,336	65,727	-54,406	0,545	0,217	0,215
	TEKTU	1,140	1,131	0,005	0,001	0,266	0,734	2,764	0,266	0,798	2,688	37,784	3,052	-0,060	-0,044	-1,668
	ULAS	4,379	4,379	1,706	0,000	0,238	0,762	3,194	0,238	0,000	0,000	0,000	0,000	0,044	0,034	0,000
	UTPYA	0,357	0,353	0,036	0,002	0,708	0,293	0,414	0,708	0,724	4,897	98,241	-0,972	-0,397	-0,116	-0,517
2019	AYCES	0,534	0,475	0,244	0,002	0,204	0,796	3,909	0,204	0,608	46,018	54,203	-11,294	0,012	0,010	0,058
	AVTUR	2,527	2,521	0,011	0,000	0,113	0,887	7,830	0,113	0,804	7,607	144,355	0,764	0,081	0,072	1,420
	MAALT	15,548	15,547	15,507	0,000	0,466	0,534	1,148	0,466	0,531	81,751	338,655	0,040	0,195	0,104	3,517
	MARTI	0,109	0,106	0,003	0,003	0,950	0,051	0,053	0,950	0,587	20,686	28,474	-0,150	-2,060	-0,104	-0,840
	PKENT	1,355	1,277	0,158	0,023	0,376	0,624	1,663	0,376	0,675	5,269	47,428	15,578	0,335	0,209	0,131
	TEKTU	0,720	0,717	0,005	0,000	0,295	0,705	2,395	0,295	0,775	4,449	94,063	-1,230	-0,050	-0,035	-0,927
	ULAS	4,398	4,398	3,926	0,000	0,180	0,820	4,563	0,180	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,042	-0,035	0,000
	UTPYA	1,080	1,080	0,021	0,000	0,777	0,223	0,287	0,777	0,709	111,726	0,000	3,743	-0,053	-0,012	-0,051
2020	AYCES	0,212	0,196	0,102	0,001	0,218	0,782	3,595	0,218	0,860	100,224	101,507	-2,394	-0,050	-0,039	-0,487
	AVTUR	6,023	6,023	0,091	0,000	0,106	0,894	8,455	0,106	0,683	1,753	0,000	0,309	0,027	0,024	0,808
	MAALT	16,649	16,648	16,077	0,000	0,403	0,597	1,480	0,403	-0,612	49,140	-537,052	0,044	0,159	0,095	3,396
	MARTI	0,107	0,104	0,005	0,002	0,963	0,037	0,038	0,963	-0,546	3,857	-10,592	-0,050	-0,753	-0,028	-0,690
	PKENT	1,227	1,156	0,066	0,022	0,392	0,608	1,554	0,392	-1,009	2,084	-25,897	8,083	-0,031	-0,019	-0,034
	TEKTU	0,969	0,967	0,014	0,000	0,357	0,644	1,805	0,357	-0,713	0,761	-78,228	-5,578	-0,067	-0,043	-2,695
	ULAS	6,500	6,500	5,551	0,000	0,124	0,876	7,059	0,124	0,000	0,000	0,000	0,000	0,190	0,167	0,000
	UTPYA	0,914	0,914	0,015	0,000	0,871	0,129	0,148	0,871	-0,745	64,065	0,000	-1,684	-0,881	-0,113	-0,910



Tablo A2. Z-Skoru normalizasyonu (Entropi)

	$L_1$	$L_2$	$L_3$	$F_1$	$F_2$	$F_3$	$F_4$	$F_5$	$F_6$	$F_7$	$F_8$	$F_9$	$K_1$	$K_2$	$K_3$
2016 AYCES	-0,478	-0,488	-0,339	-0,369	-0,922	0,922	0,562	-0,922	0,166	1,419	-0,133	-2,366	0,620	0,202	-0,346
AVTUR	-0,566	-0,542	-0,330	-0,451	-1,011	1,011	0,832	-1,011	-0,291	-0,706	0,614	0,311	1,045	1,470	1,289
MAALT	2,197	2,192	2,473	-0,452	-1,212	1,212	1,882	-1,212	0,212	1,564	2,218	0,675	0,807	0,762	0,006
MARTI	-0,529	-0,512	-0,400	-0,325	1,077	-1,077	-0,814	1,077	0,239	-0,413	-0,535	0,337	-1,014	-0,756	-1,338
PKENT	-0,546	-0,596	-0,380	2,435	0,974	-0,974	-0,795	0,974	1,022	0,390	-0,640	-0,179	-1,656	-1,522	-0,381
TEKTU	0,807	0,817	-0,310	-0,453	-0,466	0,466	-0,171	-0,466	0,393	-0,701	-0,135	0,617	0,873	0,887	1,655
ULAS	-0,484	-0,459	-0,312	-0,459	1,025	-1,025	-0,804	1,025	-2,297	-0,886	-0,751	0,568	-0,572	-0,488	-0,166
UTPYA	-0,402	-0,413	-0,402	0,074	0,534	-0,534	-0,693	0,534	0,556	-0,667	-0,640	0,037	-0,103	-0,556	-0,719
2017 AYCES	-0,781	-0,788	-0,381	-0,252	-0,777	0,777	0,515	-0,777	0,330	-0,022	-0,205	-0,851	-0,321	-0,398	0,115
AVTUR	-0,384	-0,385	-0,452	-0,571	-0,897	0,897	0,834	-0,897	0,932	-0,419	-0,083	-1,667	-0,632	-0,788	-2,288
MAALT	1,785	1,782	2,428	-0,657	-1,126	1,126	1,799	-1,126	-0,537	2,451	2,422	0,840	-0,037	-0,039	0,699
MARTI	-0,766	-0,766	-0,447	0,338	1,480	-1,480	-1,016	1,480	-0,065	-0,350	-0,586	0,412	-0,650	-0,377	-0,003
PKENT	-0,617	-0,619	-0,412	2,313	1,097	-1,097	-0,929	1,097	0,683	-0,371	-0,166	-0,713	0,479	0,045	0,370
TEKTU	0,020	0,026	-0,449	-0,490	-0,038	0,038	-0,439	-0,038	0,217	-0,432	-0,411	1,299	-0,037	-0,109	0,996
ULAS	1,324	1,325	0,124	-0,688	-0,539	0,539	0,078	-0,539	-2,194	-0,447	-0,677	0,653	2,200	2,362	0,311
UTPYA	-0,581	-0,576	-0,411	0,007	0,799	-0,799	-0,843	0,799	0,634	-0,411	-0,294	0,027	-1,002	-0,696	-0,200
2018 AYCES	-0,627	-0,629	-0,388	0,055	-0,805	0,805	0,629	-0,805	-0,002	0,342	-0,438	0,233	0,244	-0,064	-0,026
AVTUR	0,278	0,278	-0,399	-0,632	-1,092	1,092	1,761	-1,092	1,816	-0,012	1,054	0,376	0,287	0,139	0,342
MAALT	2,313	2,312	2,460	-0,716	0,272	-0,272	-0,646	0,272	-0,312	2,333	1,938	0,357	0,543	0,699	2,104
MARTI	-0,595	-0,595	-0,399	0,578	1,682	-1,682	-1,078	1,682	-0,221	-0,469	-0,792	0,328	-2,242	-1,236	-0,850
PKENT	-0,485	-0,486	-0,396	2,206	0,528	-0,528	-0,765	0,528	-0,133	-0,554	-0,285	-2,467	1,121	1,851	0,121
TEKTU	-0,451	-0,451	-0,399	-0,555	-0,701	0,701	0,383	-0,701	0,438	-0,540	-0,569	0,513	0,142	-0,480	-1,246
ULAS	0,168	0,169	-0,087	-0,734	-0,801	0,801	0,618	-0,801	-1,815	-0,647	-0,953	0,355	0,310	0,213	-0,035
UTPYA	-0,601	-0,600	-0,393	-0,202	0,918	-0,918	-0,902	0,918	0,229	-0,452	0,045	0,305	-0,404	-1,123	-0,411
2019 AYCES	-0,535	-0,542	-0,412	-0,203	-0,723	0,723	0,452	-0,723	0,087	0,272	-0,305	-1,661	0,275	-0,166	-0,246
AVTUR	-0,147	-0,145	-0,455	-0,408	-1,025	1,025	1,955	-1,025	0,855	-0,649	0,500	-0,023	0,364	0,463	0,697
MAALT	2,386	2,385	2,397	-0,437	0,153	-0,153	-0,607	0,153	-0,216	1,128	2,234	-0,121	0,514	0,794	2,148
MARTI	-0,618	-0,613	-0,457	-0,118	1,771	-1,771	-1,026	1,771	0,005	-0,336	-0,535	-0,147	-2,435	-1,325	-0,868
PKENT	-0,375	-0,386	-0,428	2,456	-0,148	0,148	-0,410	-0,148	0,348	-0,705	-0,366	1,989	0,696	1,859	-0,196
TEKTU	-0,499	-0,495	-0,456	-0,404	-0,419	0,419	-0,129	-0,419	0,742	-0,725	0,051	-0,294	0,194	-0,622	-0,928
ULAS	0,217	0,220	0,265	-0,443	-0,803	0,803	0,702	-0,803	-2,304	-0,831	-0,789	-0,127	0,204	-0,617	-0,286
UTPYA	-0,429	-0,424	-0,454	-0,443	1,194	-1,194	-0,937	1,194	0,483	1,846	-0,789	0,382	0,190	-0,386	-0,322
2020 AYCES	-0,680	-0,680	-0,461	-0,317	-0,655	0,655	0,184	-0,655	1,604	1,878	0,871	-0,577	0,308	-0,506	-0,237
AVTUR	0,343	0,344	-0,463	-0,407	-1,001	1,001	1,728	-1,001	1,349	-0,673	0,352	0,121	0,496	0,208	0,511
MAALT	2,212	2,211	2,331	-0,403	-0,080	0,080	-0,488	-0,080	-0,504	0,554	-2,394	0,052	0,821	1,015	2,008
MARTI	-0,698	-0,696	-0,478	-0,134	1,653	-1,653	-0,947	1,653	-0,409	-0,619	0,298	0,028	-1,413	-0,376	-0,355
PKENT	-0,501	-0,511	-0,467	2,464	-0,116	0,116	-0,465	-0,116	-1,071	-0,664	0,219	2,129	0,355	-0,274	0,025
TEKTU	-0,546	-0,544	-0,476	-0,388	-0,225	0,225	-0,385	-0,225	-0,648	-0,699	-0,048	-1,400	0,267	-0,548	-1,514
ULAS	0,427	0,428	0,491	-0,407	-0,944	0,944	1,285	-0,944	0,372	-0,718	0,352	0,041	0,897	1,827	0,044
UTPYA	-0,556	-0,553	-0,476	-0,407	1,369	-1,369	-0,912	1,369	-0,694	0,941	0,352	-0,394	-1,729	-1,347	-0,482

**Tablo A3. Koordinat dönüşümü gerçekleştirilmiş karar matrisi (Entropi)**

		$L_1$	$L_2$	$L_3$	$F_1$	$F_2$	$F_3$	$F_4$	$F_5$	$F_6$	$F_7$	$F_8$	$F_9$	$K_1$	$K_2$	$K_3$
2016	AYCES	1,892	1,882	2,031	2,001	1,449	3,292	2,932	1,449	2,536	3,789	2,237	0,004	2,990	2,572	2,024
	AVTUR	1,804	1,829	2,040	1,919	1,360	3,381	3,202	1,360	2,079	1,664	2,984	2,681	3,415	3,840	3,659
	MAALT	4,567	4,562	4,843	1,918	1,158	3,582	4,252	1,158	2,582	3,934	4,588	3,045	3,177	3,132	2,376
	MARTI	1,842	1,858	1,970	2,045	3,447	1,293	1,556	3,447	2,609	1,957	1,836	2,707	1,356	1,614	1,032
	PKENT	1,824	1,774	1,991	4,805	3,344	1,397	1,576	3,344	3,392	2,760	1,730	2,191	0,714	0,848	1,989
	TEKTU	3,177	3,187	2,060	1,917	1,904	2,836	2,199	1,904	2,763	1,669	2,235	2,987	3,243	3,257	4,025
	ULAS	1,886	1,911	2,058	1,911	3,395	1,345	1,566	3,395	0,073	1,484	1,619	2,938	1,798	1,883	2,204
	UTPYA	1,968	1,957	1,969	2,444	2,904	1,836	1,678	2,904	2,926	1,704	1,730	2,407	2,267	1,815	1,651
2017	AYCES	1,509	1,503	1,909	2,038	1,514	3,067	2,805	1,514	2,620	2,268	2,085	1,439	1,970	1,893	2,405
	AVTUR	1,906	1,905	1,838	1,719	1,393	3,187	3,124	1,393	3,222	1,871	2,207	0,623	1,658	1,502	0,002
	MAALT	4,075	4,072	4,718	1,633	1,164	3,416	4,089	1,164	1,753	4,741	4,712	3,130	2,253	2,251	2,989
	MARTI	1,524	1,524	1,843	2,628	3,770	0,810	1,275	3,770	2,225	1,940	1,704	2,702	1,640	1,913	2,287
	PKENT	1,673	1,671	1,878	4,603	3,387	1,193	1,361	3,387	2,973	1,919	2,124	1,577	2,769	2,335	2,660
	TEKTU	2,310	2,316	1,841	1,800	2,252	2,328	1,851	2,252	2,507	1,858	1,879	3,589	2,253	2,181	3,286
	ULAS	3,614	3,615	2,414	1,602	1,751	2,829	2,368	1,751	0,096	1,843	1,613	2,943	4,490	4,652	2,601
	UTPYA	1,709	1,714	1,879	2,297	3,089	1,491	1,447	3,089	2,924	1,879	1,996	2,317	1,288	1,594	2,090
2018	AYCES	1,843	1,841	2,082	2,525	1,665	3,275	3,099	1,665	2,468	2,812	2,032	2,703	2,714	2,406	2,445
	AVTUR	2,748	2,748	2,071	1,838	1,378	3,562	4,231	1,378	4,286	2,458	3,524	2,846	2,757	2,609	2,812
	MAALT	4,783	4,782	4,930	1,754	2,742	2,198	1,824	2,742	2,158	4,803	4,408	2,827	3,013	3,169	4,574
	MARTI	1,875	1,875	2,072	3,048	4,152	0,788	1,392	4,152	2,249	2,001	1,678	2,798	0,228	1,234	1,621
	PKENT	1,986	1,985	2,074	4,676	2,998	1,942	1,705	2,998	2,337	1,916	2,185	0,003	3,591	4,321	2,591
	TEKTU	2,019	2,019	2,071	1,915	1,769	3,171	2,853	1,769	2,908	1,930	1,901	2,983	2,612	1,990	1,224
	ULAS	2,638	2,639	2,383	1,736	1,669	3,271	3,088	1,669	0,655	1,823	1,517	2,825	2,780	2,683	2,435
	UTPYA	1,869	1,871	2,077	2,268	3,388	1,552	1,568	3,388	2,699	2,018	2,515	2,775	2,066	1,347	2,059
2019	AYCES	1,905	1,898	2,028	2,237	1,717	3,163	2,892	1,717	2,527	2,712	2,135	0,780	2,715	2,274	2,194
	AVTUR	2,293	2,296	1,985	2,032	1,415	3,465	4,395	1,415	3,295	1,791	2,940	2,417	2,804	2,903	3,137
	MAALT	4,826	4,825	4,837	2,003	2,593	2,287	1,833	2,593	2,224	3,568	4,674	2,319	2,954	3,234	4,588
	MARTI	1,822	1,827	1,983	2,322	4,211	0,669	1,414	4,211	2,445	2,105	1,905	2,293	0,005	1,115	1,572
	PKENT	2,065	2,054	2,012	4,896	2,292	2,588	2,031	2,292	2,788	1,735	2,074	4,429	3,136	4,299	2,244
	TEKTU	1,941	1,945	1,984	2,036	2,021	2,859	2,311	2,021	3,182	1,715	2,491	2,146	2,634	1,818	1,512
	ULAS	2,657	2,660	2,705	1,997	1,637	3,243	3,142	1,637	0,136	1,609	1,651	2,314	2,644	1,823	2,154
	UTPYA	2,011	2,016	1,987	1,997	3,634	1,246	1,503	3,634	2,923	4,286	1,651	2,822	2,630	2,055	2,118
2020	AYCES	1,720	1,720	1,939	2,083	1,745	3,055	2,584	1,745	4,004	4,278	3,271	1,823	2,708	1,894	2,163
	AVTUR	2,743	2,744	1,937	1,993	1,399	3,401	4,128	1,399	3,749	1,727	2,752	2,521	2,896	2,608	2,911
	MAALT	4,612	4,611	4,731	1,997	2,320	2,480	1,912	2,320	1,896	2,954	0,006	2,452	3,221	3,415	4,408
	MARTI	1,702	1,704	1,922	2,266	4,053	0,747	1,454	4,053	1,992	1,782	2,698	2,428	0,987	2,024	2,045
	PKENT	1,899	1,889	1,933	4,864	2,284	2,516	1,935	2,284	1,329	1,736	2,619	4,529	2,755	2,126	2,425
	TEKTU	1,854	1,856	1,924	2,012	2,175	2,625	2,015	2,175	1,752	1,701	2,352	1,000	2,667	1,852	0,886
	ULAS	2,827	2,828	2,891	1,993	1,456	3,344	3,685	1,456	2,772	1,682	2,752	2,441	3,297	4,227	2,444
	UTPYA	1,844	1,847	1,924	1,993	3,769	1,031	1,488	3,769	1,706	3,341	2,752	2,006	0,671	1,053	1,918

**Tablo A4. Normalize edilmiş karar matrisi (Entropi)**

		$L_1$	$L_2$	$L_3$	$F_1$	$F_2$	$F_3$	$F_4$	$F_5$	$F_6$	$F_7$	$F_8$	$F_9$	$K_1$	$K_2$	$K_3$
2016	AYCES	0,100	0,099	0,107	0,106	0,076	0,174	0,155	0,076	0,134	0,200	0,118	0,000	0,158	0,136	0,107
	AVTUR	0,095	0,096	0,108	0,101	0,072	0,178	0,169	0,072	0,110	0,088	0,157	0,141	0,180	0,203	0,193
	MAALT	0,241	0,241	0,255	0,101	0,061	0,189	0,224	0,061	0,136	0,208	0,242	0,161	0,168	0,165	0,125
	MARTI	0,097	0,098	0,104	0,108	0,182	0,068	0,082	0,182	0,138	0,103	0,097	0,143	0,072	0,085	0,054
	PKENT	0,096	0,094	0,105	0,253	0,176	0,074	0,083	0,176	0,179	0,146	0,091	0,116	0,038	0,045	0,105
	TEKTU	0,168	0,168	0,109	0,101	0,100	0,150	0,116	0,100	0,146	0,088	0,118	0,158	0,171	0,172	0,212
	ULAS	0,100	0,101	0,109	0,101	0,179	0,071	0,083	0,179	0,004	0,078	0,085	0,155	0,095	0,099	0,116
	UTPYA	0,104	0,103	0,104	0,129	0,153	0,097	0,089	0,153	0,154	0,090	0,091	0,127	0,120	0,096	0,087
2017	AYCES	0,082	0,082	0,104	0,111	0,083	0,167	0,153	0,083	0,143	0,124	0,114	0,079	0,108	0,103	0,131
	AVTUR	0,104	0,104	0,100	0,094	0,076	0,174	0,171	0,076	0,176	0,102	0,121	0,034	0,091	0,082	0,000
	MAALT	0,222	0,222	0,258	0,089	0,064	0,186	0,223	0,064	0,096	0,259	0,257	0,171	0,123	0,123	0,163
	MARTI	0,083	0,083	0,101	0,143	0,206	0,044	0,070	0,206	0,121	0,106	0,093	0,148	0,090	0,104	0,125
	PKENT	0,091	0,091	0,103	0,251	0,185	0,065	0,074	0,185	0,162	0,105	0,116	0,086	0,151	0,127	0,145
	TEKTU	0,126	0,126	0,101	0,098	0,123	0,127	0,101	0,123	0,137	0,101	0,103	0,196	0,123	0,119	0,179
	ULAS	0,197	0,197	0,132	0,087	0,096	0,154	0,129	0,096	0,005	0,101	0,088	0,161	0,245	0,254	0,142
	UTPYA	0,093	0,094	0,103	0,125	0,169	0,081	0,079	0,169	0,160	0,103	0,109	0,127	0,070	0,087	0,114
2018	AYCES	0,093	0,093	0,105	0,128	0,084	0,166	0,157	0,084	0,125	0,142	0,103	0,137	0,137	0,122	0,124
	AVTUR	0,139	0,139	0,105	0,093	0,070	0,180	0,214	0,070	0,217	0,124	0,178	0,144	0,140	0,132	0,142
	MAALT	0,242	0,242	0,250	0,089	0,139	0,111	0,092	0,139	0,109	0,243	0,223	0,143	0,153	0,160	0,232
	MARTI	0,095	0,095	0,105	0,154	0,210	0,040	0,071	0,210	0,114	0,101	0,085	0,142	0,012	0,063	0,082
	PKENT	0,101	0,100	0,105	0,237	0,152	0,098	0,086	0,152	0,118	0,097	0,111	0,000	0,182	0,219	0,131
	TEKTU	0,102	0,102	0,105	0,097	0,090	0,161	0,144	0,090	0,147	0,098	0,096	0,151	0,132	0,101	0,062
	ULAS	0,134	0,134	0,121	0,088	0,084	0,166	0,156	0,084	0,033	0,092	0,077	0,143	0,141	0,136	0,123
	UTPYA	0,095	0,095	0,105	0,115	0,172	0,079	0,079	0,172	0,137	0,102	0,127	0,140	0,105	0,068	0,104
2019	AYCES	0,098	0,097	0,104	0,115	0,088	0,162	0,148	0,088	0,129	0,139	0,109	0,040	0,139	0,117	0,112
	AVTUR	0,118	0,118	0,102	0,104	0,073	0,178	0,225	0,073	0,169	0,092	0,151	0,124	0,144	0,149	0,161
	MAALT	0,247	0,247	0,248	0,103	0,133	0,117	0,094	0,133	0,114	0,183	0,239	0,119	0,151	0,166	0,235
	MARTI	0,093	0,094	0,102	0,119	0,216	0,034	0,072	0,216	0,125	0,108	0,098	0,118	0,000	0,057	0,081
	PKENT	0,106	0,105	0,103	0,251	0,117	0,133	0,104	0,117	0,143	0,089	0,106	0,227	0,161	0,220	0,115
	TEKTU	0,099	0,100	0,102	0,104	0,104	0,147	0,118	0,104	0,163	0,088	0,128	0,110	0,135	0,093	0,078
	ULAS	0,136	0,136	0,139	0,102	0,084	0,166	0,161	0,084	0,007	0,082	0,085	0,119	0,135	0,093	0,110
	UTPYA	0,103	0,103	0,102	0,102	0,186	0,064	0,077	0,186	0,150	0,220	0,085	0,145	0,135	0,105	0,109
2020	AYCES	0,090	0,090	0,101	0,109	0,091	0,159	0,135	0,091	0,209	0,223	0,170	0,095	0,141	0,099	0,113
	AVTUR	0,143	0,143	0,101	0,104	0,073	0,177	0,215	0,073	0,195	0,090	0,143	0,131	0,151	0,136	0,152
	MAALT	0,240	0,240	0,246	0,104	0,121	0,129	0,100	0,121	0,099	0,154	0,000	0,128	0,168	0,178	0,230
	MARTI	0,089	0,089	0,100	0,118	0,211	0,039	0,076	0,211	0,104	0,093	0,141	0,127	0,051	0,105	0,107
	PKENT	0,099	0,098	0,101	0,253	0,119	0,131	0,101	0,119	0,069	0,090	0,136	0,236	0,144	0,111	0,126
	TEKTU	0,097	0,097	0,100	0,105	0,113	0,137	0,105	0,113	0,091	0,089	0,123	0,052	0,139	0,097	0,046
	ULAS	0,147	0,147	0,151	0,104	0,076	0,174	0,192	0,076	0,144	0,088	0,143	0,127	0,172	0,220	0,127
	UTPYA	0,096	0,096	0,100	0,104	0,196	0,054	0,078	0,196	0,089	0,174	0,143	0,105	0,035	0,055	0,100

**Tablo A5. Z-Skor standartlaşması ile düzenlenmiş karar matrisi (ARAS)**

		$L_1$	$L_2$	$L_3$	$F_1$	$F_2$	$F_3$	$F_4$	$F_5$	$F_6$	$F_7$	$F_8$	$F_9$	$K_1$	$K_2$	$K_3$
Kriter Yönü		max	max	max	min	max	max	max	min	min	max	max	max	max	max	max
Optimal Değer		4,567	4,562	4,843	1,911	3,447	3,582	4,252	1,158	0,073	3,934	4,588	3,045	3,415	3,840	4,025
2016	AYCES	1,892	1,882	2,031	2,001	1,449	3,292	2,932	1,449	2,536	3,789	2,237	0,004	2,990	2,572	2,024
	AVTUR	1,804	1,829	2,040	1,919	1,360	3,381	3,202	1,360	2,079	1,664	2,984	2,681	3,415	3,840	3,659
	MAALT	4,567	4,562	4,843	1,918	1,158	3,582	4,252	1,158	2,582	3,934	4,588	3,045	3,177	3,132	2,376
	MARTI	1,842	1,858	1,970	2,045	3,447	1,293	1,556	3,447	2,609	1,957	1,836	2,707	1,356	1,614	1,032
	PKENT	1,824	1,774	1,991	4,805	3,344	1,397	1,576	3,344	3,392	2,760	1,730	2,191	0,714	0,848	1,989
	TEKTU	3,177	3,187	2,060	1,917	1,904	2,836	2,199	1,904	2,763	1,669	2,235	2,987	3,243	3,257	4,025
	ULAS	1,886	1,911	2,058	1,911	3,395	1,345	1,566	3,395	0,073	1,484	1,619	2,938	1,798	1,883	2,204
	UTPYA	1,968	1,957	1,969	2,444	2,904	1,836	1,678	2,904	2,926	1,704	1,730	2,407	2,267	1,815	1,651
Optimal Değer		4,075	4,072	4,718	1,602	3,770	3,416	4,089	1,164	0,096	4,741	4,712	3,589	4,490	4,652	3,286
2017	AYCES	1,509	1,503	1,909	2,038	1,514	3,067	2,805	1,514	2,620	2,268	2,085	1,439	1,970	1,893	2,405
	AVTUR	1,906	1,905	1,838	1,719	1,393	3,187	3,124	1,393	3,222	1,871	2,207	0,623	1,658	1,502	0,002
	MAALT	4,075	4,072	4,718	1,633	1,164	3,416	4,089	1,164	1,753	4,741	4,712	3,130	2,253	2,251	2,989
	MARTI	1,524	1,524	1,843	2,628	3,770	0,810	1,275	3,770	2,225	1,940	1,704	2,702	1,640	1,913	2,287
	PKENT	1,673	1,671	1,878	4,603	3,387	1,193	1,361	3,387	2,973	1,919	2,124	1,577	2,769	2,335	2,660
	TEKTU	2,310	2,316	1,841	1,800	2,252	2,328	1,851	2,252	2,507	1,858	1,879	3,589	2,253	2,181	3,286
	ULAS	3,614	3,615	2,414	1,602	1,751	2,829	2,368	1,751	0,096	1,843	1,613	2,943	4,490	4,652	2,601
	UTPYA	1,709	1,714	1,879	2,297	3,089	1,491	1,447	3,089	2,924	1,879	1,996	2,317	1,288	1,594	2,090
Optimal Değer		4,783	4,782	4,930	1,736	4,152	3,562	4,231	1,378	0,655	4,803	4,408	2,983	3,591	4,321	4,574
2018	AYCES	1,843	1,841	2,082	2,525	1,665	3,275	3,099	1,665	2,468	2,812	2,032	2,703	2,714	2,406	2,445
	AVTUR	2,748	2,748	2,071	1,838	1,378	3,562	4,231	1,378	4,286	2,458	3,524	2,846	2,757	2,609	2,812
	MAALT	4,783	4,782	4,930	1,754	2,742	2,198	1,824	2,742	2,158	4,803	4,408	2,827	3,013	3,169	4,574
	MARTI	1,875	1,875	2,072	3,048	4,152	0,788	1,392	4,152	2,249	2,001	1,678	2,798	0,228	1,234	1,621
	PKENT	1,986	1,985	2,074	4,676	2,998	1,942	1,705	2,998	2,337	1,916	2,185	0,003	3,591	4,321	2,591
	TEKTU	2,019	2,019	2,071	1,915	1,769	3,171	2,853	1,769	2,908	1,930	1,901	2,983	2,612	1,990	1,224
	ULAS	2,638	2,639	2,383	1,736	1,669	3,271	3,088	1,669	0,655	1,823	1,517	2,825	2,780	2,683	2,435
	UTPYA	1,869	1,871	2,077	2,268	3,388	1,552	1,568	3,388	2,699	2,018	2,515	2,775	2,066	1,347	2,059
Optimal Değer		4,826	4,825	4,837	1,997	4,211	3,465	4,395	1,415	0,136	4,286	4,674	4,429	3,136	4,299	4,588
2019	AYCES	1,905	1,898	2,028	2,237	1,717	3,163	2,892	1,717	2,527	2,712	2,135	0,780	2,715	2,274	2,194
	AVTUR	2,293	2,296	1,985	2,032	1,415	3,465	4,395	1,415	3,295	1,791	2,940	2,417	2,804	2,903	3,137
	MAALT	4,826	4,825	4,837	2,003	2,593	2,287	1,833	2,593	2,224	3,568	4,674	2,319	2,954	3,234	4,588
	MARTI	1,822	1,827	1,983	2,322	4,211	0,669	1,414	4,211	2,445	2,105	1,905	2,293	0,005	1,115	1,572
	PKENT	2,065	2,054	2,012	4,896	2,292	2,588	2,031	2,292	2,788	1,735	2,074	4,429	3,136	4,299	2,244
	TEKTU	1,941	1,945	1,984	2,036	2,021	2,859	2,311	2,021	3,182	1,715	2,491	2,146	2,634	1,818	1,512
	ULAS	2,657	2,660	2,705	1,997	1,637	3,243	3,142	1,637	0,136	1,609	1,651	2,314	2,644	1,823	2,154
	UTPYA	2,011	2,016	1,987	1,997	3,634	1,246	1,503	3,634	2,923	4,286	1,651	2,822	2,630	2,055	2,118
Optimal Değer		4,457	4,457	4,576	1,845	3,899	3,246	3,973	1,244	1,174	4,123	3,116	4,374	3,142	4,072	4,253
2020	AYCES	1,566	1,566	1,784	1,928	1,590	2,900	2,429	1,590	3,849	4,123	3,116	1,668	2,553	1,740	2,008
	AVTUR	2,588	2,590	1,782	1,845	1,244	3,246	3,973	1,244	3,594	1,572	2,490	2,366	2,741	2,454	2,756
	MAALT	4,457	4,457	4,576	1,850	2,165	2,326	1,757	2,165	1,742	2,800	0,000	2,298	3,066	3,261	4,253
	MARTI	1,547	1,549	1,767	2,118	3,899	0,592	1,299	3,899	1,837	1,627	2,441	2,273	0,832	1,869	1,891
	PKENT	1,744	1,734	1,778	4,710	2,129	2,362	1,780	2,129	1,174	1,581	2,370	4,374	2,600	1,971	2,270
	TEKTU	1,699	1,701	1,769	1,864	2,020	2,470	1,860	2,020	1,598	1,547	2,127	0,846	2,512	1,697	0,732
	ULAS	2,672	2,673	2,737	1,845	1,301	3,190	3,530	1,301	2,618	1,527	2,490	2,286	3,142	4,072	2,290
	UTPYA	1,689	1,692	1,769	1,845	3,614	0,877	1,334	3,614	1,552	3,186	2,490	1,851	0,517	0,898	1,763

**Tablo A6. Maliyet yönlü kriterlerin fayda yönlü kriterlere dönüştürülmesi (ARAS)**

	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>	F <sub>4</sub>	F <sub>5</sub>	F <sub>6</sub>	F <sub>7</sub>	F <sub>8</sub>	F <sub>9</sub>	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>
Optimal Değer	4,567	4,562	4,843	0,165	3,447	3,582	4,252	0,176	0,182	3,934	4,588	3,045	3,415	3,840	4,025
2016 AYCES	1,892	1,882	2,031	0,158	1,449	3,292	2,932	0,141	0,149	3,789	2,237	0,004	2,990	2,572	2,024
AVTUR	1,804	1,829	2,040	0,164	1,360	3,381	3,202	0,150	0,182	1,664	2,984	2,681	3,415	3,840	3,659
MAALT	4,567	4,562	4,843	0,165	1,158	3,582	4,252	0,176	0,147	3,934	4,588	3,045	3,177	3,132	2,376
MARTI	1,842	1,858	1,970	0,154	3,447	1,293	1,556	0,059	0,145	1,957	1,836	2,707	1,356	1,614	1,032
PKENT	1,824	1,774	1,991	0,066	3,344	1,397	1,576	0,061	0,112	2,760	1,730	2,191	0,714	0,848	1,989
TEKTU	3,177	3,187	2,060	0,165	1,904	2,836	2,199	0,107	0,137	1,669	2,235	2,987	3,243	3,257	4,025
ULAS	1,886	1,911	2,058	0,000	3,395	1,345	1,566	0,060	0,000	1,484	1,619	2,938	1,798	1,883	2,204
UTPYA	1,968	1,957	1,969	0,129	2,904	1,836	1,678	0,070	0,129	1,704	1,730	2,407	2,267	1,815	1,651
Optimal Değer	1,509	1,503	1,909	1,909	1,909	1,909	1,909	1,909	1,909	1,909	4,712	3,589	4,490	4,652	3,286
2017 AYCES	1,906	1,905	1,838	0,150	1,393	3,187	3,124	0,132	0,137	2,268	2,085	1,439	1,970	1,893	2,405
AVTUR	4,075	4,072	4,718	0,178	1,164	3,416	4,089	0,144	0,111	1,871	2,207	0,623	1,658	1,502	0,002
MAALT	1,524	1,524	1,843	0,187	3,770	0,810	1,275	0,172	0,205	4,741	4,712	3,130	2,253	2,251	2,989
MARTI	1,673	1,671	1,878	0,116	3,387	1,193	1,361	0,053	0,161	1,940	1,704	2,702	1,640	1,913	2,287
PKENT	2,310	2,316	1,841	0,066	2,252	2,328	1,851	0,059	0,121	1,919	2,124	1,577	2,769	2,335	2,660
TEKTU	3,614	3,615	2,414	0,170	1,751	2,829	2,368	0,089	0,143	1,858	1,879	3,589	2,253	2,181	3,286
ULAS	1,709	1,714	1,879	0,000	3,089	1,491	1,447	0,114	0,000	1,843	1,613	2,943	4,490	4,652	2,601
UTPYA	0,076	0,077	0,082	0,133	0,140	0,069	0,065	0,065	0,123	1,879	1,996	2,317	1,288	1,594	2,090
Optimal Değer	4,783	4,782	4,930	0,189	4,152	3,562	4,231	0,163	0,172	4,803	4,408	2,983	3,591	4,321	4,574
2018 AYCES	1,843	1,841	2,082	0,131	1,665	3,275	3,099	0,135	0,151	2,812	2,032	2,703	2,714	2,406	2,445
AVTUR	2,748	2,748	2,071	0,180	1,378	3,562	4,231	0,163	0,087	2,458	3,524	2,846	2,757	2,609	2,812
MAALT	4,783	4,782	4,930	0,189	2,742	2,198	1,824	0,082	0,172	4,803	4,408	2,827	3,013	3,169	4,574
MARTI	1,875	1,875	2,072	0,109	4,152	0,788	1,392	0,054	0,165	2,001	1,678	2,798	0,228	1,234	1,621
PKENT	1,986	1,985	2,074	0,071	2,998	1,942	1,705	0,075	0,159	1,916	2,185	0,003	3,591	4,321	2,591
TEKTU	2,019	2,019	2,071	0,173	1,769	3,171	2,853	0,127	0,128	1,930	1,901	2,983	2,612	1,990	1,224
ULAS	2,638	2,639	2,383	0,000	1,669	3,271	3,088	0,135	0,000	1,823	1,517	2,825	2,780	2,683	2,435
UTPYA	1,869	1,871	2,077	0,146	3,388	1,552	1,568	0,066	0,138	2,018	2,515	2,775	2,066	1,347	2,059
Optimal Değer	4,826	4,825	4,837	0,195	4,211	3,465	4,395	0,159	0,175	4,286	4,674	4,429	3,136	4,299	4,588
2019 AYCES	1,905	1,898	2,028	0,174	1,717	3,163	2,892	0,131	0,154	2,712	2,135	0,780	2,715	2,274	2,194
AVTUR	2,293	2,296	1,985	0,192	1,415	3,465	4,395	0,159	0,118	1,791	2,940	2,417	2,804	2,903	3,137
MAALT	4,826	4,825	4,837	0,195	2,593	2,287	1,833	0,087	0,175	3,568	4,674	2,319	2,954	3,234	4,588
MARTI	1,822	1,827	1,983	0,168	4,211	0,669	1,414	0,054	0,159	2,105	1,905	2,293	0,005	1,115	1,572
PKENT	2,065	2,054	2,012	0,080	2,292	2,588	2,031	0,098	0,139	1,735	2,074	4,429	3,136	4,299	2,244
TEKTU	1,941	1,945	1,984	0,192	2,021	2,859	2,311	0,112	0,122	1,715	2,491	2,146	2,634	1,818	1,512
ULAS	2,657	2,660	2,705	0,000	1,637	3,243	3,142	0,138	0,000	1,609	1,651	2,314	2,644	1,823	2,154
UTPYA	2,011	2,016	1,987	0,000	3,634	1,246	1,503	0,062	0,133	4,286	1,651	2,822	2,630	2,055	2,118
Optimal Değer	4,457	4,457	4,576	0,139	3,899	3,246	3,973	0,224	0,216	4,123	3,116	4,374	3,142	4,072	4,253
2020 AYCES	1,566	1,566	1,784	0,133	1,590	2,900	2,429	0,224	0,070	4,123	3,116	1,668	2,553	1,740	2,008
AVTUR	2,588	2,590	1,782	0,139	1,244	3,246	3,973	0,129	0,145	1,572	2,490	2,366	2,741	2,454	2,756
MAALT	4,457	4,457	4,576	0,138	2,165	2,326	1,757	0,072	0,138	2,800	0,000	2,298	3,066	3,261	4,253
MARTI	1,547	1,549	1,767	0,121	3,899	0,592	1,299	0,131	0,216	1,627	2,441	2,273	0,832	1,869	1,891
PKENT	1,744	1,734	1,778	0,054	2,129	2,362	1,780	0,138	0,158	1,581	2,370	4,374	2,600	1,971	2,270
TEKTU	1,699	1,701	1,769	0,137	2,020	2,470	1,860	0,215	0,097	1,547	2,127	0,846	2,512	1,697	0,732
ULAS	2,672	2,673	2,737	0,139	1,301	3,190	3,530	0,077	0,163	1,527	2,490	2,286	3,142	4,072	2,290
UTPYA	1,689	1,692	1,769	0,139	3,614	0,877	1,334	0,015	0,013	3,186	2,490	1,851	0,517	0,898	1,763

**Tablo A7. Normalize karar matrisi (ARAS)**

	$L_1$	$L_2$	$L_3$	$F_1$	$F_2$	$F_3$	$F_4$	$F_5$	$F_6$	$F_7$	$F_8$	$F_9$	$K_1$	$K_2$	$K_3$
Optimal Değer	0,194	0,194	0,204	0,141	0,154	0,159	0,183	0,176	0,154	0,172	0,195	0,138	0,153	0,168	0,175
2016 AYCES	0,080	0,080	0,085	0,135	0,065	0,146	0,126	0,141	0,126	0,166	0,095	0,000	0,134	0,113	0,088
AVTUR	0,077	0,078	0,086	0,141	0,061	0,150	0,138	0,150	0,154	0,073	0,127	0,122	0,153	0,168	0,159
MAALT	0,194	0,194	0,204	0,141	0,052	0,159	0,183	0,176	0,124	0,172	0,195	0,138	0,142	0,137	0,103
MARTI	0,078	0,079	0,083	0,133	0,154	0,057	0,067	0,059	0,123	0,086	0,078	0,123	0,061	0,071	0,045
PKENT	0,078	0,075	0,084	0,056	0,149	0,062	0,068	0,061	0,094	0,121	0,074	0,100	0,032	0,037	0,087
TEKTU	0,135	0,136	0,087	0,141	0,085	0,126	0,095	0,107	0,116	0,073	0,095	0,136	0,145	0,143	0,175
ULAS	0,080	0,081	0,086	0,000	0,152	0,060	0,068	0,060	0,000	0,065	0,069	0,134	0,080	0,083	0,096
UTPYA	0,084	0,083	0,083	0,111	0,130	0,081	0,072	0,070	0,109	0,074	0,074	0,109	0,101	0,080	0,072
Optimal Değer	0,082	0,082	0,104	0,656	0,101	0,111	0,109	0,697	0,656	0,094	0,205	0,164	0,197	0,203	0,152
2017 AYCES	0,104	0,104	0,100	0,052	0,074	0,185	0,179	0,048	0,047	0,112	0,091	0,066	0,086	0,082	0,111
AVTUR	0,222	0,221	0,256	0,061	0,062	0,198	0,234	0,053	0,038	0,093	0,096	0,028	0,073	0,065	0,000
MAALT	0,083	0,083	0,100	0,064	0,200	0,047	0,073	0,063	0,070	0,234	0,205	0,143	0,099	0,098	0,138
MARTI	0,091	0,091	0,102	0,040	0,180	0,069	0,078	0,019	0,055	0,096	0,074	0,123	0,072	0,083	0,106
PKENT	0,126	0,126	0,100	0,023	0,119	0,135	0,106	0,022	0,042	0,095	0,092	0,072	0,121	0,102	0,123
TEKTU	0,197	0,197	0,131	0,058	0,093	0,164	0,135	0,033	0,049	0,092	0,082	0,164	0,099	0,095	0,152
ULAS	0,093	0,093	0,102	0,000	0,164	0,087	0,083	0,042	0,000	0,091	0,070	0,134	0,197	0,203	0,120
UTPYA	0,004	0,004	0,004	0,046	0,007	0,004	0,004	0,024	0,042	0,093	0,087	0,106	0,057	0,069	0,097
Optimal Değer	0,195	0,195	0,200	0,159	0,174	0,153	0,176	0,163	0,147	0,196	0,182	0,131	0,154	0,179	0,188
2018 AYCES	0,075	0,075	0,084	0,111	0,070	0,140	0,129	0,135	0,129	0,115	0,084	0,119	0,116	0,100	0,101
AVTUR	0,112	0,112	0,084	0,152	0,058	0,153	0,176	0,163	0,074	0,100	0,146	0,125	0,118	0,108	0,116
MAALT	0,195	0,195	0,200	0,159	0,115	0,094	0,076	0,082	0,147	0,196	0,182	0,124	0,129	0,132	0,188
MARTI	0,076	0,076	0,084	0,092	0,174	0,034	0,058	0,054	0,141	0,082	0,069	0,123	0,010	0,051	0,067
PKENT	0,081	0,081	0,084	0,060	0,125	0,083	0,071	0,075	0,136	0,078	0,090	0,000	0,154	0,179	0,107
TEKTU	0,082	0,082	0,084	0,146	0,074	0,136	0,119	0,127	0,109	0,079	0,079	0,131	0,112	0,083	0,050
ULAS	0,108	0,108	0,097	0,000	0,070	0,140	0,129	0,135	0,000	0,074	0,063	0,124	0,119	0,111	0,100
UTPYA	0,076	0,076	0,084	0,123	0,142	0,067	0,065	0,066	0,118	0,082	0,104	0,122	0,089	0,056	0,085
Optimal Değer	0,198	0,198	0,199	0,163	0,177	0,151	0,184	0,159	0,149	0,180	0,193	0,185	0,138	0,181	0,190
2019 AYCES	0,078	0,078	0,083	0,146	0,072	0,138	0,121	0,131	0,131	0,114	0,088	0,033	0,120	0,096	0,091
AVTUR	0,094	0,094	0,082	0,161	0,060	0,151	0,184	0,159	0,100	0,075	0,122	0,101	0,124	0,122	0,130
MAALT	0,198	0,198	0,199	0,163	0,109	0,100	0,077	0,087	0,149	0,150	0,193	0,097	0,130	0,136	0,190
MARTI	0,075	0,075	0,081	0,141	0,177	0,029	0,059	0,054	0,135	0,088	0,079	0,096	0,000	0,047	0,065
PKENT	0,085	0,084	0,083	0,067	0,097	0,113	0,085	0,098	0,119	0,073	0,086	0,185	0,138	0,181	0,093
TEKTU	0,080	0,080	0,081	0,160	0,085	0,124	0,097	0,112	0,104	0,072	0,103	0,090	0,116	0,076	0,063
ULAS	0,109	0,109	0,111	0,000	0,069	0,141	0,131	0,138	0,000	0,068	0,068	0,097	0,117	0,077	0,089
UTPYA	0,083	0,083	0,082	0,000	0,153	0,054	0,063	0,062	0,113	0,180	0,068	0,118	0,116	0,086	0,088
Optimal Değer	0,248	0,248	0,255	0,139	0,217	0,181	0,221	0,224	0,216	0,230	0,178	0,244	0,175	0,227	0,237
2020 AYCES	0,087	0,087	0,099	0,133	0,089	0,162	0,135	0,224	0,070	0,230	0,178	0,093	0,142	0,097	0,112
AVTUR	0,144	0,144	0,099	0,139	0,069	0,181	0,221	0,129	0,145	0,088	0,142	0,132	0,153	0,137	0,154
MAALT	0,248	0,248	0,255	0,138	0,121	0,130	0,098	0,072	0,138	0,156	0,000	0,128	0,171	0,182	0,237
MARTI	0,086	0,086	0,098	0,121	0,217	0,033	0,072	0,131	0,216	0,091	0,139	0,127	0,046	0,104	0,105
PKENT	0,097	0,097	0,099	0,054	0,119	0,132	0,099	0,138	0,158	0,088	0,135	0,244	0,145	0,110	0,126
TEKTU	0,095	0,095	0,099	0,137	0,113	0,138	0,104	0,215	0,097	0,086	0,121	0,047	0,140	0,095	0,041
ULAS	0,149	0,149	0,152	0,139	0,072	0,178	0,197	0,077	0,163	0,085	0,142	0,127	0,175	0,227	0,128
UTPYA	0,094	0,094	0,099	0,139	0,201	0,049	0,074	0,015	0,013	0,177	0,142	0,103	0,029	0,050	0,098

Tablo A8. Ağırlıklandırılmış karar matrisi (ARAS)

	$L_1$	$L_2$	$L_3$	$F_1$	$F_2$	$F_3$	$F_4$	$F_5$	$F_6$	$F_7$	$F_8$	$F_9$	$K_1$	$K_2$	$K_3$
$w_j$	0,055	0,055	0,051	0,052	0,066	0,065	0,059	0,066	0,102	0,060	0,055	0,113	0,072	0,067	0,062
Optimal Değer	0,011	0,011	0,010	0,007	0,010	0,010	0,011	0,012	0,016	0,010	0,011	0,016	0,011	0,011	0,011
2016 AYCES	0,004	0,004	0,004	0,007	0,004	0,010	0,008	0,009	0,013	0,010	0,005	0,000	0,010	0,008	0,006
AVTUR	0,004	0,004	0,004	0,007	0,004	0,010	0,008	0,010	0,016	0,004	0,007	0,014	0,011	0,011	0,010
MAALT	0,011	0,011	0,010	0,007	0,003	0,010	0,011	0,012	0,013	0,010	0,011	0,016	0,010	0,009	0,006
MARTI	0,004	0,004	0,004	0,007	0,010	0,004	0,004	0,004	0,013	0,005	0,004	0,014	0,004	0,005	0,003
PKENT	0,004	0,004	0,004	0,003	0,010	0,004	0,004	0,004	0,010	0,007	0,004	0,011	0,002	0,003	0,005
TEKTU	0,007	0,007	0,004	0,007	0,006	0,008	0,006	0,007	0,012	0,004	0,005	0,015	0,011	0,010	0,011
ULAS	0,004	0,004	0,004	0,000	0,010	0,004	0,004	0,004	0,000	0,004	0,004	0,015	0,006	0,006	0,006
UTPYA	0,005	0,005	0,004	0,006	0,009	0,005	0,004	0,005	0,011	0,004	0,004	0,012	0,007	0,005	0,005
$w_j$	0,043	0,043	0,053	0,080	0,137	0,032	0,029	0,137	0,126	0,053	0,060	0,082	0,021	0,036	0,069
Optimal Değer	0,004	0,004	0,006	0,052	0,014	0,004	0,003	0,096	0,083	0,005	0,012	0,013	0,004	0,007	0,010
2017 AYCES	0,005	0,005	0,005	0,004	0,010	0,006	0,005	0,007	0,006	0,006	0,005	0,005	0,002	0,003	0,008
AVTUR	0,010	0,010	0,014	0,005	0,009	0,006	0,007	0,007	0,005	0,005	0,006	0,002	0,002	0,002	0,000
MAALT	0,004	0,004	0,005	0,005	0,027	0,002	0,002	0,009	0,009	0,012	0,012	0,012	0,002	0,004	0,010
MARTI	0,004	0,004	0,005	0,003	0,025	0,002	0,002	0,003	0,007	0,005	0,004	0,010	0,002	0,003	0,007
PKENT	0,005	0,006	0,005	0,002	0,016	0,004	0,003	0,003	0,005	0,005	0,006	0,006	0,003	0,004	0,008
TEKTU	0,009	0,009	0,007	0,005	0,013	0,005	0,004	0,005	0,006	0,005	0,005	0,013	0,002	0,004	0,010
ULAS	0,004	0,004	0,005	0,000	0,023	0,003	0,002	0,006	0,000	0,005	0,004	0,011	0,004	0,007	0,008
UTPYA	0,000	0,000	0,000	0,004	0,001	0,000	0,000	0,003	0,005	0,005	0,005	0,009	0,001	0,003	0,007
$w_j$	0,055	0,055	0,052	0,056	0,063	0,072	0,063	0,063	0,071	0,054	0,059	0,119	0,094	0,064	0,060
Optimal Değer	0,011	0,011	0,010	0,009	0,011	0,011	0,011	0,010	0,011	0,011	0,011	0,016	0,014	0,011	0,011
2018 AYCES	0,004	0,004	0,004	0,006	0,004	0,010	0,008	0,009	0,009	0,006	0,005	0,014	0,011	0,006	0,006
AVTUR	0,006	0,006	0,004	0,009	0,004	0,011	0,011	0,010	0,005	0,005	0,009	0,015	0,011	0,007	0,007
MAALT	0,011	0,011	0,010	0,009	0,007	0,007	0,005	0,005	0,011	0,011	0,011	0,015	0,012	0,008	0,011
MARTI	0,004	0,004	0,004	0,005	0,011	0,002	0,004	0,003	0,010	0,004	0,004	0,015	0,001	0,003	0,004
PKENT	0,004	0,004	0,004	0,003	0,008	0,006	0,005	0,005	0,010	0,004	0,005	0,000	0,014	0,011	0,006
TEKTU	0,005	0,005	0,004	0,008	0,005	0,010	0,008	0,008	0,008	0,004	0,005	0,016	0,011	0,005	0,003
ULAS	0,006	0,006	0,005	0,000	0,004	0,010	0,008	0,009	0,000	0,004	0,004	0,015	0,011	0,007	0,006
UTPYA	0,004	0,004	0,004	0,007	0,009	0,005	0,004	0,004	0,008	0,005	0,006	0,015	0,008	0,004	0,005
$w_j$	0,054	0,054	0,054	0,053	0,061	0,078	0,061	0,061	0,101	0,060	0,057	0,067	0,118	0,063	0,058
Optimal Değer	0,011	0,011	0,011	0,009	0,011	0,012	0,011	0,010	0,015	0,011	0,011	0,012	0,016	0,011	0,011
2019 AYCES	0,004	0,004	0,005	0,008	0,004	0,011	0,007	0,008	0,013	0,007	0,005	0,002	0,014	0,006	0,005
AVTUR	0,005	0,005	0,004	0,009	0,004	0,012	0,011	0,010	0,010	0,005	0,007	0,007	0,015	0,008	0,008
MAALT	0,011	0,011	0,011	0,009	0,007	0,008	0,005	0,005	0,015	0,009	0,011	0,007	0,015	0,009	0,011
MARTI	0,004	0,004	0,004	0,007	0,011	0,002	0,004	0,003	0,014	0,005	0,005	0,006	0,000	0,003	0,004
PKENT	0,005	0,005	0,004	0,004	0,006	0,009	0,005	0,006	0,012	0,004	0,005	0,012	0,016	0,011	0,005
TEKTU	0,004	0,004	0,004	0,009	0,005	0,010	0,006	0,007	0,011	0,004	0,006	0,006	0,014	0,005	0,004
ULAS	0,006	0,006	0,006	0,000	0,004	0,011	0,008	0,008	0,000	0,004	0,004	0,007	0,014	0,005	0,005
UTPYA	0,005	0,005	0,004	0,000	0,009	0,004	0,004	0,004	0,011	0,011	0,004	0,008	0,014	0,006	0,005
$w_j$	0,058	0,058	0,056	0,053	0,063	0,081	0,063	0,063	0,063	0,062	0,101	0,064	0,084	0,065	0,067
Optimal Değer	0,014	0,014	0,014	0,007	0,014	0,015	0,014	0,014	0,014	0,014	0,018	0,016	0,015	0,015	0,016
2020 AYCES	0,005	0,005	0,006	0,007	0,006	0,013	0,008	0,014	0,005	0,014	0,018	0,006	0,012	0,006	0,008
AVTUR	0,008	0,008	0,006	0,007	0,004	0,015	0,014	0,008	0,009	0,005	0,014	0,008	0,013	0,009	0,010
MAALT	0,014	0,014	0,014	0,007	0,008	0,011	0,006	0,005	0,009	0,010	0,000	0,008	0,014	0,012	0,016
MARTI	0,005	0,005	0,006	0,007	0,014	0,003	0,005	0,008	0,014	0,006	0,014	0,008	0,004	0,007	0,007
PKENT	0,006	0,006	0,006	0,003	0,008	0,011	0,006	0,009	0,010	0,005	0,014	0,016	0,012	0,007	0,008
TEKTU	0,006	0,006	0,006	0,007	0,007	0,011	0,007	0,014	0,006	0,005	0,012	0,003	0,012	0,006	0,003
ULAS	0,009	0,009	0,009	0,007	0,005	0,014	0,012	0,005	0,010	0,005	0,014	0,008	0,015	0,015	0,009
UTPYA	0,006	0,006	0,006	0,007	0,013	0,004	0,005	0,001	0,001	0,011	0,014	0,007	0,002	0,003	0,007

**Tablo A9. Ağırlıklandırılmış karar matrisi (COPRAS)**

	$L_1$	$L_2$	$L_3$	$F_1$	$F_2$	$F_3$	$F_4$	$F_5$	$F_6$	$F_7$	$F_8$	$F_9$	$K_1$	$K_2$	$K_3$
wj	0,055	0,055	0,051	0,052	0,066	0,065	0,059	0,066	0,102	0,060	0,055	0,113	0,072	0,067	0,062
2016															
AYCES	0,006	0,005	0,006	0,006	0,005	0,011	0,009	0,005	0,014	0,012	0,007	0,000	0,011	0,009	0,007
AVTUR	0,005	0,005	0,006	0,005	0,005	0,012	0,010	0,005	0,011	0,005	0,009	0,016	0,013	0,014	0,012
MAALT	0,013	0,013	0,013	0,005	0,004	0,012	0,013	0,004	0,014	0,012	0,013	0,018	0,012	0,011	0,008
MARTI	0,005	0,005	0,005	0,006	0,012	0,005	0,005	0,012	0,014	0,006	0,005	0,016	0,005	0,006	0,003
PKENT	0,005	0,005	0,005	0,013	0,012	0,005	0,005	0,012	0,018	0,009	0,005	0,013	0,003	0,003	0,007
TEKTU	0,009	0,009	0,006	0,005	0,007	0,010	0,007	0,007	0,015	0,005	0,007	0,018	0,012	0,012	0,013
ULAS	0,005	0,006	0,006	0,005	0,012	0,005	0,005	0,012	0,000	0,005	0,005	0,017	0,007	0,007	0,007
UTPYA	0,006	0,006	0,005	0,007	0,010	0,006	0,005	0,010	0,016	0,005	0,005	0,014	0,009	0,006	0,005
wj	0,043	0,043	0,053	0,080	0,137	0,032	0,029	0,137	0,126	0,053	0,060	0,082	0,021	0,036	0,069
2017															
AYCES	0,004	0,004	0,006	0,009	0,011	0,005	0,004	0,011	0,018	0,007	0,007	0,006	0,002	0,004	0,009
AVTUR	0,005	0,005	0,005	0,008	0,010	0,006	0,005	0,010	0,022	0,005	0,007	0,003	0,002	0,003	0,000
MAALT	0,010	0,010	0,014	0,007	0,009	0,006	0,007	0,009	0,012	0,014	0,015	0,014	0,003	0,005	0,011
MARTI	0,004	0,004	0,005	0,011	0,028	0,001	0,002	0,028	0,015	0,006	0,006	0,012	0,002	0,004	0,009
PKENT	0,004	0,004	0,005	0,020	0,025	0,002	0,002	0,025	0,021	0,006	0,007	0,007	0,003	0,005	0,010
TEKTU	0,005	0,006	0,005	0,008	0,017	0,004	0,003	0,017	0,017	0,005	0,006	0,016	0,003	0,004	0,012
ULAS	0,009	0,009	0,007	0,007	0,013	0,005	0,004	0,013	0,001	0,005	0,005	0,013	0,005	0,009	0,010
UTPYA	0,004	0,004	0,005	0,010	0,023	0,003	0,002	0,023	0,020	0,005	0,007	0,010	0,002	0,003	0,008
wj	0,055	0,055	0,052	0,056	0,063	0,072	0,063	0,063	0,071	0,054	0,059	0,119	0,094	0,064	0,060
2018															
AYCES	0,005	0,005	0,006	0,007	0,005	0,012	0,010	0,005	0,009	0,008	0,006	0,016	0,013	0,008	0,008
AVTUR	0,008	0,008	0,006	0,005	0,004	0,013	0,013	0,004	0,016	0,007	0,011	0,017	0,013	0,008	0,009
MAALT	0,013	0,013	0,013	0,005	0,009	0,008	0,006	0,009	0,008	0,013	0,013	0,017	0,014	0,010	0,014
MARTI	0,005	0,005	0,006	0,009	0,013	0,003	0,004	0,013	0,008	0,006	0,005	0,017	0,001	0,004	0,005
PKENT	0,006	0,006	0,006	0,013	0,010	0,007	0,005	0,010	0,008	0,005	0,007	0,000	0,017	0,014	0,008
TEKTU	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,012	0,009	0,006	0,011	0,005	0,006	0,018	0,012	0,006	0,004
ULAS	0,007	0,007	0,006	0,005	0,005	0,012	0,010	0,005	0,002	0,005	0,005	0,017	0,013	0,009	0,007
UTPYA	0,005	0,005	0,006	0,007	0,011	0,006	0,005	0,011	0,010	0,006	0,008	0,017	0,010	0,004	0,006
wj	0,054	0,054	0,054	0,053	0,061	0,078	0,061	0,061	0,101	0,060	0,057	0,067	0,118	0,063	0,058
2019															
AYCES	0,005	0,005	0,006	0,006	0,005	0,013	0,009	0,005	0,013	0,008	0,006	0,003	0,016	0,007	0,007
AVTUR	0,006	0,006	0,006	0,006	0,004	0,014	0,014	0,004	0,017	0,006	0,009	0,008	0,017	0,009	0,009
MAALT	0,013	0,013	0,013	0,005	0,008	0,009	0,006	0,008	0,012	0,011	0,014	0,008	0,018	0,011	0,014
MARTI	0,005	0,005	0,006	0,006	0,013	0,003	0,004	0,013	0,013	0,007	0,006	0,008	0,000	0,004	0,005
PKENT	0,006	0,006	0,006	0,013	0,007	0,010	0,006	0,007	0,014	0,005	0,006	0,015	0,019	0,014	0,007
TEKTU	0,005	0,005	0,006	0,006	0,006	0,011	0,007	0,006	0,017	0,005	0,007	0,007	0,016	0,006	0,005
ULAS	0,007	0,007	0,007	0,005	0,005	0,013	0,010	0,005	0,001	0,005	0,005	0,008	0,016	0,006	0,006
UTPYA	0,006	0,006	0,006	0,005	0,011	0,005	0,005	0,011	0,015	0,013	0,005	0,010	0,016	0,007	0,006
wj	0,058	0,058	0,056	0,053	0,063	0,081	0,063	0,063	0,063	0,062	0,101	0,064	0,084	0,065	0,067
2020															
AYCES	0,005	0,005	0,006	0,006	0,006	0,013	0,008	0,006	0,014	0,014	0,018	0,006	0,012	0,006	0,008
AVTUR	0,008	0,008	0,006	0,006	0,004	0,015	0,014	0,004	0,013	0,005	0,014	0,008	0,013	0,009	0,010
MAALT	0,014	0,014	0,014	0,006	0,008	0,011	0,006	0,008	0,006	0,010	0,000	0,008	0,014	0,012	0,016
MARTI	0,005	0,005	0,006	0,006	0,014	0,003	0,005	0,014	0,007	0,006	0,014	0,008	0,004	0,007	0,007
PKENT	0,006	0,006	0,006	0,014	0,008	0,011	0,006	0,008	0,004	0,005	0,014	0,016	0,012	0,007	0,008
TEKTU	0,006	0,006	0,006	0,006	0,007	0,011	0,007	0,007	0,006	0,005	0,012	0,003	0,012	0,006	0,003
ULAS	0,009	0,009	0,009	0,006	0,005	0,014	0,012	0,005	0,009	0,005	0,014	0,008	0,015	0,015	0,009
UTPYA	0,006	0,006	0,006	0,006	0,013	0,004	0,005	0,013	0,006	0,011	0,014	0,007	0,002	0,003	0,007

**Tablo A10. Ağırlıklandırılmış normalize indekslerin toplamı (COPRAS)**

Yıllar	Ölçütler	AYCES	AVTUR	MAALT	MARTI	PKENT	TEKTU	ULAS	UTPYA
2016	$S_i^+$	0,0875	0,1108	0,1438	0,0791	0,0761	0,1137	0,0854	0,0835
	$S_i^-$	0,0242	0,0212	0,0232	0,0317	0,0430	0,0268	0,0174	0,0326
2017	$S_i^+$	0,0684	0,0554	0,1151	0,0816	0,0801	0,0867	0,0935	0,0762
	$S_i^-$	0,0382	0,0401	0,0279	0,0550	0,0658	0,0420	0,0207	0,0533
2018	$S_i^+$	0,1010	0,1160	0,1439	0,0737	0,0892	0,0944	0,1038	0,0874
	$S_i^-$	0,0214	0,0251	0,0215	0,0300	0,0313	0,0216	0,0126	0,0270
2019	$S_i^+$	0,0907	0,1082	0,1375	0,0641	0,1069	0,0874	0,0960	0,0942
	$S_i^-$	0,0245	0,0270	0,0250	0,0321	0,0348	0,0283	0,0112	0,0319
2020	$S_i^+$	0,1072	0,1150	0,1254	0,0820	0,1034	0,0824	0,1224	0,0820
	$S_i^-$	0,0246	0,0223	0,0190	0,0262	0,0253	0,0181	0,0191	0,0234



**Tablo A11. Pozitif (A+) ve Negatif ideal (A-) çözümler**

	$L_1$	$L_2$	$L_3$	$F_1$	$F_2$	$F_3$	$F_4$	$F_5$	$F_6$	$F_7$	$F_8$	$F_9$	$K_1$	$K_2$	$K_3$
2016 A +	0,013	0,013	0,013	0,005	0,012	0,012	0,013	0,004	0,000	0,012	0,013	0,018	0,013	0,014	0,013
A -	0,005	0,005	0,005	0,013	0,004	0,005	0,005	0,012	0,018	0,005	0,005	0,000	0,003	0,003	0,003
2017 A +	0,010	0,010	0,014	0,007	0,028	0,006	0,007	0,009	0,001	0,014	0,015	0,016	0,005	0,009	0,012
A -	0,004	0,004	0,005	0,020	0,009	0,001	0,002	0,028	0,022	0,005	0,005	0,003	0,002	0,003	0,000
2018 A +	0,013	0,013	0,013	0,005	0,013	0,013	0,013	0,004	0,002	0,013	0,013	0,018	0,017	0,014	0,014
A -	0,005	0,005	0,006	0,013	0,004	0,003	0,004	0,013	0,016	0,005	0,005	0,000	0,001	0,004	0,004
2019 A +	0,013	0,013	0,013	0,005	0,013	0,014	0,014	0,004	0,001	0,013	0,014	0,015	0,019	0,014	0,014
A -	0,005	0,005	0,006	0,013	0,004	0,003	0,004	0,013	0,017	0,005	0,005	0,003	0,000	0,004	0,005
2020 A +	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,015	0,014	0,014	0,014	0,014	0,017	0,016	0,015	0,015	0,016
A -	0,005	0,005	0,006	0,006	0,004	0,003	0,005	0,004	0,004	0,005	0,000	0,003	0,002	0,003	0,003

**Tablo A12. Pozitif ve Negatif ideal çözüme uzaklık değerleri (S+ ve S-)**

	Pozitif İdeal Çözüme Uzaklık Değerleri					Negatif İdeal Çözüme Uzaklık Değerleri				
	2016_S+	2017_S+	2018_S+	2019_S+	2020_S+	2016_S-	2017_S-	2018_S-	2019_S-	2020_S-
AYCES	0,0717	0,0751	0,0687	0,0734	0,0704	0,0383	0,0625	0,0429	0,0421	0,0254
AVTUR	0,0629	0,0804	0,0656	0,0693	0,0705	0,0443	0,0618	0,0418	0,0423	0,0242
MAALT	0,0540	0,0644	0,0569	0,0603	0,0798	0,0429	0,0689	0,0432	0,0433	0,0186
MARTI	0,0720	0,0660	0,0776	0,0824	0,0731	0,0388	0,0530	0,0386	0,0352	0,0209
PKENT	0,0738	0,0686	0,0738	0,0687	0,0800	0,0316	0,0468	0,0366	0,0401	0,0228
TEKTU	0,0623	0,0681	0,0709	0,0745	0,0692	0,0413	0,0607	0,0435	0,0397	0,0203
ULAS	0,0689	0,0674	0,0679	0,0708	0,0804	0,0487	0,0717	0,0477	0,0496	0,0246
UTPYA	0,0708	0,0691	0,0726	0,0749	0,0232	0,0369	0,0531	0,0397	0,0378	0,0203

## KAYNAKÇA

- Akkoç, S. ve Vatansver, K. (2013). "Fuzzy Performance Evaluation with AHP and Topsis Methods: Evidence from Turkish Banking Sector after the Global Financial Crisis", *Eurasian Journal of Business and Economics*, 6(11), 53-74.
- Altın, H. ve Süslü, C. (2018). "Borsa İstanbul'da İşlem Gören Turizm Şirketlerinin Performanslarının Değerlendirilmesi: Lokanta ve Oteller Üzerine Bir Uygulama", *Maliye ve Finans Yazıları*, 109, 30-50.
- Altuntaş, F. ve Gök, M. Ş. (2020). "Ülkelerin Yatırım Yapılabilirliklerinin Değerlendirilmesi: TOPSIS ve COPRAS Yöntemleri ile Bir Uygulama", *Verimlilik Dergisi*, 4, 41-64.
- Arsu, T. ve Ayçin, E. (2020). "BIST Lokanta ve Oteller Sektöründeki Turizm İşletmelerinin Finansal Performanslarının MACBETH ve EDAS Yöntemleri ile İncelenmesi", *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi (Özel Sayı)*, 156-178.
- Ayaydın, H., Pala, F. ve Sarı, Ş. (2019). "Borsa İstanbul'da İşlem Gören Turizm Firmalarının Finansal Performanslarının Değerlendirmesi: AHS ve VIKOR Yöntemleri", *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi*, 10(2), 311-320.
- Aydın, N., Başar, M. ve Coşkun, M. (2014). "Finansal Yönetim", Detay Yayıncılık, İstanbul.
- Bilici, N. (2019). "Turizm Sektörünün Finansal Performansının Oran Analizi ve Topsis Yöntemiyle Değerlendirilmesi", *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 23(1), 173-194.
- Chen, M.H. (2011). "The Response of Hotel Performance to International Tourism Development and Crisis Events", *International Journal of Hospitality Management*, 30(1), 200-212.
- Chen, F.H., Hsu, T.S., ve Tzeng, G.H. (2011). "A Balanced Scorecard Approach to Establish a Performance Evaluation and Relationship Model for Hot Spring Hotels based on a Hybrid MCDM Model Combining DEMATEL and ANP", *International Journal of Hospitality Management*, 30(4), 908-932.
- Çakır, E. (2018). "Elektronik Belge Yönetim Sistemi (EBYS) Yazılımı Seçiminde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri: Bir Belediye Örneği", *Business Economics and Management Research Journal*, 1(1), 15-30.
- Çakır, E. ve Özdemir, M. (2018). "Altı Sigma Projelerinin Bulanık COPRAS Yöntemiyle Değerlendirilmesi: Bir Üretim İşletmesi Örneği", *Verimlilik Dergisi*, 1, 7-39.
- Dahooie, J.H., Zavadskas, E.K., Vanaki, A.S., Firoozfar, H.R., Lari, M. ve Turskis, Z. (2019). "A New Evaluation Model for Corporate Financial Performance Using Integrated CCSD and FCM-ARAS Approach", *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 32(1), 1088-1113.
- Demireli, E. ve Tükenmez, N. M. (2012). "İşletme Performansının Ölçümü: TOPSIS Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi Üzerine Bir Uygulama", *Verimlilik Dergisi*, (1), 25-43.
- Dinçer, H. ve Yüksel, S. (2018). "Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Finans Sektöründeki Uygulamasına Yönelik Yapılmış Çalışmaların Analizi", *Ekonomi İşletme ve Maliye Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 1-16.
- Ecer, F. ve Günay, F. (2014). "Borsa İstanbul'da İşlem Gören Turizm Şirketlerinin Finansal Performanslarının Gri İlişkisel Analiz Yöntemiyle Ölçülmesi", *Anatolia: Turizm Araştırmaları Dergisi*, 25(1), 35-48.
- Erdoğan, M. ve Yamaltdinova, A. (2018). "Borsa İstanbul'a Kayıtlı Turizm Şirketlerinin 2011-2015 Dönemi Finansal Performanslarının TOPSIS ile Analizi", *Optimum Ekonomi ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 5(1), 19-36.
- Ergül, N. (2014). "Turizm Sektöründeki Şirketlerin Finansal Performans Analizi", *Çankırı Karatekin Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, 4(1), 325-340.
- Günay, F. ve Ecer, F. (2020). "Cash Flow Based Financial Performance of Borsa İstanbul Tourism Companies by Entropy-MAIRCA Integrated Model", *Journal of Multidisciplinary Academic Tourism*, 5(1), 29-38.
- Hacıfettahoğlu, Ö. ve Perçin, S. (2020). "Bütünleşik ÇKKV Yaklaşımı İle Finansal Boyutta Türk İnşaat Firmalarının Performansının Değerlendirilmesi", *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 22(2), 543-567.
- Hwang, S.N. ve Chang, T.Y. (2003). "Using Data Envelopment Analysis to Measurement Hotel Managerial Efficiency Change in Taiwan", *Tourism Management*, 357-369.
- İlban, M.O., Yıldırım, H.H. ve Chamberlain, J.M. (2017). "Determination of Tourism Activities of the World's Best Tourism Destinations Using the Multi-Criteria Decision-Making Method", *Cogent Social Sciences*, 3(1), 1-16.
- İşık, Ö. (2019). "Türk Mevduat Bankacılığı Sektörünün Finansal Performanslarının Entropi Tabanlı Aras Yöntemi Kullanılarak Değerlendirilmesi", *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 4(1), 90-99.
- İç, Y.T. ve Yurdakul, M. (2020). "Analysis of the Effect of the Number of Criteria and Alternatives on the Ranking Results in Applications of the Multi Criteria Decision Making Approaches in Machining Center Selection Problems", *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 35(2), 991-1001.

- İç, Y.T., Tekin, M., Pamukoğlu, F.Z. ve Yıldırım, S.E. (2015). "Kurumsal Firmalar İçin Bir Finansal Performans Karşılaştırma Modelinin Geliştirilmesi", *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 30(1), 71-85.
- Kamuyu Aydınlatma Platformu, (2021). [www.kap.org.tr](http://www.kap.org.tr), (Erişim Tarihi: 15.03.2021).
- Karadeniz, E., Beyazgül, M., Dalak, S. ve Günay, F. (2017). "Türk Turizm Sektörünün Finansal Performansının Dikey Analiz Yöntemiyle İncelenmesi: BIST Turizm Şirketleri ve TCMB Sektör Bilançoları Üzerinde Bir Araştırma", *Sosyoekonomi*, 25(32), 105-119.
- Karadeniz, E., Koşan, L., Günay, F. ve Dalak, S. (2016). "Gri İlişkisel Analiz Yöntemiyle Turizm Alt Sektörlerinin Finansal Performanslarının Ölçülmesi", *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 9(44), 1117-1134.
- Karakaş, A. ve Öztel, A. (2020). "BIST'te Yer Alan Turizm İşletmelerinin Finansal Performanslarının Entropi Tabanlı TOPSİS Yöntemi ile Belirlenmesi: Bir Python Uygulaması", *Dicle Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10(20), 543-562.
- Karakul, A. ve Özaydın, G. (2019). "TOPSİS ve VIKOR Yöntemleri ile Finansal Performans Değerlendirmesi: XELKT Üzerinde Bir Uygulama", *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* (60), 68-86.
- Kenger, M.D. ve Organ, A. (2017). "Banka Personel Seçiminin Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinden Entropi Temelli ARAS Yöntemi ile Değerlendirilmesi", *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 4(4), 152-170.
- Korucuk, S. (2019). "Üretim İşletmelerinde Verimliliğin Önündeki Engellerin ve Verim Artırıcı Tekniklerin Bütünleşik AHP-TOPSİS ile Sıralanması: Erzurum İli Örneği", *Verimlilik Dergisi*, (1), 219-241.
- Lee, J.W. ve Manorongrueangrat, P. (2019). "Regression Analysis with Dummy Variables: Innovation and Firm Performance in the Tourism Industry", *Quantitative Tourism Research in Asia*, 113-130.
- Lim, S.G. ve Ok, C.M. (2021). "A Meta-Analytic Review of Antecedents of Hospitality and Tourism Firms' Performance: A Cross-Cultural Comparison", *Tourism Management*, (86), 1-12.
- Maya, R. ve Eren, T. (2018). "Türk Gıda Sektörünün Finansal Performans Analizinin Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Yapılması", *Verimlilik Dergisi*, (3), 31 - 60.
- Mehri, M., Umar, M.S., Saeidi, P., Hekmat, R.K. ve Naslmosavi, S.H. (2013). "Intellectual Capital and Firm Performance of High Intangible Intensive Industries: Malaysia Evidence", *Asian Social Science*, 9(9), 146-155.
- Orakçı, E. ve Özdemir, A. (2017). "Telafi Edici Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Türkiye ve AB Ülkelerinin İnsani Gelişmişlik Düzeylerinin Belirlenmesi", *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 19(1), 61-74.
- Organ, A. ve Yalçın, E. (2016). "Performance Evaluation of Research Assistants by COPRAS Method", *European Scientific Journal*, Special Issue, 102-109.
- Özçelik, H. ve Kandemir, B. (2015). "BIST'te İşlem Gören Turizm İşletmelerinin TOPSİS Yöntemi ile Finansal Performanslarının Değerlendirilmesi", *Balikesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 18(33), 97-114.
- Paça, M. ve Karabulut, M.T. (2019). "Finansal Rasyolar ile Finansal Performans: BIST ve Turizm", *Uluslararası Global Turizm Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 53-65.
- Parkan, C. ve Wu, M.L. (1999). "Decision Making and Performance Measurement Models with Applications to Robot Selection", *Computers & Industrial Engineering* (36), 503-523.
- Pineda, P.J.G., Liou, J.J., Hsu, C.C. ve Chuang, Y.C. (2018). "An Integrated MCDM Model for Improving Airline Operational and Financial Performance", *Journal of Air Transport Management*, 68, 103-117.
- Ryu, K. ve Jang, S. (2004). "Performance Measurement Through Cash Flow Ratios and Traditional Ratios: A Comparison of Commercial and Casino Hotel Companies", *The Journal of Hospitality Financial Management*, 12(1), 15-25.
- Sakarya, Ş. ve Aksu, M. (2020). "Ulaşım Sektöründeki İşletmelerin Finansal Performanslarının Geliştirilmiş Entropi Temelli TOPSİS Yöntemi ile Değerlendirilmesi", *Optimum Ekonomi ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 7(1), 21-40.
- Singh, A. ve Schmidgall, R. (2002). "Analysis of Financial Ratios Commonly Used by US Lodging Financial Executives", *Journal of Leisure Property*, 2(3), 201-213.
- Toma, E. (2014). "Regional Scale Efficiency Evaluation by Input-Oriented Data Envelopment Analysis of Tourism Sector", *International Journal of Academic Research in Environment and Geography*, 1(1), 15-20.
- Türkoğlu, S.P. (2019). "ARAS Yöntemiyle Avrupa Ülkelerinin Bilim ve Teknoloji Performanslarının Sıralanması", *Verimlilik Dergisi*, 1, 69-81.
- TÜRSAB, (2020). "Covid-19 Sürecinde Türkiye ve Dünya Turizmi Değerlendirmesi", Aralık (T.S. Birliği, D.Ü.)
- Ulutaş, A., Karaköy, Ç., Arıç, K. H. ve Cengiz, E. (2018). "Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Lojistik Merkezi Yeri Seçimi", *İktisadi Yenilik Dergisi*, 5(2), 45-53.

- Uygurtürk, H. ve Yıldız, İ. (2021). "İşletmelerin Etkinlikleri ile Finansal Performansları Arasındaki İlişki: Bilişim Sektörü Üzerine Bir Araştırma", *Verimlilik Dergisi*, 1, 3-15.
- Vafaei, N., Ribeiro, R.A. ve Camarinha-Matos, L.M. (2015). "Importance of Data Normalization in Decision Making: Case Study with TOPSIS Method", *The 1<sup>st</sup> International Conference on Decision Support Systems Technologies an Ewg-Dss Conference*, Belgrade, Serbia.
- Wang, Y.M. ve Luo, Y. (2010). "Integration of Correlations with Standard Deviations for Determining Attribute Weights in Multiple Attribute Decision Making", *Mathematical and Computer Modelling*, 51(1-2), 1-12.
- Weerathunga, Pr., Xiaofang, C., Samarathunga, Whms. ve Kulathunga, Kmmcb. (2020). "Application of Entropy Based Topsis in Analysis of Sustainability Performance of Sri Lanka Hotels", *Weerathunga*, 11(3), 100-108.
- Wu, W.Y., Hsiao, S.W. ve Tsai, C.H. (2008). "Forecasting and Evaluating the Tourist Hotel Industry Performance in Taiwan based on Grey Theory". *Tourism and Hospitality Research*, 8(2), 137-152.
- Yue, Z. (2011). "An Extended TOPSIS for Determining Weights of Decision Makers with Interval Numbers", *Knowledge Based Systems*, 24, 146-153.
- Yurdakul, M. ve İç, Y. (2003). "Türk Otomotiv Firmalarının Performans Ölçümü ve Analizine Yönelik TOPSIS Yöntemini Kullanan Bir Örnek Çalışma", *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 18(1), 1-18.
- Zavadskas, E., Kaklauskas, A. ve Vilutiene, T. (2009). "Multicriteria Evaluation of Apartment Blocks Maintenance Contractors: Lithuanian Case Study", *International Journal of Strategic Property Management*, 13(4), 319-338.
- Zavadskas, E., Turskis, Z. ve Vilutiene, T. (2010). "Multiple Criteria Analysis of Foundation Instalment Alternatives by Applying Additive Ratio Assessment (ARAS) Method", *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, 10(3), 123-141.
- Zhang, H., Gu, C., Gu, L. ve Zhang, Y. (2011). "The Evaluation of Tourism Destination Competitiveness by TOPSIS & Information Entropy—A case in the Yangtze River Delta of China", *Tourism Management*, 32(2), 443-451.
- Zhang, X., Wang, C., Li, E. ve Xu, C. (2014). "Assessment Model of Ecoenvironmental Vulnerability Based on Improved Entropy Weight Method", *The Scientific World Journal*, 1(1), 1-7.



## WEB OF SCIENCE SÜZGEÇİNDEN YALIN ÜRETİM ARAŞTIRMA PORTFÖYÜ: NEREDEN BAŞLAMALIYIZ?

Güzin ÖZDAĞOĞLU<sup>1</sup>, Muhammet DAMAR<sup>2</sup>, Aşkın ÖZDAĞOĞLU<sup>3</sup>

### ÖZET

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı, yalın üretim konusunda uluslararası literatürde oluşan yayın portföyünün analitik araçlar eşliğinde nasıl incelenebileceğini açıklamak ve bulguları belirli boyutlar üzerinden tartışmaktır.

**Yöntem:** Veri kaynağı olarak Web of Science veri tabanları ve bu veri tabanlarının sağladığı metin türünde veriler kullanılmıştır. Veri seti, 17 Haziran 2021 tarihine kadar yayınlanmış toplam 1941 araştırma makalesinden oluşmaktadır. Bilimetre ve bibliyometri yaklaşımlarıyla, yayınlar, alanlar, atıflar ve dergiler arasındaki örüntülerin ve eğilimlerin çıkarımında tablolar ile birlikte metin ve ağ analitiğinde kümelemelerden yararlanılmıştır.

**Bulgular:** Bu geniş portföy içerisinde, araştırmacılar hangi yayınlara öncelik verebileceğini görebilmektedir. Toplam yayın ve atıf sayısına bakıldığında ABD üniversiteleri, bireysel değerlendirmelere göre Brezilya ve Hindistan öne çıkmaktadır. Konular ve dergiler üretim ve yöneylem alanlarında kümelenmiş olsa da sağlık, malzeme bilimi ve çevre bilimi gibi alanlarda da artan bir eğilim göstermektedir. Türkiye adresli çalışmaların oluşturduğu portföy, 13. sırada yer almaktadır.

**Özgünlük:** Çalışma, yalın üretim konusundaki araştırmalar üzerinden, dergiler ve referanslar gibi bibliyometrik boyutlar arasındaki ilişkileri ve bunların zaman boyunca değişimini analitik bir yaklaşımla inceleyerek, mevcut literatürün büyük resmini çizmektedir. Bu yaklaşım, aynı zamanda, öncül literatür araştırma sürecini yalınlaştırma özelliği de taşımaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Yalın Üretim, Bibliyometri, Bilimetre, Metin Analitiği, Atıf Ağları.

**JEL Kodları:** C38, C88, D20, Y10.

## THE RESEARCH PORTFOLIO OF LEAN PRODUCTION FROM THE WEB OF SCIENCE FILTER: WHERE SHOULD WE START?

### ABSTRACT

**Purpose:** The aim of this study is to show how to use analytical tools to evaluate a portfolio of publications in the international literature on lean production and to discuss the findings on specific dimensions.

**Methodology:** As data sources, Web of Science databases and text data provided by these databases were used. The dataset consists of a total of 1941 research articles published until 17 June 2021. With the scientometric and bibliometric approaches, clustering was used in text and network analytics, along with tables, to infer patterns and trends among publications, fields, citations, and journals.

**Findings:** Within this vast portfolio, researchers can see which publications should be prioritized. Considering the total number of publications and citations, US universities, Brazil and India stand out according to individual evaluations. Although subjects and journals are clustered in the fields of production and operations, they also show an increasing trend in fields such as health, materials science and environmental science. The portfolio of Turkey-related studies is ranked 13th.

**Originality:** The study draws the bigger picture of the existing literature by analyzing the relationships between bibliometric dimensions such as journals and references and their change over time through research on lean production with an analytical approach. This method also streamlines the preliminary literature review process

**Keywords:** Lean Production, Bibliometrics, Scientometrics, Text Analytics, Citation Networks.

**JEL Codes:** C38, C88, D20, Y10.

<sup>1</sup> Doç. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, İşletme Fakültesi, İşletme Bölümü, İzmir, Türkiye, guzin.kavrukkoca@deu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-3055-3055.

<sup>2</sup> Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, Bilgi İşlem Daire Başkanlığı, İzmir, Türkiye, muhammet.damar@deu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-3985-3073 (Sorumlu Yazar-Corresponding Author).

<sup>3</sup> Doç. Dr. Dokuz Eylül Üniversitesi, İşletme Fakültesi, İşletme Bölümü, İzmir, Türkiye, askin.ozdagoglu@deu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-5299-0622.

## 1. GİRİŞ

Üretim ve işlemler yönetimi açısından bakıldığında, birbiriyle bütünleşik ama aslında ayrı ayrı anlam ifade eden pek çok yaklaşım bulunmaktadır. Bu kavramlar arasında sıkı bir ilişki mevcut olup birbirlerini beslemektedir. Örneğin, 5S, tam zamanında üretim, sıfır stok, toplam verimli bakım, Toyota üretim sistemi gibi kavramlar bir zincir oluşturarak üretim işlemler yönetimi faaliyetlerindeki gelişmelere katkıda bulunmuşlardır. Tarihsel süreç açısından değerlendirildiğinde üretim işlemler yönetiminde 20. yüzyıl başlarındaki patlamanın nedeni, Henry Ford'un otomobil üretiminde bir mezbahadaki akıştan ilham alarak oluşturduğu kayan bant sistemi ile yığın üretim tekniklerini uygulamasıdır. Bu teknikte mükemmelleşen Ford otomobil fabrikası daha önceleri arzın talebin gerisinde kaldığı dönemleri bitirmiştir. Yığın üretim tekniklerinin Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) yaygınlaşması pek çok fabrikanın bu yığın üretim anlayışını kullanmasına yol açmıştır. İkinci Dünya Savaşı yıllarında ABD yığın üretim tekniklerinde mükemmelleştiği için bu bilgi ve birikimi savaş sanayisine yönlendirmiş ve bu konuda daha geride olan Japonya'nın savaşı kaybetmesinin temel nedeni olmuştur. İkinci Dünya Savaşı sonrası bütün dünya pazarlarını domine etmeyi başaran ABD yığın üretim teknikleri ile tüm dünyaya yayılmıştır. Japonya'nın bu durumda yığın üretim teknikleri kullanarak ABD ile ekonomik anlamda mücadele etmesi mümkün olmadığından yeni üretim anlayışlarına gereksinim duymuştur. Bu gereksinim Japonya'da sıfır stok anlayışı, itme sistemi yerine çekme sisteminin uygulanması, Toyota üretim sistemi ve yalın üretim anlayışı kavramlarının gelişmesi sonucunu doğurmuştur. Pazarı domine eden ABD karşısında yığın üretim tekniklerini uygulasa bile, Japonya'nın bu ürünleri dünyanın çeşitli ülkelerine satabilmesi mümkün değildir. Bu çıkış noktasından hareketle Japon mühendisleri ve sanayicileri farklı anlayışlar geliştirmek zorunluluğu ile bugün hala gündemdeki yerini koruyan üretim yaklaşımlarını ve anlayışları üretim işlemler yönetimi literatürüne eklemiştirler (Hines ve diğerleri, 2004: 994-995; Womack, 2004).

Toyota üretim sisteminin uygulamaları 1930 yıllarına kadar dayansa da, özellikle İkinci Dünya Savaşı sonrası yaygınlaşan yalın kavramı, ilk olarak 1990 yılında Daniel T. Jones ve James P. Womack tarafından kaleme alınmış "The Machine That Changed The World - Dünyayı Değiştiren Makina" adlı kitapta söz edilmeye başlanan "Yalın Fabrika" kavramı ile ortaya çıkan "Yalın" kelimesi; daha sonra 1996 yılında yine aynı iki yazarın yazdığı "Lean Thinking -Yalın Düşünce" kitabı ile devam etmiş ve bugün 17 ülkede hizmet veren Yalın Enstitü'ler ile tüm dünyaya yayılmıştır (Womack ve diğerleri, 1991; Womack ve diğerleri, 2008).

Yalın üretim anlayışının ve ilişkili yaklaşımların odağı, iş süreçlerinde değer yaratmayan faaliyetleri ortadan kaldırıp, müşteri ihtiyaçlarına uygun ürün ve hizmetleri sunarak, kalite, maliyet, zaman gibi göstergelerle ilişkilendirilmiş performans düzeylerini iyileştirmektir. Yalın üretim yaklaşımında birbiri ile bütünleşik çalışması beklenen pek çok boyut vardır. Bu boyutlar, üretim açısından kaçınılması gereken israfların ortadan kaldırılması temelinde bütünleşik olarak çalışmaktadır. Bu israflardan öne çıkanlar, iş yeri düzensizlikleri, fazla ara stoklar ve ürün stokları, gecikmeler, aşırı üretim, gereksiz taşımalar, ayar süreleri, hatalar, bakım ve yeniden işlemlerdir. Değer yaratmayan faaliyetleri ortaya çıkarabilmek için değer akış haritalarından faydalanılır. 5S, kaizen, toplam verimli bakım, kanban gibi pek çok çözüm yaklaşımı ve felsefe sunmaktadır. Kavram "yalın düşünce" ifadesiyle sadece üretim ortamlarında değil, bütün işletme süreçlerinde uygulanabilir bir yaklaşım haline gelmiştir (Liker ve Meier, 2006; Hines ve diğerleri, 2004).

Uzmanlarca tavsiye edilen sistematiplerle uyumlu bir şekilde yapılan uygulamalardan ölçülebilir ve anlamlı fayda çıkarımları elde eden organizasyonların artmasıyla, diğerlerinin de konuya olan ilgisi daha yüksek düzeylere ulaşmaktadır. Zaman içerisinde, her bir boyut için sunulan yayınlar, yalın enstitüler tarafından oluşturulan içerikler ve eğitimler sayesinde, tüm dünyada uygulanan, etkinlik ve verimlilik bağlamında değer yaratan bir yaklaşım olarak benimsenmiştir.

Her konuda olduğu gibi, yalın yaklaşımlarla ilgili bilimsel araştırmalar ve ortaya konulan yayınlar artan bir eğilim göstermekte olup bu alandaki literatür belirli bir dokuya sahiptir. Bilimsel gelişmeler devam ederken, bu konuda araştırmaya yeni başlayan araştırmacılar ilk aşamada geniş bir portföyle karşılaşmaktadır. Böylesi büyük bir portföy içerisinde, araştırmalara nereden başlanması gerektiğine, öne çıkan çalışmaların hangileri olduğuna ve öncelikli olarak hangi dergilerin taranması gerektiğine kısa sürede ve etkin bir şekilde karar vermek kolay olmamaktadır. Bu noktada, bilimsel veri tabanları tarafından sağlanan bibliyometrik veriler, ham halleriyle, barındırdıkları düz metin görünümünden çok daha fazla bilgi içermektedirler. Bu verilerden anlamlı bilgi çıkarımları yapabilmek için bibliyometri ve bilimetri gibi yöntemlerin sunduğu analiz tekniklerinden faydalanılabilir. Bu bağlamda, bu çalışmanın amacı, bilimetric ve bibliyometrik analizlerin de yardımıyla, yalın üretim üzerine araştırma yapmak isteyen akademisyen ve uygulamacılara, bu alanın yarattığı araştırma makalesi portföyü üzerinden örüntüler ve özet istatistikler sunmaktır. Bu amaç doğrultusunda, uluslararası literatürün önde gelen veri tabanlarından biri olan Web of Science (WoS) kapsamında taranan makaleler ele alınmıştır. Düz metin yığını olarak elde edilen ham veri seti üzerinde yapılan elemeler ve ön işlemler sonucunda, analize girdi oluşturacak veri seti elde edilmiştir. Bu son veri seti üzerinden, yayın sayıları, öne çıkan yazarlar ve dergiler, kullanılan referanslar, öne çıkan

kurumlar ve ülkeler gibi farklı boyutlarda bilgi çıkarımı yapabilmek için özet istatistiklerden ve kümeleme tabanlı ağ modellerinden yararlanılmaktadır.

Çalışmanın literatüre farklı açılardan katkı sunacağı düşünülmektedir. İlk olarak, uygulama aşamasında elde edilen bulgular, yalın üretim literatüründe, öne çıkan yayın, yazar, dergi ve atıf ilişkilerini ortaya koymaktadır. Böylece, bu alanda araştırma yapmak isteyenler için yön verici nitelikler taşımaktadır. Bunun yanı sıra, literatür araştırmasının da bir süreç olduğu düşünülürse, bu sürecin etkin ve verimli bir şekilde yürütülmesine destek olmak ve yine bu süreci yalınlaştırmak amacıyla, tanımlayıcı istatistiklerin yanı sıra, kümeleme analizi, ağ modeli ve metin analitiği kapsamında diğer analizler ve bunların sonuçları sunulmaktadır. Bu durum bibliyometri ve ilişkili yöntemlerin sağladığı olağan faydalardır.

Çalışmanın ikinci bölümünde, çalışmaya temel oluşturabilecek ve benzer yayınlara yer verilmekte ve üçüncü bölümde yöntemsel açıdan izlenen işleyiş açıklanmaktadır. Dördüncü bölümde analiz sonuçlarından elde edilen bulgular, oluşturulan tablolar ve ağ görselleri ile desteklenerek anlatılmakta ve sonuç bölümünde de çalışmanın genel değerlendirmesi yapılarak öne çıkan niteliklerine yer verilmektedir.

## 2. İLİŞKİLİ ÇALIŞMALAR

Hem üretim alanında hem de diğer alanlarda, yalın yaklaşımlar üzerine pek çok derleme, sistematik derleme, bibliyometri ya da karma yöntemlerle gerçekleştirilmiş çalışmalara rastlanabilmektedir. İzlenen yöntemler ve uygulanan analizler arasında benzerlikler yer alsa da bunların hizmet ettiği hedefler ya da kapsadığı konular açısından farklılıklar bulunmaktadır. Gonçales Filho ve diğerleri (2014) yalın üretim konusunda yayınlanan ilk çalışmalardan biri olup çalışmada, yayın periyotları, uygulama konuları ve sektörler üzerinde gruplamalar yapılmış ve grafikler üretilmiştir. Gonçales Filho ve diğerleri (2016) ise üretim stratejilerinin geliştirilmesi bakış açısıyla yalın üretimi araştırmış, sektörel alan araştırması öncesinde, literatür analizi aşamasında sistematik derleme ve bibliyometri yöntemlerinden yararlanmışlardır. De Oliveira ve diğerleri (2019), organizasyonlarda yalın üretim uygulaması ile ilgili bilimsel üretimi saptamak amacıyla, 2007'den 2018'e kadar yayınlanan çalışmaları, WoS ve Scopus bilimsel veri tabanlarından elde edilen meta verileri kullanan bibliyometrik analizler gerçekleştirmişlerdir. Bu kapsamda, ele alınan konular, dergiler, yazarlar, yazar bazlı ortak atıf ağları gibi bulgular sunulmuştur. Hiena (2020), Vietnam'da kısa bir periyotta gerçekleştirilen yalın uygulamalar üzerine yayınlanmış çalışmaları incelemiştir. Hem sistematik derleme hem de bibliyometrik analizlerin gerçekleştirildiği çalışmada Sankey diyagramı ile yazar, anahtar kelime ve dergi ilişkileri görselleştirilirken, konu çıkarımları için ortak kullanılan anahtar kelimeler ağı üretilmiştir. Bu görseller aynı zamanda yıllar bazında yayın sayıları ve diğer özet istatistik tablolarla desteklenmiştir.

Araştırmamızın bitiminden kısa bir süre sonra literatürde rastlanılan Furstenau ve diğerleri (2021) bu çalışmada da ele alınan yalın üretim çalışmalarını ele almışlardır. Furstenau ve diğerleri (2021) çalışması ile SciMat üzerinden ele alınan özet istatistiklerin yanı sıra, VOSviewer yazılımı ile üretilen, ortak yazarlık, dergiler üzerinden yapılan atıf analizleri, anahtar kelimeler üzerinden elde edilen tematik ağlar ve veri işleme aşamaları incelendiğinde, görsel ve istatistiklerde benzerlikler görülse de hem amaç hem de yöntemsel açıdan farklılıklar olduğu gözden kaçırılmamalıdır.

Yalın düşünce ilkeleri ve altı sigma yönetim anlayışıyla sentezlenerek, müşteri merkezli olmayı, değer yaratmayan faaliyetlerin elenerek, maliyetlerin azaltıldığı, sürdürülebilir verimliliği sağlamayı amaçlayan bir yönetim felsefesidir. Da Silva ve diğerleri (2018) yalın altı sigma anlayışı üzerine, Scopus veri tabanında endeksli dergilerde 2016 yılına kadar yayınlanan çalışmalar sistematik derleme ve bibliyometrik tekniklerle analiz etmişlerdir. Yazar, makale, dergi, kurum ve ülke boyutlarında yapılan analizler sonucunda istatistikler sunulmuş ve ortaya çıkarılan eğilimler üzerinden, bu alanda araştırılmamış konulara işaret edilmiştir. Yalın altı sigma konusunda benzer bir çalışma da Sordan ve diğerlerine (2020) ait olup bu çalışmada WoS ve Scopus veri tabanlarından 2002-2017 periyodu için elde edilen 508 yayın bilgisi üzerinde veri madenciliği ve kümeleme tabanlı bibliyometrik analizler gerçekleştirilmiştir. Atıflar, yazarlar ve dergiler birer boyut olarak ele alınmış ve ağ ilişkileriyle literatürdeki örüntüler görselleştirilmiştir.

Abideen ve diğerleri (2020), üretim ortamlarında kullanılan simülasyon programları üzerine yapılan araştırmaları analiz etmiştir. WoS veri tabanında yer alan dergilerde yayınlanan 93 makale sistematik derleme ve bibliyometri yöntemleri çerçevesinde karma bir yaklaşımla analiz edilerek, yazar, atıf, anahtar kelime, ülke kurum ve dergi boyutlarında özet istatistikler ve ortak atıf, ortak kaynak, anahtar kelime kümeleri, ortak yazarlık gibi ilişkiler özelinde ağ modelleri üretilmiştir. Bu sayede, ele alınan literatürün mevcut durumuyla birlikte, literatürde izlenen eğilimler, popüler konular ve boşluklar ortaya çıkarılmıştır.

Filser ve diğerleri (2017), WoS ve Scopus veri tabanlarında 2002-2015 yılları arasında yayınlanmış, sağlık alanında yalın uygulamaları konu alan yayınlar üzerinde bibliyometrik analizler gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmada sadece özet istatistikleri içeren tablolar ve grafikler sunulmuş olup, incelenen boyutlar, yayın türleri, sayıları, yıllar bazında dağılımlar, ülkeler, kurumlar, yazarlar ve dergilerdir. Akmal ve diğerleri (2020)



sağlık alanındaki yalın uygulamalarını anlatan ve altı farklı bilimsel veritabanı üzerinden toplanmış çalışmaları, sistematik derleme, bibliyometri ve atıf ağları bileşenlerinden oluşan karma bir yöntemle analiz etmiş ve bu uygulamaların sağladığı iyileştirmeleri vurgulamıştır.

Garcia-Buendia ve diğerleri (2020) yalın tedarik zinciri yönetimi araştırmasının nasıl geliştiğini incelemek üzere bibliyometrik bir araştırma ortaya koymuşlardır. 1996-2018 dönemi boyunca araştırılan ana konuları ve gelecekteki eğilimleri belirlemişlerdir. Bu çalışmada, SciMAT bibliyometrik analiz yazılımı aracılığıyla gerçekleştirilen analizlerde, atıflar, dergi etki faktörleri, H-endeksi, yazarlar ve coğrafi dağılımlar ağ görselleriyle haritalandırılmıştır.

Literatürde, yalın üretim ve ilişkili konularda ele alınan bibliyometrik çalışmalarda, veri tipleri, analiz boyutları ve bazen veri setleri aynı olsa da boyutların ele alınış şekli, veri setinin elde edililişi, yapılan ön işlemeler, eleme kriterleri, yazılımlar, analiz türleri ve odaklanılan nokta üzerinden yapılan çıkarımların farklı olduğu görülmektedir. Literatürün dinamik bir varlık olarak, sürekli bir devinim ve gelişim içinde olduğu gerçeği doğrultusunda, bazı araştırmaların zamanla tekrarlanması dahi, bilgi çıkarımlarının ve örüntülerin güncellenmesi bakımından değerli bulunmaktadır. Bir bakışta birbirine benzeyen pek çok çalışmanın benzer dönemlerde literatürde yer bulmasının nedenlerinden biri de bu olabilir. Dolayısıyla, aynı veri setine başka açılardan bakabilmek ve analizler yapabilmek, bilimsel bir katkı olarak değerlendirilebilir. Burada sunulan çalışma da Furstenau ve diğerleri (2021) ile eşzamanlı yürütülmüş, geniş bir keşişim kümesine sahip veri setleriyle çalışılmış, fakat farklı bakış açıları ve farklı boyutlarla çıkarımlar sunulmuştur. Sonuç olarak, bu çalışma konu itibariyle, yalın kavramı çerçevesinde yayınlanan bibliyometrik çalışmalarla benzerlik gösterse de ele alınan araştırma soruları ve sečililen boyut ve analizlerde farklılıklar bulunmaktadır. Örnek olarak, çalışmamız kapsamında en üretken üniversiteler hakkında bilgiler sunulmuştur. Yalın konusunda literatüre en fazla katkı sunan üniversiteler hakkında detay bilgi verilmiştir. Yalın üretim konusunda en fazla atıf alan ilk 15 makale değerlendirilerek içerikleri hakkında detaylı ve yön gösterici bilgiler verilmiştir. Ayrıca verilerinin güncelliği 17 Haziran 2021 tarihine kadar genişlettilerle bulguların güncelliği arttırılmıştır. Bu aşamadaki detaylar, yöntem başlığı altında açıklanmaktadır.

### 3. YÖNTEM

#### 3.1. Araştırma Soruları

Bu araştırmada, yalın üretim kavramı çerçevesinde WoS veritabanlarında yer alan yayınların bibliyometrik analizleri sunulmaktadır. Yapılan analizler, yalın üretim konusunda, aşağıdaki araştırma sorularını yanıtlayıcı hedeflemektedir:

- Yıllara göre yayın sayıları nasıl değişmektedir?
- Araştırma portföyünün literatürdeki konumu nasıl değerlendirilebilir?
- En fazla yayın üreten yazarlar hangileridir?
- Hangi ülkeler ve kurumlar öne çıkmaktadır?
- Makaleler hangi araştırma alanlarında gruplandırılmıştır?
- Makaleler en çok hangi dergilerde yayınlanmaktadır?
- En çok atıf alan makaleler hangileridir?
- Atıf verme ve ortak atıf ilişkileri açısından dergilerin durumu ve konumu nasıl değerlendirilebilir?

#### 3.2. Veri Kaynağı ve Veri Seti

Çalışmada kapsamında sunulan örnek analizler, 17 Haziran 2021 tarihinde toplanan bibliyometrik verilerle gerçekleştirilmiştir. Sečililen dönemde, WoS üzerinde yayınlanan ve konu taramasında “Lean Producti\*” veya “Lean manufactur\*” anahtar kelimeleri ile elde edilen 3944 dokümana ulaşılmıştır. Bu dokümanlar, makale, bildiri, kitap, teknik not ve benzeri farklı yapılara sahip olabilmektedir. WoS kapsamında en detaylı veri boyutlarına makaleler üzerinden ulaşılabilmektedir. Konuyla ilgili yapılan özđün araştırmaların araştırma makaleleri olarak yayınlandığı da düşünülerek, ilk veri setinde araştırma makaleleri kapsamında uygulanan süzgeç sonucunda 2238 adet yayına ulaşılmıştır. Bunlar, SCI-Expanded, SSCI, A&HCI, ESCI indekslerine sahip dergilerde yayınlanmış makalelerdir.

Sesteř kelimeler ya da kavramın farklı alanlarda farklı anlamlarda kullanılabilmesi söz konusu olabilmektedir. Dolayısıyla, bibliyometrik araştırmalarda, veri setinin hedeflenen konudaki çalışmaları içerip içermediği kontrol edilmelidir. Bu kontrol tercih edilen farklı yollarla gerçekleştirilebilir. Bu amaçla, veriler öncelikle ilişkisel bir veri tabanında saklanmış ve sonrasında, PHP dili ile web tabanlı olarak tasarlanmış bir kontrol formu geliştirilmiştir. Bu formda, makale başlığı, anahtar kelimeleri ve özeti görüntülenmekte ve altında yer alan sečenekler üzerinden analize dahil edilip edilmeyeceğine karar verilmektedir. Bu süreçte, yazarlar bu bilgiler işığında sečilimleri birlikte yapmışlar ve ikinci süzgecin ardından nihai veri setine ulaşmışlardır. Bu inceleme yardımıyla farklı disiplinlerde farklı anlama gelen yalın kelimesi bulunan

makaleler ayıklanabilmiştir. Örnek vermek gerekirse gıda teknolojileri ile ilgili gıda mühendisliği bakış açısından kaleme alınan bazı makalelerde yalın farklı bir anlam içermektedir. Sonuç olarak, 297 makale ilgisiz bulunarak elenmiş ve geriye kalan 1941 makale analiz kapsamına alınmıştır.

### 3.3. Bibliyometri, Bilimetre ve Bu Kapsamda Yapılan Analizler

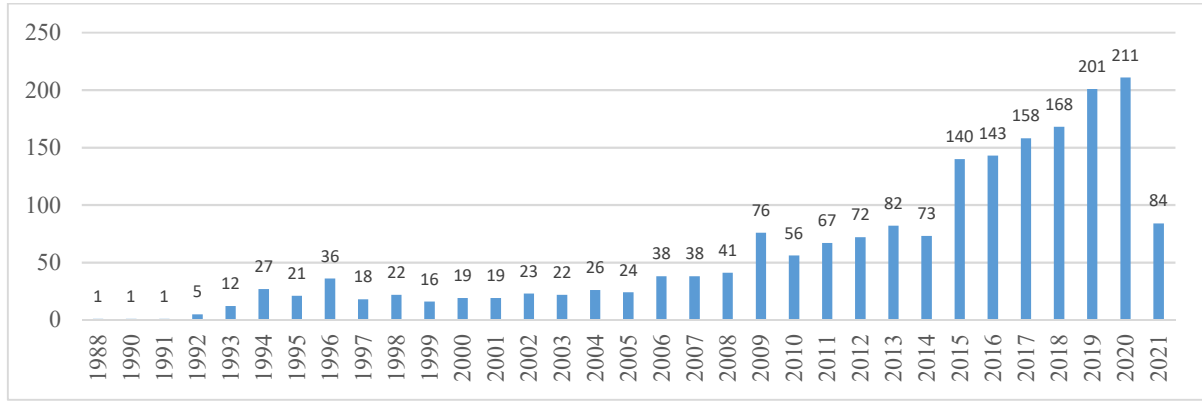
Bibliyometri, bilimetre, informetre, webometre gibi yöntemler ve bu yöntemler kapsamında kullanılan teknikler, literatürdeki belirli bir konunun temel kalıplarını, farklı konular ve alanlar ile bağlantı noktalarını ve demografik unsurlarını ortaya çıkarmaya yönelik faaliyetleri içermektedir. Geçmişte ortaya atılmış olan teoriler ve bu teorilerin yararlandıkları araç ve teknikler ortak olsa bile, analizler kapsamındaki odak konuları ve boyutlarda farklılıklar mevcuttur (Hood ve Wilson, 2001; Björneborn ve Ingwersen, 2004; Al, 2008; Yang ve Yuan, 2017). Bilimetre çalışmalarında, yazarlar, anahtar kelimeler ve atıflara ilişkin olarak farklı metriklerle özet istatistikleri verilmektedir. Özet istatistiklerinin yanı sıra, ortak yazarlık, ortak atıf, ortak anahtar kelimeler gibi ilişkileri, zaman ve kümelenme kapsamında ileri veri analizlerinin sonuçları, ağ ve yoğunluk görselleriyle sunulabilmektedir. Bu noktada, ağ modelleri ve metin analitiğinden yararlanılmaktadır (Hosseini ve diğerleri, 2018). Bu tür çalışmalarda, WoS, Scopus ve PubMed gibi bilimsel veri tabanları tarafından sağlanan bibliyometrik veriler yaygın bir biçimde kullanılır. Garfield (2009) yılında yaptığı çalışmada, bilimetre yöntemlerinin tarihsel gelişimini kronolojik yapıda detaylı bir biçimde anlatmıştır.

Ön işlemler ve analizler için Oracle veri tabanı, PHP programlama dili, VOSviewer ve MS Excel gibi farklı uygulama ortamlarından faydalanılmıştır. Veri tabanından elde edilen WoS (Clarivates Analytics) raporları ve sorgulama sonuçları, araştırma konusu olan alandaki demografik dokuyu incelemek için kullanılmıştır. İleri veri analizleri kapsamında, araştırma konusu olan alanın kaynak perspektiflerini açığa çıkarmak, veri seti içindeki atıf ilişkilerini ve kullanılan referanslar üzerinden ortak atıf ilişkilerini, özellikle makalelerin yayınlandığı dergiler üzerinden sunabilmek amacıyla, kümeleme analizleriyle bütünlük ağ modelleri geliştirilmiştir. Bu analizler öncelikle, düz metin olarak çekilen ham veri setini, metin analitiği kullanarak bölümlenmekte, ağ analizlerinde kullanılan metrikler üzerinden ağ görselini oluşturmada, ortaklık düzeyleri ve benzerlikler üzerinden kümelemektedir. Dolayısıyla, ortaya çıkan bir ağ görselinde aslında birden fazla boyutta, hatta zaman boyutuyla birlikte, bilgi sunulmaktadır. Bu analizleri gerçekleştirmek için VOSviewer yazılımından ve bu yazılım içerisinde çalışan kümeleme tabanlı ağ çıkarım algoritmasından yararlanılmıştır (Waltman ve diğerleri, 2013; Waltman ve diğerleri, 2010; van Eck ve diğerleri, 2009).

## 4. BULGULAR

Veriler üzerinde yapılan ilk özetleme ve görselleştirme işlemi, yayınların yıllara göre dağılımını çıkarmak ve alanın genel literatürdeki konumunu belirleyebilecek metrikleri hesaplamak olmuştur. Şekil 1, 1941 makalenin dağılımını vermekte olup, bu kapsamdaki yayınların artan bir eğilime sahip olduğu, bir başka deyişle, konunun güncelliğini koruduğu görülmektedir. Özellikle 2014 yılından sonraki artış görece daha büyük eğimlerle gerçekleşmiştir. Son yıla ait frekans değerinin düşük olması, doğal olarak, yılın sadece ilk iki-üç aylık periyoduna yansıyan çalışmaların analiz kapsamında yer almasından dolayıdır.

Araştırmacılar ve uygulamacılar yayın taraması yaparken, özellikle yalın üretim gibi binlerce çalışmanın var olduğu bir yayın portföyü içerisinde, bir başlangıç noktası bulmakta zorlanabilirler. Bu doğrultuda izlenecek yollardan biri, seçilen alana en çok katkıyı veren yazarlara ulaşmaktır. Burada nesnel göstergeler izlemekte yine fayda vardır. WoS raporlama aracının ürettiği sonuçlara göre, veri setinde yer alan araştırma makaleleri, kendi kendine yapılan atıflar hariç, 20319 makale tarafından referans olarak kullanılmıştır ve alınan toplam atıf sayısı 37406'dır. Bu portföyde yer alan makale başına düşen atıf sayısı 24,51 gibi genel eğilimlere göre ortalamanın üzerinde bir değerdir. Oluşan bu makale portföyünün mevcut literatürdeki konumu bilimetre ölçeklerinden olan H-endeksine (Hirsch, 2005) göre ölçülebilir, yalın üretim literatürünün WoS veritabanına göre değeri 95 olarak ölçülmüştür ve bu yüksek değer, alanda yapılan çalışmaların hacminin büyüklüğüne ve literatürde yarattığı etkiye işaret etmektedir.



Şekil 1. Yıllara göre yayın sayıları

Yayınlanan toplam makale sayısı, toplam atıf sayısı, makale başına düşen atıf sayısı, H-endeksi ve veri setindeki temsiliyet oranı gibi değerler bu açıdan kılavuz göstergeler olarak benimsenebilir. Yalın üretim kavramı çevresinde toplanan veriler ışığında bu göstergeleri içeren özet bilgiler Tablo 1'de düzenlenmiştir.

Tablo 1. Literatüre en fazla katkıda bulunmuş ilk 25 yazar

Sıra	Yazar İsmi	Ülke	N	C	MBAA	H	TYPIÖ (%)
1	Tortorella, G.L.	Brezilya	29	665	22,93	14	1,49
2	Vinodh, S.	Hindistan	28	920	32,86	18	1,44
3	Saurin, T.A.	Brezilya	18	638	35,44	12	0,92
4	Garza-Reyes, J.A.	İngiltere	17	311	18,29	10	0,87
5	Marodin, G.A.	Brezilya	13	537	41,31	11	0,67
6	Braglia, M.	İtalya	12	269	22,42	7	0,61
7	Godinho, M.	Brezilya	12	145	12,08	7	0,61
8	Kumar, S.	Hindistan	11	122	11,09	6	0,56
9	Kumar, V.	İngiltere	11	161	14,64	8	0,56
10	Tortorella, G.	Brezilya	11	191	17,36	7	0,56
11	Durmusoglu, M.B.	Türkiye	9	95	10,56	5	0,46
12	Moyano-Fuentes, J.	İspanya	9	204	22,67	6	0,46
13	Alarcon, L.F.	Şili	8	194	24,25	7	0,41
14	Ghobakhloo, M.	İran	8	164	20,5	6	0,41
15	Jain, R.	Hindistan	8	286	35,75	8	0,41
16	Yang, T.H.	Tayvan	8	140	17,5	6	0,41
17	Sawhney, R.	ABD	7	62	8,86	5	0,36
18	Antony, J.	İskoçya	7	439	62,71	6	0,36
19	Asokan, P.	Hindistan	7	136	19,43	6	0,36
20	Chiarini, A.	İtalya	7	218	31,14	5	0,36
21	Fortuny-Santos, J.	İspanya	7	56	8	3	0,36
22	Garcia-Alcaraz, J.L.	Meksika	7	30	4,29	2	0,36
23	Rafique, M.Z.	Pakistan	7	29	4,14	3	0,36
24	Sahoo, S.	Hindistan	7	60	8,57	4	0,36
25	Wickramasinghe, G.L.D.	Sri Lanka	7	82	11,71	5	0,36

\*N= Makale Sayısı, C: Aldığı Atıf Sayısı, MBAA: Makale Başına Alınan Atıf, H: H-Endeks, TYPIÖ: Toplam Yayın Portföyü İçerik Oran

Literatüre ürettiği makale konusunda en fazla katkı sağlayan ilk üç yazar Brezilya'dan 29 makale ile Tortorella, G. L.; Hindistan'dan 28 makale ile Vinodh, S. ve Brezilya'dan 18 makale ile Saurin, T. A. olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu tabloya göre kişi bazında yalın üretim anlayışı ile ilgili çalışma yapan akademisyenler Hindistan ve Brezilya'da yoğunlaşmaktadır.

Araştırma yoğunluğu, kişi düzeyinin yanı sıra ülke düzeyinde de değerlendirilebilir ve ülke boyutunda seçilen alan literatürüne en çok katkı sağlayan ülkeler için, örneğin yayın sayısı bakımından, bir sıralama yapılabilir. Hatta ülke bazında özetlenen bu bilgilere iş birliği yaptıkları diğer ülkeler ve ilgili ülkelerde ön plana çıkan kurumlar da eklenerek, çok boyutlu bir inceleme fırsatı yaratılabilir. Tablo 2 bu hedefe yönelik

bulgular elde etmek için, veri seti üzerinde geliştirilen sorgular aracılığıyla oluşturulmuştur. Kişi yerine ülke bazında bu konuya katkı verme durumu incelendiğinde ise Tablo 1'dekinden farklı bulgular ile karşılaşılmaktadır. Farklı ülkelerden pek çok farklı araştırmacı olsa da veri setinde yer alan makalelerin %95,26'sinin dili İngilizce'dir ve ardından çok daha küçük oranlarda Almanca, İspanyolca, Portekizce gelmektedir.

**Tablo 2. Literatüre en fazla katkı sunan ilk 20 ülke**

Sıra	Ülke	EFÇÜ	En Üretken Üniversitesi	N	TYPIÖ (%)
1	ABD	Brezilya (24)	Universidade Federal De Santa Catarina (15)	398	20,50
2	İngiltere	ABD (17)	University of Derby (17)	189	9,73
3	Hindistan	İngiltere (10)	National Institute of Technology System (55)	173	8,91
4	Brezilya	ABD (24)	Universidade Federal De Santa Catarina (48)	168	8,65
5	İtalya	Hollanda (5)	Polytechnic University of Milan (15)	102	5,25
6	İspanya	Meksika (7)	Universitat Politècnica De Valencia (17)	96	4,94
7	Çin	ABD (10)	Tianjin University (8)	82	4,22
8	Almanya	İngiltere, İsviçre, ABD (3)	Helmholtz Association (5); Karlsruhe Institute of Technology (5); Technical University of Munich (5)	80	4,12
9	İsveç	ABD (6)	Linköping University (20)	75	3,86
10	Avustralya	ABD (6)	Monash University (9)	65	3,34
11	Malezya	İran (8)	Universiti Teknologi Malaysia (10)	57	2,93
12	Kanada	ABD (8)	University of Alberta (10)	56	2,88
13	Türkiye	ABD (6)	Istanbul Technical University (13)	46	2,37
14	Hollanda	İtalya (5)	University of Groningen (18)	45	2,31
15	Fransa	ABD (7)	Hesam Universite (7)	41	2,11
16	İran	Malezya (8)	Islamic Azad University (15)	39	2,00
17	Tayvan	Çin (5)	Chung Yuan Christian University (9); National Cheng Kung University (9)	39	2,00
18	Galler	İngiltere (15)	Cardiff University (31)	38	1,95
19	Rusya	Kazakistan, Ukrayna, Çekya, Letonya (1)	Kazan Federal University (10)	37	1,90
20	Meksika	Brazil, Spain (7)	Universidad Autonoma De Ciudad Juarez (13)	36	1,85

\* N= Makale Sayısı, TYPIÖ: Toplam yayın portföyü içi oran (%)

Analiz kapsamına alınan veri setindeki makaleler, 93 farklı ülkeden yazar tarafından literatüre kazandırılmıştır. Tablo 2'de, makale sayısına göre yapılan sıralamada ilk 20'de yer alan ülkeler gösterilmektedir. Kişi bazında bakıldığında ABD kökenli yazarlar listenin alt sıralarındayken, ülke bazında yayın sayıları incelendiğinde ABD'nin açık ara önde olduğu görülmektedir. Bu tablodaki değerlere göre yalın üretim anlayışı ile ilgili olarak literatüre en fazla katkı sağlayan ülkeler 398 makale ile ABD, 189 makale ile İngiltere ve 173 makale ile Hindistan'dır. Türkiye, Tablo 2'de 46 makaleyle 13. sırada yer almaktadır. Türkiye adresli 46 makalenin H-endeksi 15, ortalama atıf sayısı 11,93, aldığı atıf sayısı 549 olarak ayrıca incelenmiştir. Türkiye'deki yükseköğretim kurumlarında görev yapan araştırmacıların bu alanda en çok yayın yaptıkları dergiler, International Journal of Advanced Manufacturing Technology (6), Tekstil ve Konfeksiyon (5), International Journal of Production Research (4), Journal of Manufacturing Technology Management (4), Assembly Automation (2), International Journal of Industrial Engineering Theory Applications and Practice (2), International Journal of Mathematical Engineering and Management Sciences (2) olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu konuda çalışma yapan kurumlar ise 13 makale ile İstanbul Teknik Üniversitesi, altışar makale ile Ege ve Marmara Üniversiteleri, dörder makale ile Başkent ve Yaşar Üniversiteleridir. Toplamda üretilen 46 araştırmanın bazılarının uluslararası iş birliği çerçevesinde gerçekleştiği görülmektedir. Buna göre, iş birliği yapılan ülkeler, ABD (6), İngiltere (2), Letonya (1) olarak gözlenmiştir. University of Arkansas Little Rock, University of Arkansas Fayetteville, Eastern Connecticut State University, Massachusetts Institute of Technology, Newcastle University, Northumbria University, University of Plymouth, Western New England University, üniversiteleri ise yalın üretim konusunda Türkiye adresli araştırmacıların ortak çalışma yapmak için tercih ettiği kurumlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca Türkiye adresli 46 makale, araştırma alanlarına göre; mühendislik (32), otomasyon kontrol sistemleri (8), malzeme bilimi (8), yönetime araştırması yönetim bilimi (8), işletme ekonomisi (6), matematik (3), bilgisayar bilimleri (2), eğitim, eğitim araştırmaları (1), çevre bilimleri, ekoloji (1), bilim teknolojisi diğer konular (1), tarım (1), sosyal bilimler diğer konular (1), mimarlık (1), sosyoloji (1) şeklinde sıralanmaktadır. Çalışmaların yoğunlaştığı alanların küresel yalın üretim çalışmaları ile ana hatlarıyla benzerlik taşıdığı ifade edilebilir.

Ülkeler, iş birlikleri ve kurumlar boyutunda elde edilen bilgiler, bu alanda yurt dışında eğitim alarak ya da iş birliği yaparak kendini geliştirmek isteyen uygulamacılar ve araştırmacılar için çok değerli bilgiler sunmaktadır. Tablo 2'de öne çıkan kurumlara değinilmişti, bu liste ilk 25 kurumu gösterecek şekilde genişletilebilirse (Tablo 3), bu bağlamda daha fazla seçenek oluşturulabilir.

**Tablo 3. Literatüre ilgili alanda en fazla katkı sunan ilk 25 kurum/üniversite/enstitü**

Sıra	Üniversite / Enstitü	Ülke	N	H	C	AO	TYPİO (%)
1	National Institute of Technology System	Hindistan	55	24	1.582	28,76	2,83
2	Universidade Federal De Santa Catarina	Brezilya	48	15	923	19,23	2,47
3	Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul	Brezilya	41	19	1.005	24,51	2,11
4	Cardiff University	Galler	31	19	3.042	98,13	1,59
5	National Institute of Technology Tiruchirappalli	Hindistan	28	17	844	30,14	1,44
6	Universidade Federal De Sao Carlos	Brezilya	21	8	181	8,62	1,08
7	Linköping University	İsveç	20	13	748	37,4	1,03
8	University of Groningen	Hollanda	18	11	507	28,17	0,92
9	Universitat Politecnica De Valencia	İspanya	17	3	159	9,35	0,87
10	University of Derby	İngiltere	17	10	311	18,29	0,87
11	University of Warwick	İngiltere	16	13	818	51,13	0,82
12	University of West England	İngiltere	16	12	278	17,38	0,82
13	Cranfield University	İngiltere	15	9	372	24,8	0,77
14	Islamic Azad University	İran	15	7	196	13,07	0,77
15	Polytechnic University of Milan	İtalya	15	10	500	33,33	0,77
16	University of Pisa	İtalya	15	7	276	18,4	0,77
17	Norwegian University of Science Technology	Norveç	14	8	502	35,86	0,72
18	Universidade Do Minho	Portekiz	14	5	120	8,57	0,72
19	University of Cambridge	İngiltere	14	13	1.483	105,93	0,72
20	Indian Institute of Technology System	Hindistan	13	7	317	24,38	0,67
21	Instituto Federal Do Rio Grande Do Sul	Brezilya	13	10	447	34,38	0,67
22	Istanbul Technical University	Türkiye	13	6	139	10,69	0,67
23	Universidad Autonoma De Ciudad Juarez	Meksika	13	4	51	3,92	0,67
24	University of Michigan	ABD	13	10	868	66,77	0,67
25	University of North Carolina	ABD	13	8	712	55,77	0,67

\*EFÇÜ: En Fazla Çalıştığı Ülke, N= Makale Sayısı, H: H-Endeks, C: Aldığı Atıf Sayısı, AO: Atıf Ortalaması, TYPİO%: Toplam yayın portföyü içi oran (%)

Bu alana en çok katkı veren ilk beş kurum 55 makale ile National Institute of Technology System, 48 makale ile Universidade Federal De Santa Catarina, 41 makale ile Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul, 31 makale ile Cardiff University, 28 makale ile ise National Institute of Technology Tiruchirappalli olarak karşımıza çıkmaktadır. Ülke sıralamasında üçüncü ve dördüncü sırada yer alan Hindistan ve Brezilya'nın, yükseköğretim kurumları sıralamasında yalın üretim konulu çalışmalarda ön sıralarda yer aldıkları ve bu ülkelerdeki araştırmacıların bu yalın üretim konusuna yoğun ilgi gösterdiği görülmektedir. Türkiye'den İstanbul Teknik Üniversitesi'nin 13 makale, 139 atıf ve 10,69 atıf ortalaması ile yalın konusunda dünyada en fazla katkı sunan ilk 25 kurum arasında 22. sırada yer bulmuştur.

Yayınlanan araştırmalar, WoS veri tabanında farklı araştırma alanlarında gruplandırılmaktadır. Bir yayın birden fazla alan içerisinde de yer alabilir. Buradan elde edilecek özet istatistikler, araştırmacıya literatür özeti çıkarma aşamasında yardımcı olacaktır. 1941 makalenin seçilen araştırma alanları içerisindeki dağılımı, minimum 10 yayın kriterine göre süzülerek, Tablo 4'te sunulmuştur. Üst sıralarda mühendislik, işletme ekonomisi, yönelem araştırması gibi başlıkların üstünlüğü, yalın üretimin kapsamının doğal bir sonucudur. Bu alanların yanı sıra, üst sıralarda, malzeme bilimi, çevre bilimi, psikoloji, eğitim ve sosyal bilimlerin diğer alanları görülmektedir. Bu noktada, yalın üretim kavramının yalın düşünce kavramına dönüşerek, sosyal bilimlerin alt konularında da yer bulduğu göze çarpan bir bulgudur.

**Tablo 4. Makalelerin araştırma alanlarına göre dağılımı**

Sıra	Araştırma Alanı	N	TYPIÖ (%)	Sıra	Araştırma Alanı	N	TYPIÖ (%)
1	Mühendislik	99	51,41	13	Eğitim, Eğitim Araştırmaları	20	1,03
2	İşletme Ekonomisi	70	36,52	14	Metalürji Malzeme Mühendisliği	19	0,97
3	Yöneylem Araştırması	41	21,27	15	Matematik	18	0,92
4	Yönetim Bilimi	3		16	Sosyoloji	18	0,92
4	Bilgisayar Bilimi	12	6,59	17	Kimya	16	0,82
5	Bilim Teknoloji Diğer Başlıklar	99	5,10	18	Sağlık Bilimleri Hizmetleri	15	0,77
6	Çevre Bilimi, Ekoloji	89	4,58	19	Coğrafya	14	0,72
7	Otomasyon Kontrol Sistemleri	74	3,81	20	Fizik	13	0,67
8	Malzeme Bilimi	60	3,09	21	Robotik	12	0,61
9	Yapı ve İnşa Teknolojisi	35	1,80	22	Ormancılık	11	0,56
10	Psikoloji	29	1,49	23	Eczacılık, İlaç	11	0,56
11	Sosyal Bilimler Diğer Konular	27	1,39	24	Telekomünikasyon	10	0,51
12	Yapı ve İnşa Teknolojisi	21	1,08				

N= Makale Sayısı, C: Aldığı Atıf Sayısı, TYPIÖ: Toplam yayın portföyü içi oran (%)

Bibliyometri kapsamında yapılan analizlerde kullanılan boyutlardan biri de dergilerdir. Bu alanda hangi dergilerin öne çıktığı, bu dergilerin toplam portföy içerisindeki konumu literatür araştırmalarında kolaylaştırıcı bir rol oynamaktadır. Bu bilgiler aynı zamanda, yapılan yeni araştırmanın yayınlanması aşamasında yazarlara yol göstermektedir. Bu amaçla, yalın üretim anlayışı ile ilgili makalelerin en fazla yayınlandığı dergilere ait bilgiler, makale sayısı ve yüzde oranlarına göre özetlenerek, öne çıkan ilk 15 dergi sunulmuştur (Tablo 5). Bu tabloda yayın sayılarının ve oranlarının yanı sıra, dergilere ait atıf sayıları, beş yıllık etki değerleri, araştırma alanı ve H-endekslerine yer verilmiştir. Dergi incelemesi yapılırken bu göstergeler birlikte değerlendirilmelidir.

Tablo 4'teki sonuçlar ile uyumlu olarak burada üretim, yöneylem, üretim ekonomisi, üretim planlama ve kontrolü gibi başlıkları içeren dergiler üst sıralarda yer almaktadır. Buna göre, yalın üretim konusu ile ilgili en çok makale basılan dergi 120 makale ile "International Journal of Production Research" iken, bunu 80 makale ile "Production Planning and Control" ve 66 makale ile "International Journal of Operations and Production Management" dergileri izlemektedir.

Literatür araştırması sürecinde, büyük portföyleri tararken gözetilebilecek önceliklendirme ölçütlerinden biri de atıf sayısıdır. Zaman boyutuyla ilişkili olmak üzere, yüksek atıf sayısına ulaşan çalışmalar, ilgili alanda en çok yararlanılan kaynaklar arasındadır. Dolayısıyla, bu boyutta yapılacak analizler, ele alınacak makaleleri sıralamak için kolaylaştırıcı olmaktadır. Üzerinde çalışılan veri seti için en fazla atıf alan çalışmalar Tablo 6'da özetlenmiştir. Buna göre, yalın üretim konusunda ilk sırada 1226 atıf ile Shah ve Ward (2003) gelmektedir. Bu çalışmada, Shah ve Ward yalın uygulamalarını inceleyerek tesisin yaşı, şekli, sürekli iyileştirme programları, çevrim süresini azaltma, yeni ekipman ve teknolojiler, çevik üretim sistemleri, planlama ve çizelgeleme stratejileri, kalite iyileştirme çalışmaları, tam zamanında üretim, hücresel imalat, toplam kalite yönetimi, önleyici bakım, güvenlik iyileştirme programları, çekme sistemleri gibi kavramlar arasındaki ilişkileri Spearman sıra korelasyonu ile tespit etmeye çalışmıştır.

Bahsi geçen bu unsurlar ile ilgili olarak temel bileşenler analizi vasıtasıyla tam zamanında üretim, toplan üretken bakım, toplam kalite yönetimi ve insan kaynakları yönetimi grupları altında toplamak amacıyla faktör analizi gerçekleştirmiştir. Yine aynı unsurları tesisin yaşı ve büyüklüğü ile değerlendirerek yalın uygulamaları üzerindeki etkisini araştırmıştır. Buna göre köklü ve büyük firmaların yalın üretim kapsamında kullanılabilecek yukarıda kısaca ifade edilen 20 alt unsuru kullanmalarının daha olası olduğunu tespit etmiştir.

1208 atıf ile ikinci sırada yer alan Zhu ve Sarkis (2004) çalışmalarını Çin'deki sanayi işletmeleri üzerinde gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmada, yeşil tedarik zinciri uygulamaları ve performansı ile kalite yönetimi, tam zamanında üretim ve yalın üretim arasındaki ilişkiler ve birbirleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

En çok atıf alan Shah ve Ward'un 2007 yılında aynı dergide basılan bir başka çalışmaları da 932 atıf ile listede üçüncü sırada yer almaktadır. Çalışma kapsamında, öncelikle sürekli iyileştirme programları, kurulum (hazırlık) süresini azaltma, çekme sistemi, kanban, sürekli akış, hücresele üretim, istatistiksel süreç kontrolü, işgören eğitimi, işgören katılımı, önleyici bakım, tedarikçilere tam zamanında teslim, tedarikçi ilişkileri, tedarikçi katılımı, müşteri odaklı olma, müşteri katılımı gibi kavramların literatürde tam zamanında üretim, toplam kalite yönetimi, toplam üretken bakım ve yalın ana başlıklarından hangisi veya hangileri altında incelendiği araştırılmıştır. Bu inceleme ve faktör analizleri sonucunda, yalın üretim kavramının on temel boyutu belirlenmiştir. Bu temel boyutlar; tedarikçilerin performansına ilişkin geri bildirim sağlama, tedarikçilere tam yerinde tam zamanında teslimat, tedarikçileri geliştirme, müşteriler ve onların ihtiyaçlarına odaklanma, çekme sistemi, sürekli akış, farklı müşteri istek ve ihtiyaçlarına yönelik olarak aynı makinede farklı bir ürün üretmek için yapılması gereken ayar vb. hazırlık süresini azaltma, ekipman kullanım oranlarını arttırabilmek amacıyla yönelik olarak toplam üretken/önleyici bakım faaliyetleri, her bir üretim sürecinin kendinden önce gelen süreçten hatasız parça veya yarı mamul almasını temin etmek amacıyla istatistiksel süreç kontrolü uygulamaları ve problemlerin çözümünde çalışanların katılımı şeklinde tespit edilmiştir. Bu temel boyutların desteğiyle, yalın üretim kavramı konusundaki kafa karışıklığını ve tutarsızlığını gidermek amacıyla bir ölçek oluşturulmuştur (Shah ve Ward, 2007).

714 atıf alan Naylor ve diğerleri (1999) bir bilgisayar üreticisi firmanın tedarik zinciri ile ilgili olarak yalın ve çevik kavramları arasındaki benzerlik ve farklılıkları irdelemiştir. 725 atıf alan Hines ve diğerleri (2004) çalışması yalın üretimin gelişim sürecini ve bir firmada uygulanmasının hangi aşamalardan geçtiğini açıklamışlardır.

528 atıf alan Holweg (2007), yalın kavramının tarihsel gelişimini açıklamıştır. Cooper (2008), altı sigma ve yalın üretim kavramlarının yenilikçilik, yeni ürün geliştirme ve pazara yeni ürün sürme konusundaki yerini değerlendirmiştir. Buna göre, yalın üretim kapsamında önemli bir yer tutan değer akış analizinin yeni ürün geliştirme sürecinde kullanılabileceği düşünülmektedir.

Krafçik (1988), yeni teknolojilerin uygulanması, imalat stratejileri ve insan kaynakları yönetimine ilişkin bütünlük bir yaklaşımının gücünü vurgulamıştır. Yaptığı araştırma sonucunda elde ettiği bulgular yalın tesislerin kalite, verimlilik ve ürün çeşitliliğini eş zamanlı olarak gerçekleştirebildiğini göstermiştir.

King ve Lenox (2001), çevreye duyarlılık ile yalın arasındaki ilişkiyi ortaya koymuş ve çalışma kapsamında toplanan veriler ışığında yalın kapsamında atık azaltma faaliyetleri nedeniyle çevre performansı açısından tamamlayıcı bir etkisi olduğunu bulmuşlardır.

Yang ve diğerleri (2011), yalın üretim uygulamaları ile çevreye duyarlılık arasındaki ilişkileri tespit etmeye çalışmışlardır. İlişkilerin ortaya çıkarılması amacıyla yapısal eşitlik modellemesi tekniğinden yararlanmışlardır.

Abdulmalek ve Rajgopal (2007), çelikhanede yalın üretim tekniklerini kullanmışlardır. Yalın üretim tekniklerini hayata geçirebilmek için ilk olarak mevcut durumun değer akış haritasını çıkarmışlar ve değer yaratan faaliyetler ile değer yaratmayan faaliyetleri ayrıştırarak çözüm önerileri geliştirmişler ve öneriler sonrası için gelecek durum değer akış haritası hazırlamışlardır. Bu yalın uygulaması öncesi verileri toplayarak yalın uygulama öncesindeki durum ile yalın uygulama sonrası durumu karşılaştırmışlardır. Bu karşılaştırma sonucunda yalın uygulamaların özellikle yarı mamul stoklarının azaltılması konusundaki potansiyelini tespit etmişlerdir.

Bozarth ve diğerleri (2009), yedi farklı ülkede 209 tesisten elde edilen verilerle tedarik zinciri yapısındaki karmaşıklığın imalat işletmelerinin performansına etkisini araştırmışlar ve yalın üretim ile esneklik kavramı arasındaki bağlantıyı kurmaya çalışmışlardır. Narasimhan ve diğerleri (2006) yılında yaptıkları çalışmada, yalın uygulamaları olan, çevik üretim yapan ve bu konulardan zayıf olan imalat tesislerini sektörel bazda karşılaştırarak analizler gerçekleştirmişlerdir.

**Tablo 5. İlgili konuda en fazla yayın yapılan ilk 15 dergi**

Sıra	Dergi	Yayınçı Ülke	Araştırma Alanı	5YED	N	TYPiO (%)	C	MBAS	H
1	International Journal of Production Research	İngiltere	Mühendislik; Yöneylem Araştırması ve Yönetim Bilimi	4,145	120	6,18	5.035	41,96	42
2	Production Planning Control	İngiltere	Mühendislik; Yöneylem Araştırması ve Yönetim Bilimi	3,930	80	4,12	1.763	22,04	22
3	International Journal of Operations Production Management	İngiltere	İşletme ve Ekonomi	5,676	66	3,40	4.542	68,82	35
4	Journal of Manufacturing Technology Management	İngiltere	Mühendislik; İşletme ve Ekonomi	-	59	3,04	1.085	18,39	21
5	International Journal of Lean Six Sigma	İngiltere	Mühendislik; İşletme ve Ekonomi	-	58	2,98	459	7,91	13
6	International Journal of Advanced Manufacturing Technology	İngiltere	Otomasyon ve Kontrol Sistemleri; Mühendislik	2,925	51	2,62	1.260	24,71	22
7	International Journal of Production Economics	Hollanda	Mühendislik; Yöneylem Araştırması ve Yönetim Bilimi	6,205	50	2,57	3.517	70,34	27
8	Journal of Cleaner Production	İngiltere	Bilim ve Teknoloji- Diğer Konular; Mühendislik, Çevre Bilimleri ve Ekoloji	7,491	37	1,90	1.845	49,86	20
9	Total Quality Management Business Excellence	İngiltere	İşletme ve Ekonomi	2,498	28	1,44	392	14,00	11
10	Benchmarking an International Journal	İngiltere	İşletme ve Ekonomi	-	25	1,28	260	10,40	10
11	International Journal of Productivity and Performance Management	İngiltere	İşletme ve Ekonomi	-	24	1,23	230	9,58	9
12	Sustainability	İsviçre	Bilim ve Teknoloji - Diğer Konular; Mühendislik; Çevre Bilimleri ve Ekoloji	2,798	22	1,13	142	6,45	5
13	Assembly Automation	İngiltere	Otomasyon ve Kontrol Sistemleri; Mühendislik	1,896	18	0,92	236	13,11	10
14	Economic and Industrial Democracy	İngiltere	İşletme ve Ekonomi	2,076	16	0,82	236	14,75	10
15	Supply Chain Management an International Journal	İngiltere	İşletme ve Ekonomi	7,207	16	0,82	1.011	63,19	13

\*N= Makale Sayısı, 5YED: 5 Yıllık Etki Değeri, C: Aldığı Atıf Sayısı, MBAS: Makale Başına Atıf Sayısı, TYPiO%: Toplam yayın portföyü içi oran (%), H: H-Endeks,



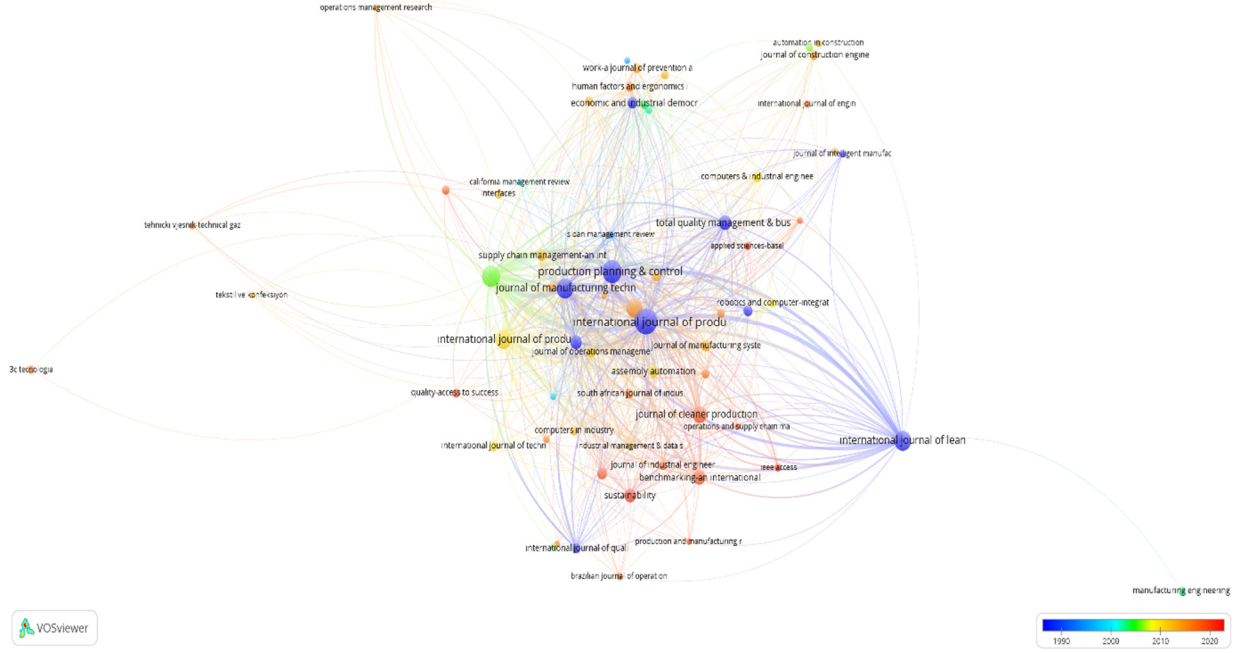
Tablo 6. İlgili konuda en fazla atıf alan ilk 15 makale

Sıra	Makale Adı	Dergi Adı	5YED	Yıl	Yazarlar	YS	C
1	Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance	Journal of Management	10,064	2003	Shah, R.; Ward, P.T.	2	1.226
2	Relationships between operational practices and performance among early adopters of green supply chain management practices in Chinese manufacturing enterprises	Journal of Management	10,064	2004	Zhu, Q.H.; Sarkis, J.	2	1.208
3	Defining and developing measures of lean production	Journal of Management	10,064	2007	Shah, R.; Ward, P.T.	2	932
4	Learning to evolve - A review of contemporary lean thinking	International Journal of Operations & Production Management	5,676	2004	Hines, P.; Holwe, M.; Rich, N.	3	725
5	Leagility: Integrating the lean and agile manufacturing paradigms in the total supply chain	International Journal of Production Economics	6,205	1999	Naylor, J.B.; Naim, M.M.; Berry, D.	3	714
6	Perspective: The Stage-Gate (R) idea-to-launch process-update, what's new, and NexGen systems	Journal of Product Innovation Management	7,057	2008	Cooper, R.G.	1	533
7	The genealogy of lean production	Journal of Operations Management	10,064	2007	Holweg, M.	1	528
8	Triumph of The Lean Production System	Sloan Management Review	-	1988	Krafçık, F.	1	496
9	Lean and green? An empirical examination of the relationship between lean production and environmental performance	Production and Operations Management	3,740	2001	King, A.A.; Lenox, M.J.	2	465
10	Impact of lean manufacturing and environmental management on business performance: An empirical study of manufacturing firms	International Journal of Production Economics	6,205	2011	Yang, M.G.; Hong P.; Modi S.B.	3	461
11	Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study	International Journal of Management Science	6,205	2007	Abdulmalek, F.A.; Rajgopal, J.	2	444
12	The impact of supply chain complexity on manufacturing plant performance	Journal of Operations Management	10,064	2009	Bozarth, C.C.; Warsing, D.P.; Flynn, B.B.; Flynn, E.J.	4	339
13	Disentangling leanness and agility: An empirical investigation	Journal of Operations Management	10,064	2006	Narasimhan, R.; Swink, M.; Kim, S.W.	3	308
14	Lean in healthcare: The unfilled promise?	Social Science & Medicine	4,241	2012	Radnor, Z.J.; Holweg, M.; Waring, J.	3	307
15	Product variety and manufacturing performance: evidence from the international automotive assembly plant study.	Management Science	5,467	1996	MacDuffie, J.P.; Sethuraman, K.; Fisher, M.L.	3	296

5YED: 5 Yıllık Etiki Değeri, YS: Yazar Sayısı, C: Aldığı Atıf Sayısı



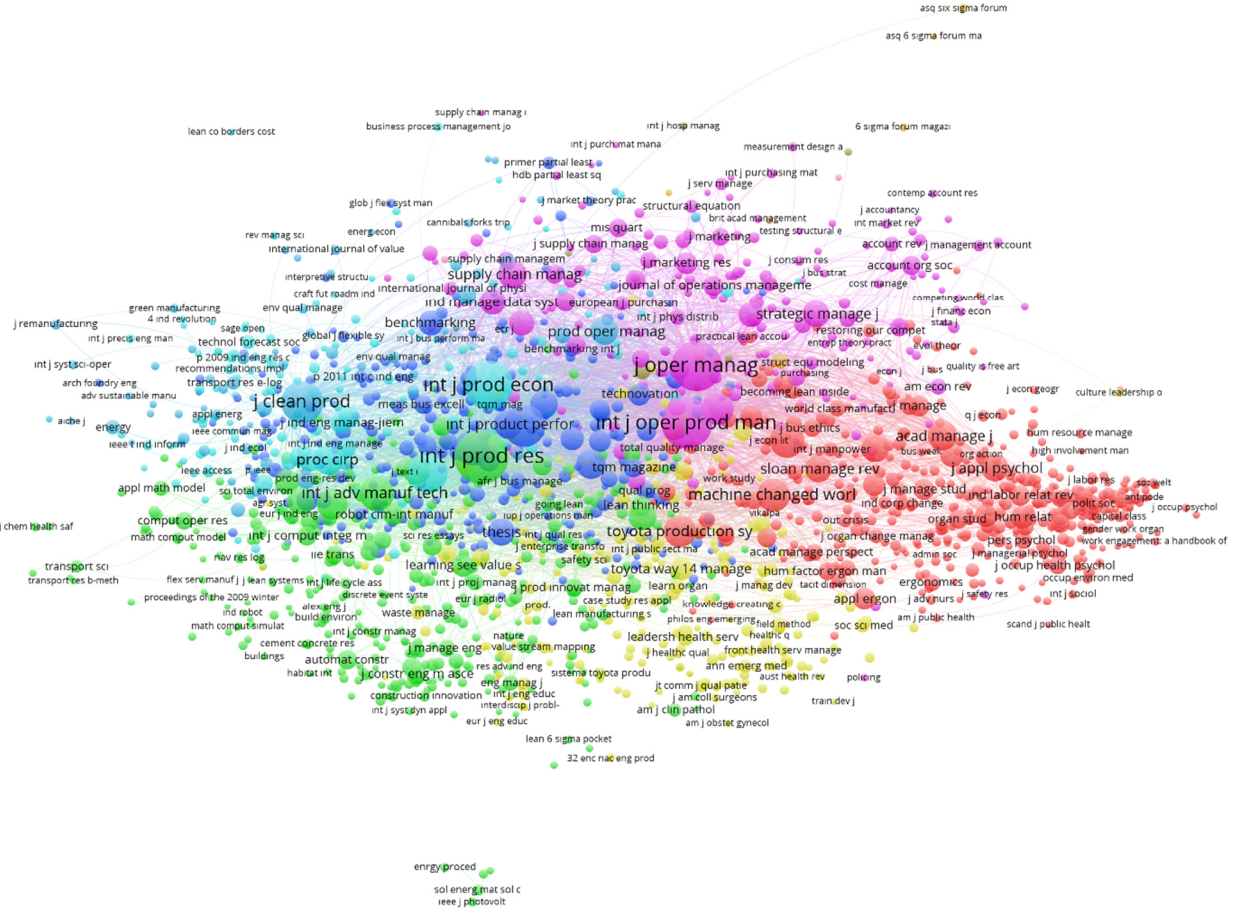
Ağdaki dairelerin büyüklüğü derginin atıf yoğunluğunu, çizgiler atıf ilişkilerini, yakınlık ve uzaklıklar yine ilişki yoğunluğunu, renkler ise diğer boyutlarla birlikte yapılan kümeleme sonucunda aynı kümeye düşen dergileri temsil etmektedir. Şekil 2'deki kümeler incelendiğinde, ayrımların, meslek alanlarında ve uygulama alanlarında yoğunlaştığı gözlemlenmiştir. Ağın çekirdeğinde ya da merkezinde “Production Planning and Control”, “International Journal of Production Research” ve “International Journal of Production and Operations Management” gibi dergilerin olduğu ve bu dergilerin diğer dergilere ana referans makaleleri sağladığı görülmektedir. Daha geçmiş yıllarda yayınlanan çalışmaların literatürde etkili olması durumunda çok daha yüksek atıf sayılarına ulaşması olağan bir durumdur. Şekil 2'deki ağ görselinde renkler, dergilerin kümeleneşmesi için kullanıldığından, bu alandaki atıf performanslarının eskiden beri var olup olmadığını, ya da bir derginin bu alana kaç yıldır katkı verdiğini ayırt etmek mümkün olmamaktadır.



**Şekil 3. Makaleler arasındaki atıf ilişkilerinde zaman boyutu (minimum beş yayın)**

Kümeleme ölçütlerine zaman boyutu eklendiğinde bu bilgiye ulaşmak mümkün olabilmektedir. Bu amaca yönelik olarak elde edilen Şekil 3, Şekil 2'deki ilişkilere ek olarak, dergilerin bu alandaki etkinliğini renklendirilmiş zaman boyutuyla da ortaya koymaktadır. Kırmızı ya da turuncu gibi sıcak renkler, bu dergilerin yalnız üretim alanında halen yayınlara yer verdiklerini gösterirken, mavi tonları daha geçmişte yayınlanan makalelerin yer aldığı dergilere işaret etmektedir. Buna göre, son yıllarda, “International Journal of Production and Operations Management”, “Journal of Manufacturing Technology Management”, “Production Planning and Control”, “Total Quality Management and Business Excellence”, “International Journal of Lean Six Sigma” gibi dergilerin yalnız üretim alanında makaleler yayınladığı ifade edilebilir. Bu bilgi çıkarımı da güncel araştırmalara ulaşmak ve dergi seçmek için karar desteği sağlamaktadır.

Yayınlanan 1941 makalenin kendi, araştırma süreçlerinde bu portföydeki hangi çalışmalarını ortak referans olarak kullanıldığını ortaya çıkarmak amacıyla, yine referans listesindeki metin verilerini analiz etmek gerekir. Ancak burada aranacak bilgi ve çıkarılması gereken örüntü, ortak-atıfların keşfedilmesine odaklanmalıdır. Ortak atıf analizinde, bu kez sadece veri seti içindeki makaleler değil, bu makalelerin referans listesindeki tüm kaynakları dikkate almak gerekir. Şekil 4'teki gibi, ortak atıf ağ görselini yine kaynak temsiliyetinde işlediğimizde, ortak kullanılan referansların belirli kümelerde toplandığı görülebilir. Burada artık sadece dergilerin olmadığı vurgulanması gereken bir bulgudur. “International Journal of Production Research” ve “International Journal of Production Economics” gibi dergilerin yanı sıra, yalnız üretimde ilk kaynaklardan olan “Dünyayı Değiştiren Makine” isimli kitabın yanı sıra, tezlerin ve teknik raporların da kullanıldığı görülmektedir. Bu durum, yalnız üretim konusunda öne çıkan kaynakların akademisyenlerle sınırlı kalmadığını, uygulayıcı araştırmacıların da başarılı örnekler oluşturarak literatüre katkıda bulunduğunu söylemek mümkündür. Kümeleneşmelerde de alan farklılıkları göze çarpmaktadır. Kırmızı kümede daha çok yönetsel ve çalışanlar üzerine odaklanan dergiler yer alırken, yeşil kümede kalite ile ilişkili ya da yeşil üretim üzerine odaklanan dergiler görülmektedir. Mavi kümede, tedarik zinciri yönetimi ve lojistik alanlarındaki dergiler çoğunlukta olup, sarı kümede ise yöneylem, karar verme ve ilişkili matematiksel yöntemlerin sıklıkla işlendiği makaleleri yayınlayan dergiler gözlenmiştir.



Şekil 4. Ortak atıf ağı (minimum beş yayın)

## 5. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

İsrafi ortadan kaldırmaya yönelik faaliyetlerin kaçınılmazlığı yalın üretim anlayışı ile ilgili çalışmaların da güncelliğini korumasını sağlamaktadır. Bunun yanı sıra yalın üretim konusunda en çok atıf alan çalışmalar incelendiğinde hangi konuların revaçta olduğu da anlaşılabilir. Farklı müşteri istek ve ihtiyaçlarının hızlı bir biçimde karşılanmasına yönelik olarak çevik üretim kavramı ile birlikte anıldığı görülmektedir. Yalın ve çevik üretim anlayışlarının da tedarik zinciri yönetimi kavramı ile birlikte incelendiği görülmektedir. Gezegenin kıt kaynaklarının hızlı bir biçimde tükenmesi ve artan kirlilik karşısında kaynakların etkin kullanılarak israfın azaltılması daha çok önem kazanmakta ve bunun doğal bir sonucu olarak israfi azaltma odaklı yalın üretim çalışmaları da güncelliğini korumaktadır. Yine aynı gerekçeden dolayı yalın üretim anlayışının çevre yönetimi ve yeşil tedarik zinciri yönetimi uygulamalarıyla birlikte kullanıldığı görülmektedir. Dolayısıyla, yalın üretimin benimsendiği alanlar ve bu alanlarda yapılan araştırmalar her geçen gün artmaktadır. Araştırma aşamasında, bu tür büyük portföylerin ele alınma yöntemi ve kullanılacak sistematik yaklaşımlar, sürecin etkin yönetimine katkı sağlayacaktır.

Bu çalışmada, yalın üretim üzerine araştırma yapmak isteyen akademisyen ve uygulamacılara, bu alanın yarattığı araştırma makalesi portföyü üzerinden bibliyometrik örüntüler ve özet istatistikler sunulmuştur. Bu amaç doğrultusunda, uluslararası literatürün önde gelen veri tabanlarından biri olan WoS kapsamında taranan araştırma makaleleri incelenmiştir. Düz metin biçiminde elde edilen ham veri seti üzerinde yapılan elemeler ve ön işlemler sonucunda, analize girdi oluşturacak veri seti elde edilmiştir. Bu son veri seti üzerinden, yayın sayıları, öne çıkan yazarlar ve dergiler, kullanılan referanslar, öne çıkan kurumlar ve ülkeler gibi farklı boyutlarda bilgi çıkarımı yapabilmek için özet istatistikler ve kümeleme tabanlı ağ modelleri üretilmiştir. Planlanan analizlerin uygulanması aşamasında, MS Excel gibi hesap tablolarından, WoS ortamının sağladığı analitik raporlardan ve daha gelişmiş analizler içinde VOSviewer yazılımından faydalanılmıştır.

Temel araştırma sorusu kapsamında, araştırmacılara Tortorella, G. L. Vinodh, S. Saurin, T. A. gibi bu alana en çok katkı veren yazarları takip etmeleri, Tablo 6'da listelenen en çok atıf almış olan yayınları mutlaka incelemeleri önerilmektedir. Türkiye'nin toplam yayın sayısı açısından görece olarak üst sıralarda olduğu gözden kaçırılmamalı ve bu kapsamda Durmuşoğlu, B. gibi önde gelen araştırmacıların yayınlarına önem verilmelidir. Literatür taramalarında öncelik verilmesi gereken dergiler, International Journal of

Production Research, Production Planning Control, International Journal of Operations Production Management, Journal of Manufacturing Technology Management ve International Journal of Lean Six Sigma olarak sıralanabilir. Ayrıca, Tablo 3'te sunulan kurum listesi de yurt dışında bu alanda araştırma yapmak isteyen uygulamacı ve akademisyenler için yön gösterici olacaktır. Bulgularda dikkati çeken başka bir husus da yalın üretimin farklı araştırma alanlarında da artan bir eğilimle yer bulmasıdır. Bu bağlamda, farklı alanlara yayılımı ve örnek uygulama fırsatları değerlendirilmelidir.

Bu çalışmada ele alınan veri boyutları, analizler ve analizlerin gerçekleştirildiği uygulama yazılımları, uzak ve yakın geçmişte yalın kavramı üzerine yayınlanmış bibliyometrik çalışmalar ile benzerlikler ve farklılıklar göstermektedir. Veri kaynaklarında, veri setlerinde, yayın türlerinde, zaman aralıklarında benzerlikler olabilmektedir. Bu tür çalışmalarda genellikle WoS ve Scopus gibi hem kapsayıcı hem de belirli biçimlerde bibliyometrik veri sunan veri tabanları tercih edilmektedir. Ancak, çalışmanın ilgili literatüre bakış açısı ve bibliyometri yöntemini kullanma amacı da fark yaratan durumlardır. Bu farklılıklara temel oluşturan en önemli unsur ele alınan araştırma sorularıdır. Örneğin, Gonçales Filho ve diğerleri (2014) farklı zaman aralıklarında yapılan yayınların sektörel bölümlenmesi üzerine odaklanmış ve bu bağlamda bulgular sunmuştur. Scopus ve WoS veri tabanlarını 2007-2018 arası tarayan De Oliveira ve diğerleri (2019) yayın sayılarının eğilimleri, dergi istatistikleri ve atıf ağları açısından bu çalışma ile benzerlikler göstermektedir, ancak, atıf ilişkilerinde daha farklı boyutların ele alınması ve bunların farklı ağ görselleri ile sunulması, ek araştırma sorularının (araştırma alanları, yazarlar, kurumlar gibi) yanıtlanması bunlarla ilgili bütünlük özeti tabloların tasarlanması açısından farklılıklar bulunmaktadır. Ayrıca, ele alınan zaman kesitindeki ve veri tabanındaki farklılıklar, istatistiklere de yansımıştır. Benzer ve güncel çalışmalardan bir diğeri, Furstenau ve diğerleri (2021) tarafından tahminen bu çalışma ile eş zaman düzleminde gerçekleştirilmiştir. SciMat üzerinden ele alınan özet istatistiklerin yanı sıra, VOSviewer yazılımı ile üretilen, ortak yazarlık, dergiler üzerinden yapılan atıf analizleri, anahtar kelimeler üzerinden elde edilen tematik ağlar ve veri işleme aşamaları incelendiğinde, görsel ve istatistiklerde benzerlikler görülse de hem amaç hem de yöntemsel kapsam açısından farklılıklar olduğu gözden kaçırılmamalıdır. Bu çalışma özellikle, kurum bazında da istatistiklere önem vermiştir, çünkü bu alanda eğitime devam etmek ve araştırmalarını yurt dışında gerçekleştirmek isteyen araştırmacılara faydalı bilgi sağlayacağı düşünülmüştür. İlişkili diğer çalışmaların, belirli bir ülkeye ya da coğrafyaya, belirli bir uygulama alanına ya da yalın kavramı üzerine benimsenen yaklaşım ve tekniklere odaklandığı görülmüştür.

Bu çalışmanın önemi birden fazla perspektiften değerlendirilebilir. Öncelikle araştırmacılara, yalın üretim kavramı çerçevesinde, literatür inceleme sürecini yalınlaştıracak örnek analizler sunmaktadır. Daha deneyimli, bu alanda kendi araştırma portföyüne sahip araştırmacılar için değerlendirme ve kıyaslama amaçlı olarak kullanılabilmesi gibi, uluslararası eğitim ya da ortak araştırma amaçlı iş birlikleri için bilgi kaynağı olarak değerlendirilebilir. Özetle, araştırmada öncelikli dergilerin seçiminde bu görsellerin kullanılması, bu dergileri kaynak alan diğer dergilerdeki yayınların daha kolay anlaşılmasını ve araştırmanın gelişim sürecinde tek yönlü bir ilerleme ile geri dönüşlerin azaltılmasını sağlayacaktır. Bu durumun, süreç verimliliği ve yalın üretim ilkelerinden biri olduğu da düşünülmürse, bu analizler araştırma sürecinin yalınlaştırılmasına da katkıda bulunacaktır.

Temsiliyetinin yüksek olması açısından WoS veri tabanı temel alınarak veri toplanmıştır. Gelecek çalışmalar için bu kısıt esnetilerek, Scopus ve TR-Dizin gibi veri tabanları da analizlere dahil edilebilir, ulusal ve uluslararası çalışmalar, ortak yazarlık, atıf ilişkileri ve konular açısından değerlendirilebilir. Makalelerin konu detayları ve bu konuların yıllar boyunca izledikleri eğilimlerin analitik yöntemlerle analizleri için makalelerden seçilecek bölümler üzerinden ileri metin madenciliği uygulamaları yapılabilir. Yapılan analizler için seçilen yıl aralıkları değiştirilerek ya da üretim koşullarında ve teknolojilerinde köklü dönüşümlerin gerçekleştiği dönemlere göre bölümlenme yapılarak karşılaştırmalı analizler yapılabilir. Hedefe yönelik olarak, yazarlar ve anahtar kelimeler boyutlarında farklı özet tablolar ve ağ görselleri üretilebilir. Bu tür kavramlar üzerine yapılan araştırmaların nitelik ve nicelikleri, yıllar boyunca pozitif bir eğilim gösterebilmektedir. Bu çalışmada sunulan bulgular, belirli bir zaman kesitini yansıtmaktadır. Dolayısıyla, bu tür çalışmalar periyodik olarak tekrarlanarak, güncel bulgular paylaşılabilir ve araştırmalara yön vermek açısından devamlılık gösterebilir.

## KAYNAKÇA

- Abdulmalek, F.A. ve Rajgopal, J. (2007). "Analyzing the Benefits of Lean Manufacturing and Value Stream Mapping Via Simulation: A Process Sector Case Study", *International Journal of Production Economics*, 107(1), 223-236.
- Abideen, A.Z., Mohamad, F.B. ve Fernando, Y. (2020). "Lean Simulations in Production and Operations Management - A Systematic Literature Review and Bibliometric Analysis", *Journal of Modelling in Management*, 16(2),623-650.
- Akmal, A., Greatbanks, R. ve Foote, J. (2020). "Lean Thinking in Healthcare-Findings from a Systematic Literature Network and Bibliometric Analysis", *Health Policy*, 124(6), 615-627.
- Al, U. (2008). "Türkiye'nin Bilimsel Yayın Politikası: Atıf Dizinlerine Dayalı Bibliyometrik Bir Yaklaşım", <http://bby.hacettepe.edu.tr/yayinlar/133.pdf>, (Erişim Tarihi: 19.03.2021).
- Björneborn, L. ve Ingwersen, P. (2004). "Toward A Basic Framework for Webometrics", *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 55(14), 1216-1227.
- Bozarth, C.C., Warsing, D.P., Flynn, B.B. ve Flynn, E.J. (2009). "The Impact of Supply Chain Complexity on Manufacturing Plant Performance", *Journal of Operations Management*, 27(1), 78-93.
- Cooper, R.G. (2008). "Perspective: The Stage-Gate (R) Idea-To-Launch Process-Update, What's New, and Nexgen Systems", *Journal of Product Innovation Management*, 25(3),213-232.
- Da Silva, F.F., Filser, L.D., Juliani, F. ve De Oliveira, O.J. (2018). "Where to Direct Research in Lean Six Sigma? Bibliometric Analysis, Scientific Gaps and Trends on Literature", *International Journal of Lean Six Sigma*, 9(3), 324-350.
- De Oliveira, R.I., Sousa, S.O. ve De Campos, F.C. (2019). "Lean Manufacturing Implementation: Bibliometric Analysis 2007-2018", *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 101(1), 979-988.
- Filser, L.D., Da Silva, F.F., ve De Oliveira, O.J. (2017). "State of Research and Future Research Tendencies in Lean Healthcare: A Bibliometric Analysis", *Scientometrics*, 112(2), 799-816.
- Furstenau, L.B., Sott, M.K., Homrich, A.J.O., Kipper, L.M., Dohan, M.S., López-Robles, J.R. ve Tortorella, G.L. (2021). "An Overview of 42 Years of Lean Production: Applying Bibliometric Analysis to Investigate Strategic Themes and Scientific Evolution Structure", *Technology Analysis & Strategic Management*, 33(9), 1068-1087.
- Garcia-Buendia, N., Moyano-Fuentes, J., Maqueira-Marin, J.M. ve Cobo, M.J. (2020). "22 Years of Lean Supply Chain Management: A Science Mapping-Based Bibliometric Analysis", *International Journal of Production Research*, 1-21.
- Garfield, E. (2009). "From the Science of Science to Scientometrics Visualizing the History of Science with Histcite Software", *Journal of Informetrics*, 3(3), 173-179.
- Gonçales Filho, M., Campos, F.C.D. ve Assumpção, M.R.P. (2016). "Systematic Literature Review with Bibliometric Analysis on Lean Strategy and Manufacturing in Industry Segments", *Gestão & Produção*, 23(2), 408-418.
- Gonçales Filho, M., Carraro, N.C., Machado, L., De Oliveira, R., Maria Das Graças, J.M. ve De Campos, F.C. (2014). "Bibliometrics about Lean Manufacturing", *International Refereed Journal of Engineering and Science*, 3(10), 29-34.
- Hiena, T.N.T. (2020). "Bibliometric Analysis of Research Trends on Lean in Vietnam", *Dalat University Journal of Science*, 10(4), 157-167.
- Hines, P., Holweg, M. ve Rich, N. (2004). "Learning to Evolve: A Review of Contemporary Lean Thinking", *International Journal of Operations & Production Management*, 24(10), 994-1011.
- Hirsch, J.E. (2005). "An Index to Quantify an Individual's Scientific Research Output", *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 102(46), 16569-16572.
- Holweg, M. (2007). "The Genealogy of Lean Production", *Journal of Operations Management*, 25(2), 420-437.
- Hood, W.W. ve Wilson, C.S. (2001). "The Literature of Bibliometrics, Scientometrics, and Informetrics", *Scientometrics*, 52(2), 291-314.
- Hosseini, M.R., Martek, I., Zavadskas, E.K., Aibinu, A.A., Arashpour, M. ve Chileshe, N. (2018), "Critical Evaluation of Off-Site Construction Research: A Scientometric Analysis", *Automation in Construction*, 87, 235-247.
- King, A.A. ve Lenox, M.J. (2001). "Lean and Green? An Empirical Examination of the Relationship between Lean Production and Environmental Performance", *Production and Operations Management*, 10(3), 244-256.
- Krafcik, J.F. (1988). "Triumph of the Lean Production System", *Sloan Management Review*, 30(1), 41-52.
- Liker, J.K. ve Meier, D. (2006). "The Toyota Way Fieldbook: A Practical Guide for Implementing Toyota's 4ps", Bok-Mcgraw-Hill Professional, New York.
- Macduffie, J.P., Sethuraman, K. ve Fisher, M.L. (1996). "Product Variety and Manufacturing Performance: Evidence from The International Automotive Assembly Plant Study", *Management Science*, 42(3), 350-369.

- Narasimhan, R., Swink, M. ve Kim, S.W. (2006). "Disentangling Leanness and Agility: An Empirical Investigation", *Journal of Operations Management*, 24(5), 440-457.
- Naylor, J.B., Naim, M.M. ve Berry, D. (1999). "Leagility: Integrating the Lean and Agile Manufacturing Paradigms in The Total Supply Chain", *International Journal of Production Economics*, 62(1-2), 107-118.
- Radnor, Z.J., Holweg, M. ve Waring, J. (2012). "Lean in Healthcare: The Unfilled Promise?", *Social Science & Medicine*, 74(3), 364-371.
- Shah, R. ve Ward, P.T. (2007). "Defining and Developing Measures of Lean Production", *Journal of Operations Management*, 25(4), 785-805.
- Shah, R. ve Ward, P.T. (2003). "Lean Manufacturing: Context, Practice Bundles, and Performance", *Journal of Operations Management*, 21(2), 129-149.
- Sordan, J.E., Oprime, P.C., Pimenta, M.L., Chiabert, P. ve Lombardi, F. (2020). "Lean Six Sigma in Manufacturing Process: A Bibliometric Study and Research Agenda", *The TQM Journal*, 32(3), 381-399.
- Van Eck, N.J. ve Waltman, L. (2010). "Software Survey: Vosviewer, A Computer Program for Bibliometric Mapping", *Scientometrics*, 84(2), 523-538.
- Waltman, L. ve Van Eck, N.J. (2013). "A Smart Local Moving Algorithm for Large-Scale Modularity-Based Community Detection", *The European Physical Journal B*, 86(11), 1-14.
- Waltman, L., Van Eck, N.J. ve Noyons, E.C. (2010). "A Unified Approach to Mapping and Clustering of Bibliometric Networks", *Journal of Informetrics*, 4(4), 629-635.
- Womack, J.P. ve Jones, D.T. (2008). "Lean Thinking", Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation, Proppress, Wroclaw.
- Womack, J.P., Jones, D.T., Roos, D. ve Carpenter, D.S. (1991). "The Machine That Changed the World: [Based on The Massachusetts Institute of Technology 5-Million-Dollar 5-Year Study on the Future of The Automobile]", Rawson Associates, Amerika Birleşik Devletleri.
- Womack, J.P. (2004). "A Century of Lean Thinking", *Lean Manufacturing Conference*, 11 Mayıs 2004, Deaborn, Mi.
- Yang, M.G.M., Hong, P. ve Modi, S.B. (2011). "Impact of Lean Manufacturing and Environmental Management on Business Performance: An Empirical Study of Manufacturing Firms", *International Journal of Production Economics*, 129(2), 251-261.
- Yang, S. ve Yuan, Q. (2017). "Are Scientometrics, Informetrics, and Bibliometrics Different?", *16<sup>th</sup> International Conference of The International Society for Scientometrics and Informetrics*, Wuhan, China.
- Zhu, Q. ve Sarkis, J. (2004). "Relationships Between Operational Practices and Performance Among Early Adopters of Green Supply Chain Management Practices in Chinese Manufacturing Enterprises", *Journal of Operations Management*, 22(3), 265-289.

**KAMU HASTANELERİNDE PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ: VERİ ZARFLAMA ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ (VZAHP) VE PABON LASSO MODELİ (PLM) UYGULAMASI\***Hatice ESEN<sup>1</sup>, Vahit YİĞİT<sup>2</sup>**ÖZET**

**Amaç:** Bu araştırmanın amacı, Akdeniz Bölgesi'nde faaliyet gösteren kamu hastanelerinin göreceli teknik etkinlik düzeylerini belirlemektir.

**Yöntem:** Araştırmada, hastanelerin performanslarının belirlenmesinde Veri Zarflama Analizi (VZA), Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ve Pabon Lasso Modeli (PLM) kullanılmıştır. İlk olarak ağırlık kısıtlaması olmadan VZA, daha sonra AHP ile elde edilen ağırlıklı VZA modeli uygulanmıştır. En son aşamada yatak kullanım performansını belirlemede PLM kullanılmıştır.

**Bulgular:** VZA modeline göre hastanelerin %34'ü teknik düzeyde verimlidir. Girdi ve çıktıların ağırlıkları dikkate alınarak yapılan VZA'ya göre hastanelerin %12,8'inin teknik düzeyde verimli olduğu tespit edilmiştir. PLM'ye göre hastanelerin %31,9'unun en verimli bölgede (3. Bölge) yer aldığı saptanmıştır.

**Özgünlük:** Bu çalışmada hastane verimliliklerini belirlemede hibrit yöntem olan Veri Zarflama Analitik Hiyerarşi Prosesi (VZAHP) ve PLM yöntemleri birlikte ele alınmıştır. Hibrit yöntemlerin birlikte kullanılarak hastanelerin performansına yönelik kanıta dayalı bilgiler sunulması, yapılan çalışmanın özgünlüğü ortaya koymakta ve literatürdeki eksikliği dolduracağı öngörülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Hastane Performansı, Pabon Lasso Modeli, Veri Zarflama Analitik Hiyerarşi Prosesi.

**JEL Kodları:** I1, I15, I18.

**PERFORMANCE EVALUATION IN PUBLIC HOSPITALS: DATA ENVELOPMENT ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (DEAHP) AND APPLICATION OF PABON LASSO MODEL (PLM)****ABSTRACT**

**Purpose:** The aim of the research is to measure the relative technical efficiency levels of public hospitals operating in the Mediterranean Region.

**Methodology:** In the research, Data Envelopment Analysis (DEA), Analytical Hierarchy Process (AHP) and Pabon Lasso Model (PLM) were used to determine the performance of hospitals. Firstly, Data Envelopment Analysis without weight restrictions, then the weighted Data Envelopment Analysis model obtained by Analytical Hierarchy Process was applied. In the last stage, the Pabon Lasso Model was used to determine the bed usage performance.

**Findings:** According to DEA model, 34% of hospitals are technically efficient. According to the DEA performed by considering the weights of the inputs and outputs, 12,8% of the hospitals were found to be efficient at the technical level. According to Pabon Lasso Model (PLM), in terms of bed usage performances, 31,9% of the hospitals are located in the most productive region.

**Originality:** In this study, Data Envelopment Analytical Hierarchy Process (DEAHP) and PLM methods, which are the hybrid method to determine hospital efficiencies, are discussed together. Providing evidence-based information on the performance of hospitals by using hybrid methods presents the originality of the study and it is predicted that it will fill the gap in the literature.

**Keywords:** Hospital Performance, Pabon Lasso Model, Data Envelopment Analytical Hierarchy Process.

**JEL Codes:** I1, I15, I18.

\* Bu çalışma, Hatice ESEN tarafından Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü'nde Doç. Dr. Vahit YİĞİT danışmanlığında yürütülen "Hastane Performansının Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Değerlendirilmesi" başlıklı Doktora tezinden türetilmiştir.

<sup>1</sup> Dr., Sağlık Bilimleri Üniversitesi Antalya Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ar-Ge Birimi, Antalya, Türkiye, hatice.esen1@saglik.gov.tr 0000-0003-1164-9086 (Sorumlu Yazar-Corresponding Author).

<sup>2</sup> Doç.Dr., Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisadi İdari Bilimler Fakültesi, Sağlık Yönetimi Bölümü, Isparta, Türkiye, vahityigit@sdu.edu.tr, 0000-0002-9805-8504.



## 1. GİRİŞ

Son yıllarda sağlık hizmeti sunumunda sürdürülebilirliğin sağlanması, hastaneler için önemli bir problemdir. Hastanelerin bunu sağlayabilmesi için mevcut kaynaklarını verimli kullanması gerekmektedir. Kamu hastaneleri kâr amacı gütmeyen kuruluşlardır. Türkiye'deki hastanelerin %58,2'si ve hastane yataklarının %60,4'ü Sağlık Bakanlığı bünyesinde bulunmaktadır (Sağlık Bakanlığı, 2020). 2019 yılında sağlık harcamalarının %48,2'si hastaneler tarafından gerçekleştirilmiştir (TUİK, 2019). Bu bağlamda özellikle kamu hastanelerinde performans değerlendirmelerinin yapılması, kaynak kullanımı ve kaynaklarının verimli kullanılması için bilimsel düzeyde değerlendirmeler açısından oldukça önemlidir.

Hastanelerin performans ölçümü oldukça kapsamlıdır. Hastane performans değerlendirmesi, hastane yöneticileri tarafından hastane faaliyetlerini değerlendirmek ve denetlemek için kullanılan etkili bir yöntemdir. Hastane performans değerlendirmesi sonucunda mevcut durum tespit edilerek, iyileştirme yapılacak alanlar belirlenebilecektir. Hastane performans göstergeleri olarak; yatak kapasitesinin verimli kullanılması, insan kaynaklarının doğru yönetilmesi, ayaktan bakılan hasta sayısının artırılması, hasta taburculuk oranının fazla olması, finansal göstergeler (gelir ve gider oranı gibi), kalite göstergeleri (enfeksiyon oranı, ölüm oranı, memnuniyet oranı gibi) bulunmaktadır (Liao ve diğerleri, 2019; Rahimi ve diğerleri, 2014).

Türkiye'de 2005 yılında Resmi Gazetede yayımlanan, "Sağlık Bakanlığı Yataklı Tedavi Kurumları Kurumsal Kaliteyi Geliştirme ve Performans Değerlendirme Yönergesi" ile performans değerlendirmesine başlanmıştır (Resmi Gazete, 2005). Ayrıca sağlık kurumlarında yönetsel ve mali bağımsızlığı sağlamak, tasarrufa özendirmek, kaynakların etkin kullanılması, sağlık hizmetlerinde kalitenin artırılması ve verimliliğin sağlanması için Kamu Hastane Birlikleri (KHB) oluşturulmuştur (Resmi Gazete, 2011). KHB'ye bağlı hastanelerin performans ölçümünde balanced scorecard (BSC-başarı karnesi) modeline benzeyen sistem geliştirilmiş ve bu sistemle performans izlemeye başlanmıştır (Kavuncubaşı ve Yıldırım, 2015:549). 663 sayılı Kanun Hükmünde Kararname (KHK) ile Sağlık Bakanlığı'na bağlı hastanelerin teşkilat ve idare yapısı değişmiştir. Hastaneler, Aralık 2012 tarihinden sonra yeni sistemle yönetilmeye başlamıştır. Ayrıca KHB'nin mevcut kaynaklarının yönetilmesi ve sunulan sağlık hizmetlerinin başarısının değerlendirilmesi için 2015 yılı itibarıyla "Kamu Hastane Birlikleri Verimlilik Değerlendirmesi Yönetmeliği" yayımlanmıştır. Bu yönetmelikle hastanelerin mevcut tüm kaynaklarının doğru yönetilmesi ve başarı ölçütlerinin izlenmesi amaçlanmıştır (Resmi Gazete, 2014).

Hastanelerin verimlilikleri irdelenirken birden fazla girdi ve çıktı bulunmaktadır. Özellikle sağlık alanında girdi ve çıktılar birlikte düşünülerek etkili, kaliteli ve verimli hizmet sunumunun performansını incelemek oldukça zordur. Karar verme aşamasında, alternatifleri değerlendirmede çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemlerinin kullanılması yöneticilere kolaylık sağlamakta, kıt kaynakların etkin ve verimli kullanılmasını sağlamaktadır (Ömürbek ve Şimşek, 2014). Hastanelerde performans değerlendirmesinde sıklıkla; oran analizi, parametrik ve nonparametrik yöntemler kullanılmaktadır. Nonparametrik yöntemlerden VZA, hastanelerin teknik etkinliğini ölçmek için kullanılmaktadır (Sherman ve Zhu, 2006:24; Rouyendegh, 2011). VZA'nin güçlü yönleri arasında, çok sayıda girdi ve çıktının belirlenerek verimliliğin ölçülmesine olanak sağlaması ve birimler arası karşılaştırma yapılarak potansiyel iyileştirme ortaya konulması yer almaktadır. Ancak VZA'nin bazı dezavantajları bulunmaktadır. Eğer girdi ve çıktılar doğru belirlenmezse sonuçlar yanıltıcı olabilir, parametrik olmayan bir yöntem olduğu için istatistiksel hipotezlerin uygulanması zordur, rastlantısal hataya yer verilmediği için hatalara karşı oldukça duyarlıdır (Arancı, 2012:41; Karahan ve Özgür, 2011:120; Andersen ve Petersen, 1993:1261). Ayrıca birden çok girdi ve çıktı değişkeninin olduğu karmaşık sorunların, basit hiyerşik yapıda çözülmesi ve en uygun çözüm yönteminin saptanması için farklı ÇKKV yöntemleri bulunmaktadır (Çelikkilek, 2018:3; Liao ve diğerleri, 2019).

AHP, yaygın olarak kullanılan ÇKKV yöntemlerinden birisidir (Önder ve Önder, 2018:21). Ancak AHP'nin bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Kriterler net bir şekilde tanımlanmaz ise problemin çözümünde sorunlar yaşanabilir. Kriter sayısı fazla olduğu zaman ikili karşılaştırma matrisi oluşturmak zorlaşabilir veya daha sonra kriter eklendiği durumlarda tüm sürecin tekrarlanması gerekebilir (Subaşı, 2011:57; Önder ve Önder, 2018:60-61 Timor, 2011:39) Bazı durumlarda sorunların karmaşıklığı sınırlı bilgi ve uzmanlığa sahip olunması karar vermeyi zorlaştırabilir. Bu nedenle performans değerlendirmesinde hibrit yöntemlerin kullanılması daha faydalı olabilir (Liao ve diğerleri, 2019). Son yıllarda özellikle hastane yatak kullanım verimliliğinin değerlendirilmesinde PLM sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır (Bahadori ve diğerleri, 2016). Her yöntemin kendine özgü avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır (Liu, 2009:453). AHP'nin temel avantajı, objektif ve sübjektif yargıları barındırması, birden fazla kriter kullanarak alternatifleri değerlendirmesi ve en iyisini seçmek için sistematik, doğrulanmış bir yaklaşım sağlamasıdır (Rouyendegh, 2011)

Bu araştırmada VZA, AHP ve Pabon Lasso Modeli (PLM) yöntemleri birlikte ele alınmıştır. Hastane performans ölçümünde tek bir yöntem kullanmak yanıltıcı olabilir. Bu nedenle her bir yöntemin

dezavantajlarını ortadan kaldıran ve sonuçların daha iyi yorumlanmasını sağlayan hibrit yöntemlerin birlikte kullanıldığı yaklaşım benimsenmiştir. VZA, performans ölçümünde yaygın kullanımı olan nonparametrik bir yöntemdir. AHP, karmaşık problemlerin çözümünde sık kullanılan bir ÇKKV yöntemidir. PLM, özellikle son yıllarda hastane yatak performansının ölçümünde kullanılan uygulaması oldukça basit bir yöntemdir. Böylelikle her bir yöntemin dezavantajlarının ortadan kaldırılarak kamu hastanelerinin verimliliklerinin daha iyi ortaya konulması hedeflenmiştir. Belirlenen girdi ve çıktılarla iki farklı VZA modeli kullanılmıştır. İlk modelde, girdi ve çıktılarının ağırlıkları belirlenmeden VZA'ye yansıtılıp çözümlenmesi sağlanmış, ikinci modelde, girdi ve çıktılarının AHP yöntemiyle ağırlıkları hesaplanarak VZA'ye yansıtılarak verimlilik değerlendirilmesi gerçekleştirilmiştir. Son yıllarda sağlık kurumlarının yatak kullanım performans değerlendirilmesinde PLM çok sık kullanılmaktadır. VZA'da girdi olarak yatak doluluk oranı (YDO), ortalama kalış süresi (OKS) ve yatak devir hızı (YDH) ele alındığı için PLM kullanılarak hastanelerin yatak kullanım verimlilikleri değerlendirilmiştir. Böylece yatak kullanımında yapılması gereken iyileştirmelerin daha kolay ortaya konulması düşünülmüş olup bu açıdan diğer çalışmalardan farklılık göstermektedir.

VZA ve PLM yöntemlerinin birlikte kullanılmasıyla hastanelerin performansı daha net ortaya konulmakta ve ayrıca daha karşılaştırılabilir sonuçlar elde edilebilmektedir (Mehrtak ve diğerleri, 2014). Hibrit yöntemlerin kullanılması her bir modelin dezavantajlarını ortadan kaldıracığı için potansiyel sonuç iyileştirmelerinde daha etkili olacaktır (Rouyendegh ve diğerleri, 2020). AHP yöntemi ise girdi ve çıktılarının ağırlıklarını belirleyerek önem derecesini ortaya koymaktadır. Literatür incelendiğinde bu yöntemleri birlikte kullanarak verimliliği değerlendiren çalışmaların sayısının yok denecek kadar az olduğu görülmektedir. Bu çalışmada hastane verimliliklerini belirlemede hibrit yöntem olan VZAHP ve PLM yöntemleri birlikte ele alınmıştır. Böylelikle her yöntemin dezavantajlarının ortadan kaldırılarak kamu hastanelerinin verimliliklerinin karşılaştırılabilir bir şekilde sunulmuştur. Hibrit yöntemlerin birlikte kullanılarak hastanelerin performansına yönelik kanıta dayalı bilgiler sunulması, sonuçların karşılaştırılabilir olması yapılan çalışmanın özgünlüğü göstermekte ve literatürdeki bu eksikliği dolduracağı öngörülmektedir.

Bu çalışmayla, Akdeniz Bölgesi'nde sağlık hizmeti sunan kamu hastanelerinin göreceli teknik verimlilik düzeylerinin ölçülmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda hastanelerin hizmet üretiminde kullandıkları ana girdiler ile üretmiş oldukları ana çıktılar belirlenmiştir. Belirlenen bu girdi ve çıktılara dayanarak hastanelerin birbirleri arasındaki performans düzeyleri karşılaştırılmıştır.

Kamu hastanelerinin verimliliklerini irdelemek için yapılan araştırma beş bölümden oluşmaktadır. Giriş bölümünden sonra çalışmanın ikinci bölümünde literatür bilgisi, üçüncü bölümde araştırmanın yöntemi ve kullanılan metotlar, dördüncü bölümde analiz bulguları ve son bölümde elde edilen verimlilik değerlerine göre performans değerlendirmeleri yer almaktadır.

## 2. LİTERATÜR TARAMASI

Hastaneler, sağlık hizmet sistemindeki temel ve en önemli kuruluşlardan biridir. Sağlık hizmetlerinin; ulaşılabilir, kaliteli, yeterli düzeyde ve herkesi kapsamı gerekmektedir (Naveh ve Stern, 2005). Sağlık göstergelerinin iyi olması ülkelerin gelişmişlik düzeyi ile doğru orantılıdır. Bu yüzden, sağlık hizmeti seviyesinin yükseltilmesi için, bu hizmetin amaçlara uygun verilmesi, var olan tüm kaynakların doğru ve verimli bir şekilde kullanılması kaçınılmazdır (Yıldırım ve Yıldırım, 2011:83).

Hastanelerde performans kavramının tarihçesi oldukça eskiye dayanmaktadır. Florence Nightingale (1859), sağlık hizmetlerinin kalitesini ölçmek için enfeksiyon ve ölüm oranlarını değerlendirmiş ve sonuçlara göre iyileştirme faaliyetleri yaparak bu oranları düşürmeyi amaçlamıştır (Araújo ve diğerleri, 2014). Performans; hedeflenen planlar doğrultusunda amaca ulaşmak, hedeflerin nitel veya nicel olarak ölçülmesi kısaca başarı olarak tanımlanabilir (Langaber ve Mikhail, 2018:28). Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) performans değerlendirmesinde; yerinde değerlendirme, hasta ve çalışan deneyim anketleri, bağımsız kurumlar tarafından değerlendirmeler, hastane kalite ve diğer sayısal göstergelerinin izlenmesi ve öz değerlendirmelerin yapılmasını önermektedir (WHO, 2003:6). Ayrıca hastane performans değerlendirmesinde, Donabedian'ın geliştirdiği, yapı, süreç ve sonuç odaklı model de kullanılmaktadır (Glickman ve diğerleri, 2007). Dengeli puan cetveli, Robert Kaplan ve David Norton (1992) önerilen, mali göstergelerin yanı sıra ve mali olmayan göstergeleri de temel alan bir performans sistemidir. Bu sistem sağlık kurumlarının yapısına oldukça uygundur. Bu modelden; Türkiye Kamu Hastaneleri Kurumu (TKHK)'na bağlı genel sekreterlik ve sekreterliklere bağlı hastanelerin performans değerlendirmesinde yararlanılmıştır (Uçkun ve diğerleri, 2016; Tengilimoğlu ve diğerleri, 2015:409-410). Hastanelerin performans değerlendirilmesiyle hastaneler arası kıyaslama olanağı sağlamaktadır (Tengilimoğlu ve diğerleri, 2015:409).

**Tablo 1. Sağlık alanında Türkiye’de yapılmış çalışmalar (VZA, VZAHP ve PLM yöntemleriyle)**

No	Çalışma	Kullanılan Yöntem	Karar Verme Birimleri
1	Güçlü (1999)	VZA	TSK (kara, hava ve deniz) Hastaneleri
2	Gülcü (2004)	VZA	Öze Hastaneler
3	Gülcü ve Tutar (2004)	VZA	Kamu Hastaneleri
4	Gülcü ve diğerleri (2004)	VZA	Kamu Hastaneleri
5	İskender (2005)	VZA	Kamu Hastaneleri
6	Çakmak (2006)	VZA	Kamu Hastaneleri
7	Yeşilyurt ve Yeşilyurt (2007)	VZA	Kamu Hastaneleri
8	Aslan ve Mete (2007)	VZA	Kamu Hastaneleri
9	Temür ve Bakırcı (2008)	VZA	Kamu Hastaneleri
10	Şahin (2008)	VZA	Kamu Hastaneleri
11	Beylik (2009)	VZA	Kamu Hastaneleri
12	Yoluk (2010)	VZA	Kamu Hastaneleri
13	Günay (2010)	VZA	Üniversite Hastaneleri
14	Pakdil ve diğerleri (2010)	VZA	Üniversite Hastaneleri
15	Aytekin (2011)	VZA	Kamu Hastaneleri
16	Şahin ve diğerleri (2011)	VZA	Kamu Hastaneleri
17	Gök (2012)	VZA	Kamu ve Özel Hastaneler
18	Atmaca ve diğerleri (2012)	VZA	Kamu Hastaneleri
19	Bayraktutan ve Pehlivanoğlu (2012)	VZA	Kamu ve Özel Hastaneler
20	Arancı (2012)	VZA	Kamu Hastanesi poliklinikleri
21	Bal ve Bilge (2013)	VZA	Kamu Hastaneleri
22	Gülsevin ve Türkan (2013)	VZA	Kamu Hastaneleri
23	Gencan (2014)	VZA/AHP	Kamu Hastaneleri
24	Erol ve Güneş (2014)	VZA	Kamu Hastaneleri
25	Irmak (2014)	VZA	Kamu Hastaneleri
26	Doğan ve Gencan (2014)	VZA/AHP	Kamu Hastaneleri
27	Beşak (2015)	VZA	Kamu Hastaneleri
28	Beylik ve diğerleri (2015)	VZA	Kamu Hastaneleri Birlikleri
29	Şenel ve Gümüştekin (2015)	VZA	Kamu Hastaneleri
30	Bakırer (2016)	VZA	Kamu Hastaneleri
31	Çalışkan ve Girginer (2016)	VZA	81 ildeki hastaneler
32	Yiğit (2016)	VZA	Üniversite Hastanesi Tıbbi Birimleri
33	Şenol (2017)	VZA	Kamu Hastaneleri Birlikleri
34	Yiğit ve Esen (2017)	VZA/PLM	Kamu Hastaneleri
35	Dokumacı (2017)	VZA	Üniversite Hastaneleri
36	Öksüzkaya (2017)	VZA	Kamu Hastaneleri
37	Çınaroğlu (2018)	VZA	Kamu Hastaneleri
38	Keskin (2018)	VZA	Kamu Hastaneleri
39	Berk ve Çerçioğlu (2019)	VZA/MVE*	Tüm Hastaneler
40	Esen ve Yiğit (2019)	VZA	Kamu Hastaneleri
41	Yılmaz ve Şenel (2019)	VZA	Kamu ve Üniversite Hastaneleri
42	Demir ve diğerleri (2019)	VZA	Kamu Hastaneleri
43	Yiğit (2019a)	PLM	Tüm Hastaneler-Pediyatri Klinikleri
44	Çalışkan (2020)	VZA	Kamu Hastaneleri Birlikleri
45	Taşkaya (2020)	VZA/PLM	Kamu Hastaneleri
46	Kar ve Demireli (2021)	VZA	Kamu Hastaneleri
47	Selamzade (2021)	VZA/Totbit Analizi	Kamu Hastaneleri
48	Esen ve Yiğit (2021)	PLM	Yoğun Bakım Yatak Verimliliği

\*MVE: Malmquist Verimlilik Endeksi

Literatür incelendiğinde VZA ve AHP'nin ayrı ayrı kullanıldığı bir çok çalışma bulunmaktadır. Sağlık alanında AHP yöntemi; diyabet hastalarının küresel tahmininin yapılmasında (Whiting ve diğerleri, 2011), Tayvan'daki hastanelerin performans değerlendirmesinde (Tsai ve diğerleri, 2010), Ankara ilinde en uygun hastane yerinin belirlenmesinde (Aydın ve diğerleri, 2009:81) tıbbi malzemelerin kritik önemlerine göre sıralanmasında (Taghipour ve diğerleri, 2011), rektum kanser tedavisinde hastaya özgü çeşitli kriterler belirlenerek cerrahi, kemoterapi, radyoterapi gibi tedavi yöntemleri arasında en uygun olanın belirlenmesinde (Suner ve diğerleri., 2012), sezaryen öncesi hamile kadınların doğum önerilerinin karşılaştırılmasında (Sharma ve diğerleri., 2011), diş tedavi önceliklerinin belirlenmesinde hastane hizmet kalitesinin belirlenmesi ve sıralama yapılmasında (Khan ve diğerleri., 2012) kullanılmıştır. VZA yöntemiyle; kamu, özel ve üniversite hastaneleri, kamu hastaneleri birlikleri, hastane klinik ve polikliniklerinin

verimlilikleri değerlendirilmiştir (Gülcü, 2004; İskender, 2005; Çakmak, 2006; Yeşilyurt ve Yeşilyurt, 2007; Günay, 2008; Gök, 2012; Bal ve Bilge, 2013; Beşak, 2015; Bakırcı, 2016; Şenol, 2017; Çınaroğlu, 2018; Yılmaz ve Şenel, 2019; Çalışkan, 2020; Kar ve Demireli, 2021). VZA ve AHP metotları pek çok yöntemle birleştirilerek hibrit olarak kullanılmıştır (Royendegh ve Erol, 2009; Royendegh ve diğerleri, 2016; Khushalani ve Ozcan 2017; Zare ve diğerleri, 2019; Özdoğan ve diğerleri, 2020; Royendegh ve diğerleri, 2020). VZA ve AHP'nin birlikte kullanıldığı çalışmada; Ankara ilinde sağlık hizmeti sunan 26 kamu hastanesinin performansları değerlendirilmiştir (Doğan ve Gencan, 2014). VZA ve PLM modelinin birlikte kullanıldığı çalışmalarda; Antalya ilinde hizmet veren 12 kamu hastanesinin etkinlik düzeyleri (Yiğit ve Esen, 2017), Sağlık Bakanlığı'na bağlı 59 eğitim ve araştırma hastanesinin verimlilikleri incelenmiştir (Taşkaya, 2020). Türkiye'de VZA, VZAHP ve PLM yöntemiyle yapılan bazı çalışmalar Tablo 1'de sunulmuştur.

### 3. YÖNTEM

Hastane performans ölçümünde; teknik verimliliklerin değerlendirilmesinde doğrusal programlamaya dayalı ve nonparametrik yöntem olan VZA ile matematiksel modele dayalı PLM yöntemi ve ÇKKV yöntemleri kullanılmaktadır. VZA, girdi ve çıktıların ölçümüne odaklanarak karar verme birimlerine veri odaklı yaklaşım sağlar (Royendegh ve diğerleri, 2016). VZA'da karar verme birimleri arasında tam sıralama yapmaz bunun yerine verimli verimsiz olarak iki şekilde değerlendirir (Royendegh ve Erol, 2009). VZA, karar verme birimlerinin etkinlik skorunun 1'i geçmediği sürece en uygun ağırlıklara sahip olmasına olanak sağlar. Ancak durum yanıltıcı olabilir. Bu nedenle AHP yöntemiyle kriterlerin ağırlıkları belirlenerek her kriterin önem derecesinin farklı olduğu ortaya çıkarılır (Royendegh ve diğerleri, 2016). VZA ve AHP yönteminin dezavantajlarını ortadan kaldırmak için Veri Zarflama Analitik Hiyerarşi Prosesi (VZAHP) metodu önerilmiştir. VZAHP bütünsel yöntem, girdi ve çıktılarının ağırlıklarını tespit ederek analiz yapılmasını mümkün kılan bir yöntem olup ilk olarak Ramanathan (2006) tarafından ortaya atılmıştır (Ayna, 2018:42-43; Öztürk, 2010:27). Bu yöntem iki aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada, VZA tekniği kullanılarak birimler etkin ve etkin olmayan olarak üzere ayrılmaktadır. İkinci aşamada ise, birinci aşamada bulunan sonuçlar AHP tekniği kullanılarak sınıflandırılır ve karar verme birimleri için etkinlik sıralaması yapılmaktadır (Öztürk, 2010:27). VZAHP ağırlıkları, en iyi puan alternatifinin ağırlığına göre hesaplanmaktadır (Ramanathan, 2006). VZA nesnel AHP ise sübjektif bir yönelimi analize dâhil ettiği için iki yöntem birbirini tamamlamaktadır (Bowen, 1990). VZAHP modelinde, kullanılan girdi ve çıktılarının önem derecelerini eşit saymak yerine, her birinin ağırlıklarını ayrı ayrı hesaplar (Ayna, 2018:42-43; Öztürk, 2010:27).

#### 3.1. Veri Zarflama Analizi (VZA)

VZA, aynı girdi ve çıktıları kullanan benzer yapıdaki karar verme birimlerinin (KVB) göreceli olarak verimliliğini ölçen nonparametrik bir yöntemdir. Yöntem, 1978 yılında Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından geliştirilmiştir. VZA, KVB'lerinin kullandığı girdilerle hangi düzeyde çıktı ürettiklerini esas alır ve buna göre en uygun verimlilik sınırını saptar. VZA, hastanelerin verimlilik düzeylerini tespit etmenin yanı sıra verimsizlik sebepleri için çözüm yöntemleri de sunmaktadır (Kutlar ve Salamov, 2016a).

Hastanelerde performans ölçümü, verimli ve kaliteli sağlık hizmeti sunumu açısından çok önemlidir. Hastanelerde üretilen çıktıların planlanması ve denetimi oldukça zordur. Özellikle hastanelerde girdiler kolay kontrol edilebileceği için girdi yönelimli VZA modeliyle değerlendirilir (Şahin, 2008:28). Genellikle performans değerlendirmelerinde, ölçeğe göre sabit getiri (CCR) ve ölçeğe göre değişken getiri modeli (BCC) kullanılır (Harrison ve Meyer, 2014:121).

CCR modeli; Charles, Cooper ve Rhode'sin baş harflerinden oluşan, toplam ağırlıklı çıktıların / toplam ağırlıklı girdilere oranını maksimize ederek ağırlıkların belirlenmesini varsayar (Cooper ve diğerleri, 2011:7; Özcan, 2014:24). BCC modeli; Banker, Charles ve Cooper baş harflerinden oluşan, teknik etkinlik değerlerini elde etmeyi amaçlar (Mujasi ve diğerleri, 2016). KVB'nin etkinlik puanı 1 ise verimli olduğu ve referans olarak alınabileceği, 1'in altında ise verimli olmadığı sonucuna varılır (Kutlar ve Salamov, 2016b).

VZA'nın matematiksel olarak Eşitlik 1-4'te verilmiştir.

Amaç Fonksiyonu:

$$TV_p = \text{Max} \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_p}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ip}} \quad (1)$$

Kısıt Koşulları:

$$0 \leq \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1; \quad j = 1 \dots \dots, n \quad (2)$$

$$u_r \geq 0 \quad r = 1,2, \dots \dots s \quad (3)$$

$$v_i \geq 0 \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (4)$$

Modelde;  $TV_p$ ,  $p$  karar biriminin verimliliğini;  $u_r$ ,  $p$  karar birimi tarafından  $r$  çıktı için vereceği ağırlık değerini;  $v_i$ ,  $p$  Karar birimi tarafından  $i$  girdiye vereceği ağırlık değerini;  $y_{rp}$ ,  $p$  karar birimi tarafından üretilen  $r$  çıktı miktarını;  $x_{ip}$ ,  $p$  karar birimi tarafından üretilen  $i$  girdi miktarını;  $y_{rj}$ ,  $j$  karar birimi tarafından üretilen  $r$  çıktı miktarını;  $x_{ij}$ ,  $j$  karar birimi tarafından üretilen  $i$  girdi miktarını;  $n$ , karar birimi sayısını;  $s$ , çıktı sayısını ve  $m$ , girdi sayısını ifade etmektedir (Şahin, 1999).

### 3.2. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)

AHP, Thomas L. Saaty'nin geliştirdiği, karmaşık problemlerin basit bir hiyerarşi biçiminde yapılandırılması, karar vericinin tecrübesinin, bilgi ve hislerinin birlikte değerlendirildiği bir yöntemdir (Vargas, 1990:2). Karar verme problemi, açık olarak tanımlandıktan sonra aşağıda belirtilen adımlar uygulanır.

**Hiyerarşik Yapının Oluşturulması:** AHP hiyerarşik yapısı; amaç, ana kriterler ve alt kriterler olacak şekilde üç seviyede yapılandırılmalıdır (Önder ve Önder, 2018:21).

**İkili Karşılaştırma Matrisinin Oluşturulması:** Saaty (1980) tarafından geliştirilen 1-9 skala ölçeğiyle, ölçütlerin birbirlerine göre önem dereceleri tespit edilir (Saaty, 2001).(Tablo 2).

**Öncelik Vektörün (W) Hesaplanması:** İkili karşılaştırma karar matrisleri elde edildikten sonra öncelik veya ağırlık vektörleri hesaplanmaktadır (Saaty, 2008). Karar vericilerin yapmış olduğu karşılaştırmaların tutarlılık oranı hesaplanırken, Saaty tarafından geliştirilen rassal değer indeksi (RI) kullanılır (Tablo 3). Bu oranın  $\leq 0,10$  olması gerekmektedir (Önder ve Önder, 2018:30).

**Tablo 2. Karşılaştırma ölçeği önem değerleri**

Önem	Tanım	Açıklama
1	Aynı seviyede	Karşılaştırılan iki ölçüte eşit önem derecesine sahip
3	Orta seviyede	İki ölçüt birbiriyle karşılaştırıldığında birisi orta derece önemli
5	Oldukça önemli	İki ölçüt birbiriyle karşılaştırıldığında birisi oldukça önemli
7	Çok daha önemli	İki ölçüt birbiriyle karşılaştırıldığında birisi çok güçlü bir şekilde
9	Kesinlikle önemli	İki ölçüt birbiriyle karşılaştırıldığında birisi kesinlikle önemli
2,4,6,8	Ara değerler	Uzlaşma gerektiğinde kullanılan değerlerdir.

Kaynak: (Saaty,1990:15).

**Tablo 3. Rassal değer indeksi tablosu**

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Tutarlılık oranı (CR) aşağıdaki Eşitlik 5 ve Eşitlik 6'ya göre belirlenir.

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} \quad (5)$$

$$CR = CI / RI \quad (6)$$

CI, tutarlılık indeksi, RI, rastgele değer indeksi olup;  $\lambda$ , tüm öncelikler matrisinin öğelerinin öncelikler vektörüne bölünmesi ile sonucunda elde edilen değerlerin ortalamasının alınması ile elde edilir (Wu ve diğerleri, 2007).

**Alternatiflerle İlgili Sıralamanın Belirlenmesi:** Bu süreçte en uygun alternatif belirlenir. Alternatiflere ilişkin değerlerin toplamı 1'e eşittir (Subaşı, 2011:56).

### 3.3. Veri Zarflama Analitik Hiyerarşi Prosesi (VZAHP)

Veri zarflama analitik hiyerarşi prosesi (VZAHP), sübjektif ve objektif veriler dikkate alınarak daha net yorum yapılabilen bütünlük bir yöntemdir (Amini ve Alinezhad, 2017:318). VZAHP modeli iki analiz yönteminin dezavantajlarını bertaraf eden bir yöntemdir. Kullanılan girdi çıktıların önem derecelerini eşit saymak yerine, her birinin ağırlıklarını ayrı ayrı hesaplar (Ayna, 2018:42-43; Öztürk, 2010:27).

VZA'nde ağırlıkların kısıtlanmasını ortadan kaldırmak için uzman görüşünü dikkate alan AHP ile birlikte kullanılması (Kocakoç, 2003) daha verimli ve etkili seçimi sağlamaktadır (Zhang ve diğerleri, 2012). VZA yönteminde girdi ve çıktılar eşit öneme sahip olmadığı için birbiri ile değerlendirilemez (Rouyendegh ve diğerleri, 2016). AHP ve VZAHP hibrit yöntemi Tablo 4.'te karşılaştırılmıştır.

**Tablo 4. Geleneksel AHP ve önerilen VZA matris karşılaştırılması**

	Kriter 1	Kriter 2	...	Kriter n	Çıktı 1	Çıktı 2	...	Çıktı n	Kukla Girdi	
Kriter 1	1				KVB1	1	$a_{12}$	...	$a_{1N}$	1
Kriter2		1			KVB2	$1/a_{12}$	1		$a_{2N}$	1
...			...		...	...	...	...	...	1
Kriter N				1	KVB3	$1/a_{1N}$	$1/a_{2N}$		1	1
Geleneksel AHP Görünümü					Önerilen VZA Görünümü					

Kaynak: (Ramanathan, 2006a).

### 3.4. Pabon Lasso Modeli (PLM)

PLM; aynı konumdaki hastane ve/veya kliniklerin yatak kullanım verimliliğinin ölçülmesinde yararlanılan oldukça basit ve kullanışlı bir metottur (Hosseini ve diğerleri, 2016). Bu modelde hastane yatak kullanım performansı; yatak doluluk oranı, ortalama kalış süresi ve yatak devir hızı kullanılarak ölçülmektedir (Tripathi ve diğerleri., 2016). PLM'ne göre yatak kullanım verimliliğinin değerlendirilmesinde dört bölge kullanılmaktadır (Davoud ve diğerleri, 2014; Gosthtasebi ve diğerleri, 2009). PLM'nin bölgelerinin, YDO, YDH ve OKS'lerine göre nasıl belirlendiği aşağıda sunulmuştur (Şekil 1).



**Şekil 1. Pabon Lasso modeli (Davoud ve diğerleri, 2014)**

PLM,'nin dört bölgesi kısaca açıklanmıştır (Mehrtak ve diğerleri, 2014; Tripathi ve diğerleri, 2016).

**Bölge 1:** Bölge 1'de, yatak devir hızı ve yatak doluluk oranı düşüktür. Burada bulunan hastane ve/veya kliniklerin yatak sayısı talebi oldukça fazladır ve verimsiz bölge olarak adlandırılmaktadır.

**Bölge 2:** Bölge 2'de bulunan hastane ve/veya kliniklerin yatak devir hızı yüksek ama yatak doluluk oranı düşüktür. Hastanede ortalama kalış süresi kısadır.

**Bölge 3:** Bölge 3'te bulunan hastane ve/veya kliniklerin yatak devir hızı ve yatak doluluk oranı yüksek, hastanede ortalama kalış süresi ise kısadır. Burası verimli bölge olarak ifade edilmektedir.

**Bölge 4:** Bu bölgede yer alan hastane ve/veya klinikler düşük yatak devir hızı, yüksek yatak doluluk oranı ve uzun ortalama kalış sürelerine sahiptir. Buradaki hastanelere ve/veya kliniklere başvuruların, genellikle uzun süreli yatış gerektiren kronik hastalıkları olduğu düşünülmektedir.

### 3.5. Çalışma Veri seti ve Yöntemi

Araştırma, tanımlayıcı, retrospektif ve kesitsel olarak gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın evreni, Akdeniz Bölgesi'nde faaliyet gösteren 47 adet kamu hastanesinden oluşmaktadır. Araştırmada kullanılan veriler, TKHK'nın yayımladığı kamu hastaneleri rapor bülteninden ve Genel Sekreterliklerden alınmıştır (Sağlık Bakanlığı, 2017). Araştırma kapsamında VZA ve AHP yöntemleri bütünleşik olarak kullanılmıştır. Hastanelerin yatak kullanım performanslarının değerlendirilmesinde Pabon Lasso modeli kullanılmıştır.

Araştırmada, girdi değişkenleri; yatak sayısı, hekim sayısı, hemşire sayısı olarak, çıktı değişkenleri; toplam muayene sayısı, yatan hasta sayısı, ağırlıklı ameliyat sayısı, yatak doluluk oranı, yatak devir hızı ve ortalama kalış süresi olarak belirlenmiştir (Şekil 2). Girdi ve çıktılarının ağırlıkları AHP yöntemi ile belirlenmiştir. Ağırlıkların belirlenmesinde, alanında uzman on kişinin görüşüne başvurulmuştur. Bu kişiler; başhekim/başhekim yardımcısı, sağlık hizmetleri başkanı, sağlıkta kalite değerlendiricilerinden oluşmaktadır. Ölçütlerin karşılaştırılmasında yüz yüze yöntemi kullanılmıştır. Her uzman kişi, kriterlerin önem derecesini farklı düzeyde değerlendirmiştir. Örneğin bir uzman A kriterinin önem derecesini 5 ile belirtirken diğer uzman 1/3 olarak ifade etmiştir. Aynı ayrı alınan uzman görüşlerine tutarlılık testi yapılmıştır.

Tutarlı olan on matrisin geometrik ortalaması alınarak, uzmanların ortak görüşlerini belirten bir matris elde edilmiş ve VZA analizi elde edilen ağırlıklara göre yeniden yapılmıştır.

#### Girdi Değişkenleri

X<sub>1</sub>:Yatak Sayısı (YS)  
X<sub>2</sub>: Hekim Sayısı\*(HS)  
X<sub>3</sub>:Hemşire Sayısı\*\*\*(Hem. S)

#### Çıktı Değişkenleri

Y<sub>1</sub>:Toplam Muayene\*\*(TMS)  
Y<sub>2</sub>: Yatan Hasta Sayısı (YHS)  
Y<sub>3</sub>: Ağırlıklı Ameliyat Sayısı (AMS)  
Y<sub>4</sub>:Yatak Doluluk Oranı (YDO)  
Y<sub>5</sub>: Yatak Devir Hızı(YDH)  
Y<sub>6</sub>: Ortalama Kalış Günü (OKS)

### Şekil 2. Girdi ve çıktı değişkenleri

Araştırma verilerinin analizi; Statistical Package for Social Sciences (SPSS), DEAP (Data Envelopment Analysis (Computer) Program) ve Microsoft Excel programları ile yapılmıştır. Girdi ve çıktı değişkenleri analizinde CCR modeli ve BCC modeli, AHP ve PLM ile değerlendirilmiştir. Ameliyat sayılarının ağırlık ortalaması; verimlilik karne gösterge kartları rehberi temel alınarak elde edilmiştir (TKHK, 2016).

Araştırma için Süleyman Demirel Üniversitesi Rektörlüğü Sosyal ve Beşeri Bilimler Etik Kurul Başkanlığı'ndan (Karar no: 07.06.2017-43/4) etik kurul izni alınmıştır. Araştırma kapsamında kullanılan veriler Sağlık Bakanlığı tarafından yayımlanmış olup herkese açıktır. Kurum izinleri Kamu Hastaneleri Birliği Genel Sekreterliklerinden alınmıştır. Araştırmaya dâhil edilen KVB'leri Tablo 5'te sunulmuştur.

**Tablo 5. Araştırmada kullanılan karar verme birimleri (KVB)**

KVB	Hastane Adı	KVB	Hastane Adı
KVB <sub>1</sub>	Adana Kadın Doğum ve Çocuk Hastalıkları	KVB <sub>25</sub>	Afşin Devlet Hastanesi
KVB <sub>2</sub>	Seyhan Devlet Hastanesi	KVB <sub>26</sub>	Elbistan Devlet Hastanesi
KVB <sub>3</sub>	Adana Şehir Hastanesi	KVB <sub>27</sub>	Anamur Devlet Hastanesi
KVB <sub>4</sub>	Atatürk Devlet Hastanesi	KVB <sub>28</sub>	Erdemli Devlet Hastanesi
KVB <sub>5</sub>	Kepez Devlet Hastanesi	KVB <sub>29</sub>	Silifke Devlet Hastanesi
KVB <sub>6</sub>	Sağlık Bilimleri Üniversitesi Antalya EAH*	KVB <sub>30</sub>	Kadirli Devlet Hastanesi
KVB <sub>7</sub>	Alaaddin Keykubat Üniversitesi Alanya EAH*	KVB <sub>31</sub>	Elmalı Devlet Hastanesi
KVB <sub>8</sub>	Hatay Devlet Hastanesi	KVB <sub>32</sub>	Finike Devlet Hastanesi
KVB <sub>9</sub>	İskenderun Devlet Hastanesi	KVB <sub>33</sub>	Gazipaşa Devlet Hastanesi
KVB <sub>10</sub>	Eğirdir Kemik Hastanesi	KVB <sub>34</sub>	Kaş Devlet Hastanesi
KVB <sub>11</sub>	Isparta Şehir Hastanesi	KVB <sub>35</sub>	Kemer Devlet Hastanesi.
KVB <sub>12</sub>	Necip Fazıl Şehir Hastanesi	KVB <sub>36</sub>	Korkuteli Devlet Hastanesi
KVB <sub>13</sub>	Mersin Şehir Hastanesi	KVB <sub>37</sub>	Kumluca Devlet Hastanesi
KVB <sub>14</sub>	Tarsus Devlet Hastanesi	KVB <sub>38</sub>	Göhlhisar Devlet Hastanesi
KVB <sub>15</sub>	Toros Devlet Hastanesi	KVB <sub>39</sub>	Kırıkhan Devlet Hastanesi
KVB <sub>16</sub>	Osmaniye Devlet Hastanesi	KVB <sub>40</sub>	Reyhanlı Devlet Hastanesi
KVB <sub>17</sub>	Ceyhan Devlet Hastanesi	KVB <sub>41</sub>	Samandağ Devlet Hastanesi
KVB <sub>18</sub>	Adana Devlet Hastanesi	KVB <sub>42</sub>	Şehit Yunus Emre Devlet
KVB <sub>19</sub>	Kozan Devlet Hastanesi.	KVB <sub>43</sub>	Yalvaç Devlet Hastanesi
KVB <sub>20</sub>	Manavgat Devlet Hastanesi	KVB <sub>44</sub>	Göksun Devlet Hastanesi
KVB <sub>21</sub>	Serik Devlet Hastanesi	KVB <sub>45</sub>	Pazarcık Devlet Hastanesi
KVB <sub>22</sub>	Bucak Devlet Hastanesi	KVB <sub>46</sub>	Mut Devlet Hastanesi
KVB <sub>23</sub>	Burdur Devlet Hastanesi	KVB <sub>47</sub>	Düziçi Devlet Hastanesi
KVB <sub>24</sub>	Dört Yol Devlet Hastanesi		

\*EAH: Eğitim ve Araştırma Hastanesi

Araştırmada kullanılan girdi ve çıktı değişkenleri geniş literatür taraması sonucuna göre benzer olarak belirlenmiştir. Araştırmanın veri seti 3 girdi ve 6 çıktı olmak üzere toplam 9 değişkenden oluşmaktadır (Mut ve diğerleri, 2019; Hofmarcher ve diğerleri, 2002; Ferrier ve diğerleri, 2006; Clement ve diğerleri, 2008).

#### 4. BULGULAR

Hastanelerin etkinliklerinin belirlenmesinde yararlanılan girdi ve çıktı değişkenlerinin sonuçları Tablo 6'da verilmiştir. Girdi değişkenleri incelendiğinde; ortalama hekim sayısının 115, hemşire sayısının 295 ve hasta yatağı sayısının 330 olduğu tespit edilmiştir. Çıktı değişkenleri incelendiğinde ise; ortalama toplam muayene sayısının 1.089.106, yatan hasta sayısının 21.054, ağırlıklı ameliyat sayısının 1861, yatak doluluk oranının %64,19, yatak devir hızının 68,64 ve hastanede ortalama kalış süresinin 3,73 gün olduğu bulunmuştur.

**Tablo 6. VZA girdi ve çıktı değişkenleri**

Değişkenler		Ortalama	Std. Sapma	Min. Değer	Max. Değer
Girdi	X <sub>1</sub> : YS	330	367,81	50	1.550
	X <sub>2</sub> : HS*	115	124,99	16	518
	X <sub>3</sub> : Hem.S***	295	287,50	52	1.160
Çıktı	Y <sub>1</sub> : TMS**	1.089.106	899.566,54	61.024	3.432.582
	Y <sub>2</sub> : YHS	21.054	21.206,83	807	84.550
	Y <sub>3</sub> : AMS	1.861	2.291,74	72	9.010
	Y <sub>4</sub> : YDO	64,19	15,37	17,0	87,4
	Y <sub>5</sub> : YDH	68,64	27,41	10,8	194,1
	Y <sub>6</sub> : YD	3,73	1,37	1,6	10,9
	Y <sub>7</sub> : OKS	3,73	1,37	1,6	10,9

\*Pratisyen ve uzman hekimlerin toplamı \*\*Acil ve Poliklinik Muayene Toplamı\*\*\*Hemşire+Ebe Sayısı Toplamı

Hastanelerin VZA yöntemine göre elde edilen değerler Tablo 7'de sunulmuştur. Veriler incelendiğinde; tüm hastanelerin ortalama etkinlik skoru; CCR modelinde  $0.898,8 \pm 0.112$ , BCC modelinde  $0.943 \pm 0.081$  ve ölçek etkinliği  $0.954 \pm 0.097$ 'dir. CCR modeli sonuçlarına göre hastanelerin %66'sının, BCC modelindeyse %44'ü etkin olarak saptanmıştır. Ölçek etkinliği (CCR/BCC) puanları incelendiğinde; hastanelerin %38.3'ünün etkin olmadığı bulunmuştur. En düşük etkinlik skoru CCR modelinde 0.545, BCC modelinde 0.733, ölçek etkinliğinde sonucu 0.555'tir. Elde edilen sonuçlara göre 20 hastanenin üç boyutta da (CCR, BCC ve ölçek etkinliği) etkin olmadığı saptanmıştır. Etkin olmayan hastanelerin mevcut kaynaklarında iyileştirme yaparak verimli hale gelebilmeleri için Tablo 7'de gösterilen hastaneleri referans almaları gerekmektedir.



Tablo 7. KVB'leri etkinlik sonuçları

Kod	CCR	BCC	Ölçek	Referans Grupları
KVB <sub>1</sub>	1,000	1,000	1,000	
KVB <sub>2</sub>	1,000	1,000	1,000	
KVB <sub>3</sub>	0,756	1,000	0,756	KVB <sub>2</sub> (0,9) KVB <sub>41</sub> (1,7)
KVB <sub>4</sub>	1,000	1,000	1,000	
KVB <sub>5</sub>	0,785	0,835	0,940	KVB <sub>41</sub> (2,1)
KVB <sub>6</sub>	0,701	1,000	0,701	KVB <sub>2</sub> (1,3)
KVB <sub>7</sub>	0,859	0,877	0,979	KVB <sub>2</sub> (0,1) KVB <sub>17</sub> (0,5) KVB <sub>41</sub> (0,8)
KVB <sub>8</sub>	0,744	1,000	0,744	KVB <sub>1</sub> (0,6) KVB <sub>2</sub> (0,4) KVB <sub>30</sub> (0,3) KVB <sub>37</sub> (2,4)
KVB <sub>9</sub>	0,872	1,000	0,872	KVB <sub>2</sub> (0,2) KVB <sub>25</sub> (0,2) KVB <sub>30</sub> (0,9) KVB <sub>37</sub> (2,1)
KVB <sub>10</sub>	0,923	0,933	0,990	KVB <sub>31</sub> (0,1) KVB <sub>43</sub> (0,6) KVB <sub>47</sub> (0,1)
KVB <sub>11</sub>	0,787	0,788	0,999	KVB <sub>2</sub> (0,6) KVB <sub>43</sub> (0,2)
KVB <sub>12</sub>	0,927	1,000	0,927	KVB <sub>1</sub> (0,2) KVB <sub>2</sub> (0,3) KVB <sub>37</sub> (4,9)
KVB <sub>13</sub>	0,711	1,000	0,711	KVB <sub>1</sub> (0,6) KVB <sub>2</sub> (0,7) KVB <sub>30</sub> (1,4)
KVB <sub>14</sub>	0,953	1,000	0,953	KVB <sub>1</sub> (0,2) KVB <sub>17</sub> (0,6) KVB <sub>37</sub> (2,1)
KVB <sub>15</sub>	0,964	1,000	0,964	KVB <sub>2</sub> (0,4) KVB <sub>17</sub> (0,7) KVB <sub>41</sub> (0,0)
KVB <sub>16</sub>	0,889	0,910	0,978	KVB <sub>2</sub> (0,3) KVB <sub>37</sub> (1,1) KVB <sub>41</sub> (0,4)
KVB <sub>17</sub>	1,000	1,000	1,000	
KVB <sub>18</sub>	0,979	1,000	0,979	KVB <sub>2</sub> (0,2) KVB <sub>17</sub> (0,3) KVB <sub>41</sub> (1,1)
KVB <sub>19</sub>	0,756	0,758	0,998	KVB <sub>17</sub> (0,2) KVB <sub>25</sub> (0,3) KVB <sub>40</sub> (0,4) KVB <sub>46</sub> (0,1)
KVB <sub>20</sub>	0,916	0,928	0,987	KVB <sub>2</sub> (0,1) KVB <sub>17</sub> (0,7) KVB <sub>7</sub> (0,4)
KVB <sub>21</sub>	0,967	0,980	0,986	KVB <sub>17</sub> (0,3) KVB <sub>37</sub> (0,9)
KVB <sub>22</sub>	0,779	0,784	0,993	KVB <sub>1</sub> (0,2) KVB <sub>30</sub> (0,1) KVB <sub>37</sub> (0,6) KVB <sub>43</sub> (0,1)
KVB <sub>23</sub>	0,785	0,809	0,971	KVB <sub>1</sub> (0,1) KVB <sub>2</sub> (0,1) KVB <sub>37</sub> (1,4)
KVB <sub>24</sub>	0,986	1,000	0,986	KVB <sub>4</sub> (0,1) KVB <sub>17</sub> (0,4) KVB <sub>41</sub> (0,8)
KVB <sub>25</sub>	1,000	1,000	1,000	
KVB <sub>26</sub>	0,803	0,811	0,990	KVB <sub>1</sub> (0,2) KVB <sub>2</sub> (0,1) KVB <sub>17</sub> (0,3) KVB <sub>37</sub> (0,5)
KVB <sub>27</sub>	0,921	0,925	0,995	KVB <sub>17</sub> (0,1) KVB <sub>34</sub> (0,4) KVB <sub>37</sub> (0,4) KVB <sub>3</sub> (0,2)
KVB <sub>28</sub>	0,899	0,908	0,990	KVB <sub>17</sub> (0,7) KVB <sub>34</sub> (0,3)
KVB <sub>29</sub>	0,793	0,793	0,999	KVB <sub>1</sub> (0,1) KVB <sub>17</sub> (0,2) KVB <sub>37</sub> (0,5) KVB <sub>43</sub> (0,2)
KVB <sub>30</sub>	1,000	1,000	1,000	
KVB <sub>31</sub>	1,000	1,000	1,000	
KVB <sub>32</sub>	0,903	0,903	1,000	KVB <sub>31</sub> (0,3) KVB <sub>37</sub> (0,4) KVB <sub>43</sub> (0,3)
KVB <sub>33</sub>	0,927	0,939	0,987	KVB <sub>34</sub> (0,7) KVB <sub>37</sub> (0,1) KVB <sub>43</sub> (0,1) KVB <sub>47</sub> (0,1)
KVB <sub>34</sub>	1,000	1,000	1,000	
KVB <sub>35</sub>	1,000	1,000	1,000	
KVB <sub>36</sub>	0,714	0,733	0,975	KVB <sub>17</sub> (0,1) KVB <sub>34</sub> (0,4) KVB <sub>40</sub> (0,2) KVB <sub>46</sub> (0,1)
KVB <sub>37</sub>	1,000	1,000	1,000	
KVB <sub>38</sub>	1,000	1,000	1,000	
KVB <sub>39</sub>	0,938	0,956	0,982	KVB <sub>17</sub> (0,3) KVB <sub>37</sub> (0,9)
KVB <sub>40</sub>	1,000	1,000	1,000	
KVB <sub>41</sub>	1,000	1,000	1,000	
KVB <sub>42</sub>	0,545	0,982	0,555	KVB <sub>31</sub> (0,4) KVB <sub>38</sub> (0,1)
KVB <sub>43</sub>	1,000	1,000	1,000	
KVB <sub>44</sub>	0,821	0,840	0,978	KVB <sub>43</sub> (0,1) KVB <sub>7</sub> (0,6)
KVB <sub>45</sub>	0,915	0,926	0,988	KVB <sub>17</sub> (0,1) KVB <sub>31</sub> (0,1) KVB <sub>40</sub> (0,1) KVB <sub>41</sub> (0,1)
KVB <sub>46</sub>	1,000	1,000	1,000	KVB <sub>2</sub> (0,9) KVB <sub>41</sub> (1,7)
KVB <sub>47</sub>	1,000	1,000	1,000	
Ortalama	0,898	0,943	0,954	
Minimum	0,545	0,733	0,555	

Her bir girdi ve çıktı ölçütünün farklı önem değerine sahip olduğu düşünülerek, AHP yöntemiyle ağırlıkları belirlenerek önem değerleri elde edilmiştir. Öncelikle her uzmanın ölçütler ile ilgili görüşü ayrı ayrı alınarak ikili karar matrisi elde edilmiştir. Tutarlılık oranları değerlendirilmiş ve daha sonra on uzmanın vermiş olduğu önem değerlerinin aritmetik ortalaması alınarak ortak bir tane karşılaştırma matrisi elde edilmiştir. Elde edilen veriler girdilerin ağırlıklar ortalamalarına göre değerlendirildiğinde; 0.683'lük önem derecesi ile hekim sayısı ilk sırada yer alırken, yatak sayısının 0.069'lık önem derecesiyle son sırada olduğu bulunmuştur. Hemşire sayısı 0.248'lik önem derecesine sahiptir (Tablo 8).

**Tablo 8. Girdi ağırlıklarının ortalamaları**

	1. Karar Verici	2. Karar Verici	3. Karar Verici	4. Karar Verici	5. Karar Verici	6. Karar Verici	7. Karar Verici	8. Karar Verici	9. Karar Verici	10. Karar Verici	Ortalama
YS	0,081	0,089	0,057	0,070	0,072	0,074	0,059	0,056	0,074	0,057	0,069
HS	0,751	0,658	0,649	0,739	0,697	0,643	0,700	0,702	0,643	0,649	0,683
Hem.S	0,168	0,253	0,295	0,190	0,232	0,283	0,242	0,242	0,283	0,295	0,248

Çıktıların önem değerlerini gösteren ortak ikili karar matris oluşturulurken de girdilerin önem değerlerini belirleyen adımlar izlenmiştir. Elde edilen veriler değerlendirildiğinde; ameliyat sayısı 0.293'lük önem derecesi ile ilk sırada, toplam muayene sayısı 0.229'lük önem derecesi ile ikinci sırada, OKS'nin 0.069'lük önem derecesi son sırada olduğu saptanmıştır (Tablo 9).

**Tablo 9. Çıktı ağırlıklarının ortalamaları**

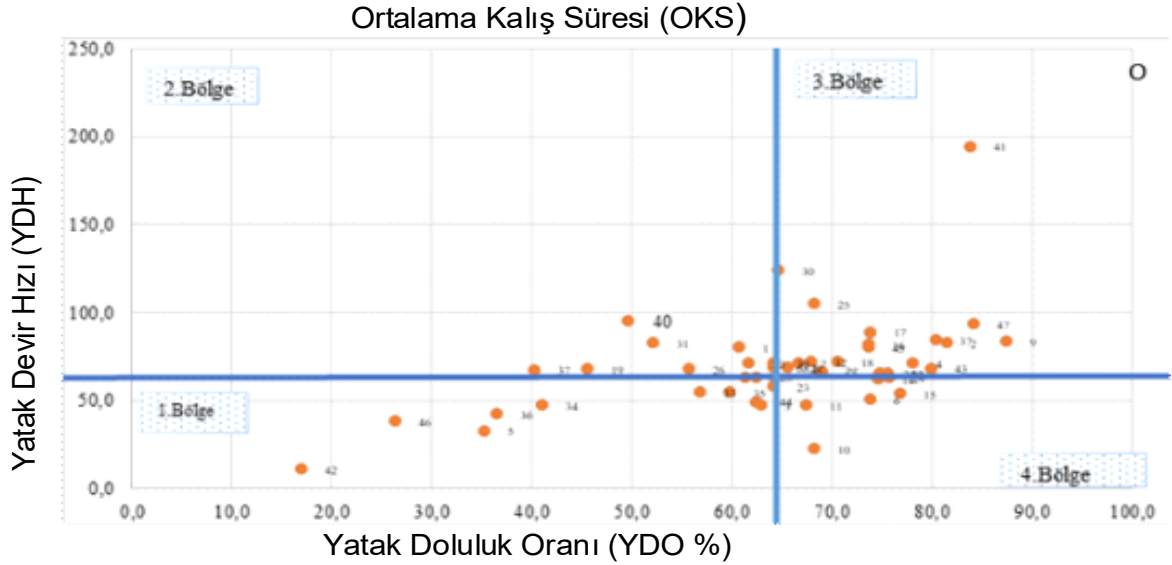
	1. Karar Verici	2. Karar Verici	3. Karar Verici	4. Karar Verici	5. Karar Verici	6. Karar Verici	7. Karar Verici	8. Karar Verici	9. Karar Verici	10. Karar Verici	Ağırlık Ort.
TMS	0,233	0,313	0,226	0,151	0,284	0,146	0,329	0,215	0,154	0,236	0,229
YHS	0,112	0,104	0,111	0,183	0,191	0,146	0,128	0,120	0,164	0,120	0,138
AMS	0,195	0,339	0,334	0,321	0,197	0,313	0,244	0,356	0,278	0,354	0,293
YDO	0,175	0,100	0,144	0,134	0,130	0,135	0,129	0,125	0,155	0,103	0,133
YDH	0,175	0,100	0,134	0,121	0,130	0,201	0,129	0,125	0,155	0,114	0,138
OKS	0,112	0,043	0,052	0,090	0,069	0,060	0,042	0,060	0,093	0,072	0,069

AHP yöntemiyle elde edilen ağırlıklar ile (Tablo 8 ve Tablo 9) ikinci kez VZA yöntemi ile hastanelerin performans ölçümü yapılmıştır. Tablo 10'da bütünleşik yöntem olan VZAHP sonuçları sunulmuştur. Elde edilen verilere göre 6 hastane %100 etkin olarak bulunmuştur. Hastanelerin ikinci modele göre ortalama etkinlik skoru incelendiğinde; CCR 0,747, BCC 0,857 ve ölçek etkinliği puanı 0,875 olarak tespit edilmiştir. En düşük etkinlik skoru CCR modelinde 0,177, BCC modelinde 0,498 ve ölçek etkinliği 0,355'tir. CCR modeli sonuçlarına göre KVB'lerinin %12,8'i tam etkin iken %87,2'sinin etkin olmadığı bulunmuştur. Ağırlıksız model olan ilk analizde CCR modeline göre verimli olan 10 hastanenin (KVB1, KVB25, KVB30, KVB31, KVB34, KVB35, KVB38, KVB40, KVB43 ve KVB46) ağırlık hesaplanan bütünleşik modelde verimli olmadığı bulunmuştur. KVB 1'in CCR etkinlik sonuçları incelendiğinde ilk modelde tam etkin iken ikinci modelde 0,641'e düştüğü, KVB3'ün 0,756'dan 0,524'e düştüğü, KVB10'un 0,923 iken 0,434'e düştüğü, KVB18'in 0,979'dan 0,862'ye düştüğü saptanmıştır. KVB42'nin etkinlik skoru VZA'ne göre 0,545 iken VZAHP analizine göre 0,177 olarak elde edilmiştir ve ikinci modelde etkinlik skorunun oldukça düşük olduğu görülmektedir. Her iki modelde de tüm KVB'lerin VZA ve VZAHP puanları değerlendirildiğinde KVB2-KVB4- KVB17- KVB37- KVB41- KVB47'nin %100 etkin olduğu bulunmuştur. Tüm hastanelerin ortalama etkinlik skoru ilk modelde 0,898, bütünleşik modelde ise etkinlik skoru 0,747 olarak bulunmuştur.

PLM'de hastane yataklarının verimli kullanımının değerlendirilmesinde; YDO, OKS ve YDH temel alınarak hesaplama yapılmaktadır. Bu modelde dört bölgeden oluşma ve hastanelerin verimli olan 3. bölgede yer alması gerekmektedir. Elde edilen yatak kullanım performans verileri PLM diyagramında verilmiştir. Buna göre 15 KVB üçüncü bölgede yer alarak hastane yataklarını verimli kullanmıştır (Şekil 3).

Tablo 10: VZA ile VZAHP etkinlik sonuçlarının karşılaştırılması

KVB	VZA			VZAHP		
	CCR	BCC	ÖE	CCR	BCC	ÖE
KVB <sub>1</sub>	1,000	1,000	1,000	0,641	1,000	0,641
KVB <sub>2</sub>	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
KVB <sub>3</sub>	0,756	1,000	0,756	0,524	0,813	0,644
KVB <sub>4</sub>	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
KVB <sub>5</sub>	0,785	0,835	0,94	0,498	0,498	0,999
KVB <sub>6</sub>	0,701	1,000	0,701	0,658	1,000	0,658
KVB <sub>7</sub>	0,859	0,877	0,979	0,811	0,823	0,985
KVB <sub>8</sub>	0,744	1,000	0,744	0,628	0,933	0,674
KVB <sub>9</sub>	0,872	1,000	0,872	0,805	1,000	0,805
KVB <sub>10</sub>	0,923	0,933	0,990	0,434	0,631	0,688
KVB <sub>11</sub>	0,787	0,788	0,999	0,609	0,612	0,995
KVB <sub>12</sub>	0,927	1,000	0,927	0,758	1,000	0,758
KVB <sub>13</sub>	0,711	1,000	0,711	0,595	1,000	0,595
KVB <sub>14</sub>	0,953	1,000	0,953	0,698	0,910	0,767
KVB <sub>15</sub>	0,964	1,000	0,964	0,944	1,000	0,944
KVB <sub>16</sub>	0,889	0,91	0,978	0,889	0,909	0,978
KVB <sub>17</sub>	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
KVB <sub>18</sub>	0,979	1,000	0,979	0,862	0,862	1,000
KVB <sub>19</sub>	0,756	0,758	0,998	0,632	0,648	0,975
KVB <sub>20</sub>	0,916	0,928	0,987	0,911	0,911	1,000
KVB <sub>21</sub>	0,967	0,980	0,986	0,834	0,835	1,000
KVB <sub>22</sub>	0,779	0,784	0,993	0,531	0,538	0,986
KVB <sub>23</sub>	0,785	0,809	0,971	0,664	0,666	0,997
KVB <sub>24</sub>	0,986	1,000	0,986	0,986	1,000	0,986
KVB <sub>25</sub>	1,000	1,000	1,000	0,768	0,801	0,958
KVB <sub>26</sub>	0,803	0,811	0,990	0,672	0,713	0,942
KVB <sub>27</sub>	0,921	0,925	0,995	0,770	0,805	0,956
KVB <sub>28</sub>	0,899	0,908	0,990	0,846	0,872	0,970
KVB <sub>29</sub>	0,793	0,793	0,999	0,610	0,612	0,998
KVB <sub>30</sub>	1,000	1,000	1,000	0,836	1,000	0,836
KVB <sub>31</sub>	1,000	1,000	1,000	0,892	1,000	0,892
KVB <sub>32</sub>	0,903	0,903	1,000	0,711	0,764	0,930
KVB <sub>33</sub>	0,927	0,939	0,987	0,726	0,855	0,849
KVB <sub>34</sub>	1,000	1,000	1,000	0,699	1,000	0,699
KVB <sub>35</sub>	1,000	1,000	1,000	0,889	1,000	0,889
KVB <sub>36</sub>	0,714	0,733	0,975	0,569	0,684	0,832
KVB <sub>37</sub>	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
KVB <sub>38</sub>	1,000	1,000	1,000	0,676	1,000	0,676
KVB <sub>39</sub>	0,938	0,956	0,982	0,901	0,902	0,999
KVB <sub>40</sub>	1,000	1,000	1,000	0,867	0,910	0,953
KVB <sub>41</sub>	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
KVB <sub>42</sub>	0,545	0,982	0,555	0,177	0,721	0,245
KVB <sub>43</sub>	1,000	1,000	1,000	0,584	0,711	0,821
KVB <sub>44</sub>	0,821	0,840	0,978	0,665	0,771	0,863
KVB <sub>45</sub>	0,915	0,926	0,988	0,766	0,795	0,963
KVB <sub>46</sub>	1,000	1,000	1,000	0,595	0,753	0,791
KVB <sub>47</sub>	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Ortalama	0,898	0,943	0,954	0,747	0,857	0,875
Minimum	0,545	0,733	0,555	0,177	0,498	0,355



**Şekil 3. Hastanelerin yatak kullanım performansları**

## 5. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Bu araştırmanın amacı Akdeniz Bölgesi'nde sağlık hizmeti sunan kamu hastanelerinin göreceli teknik verimlilik düzeylerinin belirlenmesidir. Araştırmanın ilk aşamasında KVB ile girdi ve çıktı değişkenleri belirlenmiş ve VZA yöntemi kullanılarak göreceli etkinlik düzeyleri bulunmuştur. İkinci aşamasında girdi ve çıktı değişkenlerinin uzman görüşleri dikkate alınarak AHP yöntemiyle ağırlıkları belirlenmiş ve yeniden VZA analizi yapılmıştır. En son aşamada yatak kullanım performansını belirlemede Pabon Lasso Modeli kullanılmıştır. Böylece her yöntemin dezavantajlarının ortadan kaldırılarak kamu hastanelerinin verimliliklerinin karşılaştırılabilirliği ortaya konulmuştur.

VZA yöntemine göre elde edilen veriler değerlendirildiğinde; CCR modeli sadece 16 hastanenin (%34) etkin, 31 hastanenin (%66) etkin olmadığı saptanmıştır. Diğer bir deyişle hastanelerin yaklaşık üçte birinin etkin olduğu ve kaynaklarını etkin kullandığı, girdi ve çıktıları herhangi bir değişiklik yapmalarına gerek olmadığı söylenebilir. Literatürde VZA yöntemiyle yapılan çalışmalar incelenmiştir. Taşkaya (2020) tarafından yapılan çalışmada 59 eğitim ve araştırma hastanesinin sadece 22 tanesinin (%37) verimli olduğu saptanmıştır (Taşkaya, 2020). Kar ve Demireli (2021) tarafından yapılan çalışmada İzmir ilindeki 28 kamu hastanesinin 2014-2015-2016 yıllarındaki verimliliği değerlendirilmiştir, CCR modeline göre; 2014 yılında 8 hastane, 2015 yılında 10 hastane, 2016 yılında 6 hastane etkin bulunmuştur. Balkan (2021) tarafından yapılan çalışmada 25 afiliye 53 afiliye olmayan toplam 78 eğitim ve araştırma hastanesinin 2013-2017 yıllarındaki verimlilikleri değerlendirilmiştir. İlk yıl 8 hastane etkin, 2014 yılında 11 hastane etkin, 2015 ve 2016 yılında 10 hastane etkin, 2017 yılında 8 hastane etkin olarak bulunmuştur (Balkan, 2021). Yiğit ve Esen (2017) tarafından yapılan çalışmada; VZA modelinde 12 kamu hastanesinin %66,7'sinin etkin %33,3'ünün etkin olmadığı saptanmıştır. Bakırcı (2016) tarafından yapılan bir çalışmada, Sağlık Bakanlığı'na bağlı 633 hastanenin verimliliği değerlendirilmiştir. Sonuçlara göre, 2011 yılında hastanelerin %85,31 verimsiz iken %14,69 verimli ve 2014 yılında; hastanelerin %87,36 verimsiz iken %12,64 verimli olduğu gösterilmiştir. Doğan ve Gencan (2014) tarafından yapılan çalışmada Ankara ilinde sağlık hizmeti sunan 26 kamu hastanesinin performansı değerlendirilmiş ve 13 hastanenin verimli olduğu belirtilmiştir. Mertrak ve diğerleri (2014) İran'da 18 hastanenin performansını değerlendirmiş VZA yöntemine göre hastanelerin %61'inin verimli olduğu gösterilmiştir (Mehrtak ve diğerleri., 2014). Bal ve Bilge (2013) tarafından yapılan çalışmada 35 eğitim ve araştırma hastanesinin verimliliğinin değerlendirildiği, sadece 13 hastanenin (%37) verimli olduğu gösterilmiştir. Çakmak (2006) tarafından yapılan çalışmada, Sağlık Bakanlığı'na bağlı 41 Kadın Doğum Çocuk Hastanesi performansı VZA modeli ile incelemiş ve hastanelerin %29,3 etkin, %70,7 etkin olmadığı bulunmuştur. Meta analiz yöntemi kullanılarak, Türkiye'deki hastanelerin teknik verimliliği incelenmiş, PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) akış diyagramı kapsamında 41 araştırmanın meta analiz skorları forest plot ile sunulmuştur. Rastgele etkiler modeliyle yapılan çalışmada, hastanelerin etkinlik puanının 0,82 (G.A; 0.78-0.86; p<0.05) olduğu gösterilmiştir Yiğit (2019b).

Bu çalışmada, girdi ve çıktıların ağırlıkları belirlendikten sonra yeniden VZA analizi yapılmıştır. Yani hibrit yöntem veya bütünlük yöntem olarak adlandırılan VZAHP yöntemiyle veriler analiz edilmiştir.

VZAHP yöntemi CCR modeline göre; hastanelerin yalnızca 6'sı (%12,8) etkin, 41'i (%87,2) etkin olmadığı bulunmuştur. Genel olarak VZA'nin girdi ve çıktıların ağırlıklarının farklı olduğu VZAHP yönteminin aksine daha fazla hastaneyi verimli olarak gösterdiği saptanmıştır. Literatürde yapılan diğer çalışmalara bakıldığında sonuçlar benzerlik göstermektedir. Ankara'daki 26 kamu hastanesinin performansları VZA ve AHP yöntemiyle değerlendirilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre VZA modelinde 13 hastane, VZAHP modeline göre 10 hastane etkin bulunmuştur. Ayrıca ortalama etkinlik skoru VZA'nde %91, VZAHP ise %86 olarak saptanmıştır (Doğan ve Gencan, 2014).

Bu araştırmada, yatak kullanım performansının değerlendirilmesi için PLM kullanılmıştır. Elde edilen verilere göre; hastanelerin 14 tanesi en verimsiz olan 1. Bölgede (%29,8), 3 tanesi 2. Bölgede (%6,4), 15 tanesi en verimli olan 3. Bölgede (%31,9) ve 15 tanesi 4. Bölgede (%31,9) yer almaktadır. VZA yöntemi ile verimli bulunan 8 hastanenin, VZAHP yöntemi ile verimli bulunan 7 hastanenin Pabon Lasso yöntemine göre de verimli olduğu tespit edilmiştir.

Literatürde yapılan diğer çalışmalara bakıldığında; 12 kamu hastanesinin etkinlik düzeyleri VZA ve PLM modeli ile incelemiş, Pabon Lasso modeline göre %51'i tamamen verimli iken, VZA yöntemine göre bu oranın %67 olduğu gösterilmiştir (Yiğit ve Esen 2017). Bir başka çalışmada, hastanelerin Veri Zarflama Analizine göre %37'si verimli, Pabon Lasso yöntemine göre %30,5'inin en verimli bölgede yer aldığı bildirilmiştir. PLM'de; 18 hastanenin en verimsiz olan 1. Bölgede (%30,5), 11 hastanenin 2. Bölgede (%19), 18 hastanenin en verimli olan 3. Bölgede (%30,5) ve 12 hastanenin 4. Bölgede (%20) yer aldığı gösterilmiştir (Taşkaya, 2020). Mertrak ve diğerleri (2014), İran'da 18 hastanenin performansını değerlendirmiş, Pabon Lasso modeline göre, hastanelerin % 44,5'i tamamen verimli iken VZA yöntemine göre hastanelerin %61'inin verimli olduğu gösterilmiştir(Mehrtrak ve diğerleri., 2014).

Kamu hastanelerinin verimliliğini değerlendirmek için Sağlık Bakanlığı adına verimlilik karne uygulamasına başlanmış ve bu kapsamda gösterge kartları hazırlanmıştır. Verimlilik karnesinde; hastanelerin sağlık hizmetleri yönetimi, mali hizmetler yönetimi ve idari hizmetler yönetimine ilişkin çeşitli göstergeler belirlenmiştir. Bu göstergeler aracılığıyla belirli dönemlerde verilerin analizi yapılarak sonuçlar hastaneler ile paylaşılmaktadır. Bu bağlamda elde edilen veriler değerlendirildiğinde; bulunan sonuçlar hastaneler açısından göreceli olmakla birlikte, literatüre katkı sağlaması açısından önemli bulgular niteliğindedir. Bu araştırmada verimli olan hastanelerin mevcut durumlarını korumaları, verimli olmayan hastanelerin ise referans hastaneleri örnek alarak gerekli iyileştirme çalışmalarını yapması önemlidir. Böylece atıl kapasiteler kullanılarak kamu kaynaklarının etkin kullanımı sağlanmış olacaktır. Araştırmadan elde edilen verilerle hastanelerin kaynak kullanımında verimlilik seviyelerini artıracakları veriler elde edilmiştir. Bu veriler ışığında; hastanelerin verimlilik seviyelerini tespit edebilmek için; değişkenlerin ağırlıklarını eşit tutan varsayan VZA ile birlikte her bir değişken ağırlığını dikkate alan VZAHP ve ÇKKV yöntemlerinin birlikte kullanılması daha faydalı olabilecektir.

Araştırmada bazı kısıtlılıklar bulunmaktadır. Bunlar; yalnızca Akdeniz bölgesinde yer alan kamu hastanelerinin seçilmesi, yalnızca A-B ve C hizmet rol grubundaki hastanelerin dâhil edilmesi ve belirli bir dönem kapsamasıdır.

Bu çalışmada girdi ve çıktıların ağırlıklarının belirlenmesinde AHP yöntemi kullanılmıştır. Gelecek konuyla ilgili yapılacak çalışmalarda girdi ve çıktıların ağırlıklarının belirlenmesinde Entropi Metodu, SWARA gibi farklı yöntemler kullanılabilir. Ayrıca finansal göstergelerin, kalite, klinik kalite ve memnuniyet boyutunun da dâhil edilmesi, uzun dönemli verilerin temin edilerek çalışmaların yapılması önerilmektedir.

## KAYNAKÇA

- Amini, A. ve Alinezhad, A. (2017). "Integrating DEA and Group AHP for Efficiency Evaluation and the Identification of the Most Efficient DMU", *International Journal of Supply and Operations Management*, 4(4), 318-27.
- Andersen, P. ve Petersen, N.C. (1993). "A Procedure for Ranking Efficient Units in Data Envelopment Analysis", *Management Science*, 39 (10), 1261-64.
- Arancı, A. (2012). "Veri Zarflama Analizi Yöntemi İle Kars Devlet Hastanesi Polikliniklerinin Performans Değerlendirmesi", Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Kafkas Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kars.
- Araújo, C., Barros, C.P. ve Wanke, P. (2014). "Efficiency Determinants and Capacity Issues in Brazilian For-Profit Hospitals", *Health Care Management Science* 17 (2), 126-38.
- Aslan, Ş. ve Mete, M. (2007). "Performans Ölçümünde Veri Zarflama Analizi Yöntemi : Sağlık Bakanlığı'na Bağlı Doğum Ve Çocuk Hastaneleri Örneği", *İ. Ü. İşletme Fakültesi Dergisi* 36 (1), 44-63.
- Atmaca, E., Turan, F., Kartal, G. ve Çiğdem, E.S. (2012). "Ankara İli Özel Hastanelerinin Veri Zarflama Analizi İle Etkinlik Ölçümü", *Çukurova Üniversitesi İİBF Dergisi* 16 (2), 135-153.
- Aydın, Ö., Öznehir, S. ve Akçalı, E. (2009). "Ankara İçin Optimal Hastane Yeri Seçiminin Analitik Hiyerarşi Süreci İle Modellenmesi", *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14 (2), 69-86.
- Ayna, R. (2018). "İzmir'deki Ortaöğretim Kurumlarının Veri Zarflama Analizi ve Analitik Hiyerarşi Süreci Bütünleşik Yönetimi (VZAHP) İle Etkinliklerinin Değerlendirilmesi", Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Aytekin, S. (2011). "Yatak İşgal Oranı Düşük Olan Sağlık Bakanlığı Hastanelerinin Performans Ölçümü: Bir Veri Zarflama Analiz Uygulaması", *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 1, 113-138.
- Bahadori, M., Izadi, A.H., Ghardashi, F., Ravangard, R. ve Hosseini, S.M. (2016). "The Evaluation of Hospital Performance in Iran: A Systematic Review Article", *Iran J Public Health*, 45 (7), 855-866.
- Bakırcı, A. (2016). "663 Sayılı KHK'nin Devlet Hastanelerinin Verimliliklerine Olan Etkisinin Veri Zarflama Analizi İle Ölçümü", Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sivas.
- Bal, V. ve Bilge, H. (2013). "Eğitim Ve Araştırma Hastanelerinde Veri Zarflama Analizi İle Etkinlik Ölçümü", *Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 2 (2), 1-14.
- Balkan, D. (2021). "Comparative Study of Affiliated and Non-Affiliated Hospitals : DEA Based Analysis in Turkey", *American Journal of Public Health Research*, 9 (4), 120-129.
- Bayraktutan ve Y., Pehlivanoğlu, F. (2012). "Sağlık İşletmelerinde Etkinlik Analizi: Kocaeli Örneği", *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 23, 127-162.
- Berk, E. ve Çerçioğlu, H. (2019). "The Productive Efficiency of the Turkish Health Care Sector Based on Provincial Panel Data", *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 34 (2), 929-943.
- Beşak, Y. (2015). "Kamu Hastaneleri Birliğinde Maliyet Performans Analizi Ve Bunun Etkinlik Verimlilik Çerçevesinde İncelenmesi: İstanbul Bakırköy'de Bir Uygulama", Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi Beykent Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Beylik, U. (2009). "Sağlık Bakanlığı Hastanelerinde Karlılık-Verimlilik Analizleri ve Değerlendirmesi", Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Beylik, U., Kayral İ. H. ve Naldöken, Ü. (2015). "Sağlık Hizmet Etkinliği Açısından Kamu Hastane Birlikleri Performans Analizi", *Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 39 (2), 203-224.
- Bowen, W.M. (1990). "Subjective Judgements And Data Envelopment Analysis in Site Selection", *Computers, Environment and Urban Systems*, 14 (2), 133-144.
- Clement, J.P., Valdmanis, V.G., Bazzoli, G.J., Zhao, M. ve Chukmaitov, A. (2008). "Is More Better ? An Analysis of Hospital Outcomes and Efficiency with a DEA Model of Output Congestion", *Health Care Management Science*, 11, 67-77.
- Cooper, W.W., Seiford, L.M. ve Zhu, J. (2011). "Handbook on Data Envelopment Analysis Handbook on Data Envelopment Analysis", Springer.
- Çakmak, M. (2006). "Kamu Hastane Yönetiminde Etkinliğin Ölçülmesi: Kadın Doğum Hastaneleri Örneği", Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Çalışkan, H. (2020). "Kamu Hastane Birliklerinin Verimlilik Düzeylerinin Veri Zarflama Analizi İle Değerlendirilmesi", *Verimlilik Dergisi*, 2, 157-178.
- Çalışkan, S. ve Girginer, N. (2016). "Türkiye'deki Hastanelerin Performanslarının Veri Zarflama Analizi İle Değerlendirilmesi", *EconWorld Imperial College Proceedings*, 10-12 Ağustos, Londra.

- Çelikkbilek, Y. (2018). "Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri Açıklamalı ve Karşılaştırmalı Sağlık Bilimleri Uygulamaları İle". 1. Baskı. Editör: Muhlis Özdemir, Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Çınaroğlu, S. (2018). "Eğitim ve Araştırma Hastanesi Olan ve Olmayan Hastanelerin Teknik Verimliliklerinin Veri Zarflama Analizi ile Karşılaştırılması", *Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi*, 21 (2), 179-198.
- Davoud, A., Mohammad, P., Issac, B., Hossein, A., Sadeghi, G. ve Salarikhah, E. (2014). "Contemporary Use Of Hospital Efficiency Indicators to Evaluate Hospital Performance Using The Pabon Lasso Model", *European Journal Of Business and Social Sciences*, 3 (2), 1-8.
- Demir, Ö., Diğer, H. ve Taşar, S.A. (2019). "Sağlık Kurumlarında Finansal Performans Ölçümü: İl ve İlçe Devlet Hastaneleri Üzerine Bir Örnek", *Sağlık Yönetimi Dergisi*, 3 (2), 1-15.
- Doğan, N.Ö. ve Gencan, S. (2014). "VZA/AHP Bütünleşik Yöntemi İle Performans Ölçümü: Ankara'daki Kamu Hastaneleri Üzerine Bir Uygulama", *Gazi Üniveristesesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 16 (2), 88-112.
- Dokumacı, T.R. (2017). "Üniversite Eğitim Uygulama Araştırma Hastanelerinde Veri Zarflama Analizi Yöntemi İle Finansal Performans Ölçümü", Yayımlanmış Yüksek Lisans Projesi, Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Denizli.
- Erol, E. ve Güneş, İ. (2014). "Türkiye'de İllerin Sağlık Etkinliklerinin Analizi", *Ekonomi Bilimleri Dergisi*, s 6 (2), 1-19.
- Esen H. ve Yiğit V. (2021). "Yoğun Bakım Yatak Kullanım Verimliliğinin Pabon Lasso Modeli İle Değerlendirilmesi", *Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 10 (2), 1138-1350.
- Esen, H. ve Yiğit, V. (2019). "Kamu Hastanelerinde Verimlilik Ölçümü: Akdeniz Bölgesi Örneği", *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi (ASEAD)*, 6 (7), 133-44.
- Ferrier, G.D., Rosko, M.D. ve Valdmanis, V.G. (2006). "Analysis of Uncompensated Hospital Care Using a DEA Model of Output Congestion", *Health Care Management Science*, 9, 181-188.
- Gencan, S. (2014). "Hastanelerin Performansının Veri Zarflama Analizi/Analitik Hiyerarşi Prosesi Bütünleşik Yöntemi Kullanarak Değerlendirilmesi", Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Nevşehir.
- Glickman, S.W., Baggett, K.A., Krubert, C.G., Peterson, E.D. ve Schulman, K.A. (2007). "Promoting Quality: The Health-Care Organization from a Management Perspective", *International Journal for Quality in Health Care*, 19 (6), 341-348.
- Goshtasebi, A., Vadaninia M., Gorgipour, R., Samanpour, A., Maftoon, F., Farzadi, F. ve Ahmadi, F. (2009). "Assessing Hospital Performance by the Pabon Lasso Model", *Iranian J Publ Health*, 38 (2), 119-124.
- Gök, M. Ş. (2012). "Veri Zarflama Analizi İle Türkiye Hastanelerinin Verimlilik Değerlendirmesi", Yayımlanmış Doktora Tezi, Gebze Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Gebze.
- Güçlü, A. (1999). "Türk Silahlı Kuvvetleri Hastanelerinde Teknik Verimlilik Ölçümü: Veri Zarflama Analizi Uygulaması", Yayımlanmış Doktora Tezi, Gülhane Askeri Tıp Akademisi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Gülcü, A. (2004). "Özel Hastanelerin 1998-1999 Yıllarına Ait Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Görece Verimlilik Analizi", *Verimlilik Dergisi*, 3, 49-88.
- Gülcü, A. ve Tutar, H. (2004). "Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle SSK Hastanelerinde Görece Verimlilik Analizi: Yönetim ve Organizasyon İlkeleri Açısından Bir Değerlendirme", *Verimlilik Dergisi*, 1, 51-82.
- Gülcü, A., Özkan, Ş. ve Tutar, H. (2004). "Devlet Hastanelerinin 1998 2001 Yılları Arası Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Görece Verimlilik Analizi Yönetim Ve Organizasyon İlkeleri Açısından Bir Değerlendirme", *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 18 (4), 397-421.
- Gülsevin, G. ve Türkan, A.H. (2013). "Afyonkarahisar Hastanelerinin Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi İle Değerlendirilmesi", *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 12, 1-8.
- Günay, M. (2010). "Üniversite Hastanelerinin 2008 Yılı Verimlilik Ve Etkinlik Analizi" Cumhuriyet Üniversitesi, Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sivas.
- Harrison, J.P. ve Meyer, S. (2014). "Measuring Efficiency among US Federal Hospitals", *Health Care Manager*, 33 (2), 117-127.
- Hofmarcher, M.M., Paterson, I. ve Riedel, M. (2002). "Measuring Hospital Efficiency in Austria -a DEA Approach", *Health Care Management Science*, 5, 7-14.
- Hosseini, S.E., Ebrahimipour, H., Badiee, S., Haghighi, H., Mahmoudian, P. ve Vafae-Najar, A. (2016). "Performance Evaluation of Mashhad University of Medical Sciences ' Hospitals During 2006-2011 : Application of Pabon Lasso Model", *Jentashapir J Health Res.*, 7 (4), 1-6. doi: 10.17795/jjhr-33517.
- Irmak, E.D. (2014). "Sivas İlindeki Devlet Hastanelerinin Veri Zarflama Analizi Yöntemi İle Teknik Etkinliğinin Belirlenmesi", Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sivas, 2014.

- İskender, A. (2005). "Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Görece Verimlilik Analizi İle Sivas İzzettin Keykavus Hastanesi, Sivas SSK Hastanesi ve C.Ü. Uygulama ve Araştırma Hastanesi Üzerine Bir Uygulama", Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sivas.
- Kar, İ. ve Demireli, E. (2021). "Veri Zarflama Analizi İle Etkinlik Ölçümü : İzmir İli Devlet Hastanelerinde Bir Uygulama", *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, 13 (24), 122-136.
- Karahan, A. ve Özgür, E. (2011). "Hastanelerde Performans Yönetim Sistemi ve Veri Zarflama Analizi". Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Kavuncubaşı, Ş. ve Yıldırım, S. (2015). "Hastane ve Sağlık Kurumları Yönetimi", Siyasal Kitapevi 4. Baskı. Ankara.
- Keskin, H.İ. (2018). "Türkiye'de Sağlıkta Dönüşüm Programı ve Kamu Hastanelerinin Etkinliği", *Akdeniz İ.İ.B.F. Dergisi*, 38, 124-150.
- Khan, A.M.R., Prasad, P.N. ve Rajamanoharane, S.W. (2012). "Service Quality Performance Measurement Management in Corporate Hospitals Using Analytical Hierarchy Process", *International Journal of Manufacturing Technology and Management*, 26 (1/2/3/4), 196-212.
- Khushalani, J. ve Ozcan, Y.A. (2017). "Are Hospitals Producing Quality Care Efficiently? An Analysis Using Dynamic Network Data Envelopment Analysis (DEA)", *Socio-Economic Planning Sciences*, 60, 15-23.
- Kocakoç, İ.D. (2003). "Veri Zarflama Analizi'ndeki Ağırlık Kısıtlamalarının Belirlenmesinde Analitik Hiyerarşi Sürecinin Kullanımı", *D.E.Ü.İ.İ.B.F. Dergisi*, 18 (2), 1-12.
- Kutlar, A. ve Salamov, F. (2016a). "Azerbaycan Hastanelerinin Etkinliği Değişiminin İncelenmesi: Malmquist Endeksi Uygulaması", *Sakarya İktisat Dergisi*, 5 (1), 18-33.
- Kutlar, A. ve Salamov, F. (2016b). "Azerbaycan Kamu Hastanelerinin Etkinliğinin VZA Uygulaması İle Değerlendirilmesi", *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, KOSBED*, 31, 1-17.
- Langaber, J. ve Mikhail, J. (2018). "Performance Improvement in Hospitals and Health Systems Performance Improvement in Hospitals and Health Systems: Managing Analytics and Quality in Healthcare", Second Edition, CRC Press, U.S.
- Liao, H., Mi, X., Yu, Q. ve Luo, L. (2019). "Hospital Performance Evaluation by a Hesitant Fuzzy Linguistic Best Worst Method with Inconsistency Repairing", *Journal of Cleaner Production*, 232, 657-671, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.308>.
- Liu, P. (2009). "Multi-Attribute Decision-Making Method Research Based on Interval Vague Set and TOPSIS Method", *Technological and Economic Development of Economy*, 15 (3), 453-463.
- Mehrtak, M., Yusefzadeh, H. ve Jaafaripooyan, E. (2014). "Pabon Lasso and Data Envelopment Analysis: A Complementary Approach to Hospital Performance Measurement", *Global Journal of Health Science*, 6 (4), 108-116.
- Mujasi, P., Asbu, Az. ve Puing-Junoy, P. (2016). "How Efficient Are Referral Hospitals in Uganda ? A Data Envelopment Analysis and Tobit Regression Approach", *BMC Health Services Research*, 16;230 1-14. doi: 10.1186/s12913-016-1472-9.
- Mut, S., Kutlu, G. ve Turgut, M. (2019). "Türkiye'de Sağlık Alanlarında Veri Zarflama Analizi Yöntemi Kullanılarak Yapılan Makalelerin İncelenmesi", *Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi*, 22 (1), 207-244.
- Naveh, E. ve Stern, Z. (2005). "How Quality Improvement Programs Can Affect General Hospital Performance", *International Journal of Health Care Quality Assurance*, 18 (4), 249-270.
- Öksüzkaya, M. (2017). "Sağlık Sektöründe Bölgeler Arası Etkinliğin İncelenmesi", *Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 4 (10), 280-300.
- Ömürbek, N. ve Şimşek, A. (2014). "Analitik Hiyerarşi Süreci Ve Analitik Ağ Süreci Yöntemleri İle Online Alışveriş Site Seçimi", *Yönetim ve Ekonomi Araştırma Dergisi*, 22, 306-327.
- Önder, G. ve Önder, E. (2018). "Analitik Hiyerarşi Süreci, Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri". Dora Basım 3. Baskı, Bursa.
- Özcan, Y. A. (2014). "International Series in Operations Research & Management Science Health Care Benchmarking and Performance Evaluation An Assessment Using Data Envelopment Analysis (DEA)", USA: Springer International Publishing.
- Özdoğan, S., Yıldızbaşı, A. ve Rouyendegh, B.D. (2020). "Performance Evaluation of Municipal Services with Fuzzy Multi - Criteria Decision Making Approaches : A Case Study from Turkey", *SN Applied Sciences*, 2 (6), 1-12, <https://doi.org/10.1007/s42452-020-2843-8>.
- Öztürk, S.P. (2010). "OECD Ülkelerinde AR-GE Etkinliklerinin VZA/AHP Sıralı Metodu İle Belirlenmesi", Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.



- Pakdil, F., Akgül, S., Doruk, T.Ç. ve Keçeci, B. (2010). "Kurumsal Performans Yönetiminde Veri Zarflama Analizi Sonuçlarının Kullanımı: Üniversite Hastaneleri Karşılaştırması." II. Uluslararası Sağlıkta Performans ve Kalite Kongresi Bildiriler Kitabı, Antalya.
- Rahimi, H., Khammar-Nia, M., Kavosi, Z ve Marzieh E. (2014). "Indicators of Hospital Performance Evaluation : A Systematic Review", *International Journal of Hospital Research*, 3 (4), 199-208.
- Ramanathan, R. (2006). "Data Envelopment Analysis for Weight Derivation and Aggregation in the Analytic Hierarchy Process", *Computers and Operations Research*, 33 (5), 1289-1307.
- Resmi Gazete (RG). (2005). "Sağlık Bakanlığı Yataklı Tedavi Kurumları Kurumsal Kaliteyi Geliştirme ve Performans Değerlendirme Yönergesi" Sayı: 55995.
- Resmi Gazete (RG). (2014). "Kamu Hastane Birlikleri Verimlilik Değerlendirme Yönetmeliği", Tarih ve Sayı: 10.12.2014/ 29201.
- Resmi Gazete (RG). 2011. "Sağlık Bakanlığı ve Bağlı Kuruluşlarının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname", 663 KHK.
- Rouyendegh B.D (B. Erdebilli), Oztekin, A., Ekong, J. ve Dag, A. ( 2020). "A Data Scientific Approach to Measure Hospital Productivity Data Science and Productivity Analytics", *International Series in Operations Research & Management Science*, 290, 337-358, [https://doi.org/10.1007/978-3-030-43384-0\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-030-43384-0_12)
- Rouyendegh, B.D. (2011). "Selecting the High - Performing Departments within Universities Applying the Fuzzy MADM Methods", *Scientific Research and Essays*, 6 (13), 2646-2654.
- Rouyendegh, B.D., Öztekin, A., Ekong, J. ve Dağ, A. (2016). "Measuring the Efficiency of Hospitals: A Fully-Ranking DEA-FAHP Approach", *Annals of Operations Research*, 1-18.
- Royendegh, B.D. ve EroL, S. (2009). "A DEA – ANP Hybrid Algorithm Approach to Evaluate a University's Performance", *International Journal of Basic & Applied Sciences*, 9 (10), 115-129.
- Saaty, T.L. (1990). "How to Make Decision: The Analytical Hierarchy Process", *European Journal of Operation Research*, 48, 9-26.
- Saaty, T.L. (2001). "Deriving The AHP 1-9 Scale From First Principle", In 6th ISAHP 2-4 August Berne, Switzerland.
- Saaty, T.L. (2008). "Decision Making with the Analytic Hierarchy Process", *International Journal of Services Sciences*, 1 (1), 83, <http://www.inderscience.com/link.php?id=17590>.
- Sağlık Bakanlığı (SB). (2016). "Kamu Hastaneleri Rapor Bülteni", Sağlık Bakanlığı Türkiye Kamu Hastaneleri Kurumu İstatistik, Analiz ve Raporlama Daire Başkanlığı.
- Sağlık Bakanlığı (SB). 2020. Sağlık İstatistikleri Yıllığı 2019 Haber Bülteni.
- Selamzade, F. (2021). "Türkiye'de 1992 - 1994 ve 2006 - 2008 Yılları Arasında Kurulmuş Devlet Üniversitelerinin Etkinlik Analizi : VZA ve Tobit Analizi Uygulaması", *Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 10 (2), 1000-1021.
- Sharma, P.S., Eden, K.B., Guise, J-M., Jimison, H.B. ve Dolan, J.G. (2011). "Subjective Risk vs. Objective Risk Can Lead to Different Post-Cesarean Birth Decisions Based on Multiattribute Modeling". *Journal of Clinical Epidemiology*, 64 (1), 67-78. doi:10.1016/j.jclinepi.2010.02.011.
- Sherman, H.D. ve Zhu, J. (2006). "Service Productivity Management Improving Service Performance Using Data Envelopment Analysis (DEA)", Springer Science&Business Media, Newyork.
- Subaşı, H. (2011). "Çok Kriterli Karar Vermede Kullanılan TOPSIS ve AHP Yöntemlerinin Karşılaştırılması ve Bir Uygulama", Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Ana Bilim Dalı, İstanbul.
- Suner, A., Çelikoğlu, C.C., Dicle, O. ve Sökmen, S. (2012). "Sequential Decision Tree Using the Analytic Hierarchy Process for Decision Support in Rectal Cancer", *Artificial Intelligence in Medicine*, 56 (1), 59-68.
- Şahin, I., Özcan, Y.A. ve Özgen, H. (2011). "Assessment of Hospital Efficiency Under Health Transformation Program in Turkey", *Central European Journal of Operations Research*, 19, 19-37.
- Şahin, İ. (1999). "Sağlık Kurumlarında Göreceli Verimlilik Ölçümü: Sağlık Bakanlığı Hastanelerinin İllere Göre Karşılaştırmalı Verimlilik Analizi", *Amme İdaresi Dergisi*, 32 (2), 123-145.
- Şahin, İ. (2008). "Sağlık Bakanlığı Genel Hastaneleri ve Sağlık Bakanlığına Devredilen SSK Genel Hastanelerinin Teknik Verimliliklerinin Karşılaştırmalı Analizi", *Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi*, 11 (1), 1-48.
- Şenel, T. ve Gümüştekin, S. (2015). "Samsun'daki Hastanelerin Etkinliklerinin Değerlendirilmesinde Veri Zarflama Analizi Kullanılması", *IAAOJ*, 3, 53-60.
- Şenol, O. (2017). "Veri Zarflama Analiziyle Kamu Hastaneleri Birliklerinde Verimlilik Analizi", Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta.
- Taghipour, S., Banjevic, D. ve Jardine, A.K.S. (2011). "Prioritization of Medical Equipment For Maintenance Decisions", *Journal of the Operational Research Society*, 62 (9), 1666–1687. doi:10.1057/jors.2010.106.

- Taşkaya, S. (2020). "Türkiye'deki Eğitim ve Araştırma Hastanelerinin Verimliliğinin Pabon Lasso ve Veri Zarflama Analizleri İle Belirlenmesi", *Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi*, 23 (2), 247-260.
- Temür, Y. ve Bakırcı, F. (2008). "Türkiye'de Sağlık Kurumlarının Performans Analizi: Bir VZA Uygulaması", *Afyon Kocatepe Üniversitesi sosyal Bilimler Dergisi*, 10 (3), 261-282.
- Tengilimoğlu, D., Akbolat ve M. Işık, O. (2015). Sağlık İşletmeleri Yönetimi. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Timor, M. (2011), Analitik Hiyerarşi Prosesi, Türkmenevi Kitabevi, İstanbul
- Tripathi, C.B., Kumar, R., Sharma, R.C. ve Agarwal, R. (2016). "Assessment of Performance of Services in a Tertiary Care Neuropsychiatric Institute Using Pabon Lasso Model", *Asian Journal of Medical*, 7 (6), 69-74.
- Tsai, H-Y., Chang, C-W. ve Lin, H-L. (2010). "Fuzzy Hierarchy Sensitive with Delphi Method to Evaluate Hospital Organization Performance", *Expert Systems with Applications*, 37 (8), 5533-5541.
- TÜİK. (2019). "Sağlık Harcamaları İstatistikleri". <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Saglik-Harcamalari-Istatistikleri-2019-33659#:~:text=TÜİK Kurumsal&text>.
- Türkiye Kamu Hastaneleri Kurumu (TKHK). (2016). "Verimlilik Karne Uygulaması Gösterge Kartları RV-05-2", İzleme, Ölçme ve Değerlendirme Kurum Başkan Yardımcılığı Verimlilik ve Kalite Yönetimi Daire Başkanlığı.
- Uçkun, N. ve Şahin, Ü. (2016). "Kamu Hastaneleri Birlikleri Verimlilik Değerlendirmesinde Verimlilik Karnesi Uygulaması", *International Journal of Social Science and Education Research*, 2 (1), 370-383.
- Vargas, L.G. (1990). "An Overview of the Analytical Hierarchy Process and Its Applications", *European Journal of Operational Research*, 48, 2-4.
- Whiting, D.R., Guariguata, L., Weil, C. ve Shaw, J. (2011). "IDF Diabetes Atlas: Global Estimates of the Prevalence of Diabetes for 2011 and 2030", *Diabetes Research and Clinical Practice*, 94(3): 311–21. <http://dx.doi.org/10.1016/j.diabres.2011.10.029>.
- World Health Organization (WHO) (2003). "Health Evidence Network Report How Can Hospital Performance Be Measured and Monitored?", World Health Organization Europe. <http://www.euro.who.int/>.
- Wu, C-R., Lin, C-T. ve Chen, H-C. (2007). "Optimal Selection of Location for Taiwanese Nursing Home to Ensure a Competitive Advantage by Using the Analytic Hierarchy Process", *Building and Environment*, 42, 1431-1444.
- Yeşilyurt, M.E. ve Yeşilyurt, F. (2007). "Poliklinik ve Doğum Hizmeti Veren Hastanelerde Girdi Tıkanıklığı ve Aylak Girdiler", *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 28(Ocak-Haziran), 127-140.
- Yıldırım, H.H. ve Yıldırım, T. (2011). "Avrupa Birliği'ne Üyelik Sürecinde Türkiye Sağlık Sektörü". İmaj Yayınevi 2. Baskı, Ankara.
- Yılmaz, F. ve Şenel, İ. K. (2019). "Sağlık Kurumlarının Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi İle Değerlendirilmesi", *Sosyal Güvenlik Demeği* 7(15): 63–88.
- Yiğit, A. (2019a). "Analysis of Bed Use Performance of Pediatrics Clinics in Turkey", *Journal of Contemporaray Medicine*, 9(4): 354–58.
- Yiğit, A. (2019b). "Türkiye'de Hastane Verimliliğinin Meta Analiz Yöntemiyle Tespit Edilmesine Yönelik Bir Araştırma", 2. Uluslararası Sağlık Bilimleri ve Yaşam Kongresi, Bildiri Sunum Notları, 24-27 Nisan, Burdur.
- Yiğit, V. (2016). "Bir Üniversite Hastanesinin Tıbbi Bölümlerinin Teknik Verimlilik Analizi", *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 1(23): 199–214.
- Yiğit, V. ve Esen, H. (2017). "Pabon Lasso Modeli ve Veri Zarflama Analizi İle Hastanelerde Performans Ölçümü", *SDÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, Online Fir: 1–7.
- Yoluk, M. (2010). "Hastane Performansının Veri Zarflama Analizi(VZA) Yöntemi İle Değerlendirilmesi",Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi, Atılım Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Zare, H., Tavana, M., Mardani, A., Masoudian, S. ve Saraji, M.K. (2019). "A Hybrid Data Envelopment Analysis and Game Theory Model for Performance Measurement in Healthcare", *Health Care Management Science*, 22: 475–88.
- Zhang, X., Lee, C.K.M. ve Chen, S. (2012). "Supplier Evaluation and Selection: A Hybrid Model Based on DEAHP and ABC", *International Journal of Production Research*, 50(7): 1877–89.



## TÜRKİYE LİMANLARINDAKİ KONTEYNER VE YÜK ELLEÇLEME HACİMLERİNİN NARX SİNİR AĞLARI MODELİ İLE ÖNGÖRÜLMESİ

Gamze KILINÇ<sup>1</sup>, Meltem KARAATLI<sup>2</sup>, Nuri ÖMÜRBEK<sup>3</sup>

### ÖZET

**Amaç:** Bu çalışmada mevcut donanımı daha etkili ve verimli kullanabilmek amacıyla Türkiye'deki limanlarda gerçekleşen konteyner ve yük elleçleme miktarlarının öngörüsü yapılmıştır. Konteyner ve yük hacimlerinin öngörüsü, konteyner ve yük akışındaki planlamanın yapılmasını sağlayacak ve böylece işletmelerin hizmet kalitesinin iyileştirilmesine destek olacaktır.

**Yöntem:** Bu çalışmada Türkiye'deki limanlarda gerçekleşen konteyner ve yük elleçleme miktarının Yapay Sinir Ağları (YSA) Doğrusal Olmayan Dışsal Girdili Otoregresif Ağ (NARX) Modeli ile öngörüsü gerçekleştirilmiştir. Çalışmada iki bağımlı değişken olan konteyner elleçleme ve yük elleçleme miktarı ile ilgili bir öngöründe bulunabilmek için Döviz Sepeti Kuru (USD-EURO), Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYH), Tüketici Güven Endeksi, Brent Petrol, İhracat, İthalat ve Sanayi Üretim Endeksi bağımsız değişkenleri kullanılmıştır. Veri seti Ocak 2004-Ekim 2020 dönemine ait aylık verilerden oluşmaktadır.

**Bulgular:** Konteyner ve yük elleçleme miktarlarının, Temmuz 2020-Aralık 2021 dönemi için 18 aylık öngörü değerleri hesaplanmıştır. Bu öngörü değerlerinden açıklanan ilk 4 ay ile tahmin ve gerçek değer karşılaştırılması yapılmıştır. Ayrıca MAPE, MAE, RMSE ve MAD performans ölçütleri hesaplanmıştır.

**Özgünlük:** Türkiye limanlarında gerçekleşen konteyner ve yük elleçleme miktarlarının öngörüsü için daha önce kullanılan tahmin tekniklerinden farklı olarak NARX sinir ağları modeli kullanılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** NARX Sinir Ağları, Konteyner Elleçleme, Yük Elleçleme, Öngörü.

**JEL Kodları:** C45, C53, R40.

## FORECASTING CONTAINER AND CARGO HANDLING VOLUMES IN TURKEY'S PORTS WITH NARX NEURAL NETWORKS MODEL

### ABSTRACT

**Purpose:** In this study, in order to use the existing equipment more effectively and efficiently, the amount of container and cargo handling realized at the ports in Turkey has been predicted. The forecast of container and cargo volumes will enable the planning of container and cargo flow and thus support the improvement of the service quality of the enterprises.

**Methodology:** In this study, the amount of container and cargo handling in ports in Turkey is forecasted with Artificial Neural Networks (ANN) Nonlinear External Input Autoregressive Network Model (NARX). In order to forecast the amount of container handling and cargo handling, which are two dependent variables in this study; The Foreign Exchange Basket Rate (USD-EURO), Gross Domestic Product (GDP), Consumer Confidence Index, Brent Oil, Export, Import and Industrial Production Index independent variables are used. Data set includes the monthly data for the period January 2004-October 2020.

**Findings:** For the period July 2020-December 2021, 18-month forecast values of container and cargo handling quantities are calculated. Forecast and actual value comparisons are made for the first 4 months with announced and predictive values. In addition, MAPE, MAE, RMSE and MAD performance measures are calculated.

**Originality:** Different from previous forecasting techniques, NARX neural network model is used for the prediction of container and cargo handling quantities in Turkish ports.

**Keywords:** NARX Neural Networks, Container Handling, Cargo Handling, Forecasting.

**JEL Codes:** C45, C53, R40.

<sup>1</sup> Lojistik Alt Alanında YÖK 100/2000 ve TÜBİTAK Doktora Bursiyeri, Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Isparta, Türkiye, gamzeeklncc@gmail.com, ORCID: 0000-0001-7746-3634 (Sorumlu Yazar-Corresponding Author).

<sup>2</sup> Doç. Dr., Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Isparta, Türkiye, meltemkaraatli@sdu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-7403-9587.

<sup>3</sup> Prof. Dr., Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Isparta, Türkiye, nuriomurbek@sdu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-0360-4040.

## 1. GİRİŞ

Küreselleşen dünya ile birlikte giderek artan satın almalar ve stratejik ittifaklar, işletmelerin maliyet tasarrufu için yollar aramasına sebep olmuştur. İşletmelerin faaliyetlerini etkili ve verimli yürütebilmeleri için lojistik işlemlerinin en uygun şekilde yerine getirilmesi gerekir. Etkin ve verimli lojistik hizmetlerinin, lojistik maliyetlerini düşürmek, değer katmak ve kârlılığı artırmak gibi faydaları bulunmaktadır (Konings, 2008: 66). Dünya ticaretinin %90'ı deniz taşımacılığı ile gerçekleşmektedir. Ülkemizde ise bu oran %86'dır. Dünya genelinde deniz taşımacılığı ile kara taşımacılığının arayüzü olan limanlarda gerçekleşen trafik ise yılda ortalama %3 oranında artış göstermektedir (Trujillo ve Tovar, 2007; Yüksekıldız, 2021). Küresel tedarik zinciri ve lojistiğin bir alt dalı olan deniz taşımacılığında limanlar en önemli ulaştırma altyapılarıdır. Limanlarda gerçekleştirilen yük elleçleme işlemi; depolama, liman içi taşıma, yükleme ve tahliye işlemlerinden oluşmaktadır. Kısacası; tüm yük hareketlerinin planlama, örgütleme ve denetimi işlemlerini kapsamaktadır. Konteynerler ise standart bir yük yapısına sahip oldukları ve diğer taşıma araçlarıyla kolayca bütünleşerek rahat taşıma imkânı sağladığı için konteyner taşımacılığına uluslararası ticarete ilgi giderek artmaktadır. Bu sebeple limanların etkin ve verimli bir şekilde işletilmesi son derece önemlidir. Bu durum sadece liman işletmecilerini değil aynı zamanda gemi şirketleri, malzemelerin sahipleri ve ulusal ve uluslararası liman planlamacıları açısından da önem arz etmektedir. Bu ilgi ile beraber, artan yük hacmini takip etmek için bilişim altyapısı zorunlu hale gelmiştir (Ateş ve Esmer, 2014; Esmer, 2009: 20-25).

Geleneksel bilgisayar programları; yeni bilgiler oluşturamaz, üretmez ya da keşfedemezler. Ancak insan beyninden ilham alınarak geliştirilen yapay sinir ağları geliştirilmiş adaptif bilgi işleme yeteneğine sahiptir. Yapay sinir ağları (YSA); eksik veri ile çalışabilme, belirsizlikler altında karar verebilme ve hatalara karşı toleranslı olma gibi yetenekleri sayesinde günümüzde sıkça tercih edilmektedir. Özellikle; sınıflandırma, örüntü tanıma, tahmin yapma, sinyal filtreleme, veri sıkıştırma ve optimizasyon çalışmalarında başarılı sonuçlar vermektedir (Öztemel, 2003: 29). YSA karmaşık ilişkileri saptayabilme ve doğrusal olmayan bağlantıları iyi derecede modelleyebilme yeteneğine sahiptir (Milenkovic, 2019). Bu sebeple; yük ve konteyner akışını takip etmek ve gelecekteki hacimlerini tahmin etmek amacıyla bu çalışmada YSA yöntemi kullanılmıştır. Böylece, konteyner ve yük hacimlerinin tahmini ile hizmet düzenliliğini etkileyen belirsizlik büyük ölçüde giderilmiş olur. İşletmeler; artan güvenilirlik ve esneklik, teslim süresinde azalma ve taşıma zincirlerindeki maliyetlerde azalma gibi faydalar sağlayarak rekabet gücünü artırır. Tahminlerin doğruluğu, işletmelerin varlıklarını daha verimli ve etkili kullanmasını sağlar (Milenkovic, 2019).

Günümüzde iş dünyasındaki yoğun rekabet, faaliyetlerin etkili ve verimli bir şekilde gerçekleştirilerek pazardaki rekabet gücünü artırmayı zorunlu kılmıştır. Dünya ticaretinde büyük ölçüde role sahip olan limanların da organizasyonel verimliliği önem arz etmektedir. Bu konu akademik hayatta da yansımalar bulmuş ve akademisyenlerin limanlar üzerine çeşitli verimlilik analiz çalışmaları gerçekleştirdikleri görülmüştür.

Valentine ve Gray (2001), özel ve/veya devlete ait limanların göreceli verimliliğini değerlendirmek için Veri Zarflama Analizi ve organizasyon yapılarını incelemek adına da kümeleme analizi gerçekleştirmişlerdir. Girdi değişkeni olarak toplam rıhtım uzunluğu ve konteyner rıhtım uzunluğu; çıktı değişkeni olarak ise elleçlenen konteyner sayısı ve elleçlenen toplam yük miktarı kullanılmıştır. Bu analiz sonucunda limanların nasıl daha verimli kullanılacağına dair kılavuz niteliğinde bir yeniden yapılandırmaya dikkat çekmişlerdir. Bichou (2013), 420 konteyner terminalinin liman pazarı, üretim ölçeği, kargolama ve aktarma oranı ve çalışma prosedürleri gibi durumlarının verimlilik üzerine duyarlılığını test etmek amacıyla bir dizi Veri Zarflama Analizi gerçekleştirmiştir. Girdi değişkeni olarak terminal alanı, draft, rıhtım uzunluğu, rıhtım kreyn endeksi, saha istif endeksi, kamyon, araç ve kapı sayıları; çıktı değişkeni olarak ise elleçlenen konteyner miktarı kullanılmıştır. Bu analiz sonucunda büyük çaplı teknolojik modern limanların daha verimli olduklarını tespit etmiştir. Barros (2003), limanların operasyonel faaliyetlerindeki göreceli verimliliklerin belirlenmesi ve düşük performanslı limanların işleyişini iyileştirmek adına Veri Zarflama Tekniği ile bir verimlilik analizi gerçekleştirmiştir. Girdi değişkeni olarak emek (işçi sayısı) ve sermaye (varlıkların defter değeri); çıktı değişkeni olarak ise gemiler, yük hareketi, brüt tonaj, pazar payı, dökme yük, konteynerli kargo, roll-on/roll-off (ro/ro) trafiği, kuru yük, sıvı dökme yük ve net gelir kullanılmıştır. Bu analiz sonucunda verimliliği iyileştirme adına verimlilik teşviklerine sahip kurumsal ortam gerekliliğine işaret edilmiştir.

Bahsedilen verimlilik analizi çalışmalarında görülmektedir ki limanlarda yeni yapılandırmalar ya da var olan yapıyı geliştirme üzerine potansiyel iyileştirme önerileri sunulmaktadır. Ancak limanların rıhtım uzunluğu, otomasyon sistemleri, terminal alanı vb. konularda mevcut donanımlarını ve kapasitelerini artırmak oldukça pahalı, riskli ve uzun soluklu işlemlerdir. Bu sebeple bazı durumlarda mevcut durumdaki var olan yapıyı daha etkili ve verimli kullanmak tercih söz konusu olabilir (Çağlar ve Oral, 2011). Bu durumda da literatürde, limanlarda elleçlenen yük miktarının tahmin çalışmaları yer almaktadır. Çünkü

gelecekteki elleçlenecek yük arını öngörmekle devletler, liman yöneticileri ve liman sahipleri planlamalarını daha gerçekçi yapma imkânı hacmini bulacaklardır. Bu sayede gereksinim duyulan doğru ürün ve/veya hizmeti, doğru zamanda, doğru hızda ve doğru bir biçimde yerine getirmiş olacaklardır. Bu kapsamda literatürde çeşitli modeller ile tahmin çalışmaları mevcuttur.

Chou ve diğerleri (2008) çalışmalarında; Tayvan'ın ithalat konteynerlerinin hacimlerini tahmin etmek için geliştirilmiş bir regresyon modeli önermişlerdir. Geleneksel regresyon modeli ile geliştirilen regresyon modelinin sonuçlarını karşılaştırmışlardır. Geliştirdikleri regresyon modelinin, geleneksel regresyon modeline göre tahmin hatalarının daha düşük olduğu sonucuna varmışlardır. Coto-Millan ve diğerleri (2005) çalışmalarında; deniz ithalat ve ihracatında, İspanyol ekonomisini etkileyen açıklayıcı değişkenleri gösteren bir model sunmuşlar ve talep tahmininde bulunmuşlardır. Analiz için Johansen ve Juselius çok değişkenli eşbütünlüşme tekniklerini kullanmışlardır. Çalışma sonucunda, İspanya deniz ithalatının belirleyicileri milli gelir, ithalat fiyatları ve deniz taşımacılığı hizmetleri; İspanyol deniz ihracatının belirleyicileri ise dünya geliri, ihracat ve deniz taşımacılığı fiyatları ve işletmelerin üretim kapasitesinin kullanım durumu olarak bulunmuştur. Köse (2018) çalışmasında; Trabzon Limanında elleçleme yapan ekipmanların yıllar bazında yakıt tüketim maliyetlerindeki değişimi analiz etmiş ve regresyon analizi yöntemi ile tahminleme çalışması yapmıştır. Abdirassilov ve Sładkowski (2018) çalışmalarında; Çin-Avrupa yönündeki konteyner tren akışlarını tahmin etmek için YSA yöntemini kullanmışlardır. Eğitim sürecinin nasıl ilerlediğine ve parametrelerin nasıl ayarlanabildiğine değinmişlerdir. Performans ölçütü olarak MAPE'yi ele almışlar ve yüzde 3,25 değerine ulaşmışlardır. Tsai ve Huang (2017) çalışmalarında; Asya limanlarındaki konteyner akışlarını tahmin etmek için YSA kullanmışlardır. Bağımlı değişkenler olarak; GSYİH, faiz oranları, ihracat ve ithalat ticaretinin değeri, ihracat ve ithalat konteynerlerinin sayısı ve rıhtım vinçlerinin sayısını dikkate almıştır.

Literatürde tek bir yöntem ile yapılan tahmin çalışmalarına ek olarak tahmin yöntemlerinin karşılaştırmalı analiz çalışmalarına da rastlanılmıştır. Yapay Sinir Ağları (YSA) yöntemi ile geleneksel tahmin yöntemlerinin karşılaştırmalı analiz çalışmalarında, YSA yönteminin daha iyi performans gösterdiği (Ding ve diğerleri, 2015; Eswari ve diğerleri, 2020; Karahan, 2015; Panda ve Narasimhan, 2007; Pulido-Calvo ve diğerleri, 2007) görülmektedir.

Gosasang ve diğerleri (2011) çalışmalarında; Bangkok limanındaki konteyner verimi için geleneksel tahmin yöntemi ve sinir ağları tahmin tekniklerinin karşılaştırmasını yapmışlardır. Yapay sinir ağlarının performansının daha üstün olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Performans ölçütü olarak RMSE ve MAE'yi ele almışlardır. Geleneksel tahmin yöntemi olarak lineer regresyon; Sinir ağları yöntemi olarak, Çok katmanlı algılayıcı (MLP) kullanmışlardır. Lineer regresyon yöntemi için RMSE ve MAE değerleri sırası ile 7832.7717 ve 6028.5571'dir. Çok katmanlı algılayıcı (MLP) için RMSE ve MAE değerleri sırası ile 6410.4395 ve 4814.7768'dir. Korelasyon uyumluluğu ise 0,9509 olarak elde edilmiştir. Hamzaçebi ve Kutay (2004) çalışmalarında; uzun dönemli elektrik enerjisi tüketimi tahmininde YSA yöntemi, Box-Jenkins modelleri ve regresyon tekniği ile karşılaştırmalı analiz yapmışlardır. YSA yönteminin en iyi performansı gösterdiği sonucuna ulaşmışlardır. Regresyon tekniğinin ve Box-Jenkins modellerinin ise yüksek performans gösterebilmesinin, frekansa bağlı olduğunu bulmuşlardır. Karaatlı ve diğerleri (2020) çalışmalarında; ticari kredi faiz oranlarının NARX sinir ağları modelleri ve VAR modelleri ile öngörüsünü yapmışlardır. Performans ölçütü olarak MAD, MSE, RMSE ve MAPE değerlerini ele almışlardır. VAR modeli için; MAD 9.03157, MSE 96.94534, RMSE 9.84608, MAPE 57.15089 olarak elde edilmiştir. NARX sinir ağları modeli için ise MAD 0.875885, MSE 1.230978, RMSE 1.109495, MAPE 4.821409 olarak elde edilmiştir. Sonuç olarak, NARX sinir ağları modelinin VAR modeline kıyasla daha iyi performans elde ettiğini göstermişlerdir.

YSA'nın geleneksel tahmin modellerine göre daha üstün performans göstermesinin yanı sıra Lin ve diğerleri (1996) çalışmalarında; NARX sinir ağlarının, bilgileri geleneksel tekrarlayan yapay sinir ağlarından iki ile üç kat daha uzun süre saklayabildiğini gösteren sonuçlara ulaşmışlardır.

Di Piazza ve diğerleri (2016) çalışmalarında; NARX sinir ağları modeli ile güneş ışınımı ve rüzgâr hızı için tahmin modeli kurmuşlardır. Dışsal girdi olarak sıcaklık dahil edilmiştir. Performans ölçütü olarak NRMSE ve CV'yi (RMSE) ele aldıkları çalışmada güneş ışınımı tahmini için sırasıyla %6,1 ve %32; rüzgâr hızı tahmini için %7 ve %47 değerlerini elde etmişlerdir. Ayrıca en uygun ağ yapısını bulmak amacı ile çok sayıda tekrar yapan diğer ağ yapılarına göre NARX sinir ağları modelinin ağın performansını da iyileştirdiği sonucuna ulaşmışlardır. Boussaada ve diğerleri (2018) çalışmalarında; NARX sinir ağları modeli ile hareketli ve yatay bir zemindeki güneş radyasyonu için tahmin modeli kurmuşlardır. NARX sinir ağının eğitim aşaması, bulutluluk seviyesi, güneş seviyesi ve yelkenli hareketliliği gibi parametreler dahilinde analizi gerçekleştirmişlerdir. Performans ölçütü olarak MSE ve DMPE'yi ele aldıkları çalışmada sırasıyla 0,00279 ve 24.0584 W/m<sup>2</sup> değerlerini elde etmişlerdir. Siegelmann ve diğerleri (1997) çalışmalarında; NARX sinir ağları modelinin hesaplama yeteneğini incelemişlerdir. Sonuç olarak NARX sinir ağları modelinin, tekrarlayan ağ yapılarına göre gradyan inişli öğrenmenin ve uzun dönemli bağımlılıklara sahip

problemlerde daha etkili performans gösterdiğini bulmuşlardır. Ruslan ve diğerleri (2014) çalışmalarında; Malezya Sulama ve Drenaj Departmanından elde edilen gerçek zamanlı veriler ile sel suyu seviyesini tahmin etmeyi amaçlamışlardır. Doğrusal olmayan taşkın su seviyesini, doğrusal olmayan dinamik yapıları iyi tahminlediği bilinen NARX sinir ağı modeli ile tahminlemiştir. NARX sinir ağı modeli ile Kelang nehri sel suyu seviyesini 10 saat önceden belirleyen bir model elde etmişlerdir. Modelin %87 oranı ile gerçeğe yakınlık gösterdiği sonucuna ulaşmışlardır.

Gosasang ve diğerleri (2011), Bangkok limanındaki konteyner elleçleme hacmini tahmin etmek üzere, Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYİH), Gayri Safi Milli Hasıla (GSMH), döviz kurları, nüfus, enflasyon oranları, faiz oranları, yakıt fiyatları değişkenlerini kullanmışlardır. Chou ve diğerleri (2008), Tayvan'ın ithalat konteyner elleçleme hacimlerini tahmin etmek üzere, nüfus, sanayi üretim endeksi, Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYİH), Gayri Safi Milli Hasıla (GSMH) değişkenlerini kullanmışlardır. Köse (2018), Trabzon Limanında elleçleme yapan ekipmanların yakıt tüketim değişimini tahmin etmek üzere, yakıt tüketim verileri ve yakıt fiyatları değişkenlerini kullanmıştır. Akar ve Esmer (2015), konteyner limanlarının kapasitelerini karşılaştırmak için konteyner yük talebini tahmin etmek üzere, toplam ithalat ve ihracat miktarı, nüfus ve GSYH değişkenlerini kullanmıştır. Güzey (2019), genel yük, konteyner ve araç taşıma hacimlerini tahmin etmek üzere, dış ticaret, nüfus ve Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYİH) değişkenlerini kullanmıştır. Bu çalışmada da konteyner elleçleme ve yük elleçleme hacimlerini tahmin etmek üzere literatürde doğrudan ya da dolaylı ilişkisi olduğu tespit edilen Döviz Sepeti Kuru (USD-EURO), Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYH), Tüketici Güven Endeksi, Brent Petrol, İhracat, İthalat ve Sanayi Üretim Endeksi bağımlı değişkenleri kullanılmıştır. Değişkenlerin seçimi yapılırken literatürdeki makroekonomik göstergelerden faydalanılmıştır.

Bu çalışmada, Türkiye limanlarındaki verimliliğin artırılmasına yönelik bir çalışma yapılması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda literatür incelemelerinde rastlanılan limanlarda yeni yapılanmalar inşa ederek artırılan bir performans iyileştirilmesinden ziyade var olan mevcut yapıları daha verimli kullanabilen organizasyonel verimlilik üzerine bir tahmin ve öngörü modeli kurulmasına karar verilmiştir. Literatürde yer alan karşılaştırmalı analizlerin performans sonuçlarında YSA yöntemi ön plana çıkmaktadır. YSA, doğrusal olmayan veri ilişkilerini modelleyebilmesi ve zaman serisi ile temsil edilen dinamik girdiler ile çalışabilmesi özellikleri ile ön plana çıkan bir yöntemdir. Bu özelliği ile daha önce hiç karşılaşmadığı durumlarda dahi göz ardı edilebilir hata oranı ile tahmin yapabilmektedir. Ayrıca, ağı bir kez eğitilmesi sonucu ile hızlı performans göstermektedir. Doğrusal Olmayan Dışsal Girdili Otoregresif Ağı (NARX) modeli; harici bilgiler kullanarak çok boyutlu zaman serilerini genişletmekte ve daha iyi tahmin sonuçları vermektedir (Ruiz ve diğerleri, 2016; Yavuz ve Devenci, 2013). NARX modelinin bu avantajlarına karşılık Türkiye limanları daha önce NARX sinir ağı modeli ile analiz edilmemiştir. Küreselleşen dünya ile birlikte Türkiye limanlarında oldukça yüksek maliyetli faaliyetler gerçekleştirilmektedir. Bu durumda limanlarda gerçekleşecek konteyner ve yük elleçleme işlemlerinin hacim miktarlarının olabildiğince minimum hata payı ile öngörüsü limanlardaki faaliyetlerin etkililik ve verimlerini büyük ölçüde artıracaktır. Bu doğrultuda, bu çalışmada Türkiye'de deniz yolu ile yapılan konteyner ve yük elleçleme işlemlerinin hacim miktarlarının doğrusal olmayan dinamik yapılarının NARX sinir ağı modeli ile tahmin ve öngörüsü yapılmıştır. Böylece işletmelerin yapacakları sağlıklı iş planlamaları doğrultusunda hizmet kalitelerinin iyileştirilmesine katkıda bulunacaktır.

Bu çalışmada, giriş bölümünden sonra, ikinci bölümde, YSA NARX sinir ağı modeli açıklanmıştır. Üçüncü bölümde Türkiye limanlarında gerçekleşen konteyner ve yük elleçleme miktarlarının tahmin ve öngörüsü yapılmıştır. Dördüncü bölümde ise sonuçlara yer verilmiş, değerlendirme ve öneriler yapılmıştır.

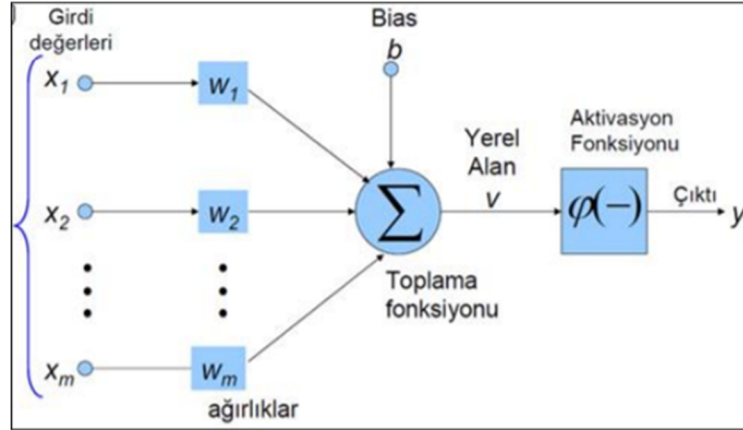
## 2. YÖNTEM

Yapay Sinir Ağları kavramı ilk olarak McCulloch ve Pitts (1943) tarafından ortaya atılmıştır. Daha sonra Rosenblatt (1958) örüntü sınıflandırma amacı ile geliştirmiş olduğu basit algılayıcı modeli ve algoritması ile kavrama katkıda bulunmuştur. Ancak basit algılayıcı modeli gerçek hayattaki doğrusal olmayan problemlerin çözümünde yetersiz kalmıştır. Rumelhart ve diğerleri (1986) geliştirdikleri çok katmanlı algılayıcı modeli diğer bir adı geriye yayılım modeli ile doğrusal olmayan problemlerde de başarılı sonuçlar elde etmişlerdir. Böylece yapay sinir ağları uygulamalarına olan ilgi hızlı bir biçimde artış göstermiştir.

Bu çalışmada da doğrusal olmayan ve daha önce karşılaşmadığı veri ilişkilerini dahi saptayabilmesi nedeniyle NARX modeli kullanılmıştır. Yapay sinir hücresinin işleyişi Şekil 1 ile verilmiştir. Yapay sinir hücre yapısında öğrenmenin gerçekleşebilmesi için girdi değerleri her bir girdinin önemine göre ağırlıklandırılmaktadır. İlk etapta rastgele öğrenme bağlantıları gerçekleştirilirken aşamalar tekrarlandıkça en uygun öğrenme katsayıları tespit edilir. Çok katmanlı ağlarda ileriye doğru hesaplama yapılırken, hatalarda ise geriye yayma hareketi vardır. Hataların geri yönlü hareketi için türevi alınabilen bir fonksiyona ihtiyaç duyulur. Aktivasyon fonksiyonu bu görevi görür. Toplama fonksiyonundan geçen verilerin optimum ağırlıkları bulduysa, aktivasyon fonksiyonu çıktı katmanına iletir. Eğer optimum öğrenme gerçekleşmedi

ise aktivasyon fonksiyonu türevlenebilen bir fonksiyon olma özelliği ile hatayı geri gönderir. Bu sayede öğrenme optimum şekilde gerçekleştirilmiş olur. Sonuç olarak ağ yapısı, genelleştirmeler yaparak artık daha önce hiç görmediği problemlere dahi çözüm bulabilir seviyeye gelir. Toplama fonksiyonu olarak genellikle ağırlıklı toplamı bulan fonksiyon tercih edilir. Burada yapılan işlem, her bir girdi değerinin bulunan ağırlık değeri ile çarpılması ve ağırlıklandırılmış tüm verilerin toplanması şeklinde gerçekleştirilir.

Yapay sinir ağlarının diğer yöntemlere göre avantajı; ağ yapısındaki geri yönlü hareketi gerçekleştiren aktivasyon fonksiyonunun bulunmasıdır. Türevlenebilen aktivasyon fonksiyonu sayesinde geri yönlü hareket edebilme yeteneği kazanan ağ yapısı, diğer yöntemlere göre optimum ağırlık bulma konusunda üstün performans elde etmiş olur.



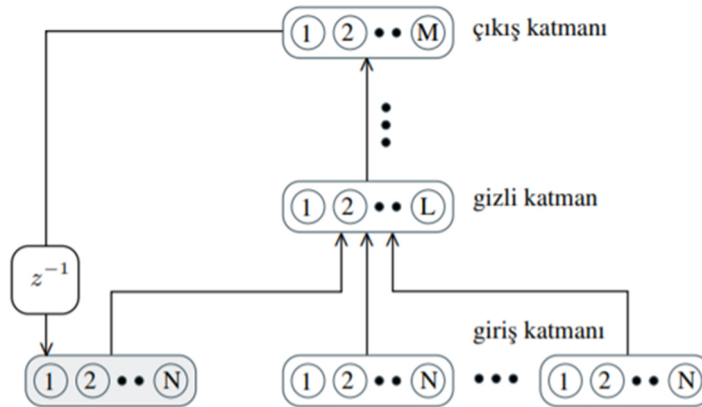
Şekil 1. Yapay sinir hücresinin mimarisini (Doğan, 2019: 12)

Yapay Sinir Ağlarında veriler analiz öncesi üç gruba ayrılır. Bunlar; eğitim, geçerlilik ve test gruplarıdır. Eğitim grubunda veriler ağırlıklandırılır. Ağın yüksek performans gösterebilmesi için verilerin büyük bir kısmı eğitim grubu için ayrılır. Geçerlilik aşamasında ağa daha önce tanıtılmamış olan veriler ile doğrulama gerçekleştirilir. Test grubundaki veriler ile de ağın genelleme yeteneği test edilerek aşamalar sonlandırılır (Sert, 2014: 19-20).

Doğrusal Olmayan Dışsal Girdili Otoregresif Ağ (NARX) modeli mimarisini Şekil 2'de verilen hiyerarşik yapıya sahiptir. Giriş katmanı, gizli katman ve çıktı katmanı olmak üzere birbirine bağlı üç farklı katman vardır. Şekil 2'de yer alan  $N$ ,  $M$  ve  $L$  hücre sayılarını göstermektedir. Bu model matematiksel olarak Eşitlik 1'deki gibi ifade edilmektedir.

$$o(t) = F(o(t-1), o(t-2), \dots, o(t-p'), x(t-1), x(t-2), \dots, o(t-p)) \quad (1)$$

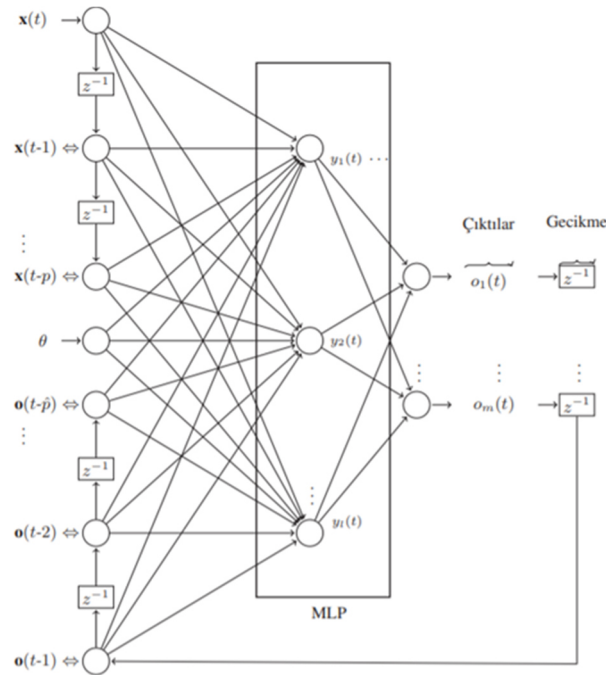
Eşitlik 1 ile ifade edilmektedir.  $o(t-p')$   $\in R$  ağ çıktısını,  $x(t-p) \in R$  ağ girdilerini,  $p'$  ve  $p$  ise sırasıyla geri besleme için uygulanılacak geçmiş çıktılarının ve geçmiş girdilerin sayısını ifade etmektedir. Geri besleme ve girdi katmanları zaman gecikmeli olup geçmiş verileri içermektedir. Nöronlar aracılığıyla bağlanan katmanlar arasında eğitim aşaması uygulanır ve tahmin değerleri belirlenir. Doğrulama aşamasından sonra stabilize olan veriler test edilir (Chaudhuri ve Ghosh, 2016; Tatlı ve Kahvecioğlu, 2016).



Şekil 2. NARX modeli genel mimarisini (Tatlı ve Kahvecioğlu, 2016:131)



Doğrusal Olmayan Dışsal Girdili Otoregresif Ağ (NARX), tekrarlı bir sürece sahip olduğu için dinamik bir sinir ağıdır. Ağın birkaç katmanı ile arasında geri bildirimlere sahip olup Şekil 3'te gösterilmiştir (Fiyadh ve diğerleri, 2018). Geri yayılma algoritması, en güçlü öğrenme algoritmalarından biridir. Geri yayılma eğitimi, bir gradyan iniş algoritmasıdır. Gradyan boyunca eğitim için ayrılan verilerin ağırlık ve sapmalarını ayarlayarak performansı iyileştirmeye çalışmaktadır (Cheng ve Tittreington, 1994; Kalogirou ve Bojic, 2000). Her bir ağırlık fonksiyonu farklı bir hata oranı verir. Eğitimin amacı, hata fonksiyonunu minimum değere ulaştıracak ağırlık ve sapmaların tespit edilmesidir. İlk olarak ağırlıklara küçük ve keyfi değerler verilirken öğrenme ilerledikçe ağırlıklar sistematik olarak en iyi halini almaya başlar (Maier ve Dandy, 1996). Tahmin edilen ya da gerçek zaman serilerinin geçmiş değerleri ile gelecekteki değerleri tahmin edebilme yeteneğine sahiptir (Boussaada ve diğerleri, 2018).



Şekil 3. NARX ağları (Tatlı ve Kahvecioğlu, 2016: 131)

Levenberg (1944) ve Marquardt (1963) tarafından geliştirilen Levenberg-Marquardt (LM) algoritması doğrusal olmayan bir fonksiyonun minimizasyonunu sağlama konusunda sayısal bir çözüm üretir. Küçük ve orta büyüklükteki veri setleri için uygun bir eğitim algoritmasıdır. Hızlı ve istikrarlı bir yapıya sahiptir. Newton algoritması hızını ve dik iniş metodunun kararlılığını birleştirerek öğrenme hızını oldukça artırdığı için etkili bir ağ eğitimi için tercih edilmektedir (Çavuşoğlu ve diğerleri, 2012; Wilamowski ve Yu, 2010; Yu ve Wilamowski, 2011). Bu çalışmada da Levenberg-Marquardt (LM) algoritması kullanılmıştır.

Modelin öngörü yeteneğinin, gerçeğe ne kadar yakın olduğunu görebilmek için performans ölçütleri kullanılmaktadır. Literatürde sıkça kullanılan performans ölçütleri; Ortalama Mutlak Yüzde Hata (Mean Absolute Percentage Error-MAPE), Ortalama Hata Kareleri (Mean Square Error-MSE), Ortalama Mutlak Hata (Mean absolute error, MAE), Hata Kareleri Ortalamasının Karekökü (Root Mean Square Error-RMSE) ve Medyan Mutlak Sapma'dır (Median Absolute Deviation-MAD). Bu ölçütler Eşitlik 2-6 ile verilmektedir (Bolzan ve diğerleri, 2008; Pham-Gia ve Hung, 2001).

$$MAPE = (100/n) \left| \sum_{i=1}^n \frac{y_t - y'_t}{y_t} \right| \quad (2)$$

$$MSE = (1/n) \sum_{i=1}^n |(y_t - y'_t)|^2 \quad (3)$$

$$MAE = (1/n) \sum_{i=1}^n |y_t - y'_t| \quad (4)$$

$$RMSE = \sqrt{(1/n) \sum_{i=1}^n (y_t - y'_t)^2} \quad (5)$$

$$MAD = \text{medyan } |y'_t - m| \quad (6)$$

### 3. UYGULAMA

Bu çalışmada mevcut donanımı daha etkili ve verimli kullanabilmek amacıyla Türkiye'deki limanlarda gerçekleşen konteyner ve yük elleçleme miktarlarının Doğrusal Olmayan Dışsal Girdili Otoregresif Ağ (NARX) ile öngörüsü yapılmıştır. Konteyner ve yük hacimlerinin öngörüsü, yük ve konteyner akışındaki

planlamanın yapılmasını sağlayacak ve böylece işletmelerin hizmet kalitesinin iyileştirilmesine destek olacaktır. *Konteyner elleçleme ve yük elleçleme* miktarı bağımlı değişken; Döviz Sepeti Kuru (USD-EURO), Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYH), Tüketici Güven Endeksi, Brent Petrol, İhracat, İthalat ve Sanayi Üretim Endeksi bağımsız değişken olarak belirlenmiştir. Veri seti Ocak 2004-Haziran 2020 dönemine ait aylık verilerden oluşmaktadır. Bağımsız değişkenler, T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığının Deniz İstatistikleri Veri Tabanından (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2020) alınmıştır. Bağımlı değişkenler ise Elektronik Veri Dağıtım Sistemi (EVDS) veri tabanından (Elektronik Veri Dağıtım Sistemi, 2020) ve Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) veri tabanından (Türkiye İstatistik Kurumu, 2020) alınmıştır.

Yapay Sinir Ağları uygulaması için öncelikle verilerin normalize edilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada min-max normalizasyon metodu uygulanmış ve veri seti değerleri 0 ile 1 arasında normalize edilmiştir. Min-Max normalizasyon yöntemi için Eşitlik 7 kullanılmıştır (Larose, 2005: 26).

$$x' = \frac{x_i - x_{min}}{x_{max} - x_{min}} \quad (7)$$

Eşitlik 7'de;  $x'$ , normalize edilmiş veriyi;  $x_i$ , girdi değerini;  $x_{min}$ , girdi değerleri arasındaki en küçük sayıyı;  $x_{max}$ , girdi değerleri arasındaki en büyük sayıyı temsil etmektedir.

Tüm değişkenler Microsoft Excel programına kaydedilip Eşitlik 7 ile normalizasyon işlemi gerçekleştirildikten sonra tahminleme için hazır hale getirilmiştir. Bu çalışmanın eğitim veri seti, Ocak 2004-Haziran 2020 dönemi aylık verilerini kapsamaktadır. Ayrıca yapılan denemeler sonucunda Train (Eğitim): %60 (238 veri), Validation (Doğrulama): %20 (79 veri) ve Testing (Test etme): %20 (79 veri) ile gizli nöron sayısı 25 ve gecikme sayısı 5 değerleri en iyi tahmin sonucunu vermiştir.

Doğrusal olmayan zaman serilerinde, gizli nöron sayısının optimum değeri için küçük bir değerden başlanıp artırılarak denemeler gerçekleştirilir. Performans bozulmaya başladığında bir önceki deneme değeri optimum değer olarak kabul edilir (Hamzeçebi, 2005: 145). Genel olarak veri setinin öğrenme amaçlı 3 gruba ayrıldığı eğitim, doğrulama ve test gruplarının yüzdeleri deneme yoluyla araştırmacı tarafından bulunmaktadır. En iyi performansı gösterdiğine karar verilen yüzdelik dilimler ile sinir ağlarına öğrenme işlemi gerçekleştirilmiş olur.

Tablo 1 ve Tablo 2 ile sırasıyla konteyner elleçleme miktarı ve yük elleçleme miktarı için NARX sinir ağları modelinin farklı eğitim, doğrulama, test ve farklı nöron sayıları ile performans sonuçları verilmiştir.

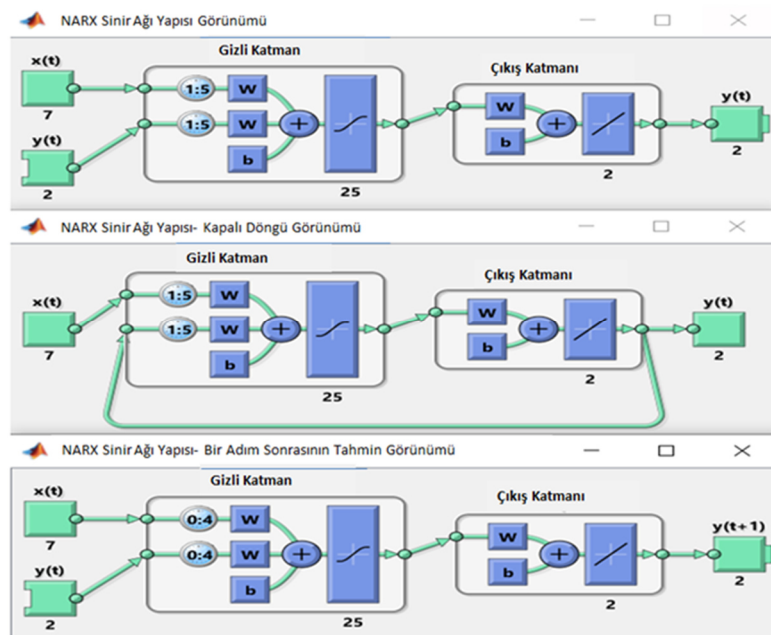
**Tablo 1. Konteyner elleçleme miktarı için NARX modelinin farklı eğitim, doğrulama, test yüzdeleri ve farklı nöron sayıları ile performans sonuçları**

Veri Seti	Nöron Sayısı	MAPE	MAE	RMSE	MAD
%70 eğitim	15 nöron	6,47	425.131	553.816	1.695.627
%15 doğrulama	20 nöron	6,04	388.274	488.135	1.746.340
%15 test	25 nöron	8,38	463.847	558.432	1.681.167
	30 nöron	9,98	498.751	526.982	1.459.143
%80 eğitim	15 nöron	6,39	420.186	513.992	1.720.780
%10 doğrulama	20 nöron	6,64	434.536	531.381	1.652.665
%10 test	25 nöron	6,98	450.606	546.237	1.649.964
	30 nöron	9,05	541.002	598.748	1.845.653
%60 eğitim	15 nöron	6,49	432.065	571.654	1.630.813
%20 doğrulama	20 nöron	7,09	456.589	553.342	1.590.073
%20 test	25 nöron	<b>5,89</b>	<b>369.776</b>	<b>469.962</b>	<b>1.706.652</b>
	30 nöron	7,61	445.898	563.927	1.570.567

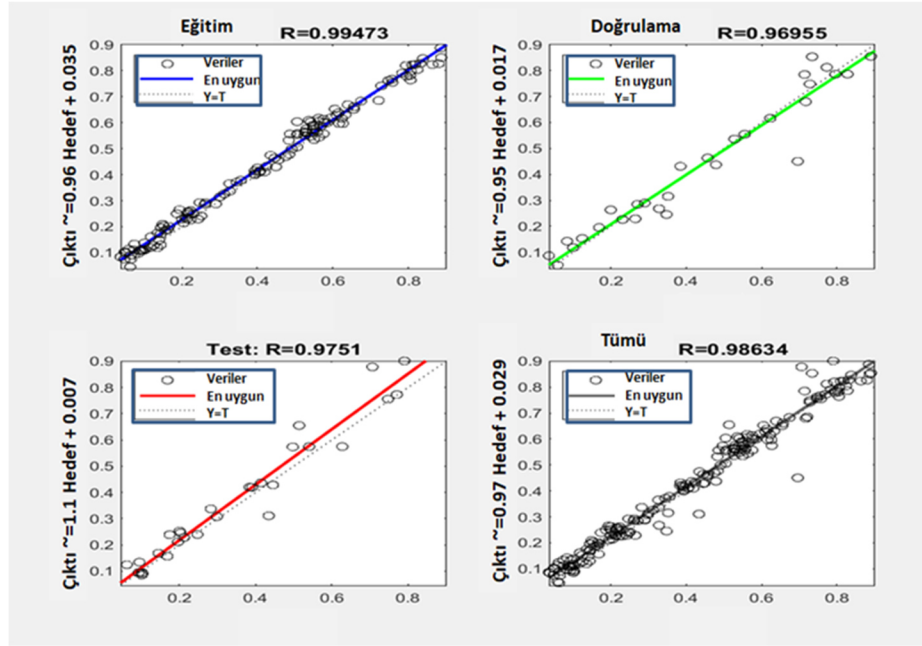
**Tablo 2. Yük elleçleme miktarı için YSA NARX modelinin farklı eğitim, doğrulama, test yüzdeleri ve farklı nöron sayıları ile performans sonuçları**

Veri Seti	Nöron Sayısı	MAPE	MAE	RMSE	MAD
%70 eğitim	15 nöron	3,99	1.169.775	1.637.342	5.007.947
%15 doğrulama	20 nöron	4,63	1.393.376	1.909.926	6.253.879
%15 test	25 nöron	3,62	1.081.086	1.587.707	5.696.235
	30 nöron	3,45	975.452	1.274.336	5.095.543
%80 eğitim	15 nöron	2,44	647.155	1.438.536	5.115.656
%10 doğrulama	20 nöron	4,14	1.241.022	1.745.110	5.967.116
%10 test	25 nöron	3,99	1.169.775	1.637.342	5.007.947
	30 nöron	5,51	1.476.305	2.051.913	4.394.785
%60 eğitim	15 nöron	6,00	1.633.107	2.155.852	6.254.758
%20 doğrulama	20 nöron	3,71	1.046.080	1.447.058	5.164.700
%20 test	25 nöron	<b>1,97</b>	<b>549.198</b>	<b>1.167.306</b>	<b>5.539.374</b>
	30 nöron	4,56	1.256.879	1.821.541	5.216.984

Şekil 4'te NARX sinir ağının yapısı, paralel ve seri paralel mimarileri gösterilmiştir. Burada  $x(t)$ , yedi bağımsız değişken,  $y(t)$  ise iki bağımlı değişkeni göstermektedir. Ayrıca ağın yapısına bakıldığında iki giriş katmanı, bir gizli katman ve bir çıkış katmanından oluştuğu görülmektedir. Gizli katmanda yirmi beş, çıktı katmanında ise iki nöron bulunmaktadır.

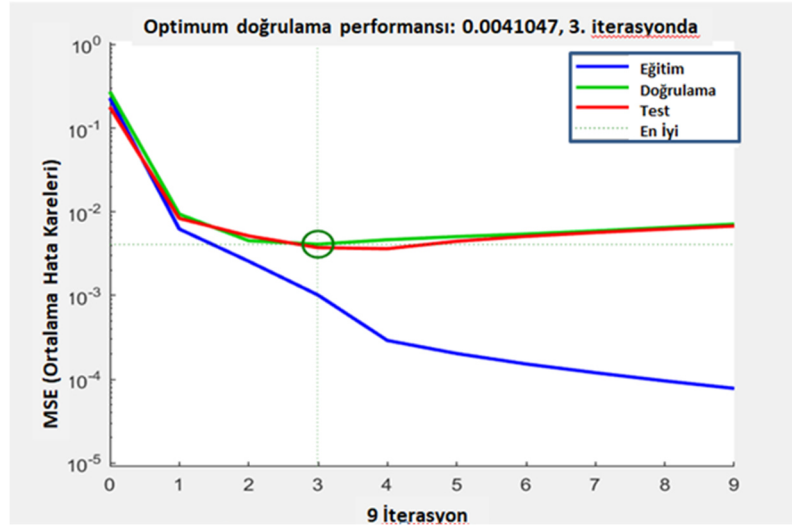
**Şekil 4. NARX ağ modeli**

Oluşturulan NARX sinir ağları modeli; eğitim, doğrulama ve test başarısının ölçümü regresyon analizi ile değerlendirilir. Korelasyon katsayı (R) değerleri, çıktılar ve hedefler arasındaki korelasyonu ölçer. R değerinde, 1 yakın ilişkiyi, 0 rastgele ilişkiyi ifade eder. Şekil 5'te görüldüğü gibi çıktılar ve hedefler arasındaki değerler 1 değerine oldukça yakındır. Veri setinin genel olarak korelasyon katsayısı, 0,98634 olarak elde edilmiştir.



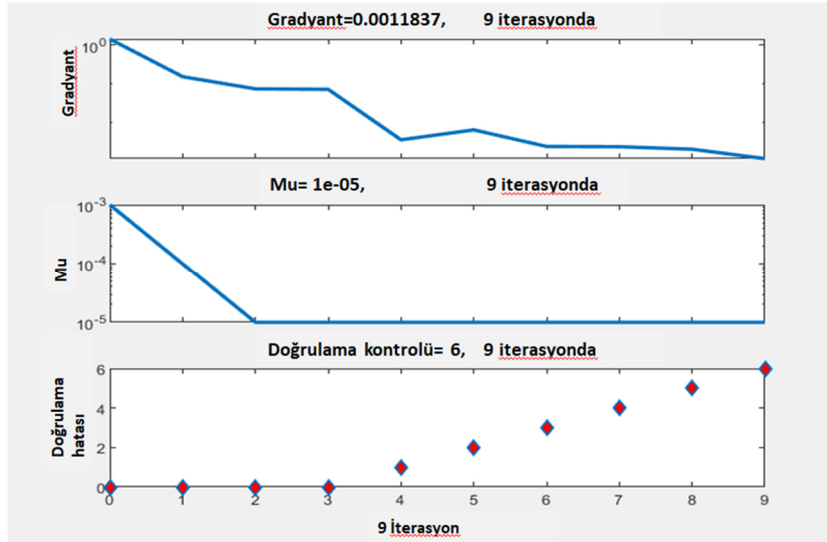
Şekil 5. NARX ağıının regresyon analiz grafiği

NARX sinir ağıının performansı MSE (Ortalama Hata Kareleri- Mean Square Error) ile ölçülmektedir. MSE, çıktılar ve hedefler arasındaki ortalama kare farkını ifade etmektedir. Bu değer ne kadar düşüğe modelin o kadar başarılı olduğu, sıfır ise hata olmadığı anlamına gelmektedir. Şekil 6'da oluşturulan modelin her adımındaki MSE değerleri ve performans grafiği verilmiştir. Görüldüğü gibi 9 iterasyonda tamamlanan eğitimin 3. iterasyonunda en düşük MSE değeri elde edilmiştir. Ayrıca NARX sinir ağı bu aşamada en iyi doğrulama ve performansı gerçekleştirmiştir.



Şekil 6. NARX ağı performans grafiği

NARX sinir ağıının 9 iterasyon sonundaki eğitim yapısını gösteren çıktı grafiği Şekil 7'de verilmiştir. Bu grafik 9 iterasyonluk eğitim sürecinin durumlarını, dönemlere ilişkin belirtmekte olup "Gradient, Mu ve Validation Check" göstergelerinden oluşmaktadır. Şekil 7'de de görüldüğü gibi gradient, kayıp fonksiyonunu hesaplayarak nöronların ağırlığının ayarlanması için geri yayılımın öğrenilmesi işlevini ifade eder. Hedef fonksiyonun minimum alt noktasına 9 iterasyonda ve 0.0011837 değerine ulaştığını göstermektedir. Mu ise algoritmanın parametresi olan değere eşit olmakla birlikte doğrulama kontrol grafiği ile ilişkilidir. Ağıın eğitiminin düşük performans sergilediği noktada eğitimi durdurur. 9 iterasyonluk eğitimin 4. iterasyonundan itibaren ağıın eğitim doğrulaması zayıf performans göstermeye başlamıştır.



**Şekil 7. NARX ağıının eğitim sürecinin grafiği**

Lewis'e göre (1982: 37-60) MAPE değeri %10'un altında olan modelleri "çok iyi", %10 ile %20 arasında olan modelleri "iyi", %20 ile %50 arasında olan modelleri "kabul edilebilir" ve %50'nin üzerinde olan modelleri ise "yanlış ve hatalı" olarak sınıflandırmıştır. MAE, tahmindeki hataların ortalama büyüklüğünü; RMSE, tahmin hatalarının standart sapmasını; MAD ise tahmin değerlerinin dağılımını ölçmek için mutlak sapmanın medyanını hesaplamaktadır. MAE, RMSE ve MAD değerleri 0'dan sonsuza kadar değer alabilmektedir (Lahmiri, 2014).

Bu çalışmada Ocak 2004-Haziran 2020 dönemi aylık verilerinin eğitimi tamamlandıktan sonra Temmuz 2020-Aralık 2021 dönemini kapsayan 18 aylık bir öngörü yapılmıştır. 18 aylık yapılan öngörü içerisinde yer alan ilk dört ay yani Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarının verileri açıklanmıştır. Bu sebeple bu aylar üzerinden 4 aylık tahmin ve gerçek değer karşılaştırılması yapılmıştır. Ayrıca performans ölçütleri hesaplanmıştır.

Tablo 3'te Konteyner elleçleme miktarı için NARX sinir ağıları modeli 4 aylık tahmin ve gerçek değerleri verilmiştir. Tablo 4'te ise bu 4 ayın tahmin değerlerinin MAPE, MAE, RMSE ve MAD performans ölçüt değerlerine yer verilmiştir. MAPE performans ölçüt değeri Eşitlik 2 yardımı ile %5,7 olarak elde edilmiştir. Dolayısıyla modelin MAPE değeri Lewis'e göre (1982: 37-60) %10'un altında bir değer aldığı için "çok iyi" modeller sınıfına girdiği söylenebilir. MAE performans ölçütü Eşitlik 4 yardımı ile 567.861; RMSE performans ölçütü Eşitlik 5 yardımı ile 750.153 ve MAD performans ölçütü Eşitlik 6 yardımı ile 386.954 olarak hesaplanmıştır.

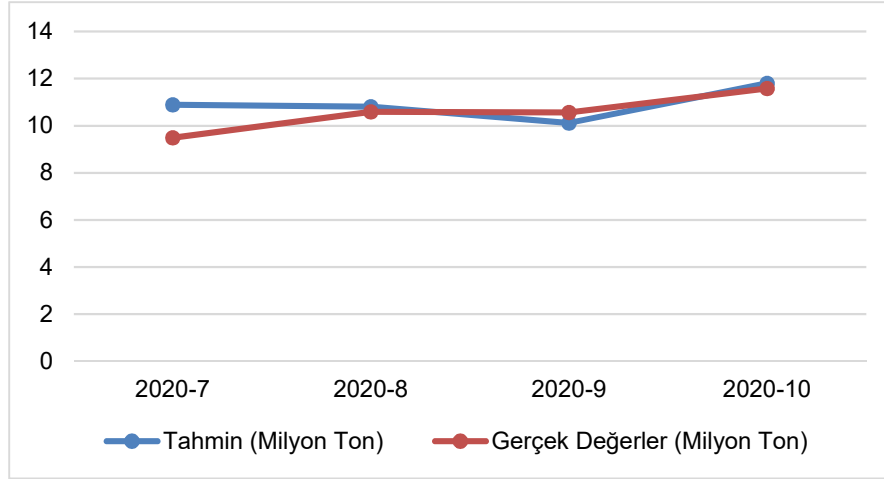
**Tablo 3. Konteyner elleçleme miktarı için NARX sinir ağıları modeli 4 aylık tahmin ve gerçek değerleri**

Tarih	Tahmin (Ton)	Gerçek Değerler (Ton)
2020-7	10.891.932,52	9.490.388,000
2020-8	10.804.613,21	10.592.790,000
2020-9	10.118.024,26	10.559.301,000
2020-10	11.800.525,29	11.583.724,000

**Tablo 4. Konteyner elleçleme miktarı için en iyi NARX sinir ağıları modelinin performans ölçüt değerleri**

MAPE	MAE	RMSE	MAD
5,70	567.861	750.153	386.954

Şekil 8 ile konteyner elleçleme miktarının 4 aylık tahmin ve gerçek değerlerinin karşılaştırılması grafiği verilmiştir.



**Şekil 8. Konteyner elleçleme miktarının 4 aylık tahmin ve gerçek değerlerinin karşılaştırılması**

Tablo 5'te yük elleçleme miktarı için NARX sinir ağları modeli 4 aylık tahmin değerleri ve gerçek değerleri verilmiştir. Tablo 6'da ise bu 4 ayın tahmin değerlerinin MAPE, MAE, RMSE ve MAD performans ölçüt değerlerine yer verilmiştir. MAPE performans ölçüt değeri Eşitlik 2 yardımı ile %2,01 olarak elde edilmiştir. Dolayısıyla modelin MAPE değeri Lewis'e göre (1982: 37-60) %10'un altında bir değer aldığı için "çok iyi" modeller sınıfına girdiği söylenebilir. MAE performans ölçütü Eşitlik 4 yardımı ile 833.478; RMSE performans ölçütü Eşitlik 5 yardımı ile 946.119 ve MAD performans ölçütü Eşitlik 6 yardımı ile 371.000 olarak hesaplanmıştır.

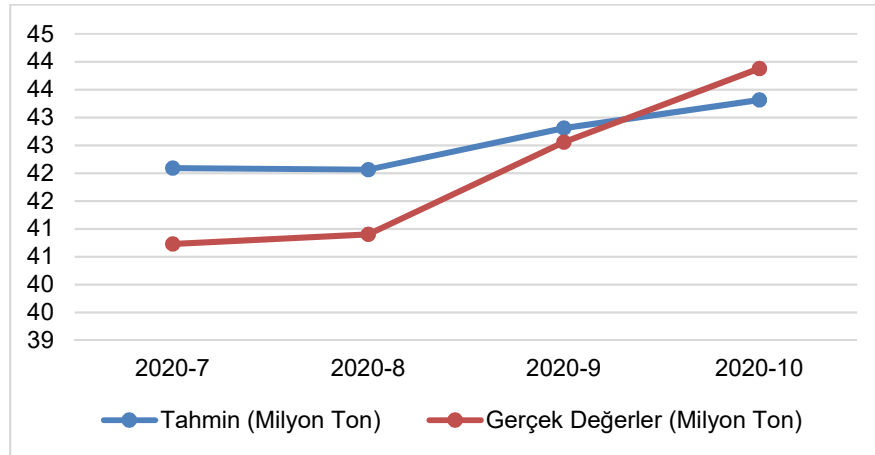
**Tablo 5. Yük elleçleme miktarı için NARX sinir ağları modeli 4 aylık tahmin ve gerçek değerleri**

Tarih	Tahmin (Ton)	Gerçek Değerler (Ton)
2020-7	42.090.354,84	40.730.399,000
2020-8	42.063.834,44	40.901.116,000
2020-9	42.805.834,59	42.558.522,000
2020-10	43.314.618,47	43.878.546,000

**Tablo 6. Yük elleçleme miktarı için en iyi NARX sinir ağları modelinin performans ölçüt değerleri**

MAPE	MAE	RMSE	MAD
2,01	833.478	946.119	371.000

Şekil 9 ile yük elleçleme miktarının 4 aylık tahmin ve gerçek değerlerinin karşılaştırılmalı grafiği verilmiştir.



**Şekil 9. Yük elleçleme miktarının 4 aylık tahmin ve gerçek değerlerinin karşılaştırılması**

Tablo 7’de ise NARX sinir ağı modeli Konteyner ve Yük Elleçleme miktarı için Kasım 2020-Aralık 2021 dönemi öngörü değerleri verilmiştir.

**Tablo 7. NARX sinir ağı modeli konteyner ve yük elleçleme miktarı için 14 aylık öngörü değerleri**

<i>Tarih</i>	<i>Konteyner Elleçleme Öngörü (Ton)</i>	<i>Yük Elleçleme Öngörü (Ton)</i>
2020-11	11.049.753,21	43.008.599,08
2020-12	11.380.128,34	42.235.519,62
2021-1	11.212.742,78	41.456.681,32
2021-2	11.001.235,86	42.075.230,34
2021-3	10.093.796,34	42.789.284,60
2021-4	10.278.863,33	42.158.335,01
2021-5	10.012.906,13	42.402.043,77
2021-6	9.144.933,62	42.250.659,02
2021-7	9.612.154,87	42.357.398,12
2021-8	9.513.725,43	42.153.903,71
2021-9	9.412.795,67	42.044.592,14
2021-10	9.312.275,41	41.946.894,62
2021-11	9.357.475,87	41.454.365,70
2021-12	9.121.786,47	41.763.852,51

Devlet ve/veya özel işletmeler, liman yöneticileri ve liman sahipleri, NARX Sinir Ağı Modeli sonucu elde edilen, Tablo 7’de öngörülen konteyner ve yük elleçleme miktarlarını gelecekteki iş planlarında kullanmaları durumunda iş çıktılarına faydalı olabileceği düşünülmektedir. Ancak bu öngörülen değerler kullanılırken; konteyner elleçleme hacmindeki MAPE performans ölçütü %5,7 ve yük elleçleme hacmindeki MAPE performans ölçütünün %2,01 olduğu göz önünde bulundurularak, yapılacak planlamalarında bahsedilen miktarlarda hata payı bırakmaları daha sağlıklı olacaktır.

#### 4. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

11. Kalkınma Planı (2019-2023) lojistik ve ulaştırma politikalarında, lojistik faaliyetlerinde esneklik, hız, öngörülebilirlik, güvenlik, kalite, ölçek ekonomisi ve yenilikçilik gibi hizmet düzeyi parametrelerinin iyileştirilmesi gerekliliği vurgulanmıştır. Bu bağlamda Türkiye’de deniz yolu ile yapılan konteyner ve yük elleçleme işlemlerinin hacim miktarlarının NARX sinir ağı modeli ile tahmini ve öngörüsü yapılmaya çalışılarak hizmet düzenliliğini etkileyen belirsizlikleri ortadan kaldıracığı ve böylece bu çalışmanın lojistik ve ulaştırma alanına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Konteyner elleçleme ve yük elleçleme ile doğrudan ya da dolaylı olarak ilişkisi olduğu tespit edilen yedi bağımlı değişken belirlenmiştir. Bunlar; Döviz Sepeti Kuru (USD-EURO), Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYH), Tüketici Güven Endeksi, Brent Petrol, İhracat, İthalat ve Sanayi Üretim Endeksi’dir. Sonuç olarak, NARX sinir ağı modeli ile konteyner elleçleme ve yük elleçleme işlem hacimlerinin Temmuz 2020- Ekim 2020 dönemlerine ait 4 aylık tahmin, Kasım 2020- Aralık 2021 dönemlerine ait 14 aylık öngörü sonuçları verilmiştir. Çalışmada elde edilen tahmin sonuçlarının doğruluğunu ve etkililiğini değerlendirmek için MAPE, MAE, RMSE ve MAD performans ölçüt değerleri hesaplanmıştır. Konteyner elleçleme miktarı için MAPE %5,7; MAE 567.861; RMSE 750.153 ve MAD 386.954 olarak elde edilmiştir. Yük elleçleme miktarı için MAPE %2,01; MAE 833.478; RMSE 946.119 ve MAD 371.000 olarak elde edilmiştir. Performans ölçüt değerlerinin sifıra olan uzaklığı, gerçek değerlere ne ölçüde yakın olduğunu ifade etmektedir. Bir model gerçeğe ne kadar yakın sonuçlar veriyorsa o kadar başarılı bir modeldir. Lewis’in (1982: 37-60) performans ölçütü değerlendirmesine göre, MAPE değeri hem konteyner elleçleme öngörüsünde hem de yük elleçleme öngörüsünde %10’un altında değerler olarak “çok iyi model” sınıfına girmiştir. NARX sinir ağı modeli, birden fazla değişken ile çalışabilme imkânı sunduğu ve durağanlığını yitirmiş değişkenlerin doğrusal olmayan ilişkilerini de yüksek performans ile tahminleyebildiği için gerçeğe çok yakın sonuçlar vermektedir.

Deniz yolu taşımacılığı diğer taşıma yollarına göre daha az maliyet ile fazla yük taşıma kapasitesine sahip olduğu için küresel çevrede daha çok tercih edilmektedir. Dünyada ticaret faaliyetlerindeki taşımacılığın yüzde 90’ının deniz yolu ile yapıldığı göz önüne alınırsa, dış ticaretin gelişimi Türkiye ekonomisine oldukça önemli katkılarda bulunacaktır. Bu anlamda lojistik sektörü, Türkiye’nin önemli stratejik konumu itibarıyla geliştirilmeye müsait bir alandır. Doğu ve Batı’yı birbirine bağlaması sebebi ile lojistik üs olma potansiyeline sahip ülkemizde limanlar, tedarik zincirini birbirine bağlayan önemli noktalardır (Tatar ve diğerleri, 2009). Türkiye İstatistik Kurumu ve Ticaret Bakanlığı iş birliğiyle oluşturulan taşıma

şekillerine göre dış ticaret verilerinde deniz yolu taşımacılığı, 2020 yılı içerisinde ihracatta 100 milyar 861 milyon ABD doları ile yüzde 59,5; ithalatta 125 milyar 859 milyon ABD doları ile yüzde 57,4'lük bir dilimi kapsamaktadır. Ocak 2021 ihracat verilerine göre bir önceki yılın aynı ayına göre yüzde 2,1 azalma, ithalatta ise yüzde 0,3'lük bir artış görülmektedir (T.C. Ticaret Bakanlığı, 2021). Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığında alınan verilere göre; limanlarda gerçekleşen konteyner ve yük elleçleme işlemlerinde son yıllarda artış olduğu gözlemlenmektedir. Elleçlenen konteyner miktarının Aralık 2020'de bir önceki yılın aynı ayına göre yüzde 9, yük miktarının da yüzde 7 arttığı görülmektedir (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2021). Bu bilgiler bağlamında limanlar; ülkelerin hatta bölgelerin dünyaya açılan kapıları olarak bölgesel ya da ülke çapında ekonomiye katkı sağlamaktadır. Bu çalışmada önerilen NARX Sinir Ağları Modeli ile öngörülen konteyner ve yük elleçleme hacimleri doğrultusunda yapılan hizmet planlamaları ile limanlarımızın mevcut donanımı daha etkin ve verimli kullanılmasına altyapı sağlanmış olacaktır. Dolayısıyla bu öngörü yeteneği, ülkemizde gerçekleşen ithalat ve ihracat oranlarına pozitif yönde bir etki sağlayacaktır.

Sonuç olarak; Türkiye'nin stratejik konumunu daha etkili kullanabilmesi ve rekabet düzeyini artırabilmesi açısından limanlarda gerçekleşen konteyner ve yük elleçleme miktarlarının öngörülmesi hizmet düzenliliğini etkileyen belirsizlikleri ortadan kaldıracak düşünülmemektedir. Bu sayede işletmeler; doğru zamanda, doğru yerde, doğru ürün ile başarılı bir hizmet sunarak müşteri memnuniyetini olumlu yönde artırmış olacaklardır. Tablo 7'de verilen öngörü değerleri doğrultusunda, devlet ve/veya özel işletmeler gerçekleştirecekleri faaliyetlerde planlamalarını daha doğru ve yeni stratejiler doğrultusunda yönetim anlayışları geliştirerek yapma imkânı bulacaklardır. Böylece işletmeler ürün ve/veya hizmetlerini rakiplerinden daha hızlı ve ekonomik olarak pazar yerlerine ulaştırarak önemli bir avantaj sağlamış olacaklardır.

Türkiye'deki limanlarda gerçekleşen faaliyetler ile ilgili çeşitli iyileştirme, değerlendirme ve analiz çalışmaları (Ateş ve diğerleri, 2010; Karataş ve Çetin, 2010) ve limanlarda gerçekleşen konteyner ve yük hacimlerinin de çeşitli yöntemlerle tahminleme çalışmaları literatürde (Kara, 2011; Bal ve Çalışır, 2018) yer almaktadır. Ancak bu çalışmanın diğer çalışmalardan farkı; Türkiye limanlarında gerçekleşen konteyner ve yük elleçleme işlemlerinin hacmini daha önce yapılan tahmin tekniklerinden farklı olarak, doğrusal olmayan ilişkilerde dahi yüksek performans gösteren NARX sinir ağları modelinin kullanılması ile mevcut literatüre katkı sağlanacağına düşünülmesidir.

Çalışmanın kısıtı, bu çalışmada aylık frekansta veriler kullanılmıştır. Bunun yerine günlük, aylık ve yıllık frekanslı veri setleri hazırlanıp, NARX Sinir Ağları modelinin en iyi hangi frekansta optimum sonuçlar verdiği karşılaştırmalı bir analiz ile ortaya koyulabilir. Ayrıca gelecekte yapılabilecek diğer çalışmalar ise; farklı makine algoritmaları kullanılarak karşılaştırmalı analizler ve nitel-nicel çalışmaların beraber kullanıldığı farklı tahmin metodları ile birlikte hibrit tahmin modellerinin geliştirilebileceği düşünülmektedir. Bu durumlara ilaveten hızla değişen dünyada güncel koşullara uygun ve tahmin yeteneği yüksek değişkenlerin de analize dahil edilmesi çalışmayı zenginleştirecektir.



**KAYNAKÇA**

- Abdirassilov, Z. ve Sladkowski, A. (2018). "Application of Artificial Neural Networks for Shortterm Prediction of Container Train Flows in Direction of China–Europe via Kazakhstan", *Transport Problems*, 13, 103-113.
- Akar, O. ve Esmer, S. (2015). "Cargo Demand Analysis of Container Terminals in Turkey", *Journal of ETA Maritime Science*, 3(2), 117-122.
- Ateş, A. ve Esmer, S. (2014). "Farklı Yöntemler ile Türk Konteyner Limanlarının Verimliliği", *Verimlilik Dergisi*, (1), 61-76.
- Ateş, A., Karadeniz, Ş. ve Esmer, S. (2010). "Dünya Konteyner Taşımacılığı Pazarında Türkiye'nin Yeri", *Denizcilik Fakültesi Dergisi*, 2(2), 83-98.
- Bal, E.T. ve Çalışır, V. (2018). "Konteyner Elleçleme İçin Ekonometrik Tahminleme: Arma Modeli Uygulaması", *OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 9(16), 2067-2096.
- Barros, C.P. (2003). "Incentive Regulation and Efficiency of Portuguese Port Authorities", *Maritime Economics & Logistics*, 5(1), 55-69.
- Bichou, K. (2013). "An Empirical Study of the Impacts of Operating and Market Conditions on Container-Port Efficiency and Benchmarking", *Research in Transportation Economics*, 42(1), 28-37.
- Bolzan, A.C., Machado R.A.F. ve Piaia J.C.Z. (2008). "Egg Hatchability Prediction by Multiple Linear Regression and Artificial Neural Networks", *Brazilian Journal of Poultry Science*, 10(2), 97-102.
- Boussaada, Z., Curea, O., Remaci, A., Camblong, H. ve Mrabet Bellaaj, N. (2018). "A Nonlinear Autoregressive Exogenous (NARX) Neural Network Model for the Prediction of the Daily Direct Solar Radiation", *Energies*, 11(3), 620.
- Chaudhuri, T.D. ve Ghosh, I. (2016). "Artificial Neural Network and Time Series Modeling Based Approach to Forecasting the Exchange Rate in a Multivariate Framework", *Journal of Insurance and Financial Management*, 5, 92-123.
- Cheng, B. ve Titterington, D.M. (1994). "Neural Networks: A Review from a Statistical Perspective", *Statistical Science*, 2-30.
- Chou, C.C., Chu, C.W. ve Liang, G.S. (2008). "A Modified Regression Model for Forecasting the Volumes of Taiwan's Import Containers", *Mathematical and Computer Modelling*, 47(9-10), 797-807.
- Coto-Millán, P., Baños-Pino, J. ve Castro, J.V. (2005). "Determinants of the Demand for Maritime Imports and Exports", *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 41(4), 357-372.
- Çağlar, A.G.V. ve Oral, E.Z. (2011). "Liman Verimlilik ve Etkinlik Ölçme Yöntemlerinin Analizi", *Kıyı Mühendisliği Sempozyumu*, 665-676.
- Çavuşlu, M.A., Becerikli, Y. ve Karakuzu, C. (2012). "Levenberg-Marquardt Algoritması ile YSA Eğitiminin Donanımsal Gerçeklenmesi", *Türkiye Bilişim Vakfı Bilgisayar Bilimleri ve Mühendisliği Dergisi*, 5(1).
- Di Piazza, A., Di Piazza, M.C. ve Vitale, G. (2016). "Solar and Wind Forecasting by NARX Neural Networks", *Renewable Energy and Environmental Sustainability*, 1, 39.
- Ding, N., Benoit, C., Foggia, G., Bésanger, Y. ve Wurtz, F. (2015). "Neural Network-Based Model Design for Short-Term Load Forecast in Distribution Systems", *IEEE Transactions on Power Systems*, 31(1), 72-81.
- Doğan, A. (2019). "Namazgâh Barajına Ait Buharlaştırma Miktarının Yapay Sinir Ağı ile Tahmin Edilmesi", Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.
- Elektronik Veri Dağıtım Sistemi, (2020). "EVDS Veri Tabanı", <https://evds2.tcmb.gov.tr/index.php?/evds/serieMarket>, (Erişim tarihi: 20.11.2020).
- Esmer, S. (2009). "Konteyner Terminallerinde Lojistik Süreçlerin Optimizasyonu ve Bir Simülasyon Modeli", Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- Eswari, J.S., Majdoubi, J., Naik, S., Gupta, S., Bit, A., Rahimi-Gorji, M. ve Saleem, A. (2020). "Prediction of Stenosis Behaviour in Artery by Neural Network and Multiple Linear Regressions", *Biomechanics and Modeling in Mechanobiology*, 19(5), 1697-1711.
- Fiyadh, S.S., Alsaadi, M.A., Alomar, M.K., Fayaed, S.S. ve El-Shafie, A. (2018). "Arsenic Removal from Water Using N, N-Diethylethanolammonium Chloride Based DES-Functionalized CNTS:(NARX) Neural Network Approach", *Journal of Water Supply: Research and Technology-Aqua*, 67(6), 531-542.
- Gosasang, V., Chandraprakaiikul, W. ve Kiattisin, S. (2011). "A Comparison of Traditional and Neural Networks Forecasting Techniques for Container Throughput at Bangkok Port", *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 27(3), 463-482.
- Güzey, H. (2019). "Bir Liman İşletmesi için Kapasite Yeterlilik Analizi", Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.

- Hamzaçebi, C. (2005). "Geleceği Tahminde Yapay Sinir Ağları İçin Sezgisel Öğrenme Algoritması", Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Hamzaçebi, C. ve Kutay, F. (2004). "Yapay Sinir Ağları ile Türkiye Elektrik Enerjisi Tüketiminin 2010 Yılına Kadar Tahmini", *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 19(3), 227-233.
- Kalogirou, S.A. ve Bojic, M. (2000). "Artificial Neural Networks for the Prediction of the Energy Consumption of a Passive Solar Building", *Energy*, 25(5), 479-491.
- Kara, A. (2011). "İzmir (Alsancak) Limanı Gelecek Talep Tahmini için Bir Yöntem Önerisi", Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Karaatlı, M., Demirci, E. ve Baykaldı, A. (2020). "Ticari Kredi Faiz Oranlarının YSA NARX ve VAR Modelleri ile Öngörülmesi", *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 12(3), 2327-2343.
- Karahan, M. (2015). "Yapay Sinir Ağları Metodu ile İhracat Miktarlarının Tahmini: ARIMA ve YSA Metodunun Karşılaştırmalı Analizi", *Ege Academic Review*, 15(2), 165-172.
- Karataş, Ç. ve Çetin, P.S. (2014). "Liman İnovasyonları ve Bilgi Sistemleri: Türkiye Limanları Üzerine Bir Araştırma", *Girişimcilik ve İnovasyon Yönetimi Dergisi*, 3(2), 81-104.
- Konings, J.W. (2008). "The Future of Intermodal Freight Transport: Operations, Design and Policy", Edward Elgar Publishing.
- Köse, S., Uyar, B.B., Özkök, M. ve Demirel, F.B. (2018). "Trabzon Limanı Elleçleme Ekipmanlarının Yakıt Tüketim Maliyetleri Üzerine Bir Araştırma", *Technological Applied Sciences (NWSATAS)*, 13(3), 264-271.
- Lahmiri, S. (2014). "Wavelet Low-And High-Frequency Components as Features For Predicting Stock Prices with Backpropagation Neural Networks", *Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences*, 26(2), 218-227.
- Larose, D.T. (2005). "Discovering Knowledge in Data: An Introduction to Data Mining", John Wiley and Sons Inc., New Jersey.
- Levenberg, K. (1944). "A Method for the Solution of Certain Non-Linear Problems in Least Squares", *Quarterly of Applied Mathematics*, 2(2), 164-168.
- Lewis, C.D. (1982). "Industrial and Business Forecasting Methods", Butterworths Publishing, Londra.
- Lin, T., Horne, B.G., Tino, P. ve Giles, C.L. (1996). "Learning Long-Term Dependencies in NARX Recurrent Neural Networks", *IEEE Transactions on Neural Networks*, 7(6), 1329-1338.
- Maier, H.R. ve Dandy, G.C. (1996). "The Use of Artificial Neural Networks for the Prediction of Water Quality Parameters", *Water Resources Research*, 32(4), 1013-1022.
- Marquardt, D.W. (1963). "An Algorithm for Least-Squares Estimation of Nonlinear Parameters", *Journal of the Society for Industrial and Applied Mathematics*, 11(2), 431-441.
- Mcculloch, W.S. ve Pitts, W. (1943). "A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity", *The Bulletin of Mathematical Biophysics*, 5(4), 115-133.
- Milenkovic, M., Milosavljevic, N., Bojovic, N. ve Val, S. (2019). "Container Flow Forecasting through Neural Networks Based on Metaheuristics", *Operational Research*, 21, 965-997.
- Öztemel, E. (2003). "Yapay Sinir Ağları", PapatyaYayıncılık, İstanbul.
- Panda, C. ve Narasimhan, V. (2007). "Forecasting Exchange Rate Better with Artificial Neural Network", *Journal of Policy Modeling*, 29(2), 227-236.
- Pham-Gia, T. ve Hung, T.L. (2001). "The Mean and Median Absolute Deviations", *Mathematical and Computer Modelling*, 34(7-8), 921-936.
- Pulido-Calvo, I., Montesinos, P., Roldán, J. ve Ruiz-Navarro, F. (2007). "Linear Regressions and Neural Approaches to Water Demand Forecasting in Irrigation Districts with Telemetry Systems", *Biosystems Engineering*, 97(2), 283-293.
- Rosenblatt, F. (1958). "The Perceptron: A Probabilistic Model for Information Storage and Organization in the Brain", *Psychological Review*, 65(6), 386.
- Ruiz, L.G.B., Cuéllar, M.P., Calvo-Flores, M.D. ve Jiménez, M.D.C.P. (2016). "An Application of Non-Linear Autoregressive Neural Networks to Predict Energy Consumption in Public Buildings", *Energies*, 9(9), 684.
- Rumelhart, D.E., Hinton, G.E. ve Williams, R.J. (1986). "Learning Representations by Back-Propagating Errors", *Nature*, 323(6088), 533-536.
- Ruslan, F.A., Zain, Z.M. ve Adnan, R. (2014, March). "Flood Water Level Modeling and Prediction Using NARX Neural Network: Case Study at Kelang River", *2014 IEEE 10<sup>th</sup> International Colloquium on Signal Processing and its Applications*, 204-207.

- Sert, F. (2014). "Hava Durumunun Yapay Sinir Ağları ile Kestirimi ve Bulanık Mantıkla Sınıflandırılması", yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bursa.
- Siegelmann, H.T., Horne, B.G. ve Giles, C.L. (1997). "Computational Capabilities of Recurrent NARX Neural Networks", *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B (Cybernetics)*, 27(2), 208-215.
- Süleyman, K. (2018). "Trabzon Limanı Elleçleme Ekipmanlarının Yakıt Tüketim Maliyetleri Üzerine Bir Araştırma", *Technological Applied Sciences*, 13(3), 264-272.
- T. C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, (2019-2023). "On Birinci Kalkınma Planı", 1- 209.
- T.C. Ticaret Bakanlığı, (2021). "Bakanlık İstatistikleri", <https://ticaret.gov.tr/data>, (Erişim Tarihi: 25.02.2021).
- T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, (2020). "Deniz İstatistikleri Veri Tabanı", [https://atlantis.udhb.gov.tr/istatistik/istatistik\\_filo.aspx](https://atlantis.udhb.gov.tr/istatistik/istatistik_filo.aspx), (Erişim tarihi: 20.11.2020).
- T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, (2021). "İstatistikler", <https://www.uab.gov.tr>, (Erişim Tarihi: 25.02.2021).
- Tatar, V., Özer, M. ve Kartal, A. (2019). "Deniz Taşımacılığı ve Limanların Ekonomik Etkileri: Hopa Limanı Analizi", *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 6(5), 138-150.
- Tatlı, A. ve S. Kahvecioğlu, (2016). "NARX Neural Networks Based Time Series Prediction for Amount of Airworthiness Time", *National Conference on Electrical, Electronics and Biomedical Engineering (ELECO)*, Bursa, 130-134.
- Trujillo, L. ve Tovar, B. (2007). "The European Port Industry: An Analysis of its Economic Efficiency", *Maritime Economics & Logistics*, 9(2), 148-171.
- Tsai, F.M. ve Huang, L.J. (2017). "Using Artificial Neural Networks to Predict Container Flows between the Major Ports of Asia", *International Journal of Production Research*, 55(17), 5001-5010.
- Türkiye İstatistik Kurumu, (2020). "TÜİK Veri Tabanı", <https://www.tuik.gov.tr>, (Erişim tarihi: 20.11.2020).
- Valentine, V.F. ve Gray, R. (2001). "The Measurement of Port Efficiency Using Data Envelopment Analysis", *Proceedings of the 9th World Conference on Transport Research*, Seoul.
- Wilamowski, B. M. ve Yu, H. (2010). Improved Computation for Levenberg–Marquardt Training, *IEEE Transactions on Neural Networks*, 21(6), 930-937.
- Yavuz, S. ve Deveci, M. (2012). "İstatiksel Normalizasyon Tekniklerinin Yapay Sinir Ağın Performansına Etkisi", *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 40, 167-187.
- Yu, H. ve Wilamowski, B.M. (2011). "Levenberg-Marquardt Training", *Industrial Electronics Handbook*, 5(12), 1.
- Yüksekıldız, E. (2021). "Entropi ve EATWOS Yöntemleri ile Türkiye Konteyner Limanlarının Verimlilik Analizi", *Verimlilik Dergisi*, 2, 3-24.

## REKABETÇİ TESİS YER SEÇİMİ PROBLEMLERİNE İLİŞKİN BİR TARAMA ÇALIŞMASI

Büşra OLGUN<sup>1</sup>, Çağrı KOÇ<sup>2</sup>, Fulya ALTIPARMAK<sup>3</sup>

### ÖZET

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı, son yıllarda Rekabetçi Tesis Yer Seçimi (RTYS) problemlerinin ve problem bileşenlerinin literatürde ele alınış biçimlerine ilişkin bir bilimsel yayın taraması sunmaktır.

**Yöntem:** İlk olarak literatürde problemin temel bileşenlerinin ele alınış biçimlerine yer verilmiştir. Daha sonra RTYS problemi için literatürdeki en temel sınıflandırma kriteri olan rekabet tiplerine göre problem türleri incelenmiştir. Son olarak genişletilmiş RTYS problem türlerini ve çok amaçlı RTYS problemlerini ele alan çalışmalara yer verilmiş ve tarama çalışmasının sonuçları sunulmuştur.

**Bulgular:** Tarama çalışması sonucu RTYS alanında gelecek vadeden çalışma konuları; birden fazla firmanın pazar paylarının enbüyüklenmesi amaçlarının çok-amaçlı olarak ele alındığı RTYS problemleri, müşterilerin tesis seçimlerinin çok amaçlı eniyileme kullanılarak yapıldığı RTYS problemleri, ikiden fazla rakip firma içeren RTYS problemleri olarak belirlenmiştir.

**Özgünlük:** RTYS, hem tedarik zinciri için en önemli stratejik kararlardan biri olması hem de gerçek hayat problemlerine uygulanabilirliğinin yüksek olması sebebiyle araştırmacıların üzerinde durdukları bir alan olmuştur. Özellikle son yıllarda RTYS problemleri ve varyasyonları üzerinde önemli gelişmeler kaydedilmiştir. RTYS literatürüne ilişkin son çalışma Ashtiani (2016) tarafından yapılmıştır ve 2015 yılına kadar yapılan çalışmaları içermektedir. Bu çalışmada 2010 – 2020 arasında yapılan bilimsel çalışmaları içeren özgün bir tarama çalışması sunulmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Tesis Yer Seçimi Problemi, Rekabetçi Yer Seçimi, Tarama Çalışması.

**JEL Kodları:** C6, C69, Y90.

## A REVIEW OF COMPETITIVE FACILITY LOCATION PROBLEM

### ABSTRACT

**Purpose:** The aim of this study to provide a review regarding the ways in which Competitive Facility Location (CFL) problems and problem components are handled in the literature in recent years.

**Methodology:** Firstly, the ways in which the basic components of the problem are discussed in the literature are given. Then, the types of problems are examined according to competition types which are the most basic classification criteria for the CFL problem. Studies addressing the extended CFL problem types that have been discussed and multi-objective CFL problems are mentioned. Finally, the results of the study are presented.

**Findings:** As a result of the review study, future directions of CFL field have been found as CFL problems where the objectives of increasing the market shares of more than one firm are addressed in a multi-objective manner, CFL problems where customer facility selections are made using multi-objective optimization, and CFL problems with more than two companies.

**Originality:** CFL has become a field of researchers' interest, as it is one of the most important strategic decisions for the supply chain and it has realistic assumptions and applicability to real life problems. Especially in recent years, significant improvements have been made on CFL problems and variations. The last study on the CFL literature was conducted by Ashtiani (2016) and includes studies up to 2015. In this study, an original review study includes scientific studies conducted between 2010 and 2020 is presented.

**Keywords:** Facility Location Problem, Competitive Location, Review.

**JEL Codes:** C6, C69, Y90.

<sup>1</sup> Arş. Gör., Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye, busrakutlu@sdu.edu.tr, 0000-0002-7377-204X (Sorumlu Yazar-Corresponding Author).

<sup>2</sup> Doç. Dr., Ankara Sosyal Bilimler Üniversitesi, Siyasal Bilgiler Fakültesi, İşletme Bölümü, Ankara, Türkiye, cagri.koc@asbu.edu.tr, 0000-0001-9841-1016.

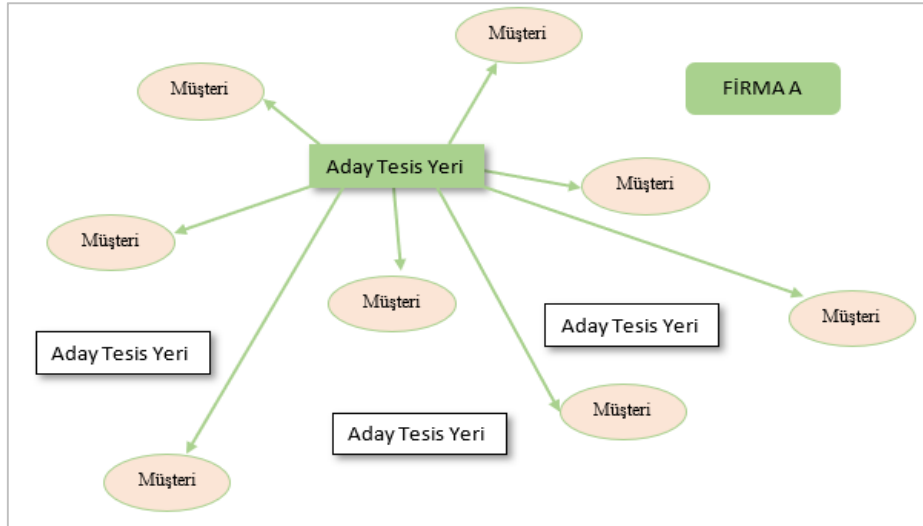
<sup>3</sup> Prof. Dr., Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye, fulyaal@gazi.edu.tr, 0000-0003-1730-4214.

## 1.GİRİŞ

Tesis yer seçimi (TYS) problemleri mevcut bir pazara açılacak tesis veya tesislerin pazardaki talebi en düşük maliyetle karşılayabilmek için nerelerde açılması gerektiğine ilişkin problemlerdir. Tesislerin tamamının tek bir işletmeye ait olduğu, pazardaki talebin tamamının aynı işletme tarafından karşılanacağı varsayılır. Pazardaki talebin gelecekte değişme durumunu veya belirsiz olma durumunu ele alan çalışmalar var olsa da klasik yer seçimi problemleri pazarda başka işletmelere ait tesisler olması durumunda oluşabilecek rekabeti göz ardı etmektedir. Rekabetin hat safhada olduğu günümüz şartlarında bu durum pek gerçekçi gözükmemektedir. Rekabetçi tesis yer seçimi (RTYS) problemleri pazarda rekabet olduğu durumda tesis yer seçimlerinin en yüksek pazar payını yakalayabilecek şekilde nasıl yapılması gerektiğine odaklanır. RTYS problemleri, günümüz pazar şartlarını daha iyi bir şekilde modelleyebilmektedir. Halihazırda tesislerin açılacağı pazarda rekabet söz konusu olmasa bile gelecekte oluşmayacağına garantisi yoktur. Problem pazardaki rekabet ortamını dikkate alarak firmalar için yer seçimlerini daha yüksek pazar payı dolayısı ile daha fazla müşteri elde etmeye yönelik olarak yapmayı sağlamaktadır. Bu durum firmaların uzun vadede yüksek karlılık ve verimlilik elde etmesi için güçlü bir avantaj olacaktır.

Birçok gerçek hayat problemi, yer seçimi kararlarında rekabeti dikkate almayı gerektirir. Bu problemlerde, iki veya daha fazla firma belirli bir pazardan müşteri yakalamak için rekabet eder. Her müşterinin talebi, önceden belirlenmiş kurallara göre firmaların bulunduğu tesisler tarafından kısmen veya tamamen karşılanır. Genellikle talep yapısına, karar alanının yapısına (kesikli veya sürekli) ve kararlar arasındaki zamansal ilişkilere (sıralı veya eşzamanlı) göre sınıflandırılan çeşitli RTYS problem türleri mevcuttur ve problem birçok farklı şekilde ve farklı açıdan bilimsel çalışmalara konu olmuştur (Gentile ve diğerleri, 2018). Bu çalışmada, RTYS literatürüne katkıda bulunmuş olan çalışmalara ilişkin ayrıntılı bir inceleme yapılmıştır.

Şekil 1'de klasik TYS problemi, Şekil 2'de ise RTYS problemi için örnek gösterim bulunmaktadır. Şekil 1'de görüldüğü gibi klasik TYS'de tek bir firma pazarda aday tesis yerleri arasından seçim yaparak tesis kurmakta ve tüm müşterilere hizmet vermektedir. Tesis seçimi yapıldıktan sonra pazar payının tamamı bu firmaya ait olmaktadır. Şekil 2'de ise iki firma pazara giriş yapmak için tesis yerlerine karar vermekte ve bu durumda mevcut pazar payı ikiye bölünmektedir. Her iki firmada daha fazla pazar payı elde edebilmek için rekabet etmek ve tesis yer seçimi kararlarını verirken rekabeti göz önünde bulundurmaktadır.

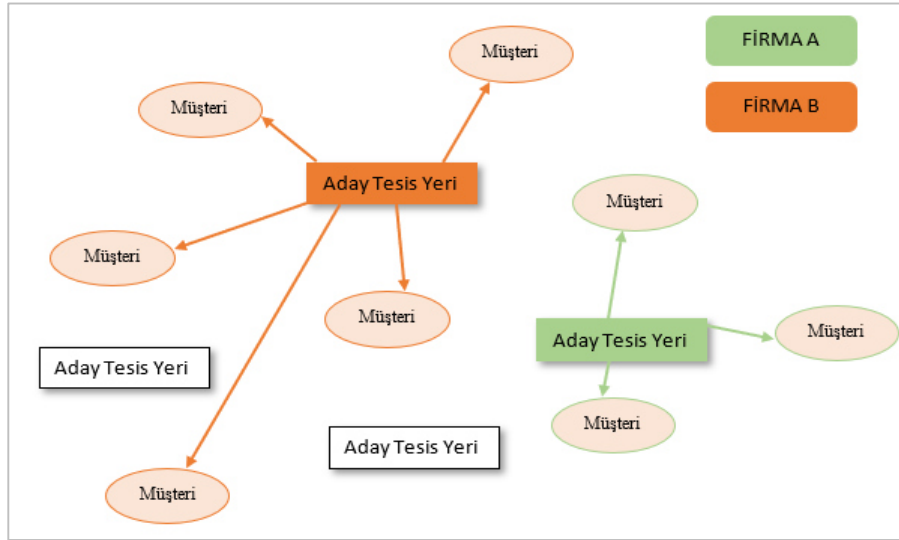


**Şekil 1. Klasik tesis yer seçimi problemi**

RTYS problemi, Hotelling (1929) tarafından düz bir hat boyunca iki ayrı dondurma satıcısının konumlandırılmasının ele alındığı çalışma ile literatüre kazandırılmıştır. Gerçek hayata uygulanabilirliğinin yüksek olması ve çözülmesi oldukça zor bir problem olması sebebiyle araştırmacıların dikkatini çekmiş ve zengin bir araştırma alanı haline gelmiştir. Hotelling (1929) tarafından yapılan bu çalışma, birçok araştırmacı tarafından RTYS literatürü için temel oluşturan çalışma olarak kabul edilmiştir.

Hakimi (1983), pazar ortamının bir şebeke ile ifade edildiği rekabetçi p-medyan problemini ele almıştır. Çalışmada amaç, zaten açık olan bir dizi tesisle rekabet edecek yeni tesislerin en uygun yerini bulmaktır. Hakimi (1986), bir sonraki çalışmasında rekabetin olma ve olmama durumu, talebin elastik olma ve olmama durumu gibi farklı senaryolarla TYS problemini incelemiştir. Bu çalışmalar, tesislerin en iyi konumlarının bulunması ve müşterilerin rekabet bulunan pazarda hangi tesislerden hizmet alacağına ilişkin belirlenmesi

konularına odaklanmıştır. Daha sonraki yıllarda probleme farklı karar değişkenleri eklenmiş ve problemin farklı varyasyonları geliştirilmiştir.



Şekil 2. Rekabetçi tesis yer seçimi problemi

Labbe ve Hakimi (1991), tesisler için en uygun konumların bulunmasının yanısıra pazara arz edilecek ürün miktarlarının da belirlendiği RTYS problemini ele almışlardır. Rhim ve diğerleri (2003), problemi karar verici firmaların önce tesis konumlarına, daha sonra üretim kapasitelerine ve en son üretim miktarlarına karar verdikleri üç aşamalı bir karar problemi olarak incelemişlerdir. Plastria ve Vanhaverbeke (2009), rekabetçi ortamda en büyük kapsama problemini ele aldıkları çalışmalarında fiyat kararlarını da probleme dahil etmiştir.

RTYS literatürüne ilişkin tarama çalışmaları Eiselt ve diğerleri (1993), Plastria (2001), Berman ve diğerleri (2009) ve Ashtiani (2016) ve Eiselt ve Marianov, (2019: 391) tarafından yapılmıştır. Ashtiani (2016: 1-18) tarafından yapılan literatür taraması, 2015 yılına kadar yapılan çalışmaları içermektedir. Ashtiani (2016: 1-18)'nin çalışmasından bu yana farklı araştırmacılar tarafından çeşitli yayınlar yapılmış ve RTYS literatüründe yeni gelişmeler olmuştur. Eiselt ve Marinov (2019: 391) tarafından yapılan literatür taramasında ise RTYS modellerinin temelleri incelenmiş ve özellikle müşteri davranışlarının modellenmesi üzerinde durulmuştur. Diğer problem bileşenleri için ayrıntılı bir sınıflandırmaya yer verilmemiştir. Bu çalışmada tüm problem bileşenleri için ayrıntılı bir sınıflandırmaya yer verilmektedir. Çalışmanın amacı son gelişmeleri gözden geçirerek ve daha önce yapılmış olan tarama çalışmalarını genişleterek literatüre katkıda bulunmaktadır. Çalışmada 2010 – 2020 arasında yapılan, Web of Science veri tabanında taranmış ve hakemli dergilerde yayımlanmış olan bilimsel çalışmalara odaklanılmıştır.

Çalışmanın diğer bölümleri şu şekilde organize edilmiştir. İkinci bölümde problemin temel bileşenlerinin literatürde ele alınış şekillerine yer verilmiştir. Üçüncü bölümde, literatürde RTYS problemi için en temel sınıflandırma kriteri olan rekabet tiplerine göre problem tipleri incelenmiştir. Dördüncü bölümde, son yıllarda çokça ele alınan genişletilmiş RTYS problem tiplerini ele alan çalışmalar sunulmuştur. Beşinci bölümde, çok amaçlı RTYS problemlerinden bahsedilmiş, altıncı bölümde RTYS problem tipleri için geliştirilmiş çözüm yaklaşımlarına ilişkin bir inceleme sunulmuş, yedinci ve son bölümde ise tarama çalışması sonucu elde edilen bulgular tartışılmıştır.

## 2. PROBLEMİN TEMEL BİLEŞENLERİ

RTYS modelleri, modeli oluşturan bileşenlerin farklı yapılarına göre farklılık göstermektedir. Örneğin müşteriler rakip tesislerden birini veya birkaçını farklı kurallara göre seçebilir, müşteri talepleri sadece bir tesis tarafından veya birden fazla tesis tarafından karşılanabilir ya da tesislerin açılacağı pazar alanı kesikli veya sürekli olarak tanımlanabilir. Problemin yapısını etkileyen en temel problem bileşenleri; müşteri davranışları, müşteri talepleri ve çözüm uzayı olarak sayılabilir (Ashtiani, 2016). Literatürdeki çalışmaların RTYS problem bileşenlerini ele alış biçimlerinin gözlenebilmesi amacıyla son on yılda RTYS'ye ilişkin yapılmış olan önemli çalışmalar Tablo 1'de özetlenmiştir.

### 2.1. Müşteri Davranışları

RTYS problemlerinde tesis yer seçimleri yapıldıktan sonra, belirli bir pazarda müşteriler için aynı hizmetin alınabileceği birden fazla alternatif tesis bulunacaktır. Bu durum müşterilerin hangi tesisten hizmet

almayı tercih edeceği, başka bir ifadeyle pazarın rakipler arasında nasıl paylaşılacağı problemini gündeme getirmektedir. Pazarın rakip tesisler arasında paylaştırılabilmesi için literatürde müşteri davranışlarına ilişkin farklı kurallar tanımlanmıştır. Bu kurallar müşterilerin bir tesisi tercih etme derecesini tesislerin çekicilik seviyelerine dayalı ölçmektedir. Her bir modelde tesislerin farklı özellikleri dikkate alınarak farklı çekicilik fonksiyonları belirlenmiştir. Çekicilik fonksiyonu, tesislerin cazibesinin (ekonomide fayda olarak da adlandırılır) nasıl tanımlandığını açıklar.

Yer seçimi teorisinde, müşteri ile tesis arasındaki mesafe kavramının her zaman aralarındaki çekimde çok önemli bir rol oynadığı varsayılmaktadır. Tipik olarak, çekim mesafeye azalır. Mevcut ve yeni tüm rakip tesislerin tekdüze olması durumunda, yani, aynı fiyatlarda ikame edilebilen ürün veya hizmetleri sunmaları açısından ayırt edilemez olmaları durumunda, mesafe tek cazibe belirleyici olacaktır (Farahani ve Hekmatfar, 2009). Hotelling (1929), mesafenin tek cazibe belirleyici olmasına dayalı olarak, her müşterinin kendine en yakın tesisten hizmet aldığı yakınlık kuralını önermiştir. Literatürde yapılan çalışmalarda müşteri davranışlarının modellenmesinde en çok kullanılan kurallardan birisi yakınlık kuralı olmuştur (Godinho ve Dias, 2010; Báñez ve Heredia, 2011).

Diğer bir müşteri davranışı kuralı, deterministik fayda kuralıdır. Bu kuralda, mesafe tek cazibe belirleyici etken olmayıp, tesislerin farklı özellikleri sebebiyle (tesis bulduğu alandaki park yeri, ürün çeşitliliği, fiyat politikası, tesis tasarımı vb.) çekicilik seviyelerinin birbirinden farklı olabileceği düşünülmektedir. Tesislerin çekicilik seviyeleri ile doğru, tesislere olan mesafe ile ters orantılı olacak şekilde bir fayda fonksiyonu oluşturulur. Bu fayda fonksiyonuna dayalı olarak müşteriler faydası en fazla olan tesisten hizmet almaktadır (Fernandez ve diğerleri, 2014; Redondo ve diğerleri, 2015; Beresnev ve Melnikov, 2018).

Fernandez ve diğerleri (2017b), müşterilerin taleplerini birden fazla tesisten karşıladıkları çoklu deterministik fayda modelini önermişlerdir. Bu kurala göre, müşteriler her firmadan en yüksek fayda değerine sahip sadece bir tesisten hizmet almak üzere taleplerini pazardaki firmalar arasında böler, dolayısıyla müşteri talebi tesis çekicilikleriyle orantılı olacak şekilde ilgili tesisler arasında paylaşılır.

Deterministik fayda kuralına benzer bir kural olan olasılıklı fayda kuralı da Huff (1964) tarafından literatüre kazandırılmıştır. Müşteriler her iki model türünde de fayda fonksiyonlarına göre tesislere çekilmektedir. Deterministik fayda modellerinde müşteriler, sadece kendilerine en fazla fayda sağlayan tesisi ziyaret ederken, olasılıklı fayda modellerinde müşteriler her tesisi belirli bir olasılıkla ziyaret etmektedir (Küçükaydın ve diğerleri, 2011a). Son yıllarda olasılıklı fayda kuralını kullanan RTYS çalışmalarına örnek olarak Blanquero ve diğerleri (2011), Drezner ve Drezner (2012), Küçükaydın ve diğerleri (2012), Dan ve Marcotte (2019) verilebilir. Fernandez ve diğerleri (2021), çalışmalarında olasılıklı fayda kuralının yeni bir varyasyonu olan Pareto-Huff kuralını kullanmışlardır. Bu kurala göre müşteri talepleri, kalite (enbüyüklenecek) ve mesafe (enküçüklenenecek) açısından cazibe merkezleriyle orantılı olarak Pareto-eniyi olan tesisler arasında bölüştürülmektedir. Ahmadi ve Ghezavati (2020), fayda fonksiyonunu firmaların sürdürülebilir özelliklerini dikkate alarak tanımlamışlardır. Tanımlanan fayda fonksiyonuna dayalı olarak çekicilik farklı ürünlerin tedarikindeki esneklik ve tesislerin üretkenliği olarak adlandırılan iki yeni kriter dikkate alınarak hesaplanır. Yu (2020b), müşterilerin tamamının belirli bir davranış kuralına göre seçim yapmadığı deterministik fayda kuralı veya olasılıklı fayda kurallarından birini davranış olarak benimseyebileceği müşteri davranışı belirsizliği durumunu ele almıştır.

Bir diğer müşteri davranışı modeli ise TYS probleminin bir tipi olan kapsama problemlerinden yola çıkılarak geliştirilmiştir. ReVelle'nin (1986) çalışması ile kapsama tabanlı müşteri davranışı modeli literatüre kazandırılmıştır. Çalışmada Hotelling (1929)'in yakınlık kuralına dayanan 'etki alanı' tanımlanmış ve her tesisin kendi etki alanı içerisindeki müşterilere hizmet verdiği varsayılmıştır. Drezner ve diğerleri (2011), rekabetçi tesislerin yakaladığı pazar payının tahmini için kapsama kuralına dayandırılan yeni bir yaklaşım önermiştir. Her rakip tesisin, çekicilik seviyesi ile belirlenen bir 'etki alanı' vardır. Cazibesi yüksek tesislerin etki alanı daha geniş bir yarıçapa sahiptir. Bir müşterinin çeşitli tesislerin etki alanı dahilindeki satın alma gücü, rakip tesisler arasında eşit olarak bölünmüştür. Drezner ve diğerleri (2019), kapsama tabanlı müşteri tahsis kuralının kullanıldığı rekabetçi yer seçimi problemi için yeni bir matematiksel model geliştirmiştir. Drezner ve diğerleri (2020a), kapsama kuralını kademeli kapsama kuralı olarak geliştirmişlerdir. Klasik kapsama kuralına göre belirli bir mesafeye kadar bir talep noktasının bir tesise çekildiği ve bu mesafenin ötesinde müşterinin hizmet almadığı varsayılır. Yani çekicilik ya 0 ya da 1'dir. Kademeli kapsama kuralında ise tesislere müşterilerin çekilmesinde 1'den 0'a kademeli bir düşüş önerilmektedir.

Qi ve diğerleri (2017), kapsama tabanlı müşteri davranışının aksine müşteriler için hizmet alabilecekleri belirli bir alan tanımlamışlardır. Müşterilerin tüm tesislerden değil sadece kendilerine belirli bir uzaklıkta olan tesislerden hizmet almak isteyecekleri gerçeğini göz önünde bulundurarak yeni bir müşteri davranış modeli geliştirmişlerdir. Bu modelde, müşteriler kendilerine uygun bir aralıkta bulunan tesislerden hizmet almalıdır.

Tanımlanan tüm müşteri davranışı modelleri, tesislerin çekicilik düzeylerine dayalıdır. Müşterilerin belirli bir tesisin çekiciliğine ilişkin algıları değişiklik gösterebilir. Bununla birlikte, birçok RTYS modelleri, tesislerin çekicilik düzeylerinin sabit olduğunu varsaymaktadır. Drezner ve diğerleri (2018), rastgele dağıtılmış tesislerin çekiciliklerinin farklı olabileceğini kabul ederek yerçekimi modelini genişletmişler ve normal dağılım ile tanımlanan rassal çekicilik kavramını literatüre kazandırmışlardır. Yine Drezner ve diğerleri (2020b), yerçekimi modelini aynı perakende kategorisindeki farklı tesisler için farklı bozulma parametreleri ekleyerek geliştirmişlerdir. Modele göre mesafe arttıkça daha çekici tesislerin himayesindeki azalma, daha az çekici tesislerin himayesindeki azalmadan daha azdır.

Marinov ve diğerleri (2019), elastik talebin söz konusu olduğu bir pazarda müşterilerin tesis seçim kararlarını karşılaştırmalı alışveriş yaparak verebildiği yeni bir davranış kuralı tanımlamıştır. Bu kurala göre müşteriler öncelikle satın alma işleminden vazgeçme, tek bir mağazadan hizmet alma veya iki mağaza gezerek karşılaştırmalı alışveriş yapma seçeneklerinden birini seçer. Tek mağazadan hizmet alma seçeneğinde müşteriler belirli bir olasılıkla mağazadan alışveriş yapar veya alışverişten vazgeçer. Karşılaştırmalı alışveriş durumunda ise müşteri belirli bir olasılıkla her iki mağazadan birinden alışveriş yapar veya alışverişten vazgeçer. İki mağazadan birinden alışveriş yapmaya karar vermesi durumunda ise ürünün belirli özelliklerini dikkate alarak iki mağaza arasında seçim yapar.

### 2.2. Müşteri Talepleri

Talebin yapısının iyi tanımlanması RTYS problemleri için oldukça önemlidir. Öncelikle talebin pazar alanında nasıl dağıldığının incelenmesi gerekir. Prensipite bireysel müşterilerin kesikli bir küme oluşturdukları söylenebilir, bu yüzden genellikle müşteri talepleri bir kesikli dağılım ile tanımlanmaktadır. Bununla birlikte, çok fazla sayıda müşterinin olduğu ve uzayda konumlarının zaman içinde sabit olmadığı durumlarda talebin bölgesel olarak bir sürekli dağılıma sahip olduğu kabul edilebilir (Farahani ve Hekmatfar, 2009: 277).

Talep, verilen hizmetin gereklilik durumuna göre esnek veya esnek olmayan olmak üzere iki ana sınıfa ayrılır. Esnek olmayan sınıf söz konusu ise, talep miktarları kesin olarak bilinmekte olup arzın durumundan (ürün fiyatı, tesis yeri vb.) etkilenmez ve sabittir. Esnek talep söz konusu olduğunda ise, talep miktarları arzın durumuna göre değişkenlik gösterir. Esnek talep, genellikle temel ihtiyaçlar dışında olan, zorunlu olmayan ürünler için geçerlidir.

Talep yapısı ile ilgili diğer bir özellik ise talebin bölünebilir olup olmadığıdır. Talebin bölünemediği durumlarda her müşteri sadece bir tesisten hizmet alabilirken, bölünebilir talepler için bir müşterinin talebini birden fazla tesisten karşılayabilmesi durumu söz konusu olmaktadır. Talebin bölünebildiği durumlarda, müşteri davranışlarına bağlı olarak talep hacmi rakip tesisler arasında eşit olarak (Drezner ve diğerleri, 2011) veya tesis çekiciliğine bağlı bir olasılıkla (Aboolian ve diğerleri, 2007) dağıtılabilir.

Redondo ve diğerleri (2012), değişken talep ile bir düzlem üzerindeki rekabetçi yer seçimi ve tasarım problemini literatüre sunmuşlardır. Bu problem üzerinden literatürde ilk kez sabit talep varsayımının yer seçimi kararını çok etkilediği ve dolayısıyla yer seçimi modellemesi yapılırken talep türü seçiminin dikkatle yapılması gerektiği sayısal olarak gösterilmiştir.

Yer seçimi modellerinin çoğunda talebin tamamının karşılanmak zorunda olduğu ve müşterilerin talebinden vazgeçmediği kabul edilsede verilen hizmetin türüne göre bu durum değişebilmektedir. Drezner ve Drezner (2008), temel olmayan hizmetler için geçerli yerçekimi tabanlı bir model önermiş ve talep kaybını dikkate almışlardır. Müşterilerin talebi kendilerine yeteri kadar yakın bir tesis olmadığına karşılanamaz. Drezner ve Drezner (2012), RTYS probleminde kayıp talebi (esnek talep olarak da bilinir) modellemek için kayıp talebi çeken bir sahte tesisin tanımlandığı yeni bir yaklaşım önermişlerdir. Bu yaklaşımla, karmaşıklığı veya varsayımları ne olursa olsun tüm RTYS modellerinin kayıp talebi içerecek şekilde yeniden düzenlenmesi sağlanmıştır. Dolayısıyla, sahte tesis ek bir rakip olarak verilere eklendikten sonra kayıp talebi içeren modeller standart modeller için tasarlanmış aynı algoritmalar ile çözülebilmektedir.

Nasiri ve diğerleri (2018), tesislerin kapasitelerini RTYS modellerine dahil etmiş ve müşteri taleplerinin tamamının karşılanamadığı durumu ele almışlardır. Her tesisin kapasiteden dolayı daha kârlı müşterileri seçebileceği ve daha az kârlı müşterileri reddedebileceği varsayılmıştır.

### 2.3. Çözüm Uzayı

Rekabetçi yer seçimi modellerinde çözüm uzayı kesikli veya sürekli olabilir. Kesikli çözüm uzayında, sınırlı sayıda aday tesis yeri ve kesikli talep söz konusudur. Kesikli çözüm uzayının özel bir hali, pazar alanının bir şebeke ile tanımlandığı durumdur. Çözüm uzayının şebeke ortamında tanımlandığı durumda hem talep hem de tesisler şebekenin hatları üzerinde herhangi bir yerde bulunabilmektedir. Şebekenin düğümleri sadece hatların bulunduğu noktalarlardır. Sürekli RTYS problemlerinde, olası tesis yerleri düzlem veya düzlemin bir bölgesinde tanımlanır. Sürekli çözüm uzayı söz konusu olduğunda problem daha zor bir



hal almaktadır. Tesislerin bir alanda herhangi bir keyfi yerde bulunabileceği durumda problem kesikli çözüm uzayı ile temsil edilse bile problem boyutu çok büyük olabilmektedir. Farklı çözüm uzayı tipleri (pazar alanları) için yapılmış çalışmalar Tablo 1'de belirtilmiştir.

### 3. TEMEL RTYS PROBLEM TÜRLERİ ve MATEMATİKSEL MODELLER

RTYS problemlerini klasik TYS problemlerinden ayıran en önemli özellik, yeni tesislerin açılacağı pazarda rekabetin mevcut olması durumudur. Bu rekabet pazarda tesisler açılırken hali hazırda bulunan rakip tesislerden (firmalardan) kaynaklanabileceği gibi, tesisler açıldıktan sonra pazara yeni girecek rakip tesislerden de kaynaklanabilmektedir. Rekabetin niteliği, bir firmanın tesis yer seçimi kararlarını verdiği sırada pazar hakkında sahip olduğu bilgi seviyesini etkilediğinden dolayı, RTYS problem yapısını tamamen değiştirmektedir. Bu nedenle, RTYS problemlerinin en temel sınıflandırılması rekabet tiplerine dayanarak yapılmaktadır. Bu bölümde rekabet tiplerine göre RTYS problemlerinin sınıflandırılmasına ve her bir rekabet tipi için örnek matematiksel modellere yer verilmiştir. Modellerde kullanılan ortak gösterimler aşağıda verilmektedir.

#### Ortak Dizin Kümeleri ve Parametreler

$I$ : aday tesis yeri kümesi

$i$ : aday tesis yeri için indis ( $i \in I$ )

$J$ : müşteriler kümesi

$j$ : müşteri indisi ( $j \in J$ )

$K$ : mevcut rakip tesis kümesi

$k$ : mevcut rakip tesis indisi ( $k \in K$ )

$d_{ij}$ :  $i$  aday tesis yeri ve  $j$  müşterisi arasındaki uzaklık

#### 3.1. Statik Rekabete Dayalı RTYS Problemi

Rekabetin pazarda mevcut olduğu varsayıldığında en basit rekabetçi modeller ortaya çıkar. Bu durumda rakip tesislerin yeri ve özellikleri önceden bilinmektedir. Bu modeller, rakiplerin yeni açılan tesislere herhangi bir tepki vermeyeceği veya rakiplerin tepki vermesi için gereken zamanın yeni tesisin ana faydalarını toplamak için gereken zamandan uzun olduğu varsayımına dayanır (Farahani ve Hekmatfar, 2009: 276). Bu rekabet tipi statik rekabet olarak adlandırılmaktadır.

Bu bölümde, statik rekabet içeren RTYS problemi için Küçükaydın ve diğerleri (2011b) tarafından geliştirilen matematiksel model verilmektedir. Amaç, mevcut rakip tesislerin bulunduğu bir pazar alanına açılacak yeni tesisler için en iyi yerlerin ve en iyi çekicilik seviyelerinin belirlenmesidir. Modelde  $n$  adet talep noktası,  $m$  adet aday tesis yeri,  $r$  adet mevcut tesis bulunmaktadır.

#### Ek Parametreler

$q_k$ :  $k$  mevcut tesisin çekicilik düzeyi

$c_i$ :  $i$  tesis yerinin birim çekicilik maliyeti

$f_i$ :  $i$  tesis yerinde tesis açmanın yıllık sabit maliyeti

$u_i$ :  $i$  tesis yerinde açılacak tesisin izin verilen en büyük çekicilik düzeyi

$b_j$ : mevcut tesislerin çekicilik düzeylerine ve  $j$  müşterisinden uzaklıklarına bağlı toplam fayda değeri

#### Karar Değişkenleri

$Q_i$ :  $i$  tesis yerinde açılan yeni tesisin çekicilik düzeyi

$X_i$ :  $\begin{cases} 1, & i \text{ aday tesis yerinde tesis açılırsa} \\ 0, & \text{diğer durumda} \end{cases}$

Müşterilerin tesislere atanmasında Huff yerçekimi kuralı dikkate alınmıştır.  $i$  aday tesis yerinde yeni bir tesis açıldığında açılan tesisin faydası  $Q_i/d_{ij}^2$  ile hesaplanmaktadır. Buna bağlı olarak mevcut tesislerin  $j$  müşterisi için toplam faydası  $b_j = \sum_{k=1}^r q_k/d_{kj}^2$  olarak ifade edilebilir.  $j$  müşterisinin  $i$  tesisinden hizmet alma olasılığı Eşitlik 1 ile ifade edilmiştir.

$$P_{ij} = \frac{(Q_i/d_{ij}^2)}{\sum_{i=1}^m (Q_i/d_{ij}^2) + b_j} \quad (1)$$

$\sum_{j=1}^n P_{ij}$ ,  $i$  tesis yeri için pazar payını ifade etmek üzere,  $i$  aday tesis yerinde açılacak olan tesis yerinin geliri  $\sum_{j=1}^n h_j P_{ij}$  olarak hesaplanmaktadır. Yeni açılacak tesislerin toplam geliri ise Eşitlik 2'de verilmektedir.

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n h_j P_{ij} = \sum_{j=1}^n h_j \sum_{i=1}^m P_{ij} = \sum_{j=1}^n h_j \frac{\sum_{i=1}^m (Q_i/d_{ij}^2)}{\sum_{i=1}^m (Q_i/d_{ij}^2) + b_j} \quad (2)$$

Statik rekabetin söz konusu olduğu durum için karma tamsayılı doğrusal olmayan programlama modeli aşağıda verilmektedir (Eşitlik 3-6).

$$\max \sum_{j=1}^n h_j \frac{\sum_{i=1}^m (Q_i/d_{ij}^2)}{\sum_{i=1}^m (Q_i/d_{ij}^2) + b_j} - \sum_{i=1}^m f_i X_i - \sum_{i=1}^m c_i Q_i \quad (3)$$

s.t.

$$Q_i \leq u_i X_i \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (4)$$

$$X_i \in \{0, 1\} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (5)$$

$$Q_i \geq 0 \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (6)$$

Eşitlik 3'te verilen amaç fonksiyonu toplam kârı enbüyüklemeye çalışmaktadır. Toplam kâr, açılan yeni tesisler tarafından yakalanan pazar payından elde edilen gelirden tesis açma ve çekicilik maliyetlerinin çıkarılmasıyla elde edilmektedir. Eşitlik 4, tesislerin izin verilen en büyük çekicilik düzeyinden daha yüksek bir çekicilik düzeyine sahip olmalarını engeller. Bir tesis açılmadığında çekicilik düzeyi 0 olmaktadır. Eşitlik 5 ikili karar değişkenine ve Eşitlik 6 ise pozitif karar değişkenine ilişkin işaret kısıtlarını ifade etmektedir. Modelde açılacak tesis sayısı belirli olmayıp matematiksel modelin çıktıları arasında yer alacaktır.

Arrondo ve diğerleri (2012) talebin pazar koşullarına göre değişebildiği düzlemsel tek tesisli rekabetçi yer seçimi ve tasarımı problemini ele almışlar ve çözümü için yeni bir evrimsel algoritma önermişlerdir. Küçükaydın ve diğerleri (2012), bir rakibin mevcut tesisleri işlettiği bir pazara giren bir firma için RTYS problemini ele almışlardır. Yeni katılımcı firmanın amacı, karını en üst düzeye çıkaran yeni tesislerinin konumuna ve çekiciliğine karar vermektir. Rakip firma kendi tesislerini en üst düzeye çıkarmak amacıyla yeni tesisler açarak, mevcut tesisleri kapatarak ve mevcut tesislerinin çekicilik seviyelerini ayarlayarak tepki verebilmektedir. Lancinskas ve diğerleri (2015), statik rekabetin bulunduğu kesikli pazarda RTYS probleminin çözümü için genetik algoritmalara dayalı bir sezgisel algoritma geliştirmişlerdir.

Statik rekabetin olduğu ortamda çok sayıda tesisin ve çok sayıda rakip firmanın bulunduğu durum için Drezner ve diğerleri (2016), yeni bir yaklaşım geliştirilmiştir. Bu yaklaşımda, pazar karşılıklı-ayrık alt pazarlara ayrılmıştır. Böylece bir pazardaki müşteriler, başka bir pazardaki perakende tesislerinden hizmet alamayacaktır. Böylece, tesisler arasında pazar payının paylaşılması kolaylaştırılmıştır. Firmanın bu pazarlara yatırım yapmak için belirli bir bütçesi vardır ve bütçe alt pazarlar arasında paylaşılır. Bu pazarlara yatırım yapmak için belirli bir bütçesi vardır ve bütçe alt pazarlar arasında paylaşılır.

Fernández ve diğerleri (2017a) çalışmalarında müşterilerin kesikli olarak dağıldığı bir pazarda diğer yerleşik firmalarla rekabet eden bir giriş firması için yer seçimi problemini ele almışlardır. Mai ve Lodi (2020) rekabetçi en büyük kapsama problemini ele almış ve müşterilerin rastgele bir fayda enbüyükleme modeline göre pazardaki bir tesisi seçtiğini varsaymıştır.

### 3.2. Öngörü ile Rekabete Dayalı RTYS Problemi

Öngörü ile rekabetin mevcut olduğu RTYS problemlerinde rakip firmalar bireysel amaç fonksiyonlarını en iyileyecek şekilde eşzamanlı bir şekilde veya sırayla hareket etmektedirler. Burada rakip firmalar ikame hizmetler vermekte olup aynı pazarda kendilerine en büyük pazar payını almaya çalışmaktadır. Bu nedenle, rakiplerin bireysel amaç fonksiyonları çoğunlukla birbirleriyle çelişmektedir. Rakiplerin eşzamanlı ya da sıralı olarak hareket ettiği her iki durumda da rakipler birbirlerinin hamlelerinden habersiz bir şekilde öngörüye dayalı karar vermek zorundadır. Bu iki durumda RTYS sırasıyla eşzamanlı RTYS ve sıralı RTYS olarak adlandırılmaktadır.

#### 3.2.1. Eşzamanlı RTYS problemi

Godinho ve Dias (2010), iki adet yatırımcı firmanın bulunduğu ve firmaların pazara aynı anda belirli bir firmanın isim hakkını alarak yeni tesislerle giriş yapacağı eşzamanlı giriş TYS problemini ele almış ve çözümü için bir matematiksel model geliştirmiştir. Ele alınan problemde firmaların pazarda halihazırda tesisleri bulunabilmektedir. Müşterilerin kendilerine en yakın mesafedeki tesisten veya tesislerden hizmet aldıkları varsayılmıştır. Bir müşteriye en yakın birden fazla tesis bulunduğu müşteri talebi bu tesisler arasında eşit olarak paylaşılır. Godinho ve Dias (2010) tarafından geliştirilen matematiksel model bu bölümde verilmektedir.

**Ek Parametreler**

$e_{ij}$ :  $i$  tesis yerinde bulunan tesis tarafından karşılanan  $j$  müşterisine ait talep miktarı

$f_{ip}$ :  $p$  yatırımcısı için  $i$  tesis yerinde tesis açma maliyeti

$\alpha_p$ : marka sahibine  $p$  yatırımcısı tarafından ödenecek olan yakalanan talebin yüzdesi

$O_p$ :  $p$  yatırımcısının toplam bütçesi

$T_{ij}$ :  $j$  müşterisine  $i$  lokasyonundan daha yakın olan aday tesis yerleri kümesi

$T'_j$ :  $j$  müşterisine eşit uzaklıkta bulunan  $(i, k)$  aday tesis yeri ikilileri kümesi

Bir müşteriye eşit uzaklıkta olan tesisler müşteri talebini eşit olarak paylaşacaklardır. Bu durumda, Eşitlik 7 ve Eşitlik 8 sağlanmalıdır (Godinho ve Dias, 2010).

$$d_{ij} \leq d_{lj} \Rightarrow e_{ij} \geq e_{lj}, \quad \forall i, l \in K \cup I, \quad \forall j \in J \quad (7)$$

$$d_{ij} = d_{lj} \Rightarrow e_{ij} = e_{lj}, \quad \forall i, l \in K \cup I, \quad \forall j \in J \quad (8)$$

**Karar Değişkenleri**

$x_{ij}$ :  $j$  müşterisinin talebinin yatırımcı 1'e ait  $i$  tesisine atanan oranı

$m_{ij}$ :  $j$  müşterisinin talebinin yatırımcı 2'ye ait  $i$  tesisine atanan oranı

$y_i$ :  $\begin{cases} 1, & \text{yatırımcı 1'in } i \text{ aday tesis yerinde mevcut tesisi varsa veya yeni tesis açmışsa} \\ 0, & \text{diğer durumda} \end{cases}$

$z_i$ :  $\begin{cases} 1, & \text{yatırımcı 2'nin } i \text{ aday tesis yerinde mevcut tesisi varsa veya yeni tesis açmışsa} \\ 0, & \text{diğer durumda} \end{cases}$

Ele alınan eşzamanlı kesikli RTYS probleminde temel olarak farklı değişken setlerini kontrol eden iki karar verici bulunmaktadır. Her karar verici tarafından ayrı ayrı ele alınması gereken kısıtlar ve daha sonra her ikisinin de kararlarını birleştirmekten sorumlu bağlantı kısıtları tanımlanmıştır. Problem Eşitlik 9-25'teki gibi matematiksel olarak formülize edilmiştir.

**Karar Verici 1 (Yatırımcı 1)**

$$\max \sum_{i \in F \cup G} \sum_{j \in J} (1 - \alpha_1) e_{ij} x_{ij} \quad (9)$$

s.t.

$$\sum_{i \in G} f_{i1} y_i \leq O_1 \quad (10)$$

$$y_i = 1, \quad \forall i \in K \quad (11)$$

$$x_{ij} \leq y_i, \quad \forall i \in K \cup I, \quad \forall j \in J \quad (12)$$

**Karar Verici 2 (Yatırımcı 2)**

$$\max \sum_{i \in F \cup G} \sum_{j \in J} (1 - \alpha_2) d_{ij} m_{ij} \quad (13)$$

s.t.

$$\sum_{i \in G} f_{i2} z_i \leq O_2 \quad (14)$$

$$z_i = 0, \quad \forall i \in K \quad (15)$$

$$m_{ij} \leq z_i, \quad \forall i \in K \cup I, \quad \forall j \in J \quad (16)$$

**Bağlantı kısıtları**

$$\sum_{i \in G} (x_{ij} + m_{ij}) + \sum_{i \in F} x_{ij} = 1, \quad \forall j \in J \quad (17)$$

$$m_{ij} \leq 1 - z_k, \quad \forall i \in I, \quad j \in J, \quad k \in T_{ij} \quad (18)$$

$$m_{ij} \leq 1 - y_k, \quad \forall i \in I, \quad j \in J, \quad k \in T_{ij} \quad (19)$$

$$x_{ij} \leq 1 - z_k, \quad \forall i \in K \cup I, \quad j \in J, \quad k \in T_{ij} \quad (20)$$

$$x_{ij} \leq 1 - y_k, \quad \forall i \in K \cup I, \quad j \in J, \quad k \in T_{ij} \quad (21)$$

$$y_i + y_k - 2 \leq x_{ij} - x_{kj} \leq 2 - y_i - y_k, \quad \forall j \in J, \quad (i, k) \in T'_j \quad (22)$$

$$z_i + z_k - 2 \leq m_{ij} - m_{kj} \leq 2 - z_i - z_k, \quad \forall j \in J, (i, k) \in T'_j \quad (23)$$

$$y_i + z_k - 2 \leq x_{ij} - m_{kj} \leq 2 - y_i - z_k, \quad \forall j \in J, (i, k) \in T'_j \quad (24)$$

$$z_i, y_i \in \{0, 1\}, \quad \forall i \in K \cup I \quad (25)$$

$$x_{ij} \in \{0, 1\}, \quad \forall i \in K \cup I, \forall j \in J \quad (26)$$

$$m_{ij} \in \{0, 1\}, \quad \forall i \in K \cup I, \forall j \in J \quad (27)$$

Amaç fonksiyonları Eşitlik 9 ve Eşitlik 13, marka sahibine ödenmesi gereken yüzdeyi göz önünde bulundurarak, her karar vericinin yakaladığı toplam talebi eniyilemeye çalışmaktadır. Eşitlik 10 ve Eşitlik 14 yatırımcılar için bütçe kısıtlarını temsil etmektedir.  $K$  kümesine ait tüm konumlar, karar verici 1 tarafından açılan tesislerin yerlerini ifade etmektedir (Eşitlik 11) ve karar verici 2, bu konumlarda herhangi bir tesis açamaz (Eşitlik 15). Müşteriler sadece açık tesislere tahsis edilecektir (Eşitlik 16 ve Eşitlik 20). Her müşterinin tesislere atanan talep yüzdelерinin toplamı %100'e eşit olmalıdır, yani müşteri taleplerinin tamamı karşılanmalıdır (Eşitlik 17). Her müşterinin en yakın açık tesise tahsis edilmesini garanti eden kısıt grubu Eşitlik 18-21'de verilmiştir. Bir müşteriye en yakın eşit uzaklıkta birden fazla tesis olması durumda talebin tesisler arasında eşit olarak bölünmesini sağlayan kısıtlar Eşitlik 22-24'de verilmiştir. Eşitlik 25-27'de ise modelin karar değişkenlerine ilişkin işaret kısıtları verilmiştir.

Saiz ve diğerleri (2011), sürekli bir pazarda rakiplerin eş zamanlı kararlar aldıkları RTYS problemini oyun teorisi yaklaşımı ile çözmeye çalışmışlardır. Fernandez ve diğerleri (2014) konum kararlarına ek olarak kâr payını en üst düzeye çıkarabilmek için fiyat kararlarını da RTYS problemine dahil etmişlerdir. Burada firmalar öncelikle eşzamanlı olarak tesis yerlerini seçmekte, daha sonra yine eşzamanlı olarak ürün fiyatlarını belirlemektedir. İki aşamalı bu problemin küçük ve orta boyutlularının çözümü için dal ve sınır algoritması, büyük boyutlularının çözümü içinse Weiszfeld benzeri sezgisel algoritma kullanılmıştır. Gur ve diğerleri (2018), eşzamanlı RTYS problemini pazarın şebeke olarak tanımlandığı bir ortamda ele almış ve her iki firmanın problemini de 1-medyan problemi olarak düşünerek çözüm yaklaşımı geliştirmişlerdir.

### 3.2.2. Sıralı RTYS problemi

Yer seçimlerinin sıralı olarak yapıldığı stratejide, ilk önce yer seçimi yapacak olan ve lider olarak adlandırılan bir firma ve liderden sonra yer seçimi yapan ve takipçi olarak adlandırılan rakip firmalar bulunur. Firmaların eylemlerin zamanlaması konusunda bir öncelik vardır. Bu model iktisatçı Stackelberg (1943) tarafından literatüre kazandırılmıştır. Problemdе lider, tesis yerlerini seçerken takipçilerinden gelecek hamleleri bilmemesine rağmen hesaba katmak zorunda kalacaktır. Öte yandan, takipçiler liderin hareketini gözlemler ve buna göre tepki verme şansına sahip olacaklardır. Liderin zaten pazarda bulunduğu göz önüne alındığında takipçiler için kendi pazar paylarını veya kârlarını en üst düzeye çıkarmaya çalıştıkları kısıtlı bir eniyileme problemi ortaya çıkmaktadır. Takipçinin problemi basit bir eniyileme problemi olduğu için matematiksel olarak çözülmesinin çok daha kolaydır. Bununla birlikte liderin problemi, takipçinin probleminin bir girdi parametresi olarak çözümlenmesini gerektirdiği için iki seviyeli ve çözülmesi zor bir eniyileme problemidir (Eiselt ve Marianov, 2011: 372).

Sıralı RTYS'de takipçi firmanın yapabileceği hamleler probleme göre farklılık gösterebilmektedir. Lider firma tesislerini açtıktan sonra, takipçi firma yeni tesisler açarak tepki verebileceği gibi, bazı durumlarda yeni tesis açmasına izin verilmez ve takipçi firma sadece mevcut tesislerinin tasarımında (kapasite, hizmet kalitesi vs.) değişiklikler yapabilir. Firmaların tesis açma kararlarının hemen verilemeyecek uzun dönemli ve maliyetli kararlar olduğu düşünüldüğünde takipçi firmanın bu şekilde tepki verebilmesi gerçekçi görünmektedir. Küçükaydın ve diğerleri (2011a) çalışmalarında takipçi firmanın, lider firmanın hamlelerine sadece tesislerinin çekicilik seviyelerini değiştirerek veya tesislerini kapatarak cevap verebileceği sıralı RTYS problemini ele almış ve aşağıdaki gibi modellemiştir.

#### Ek Parametreler

$h_j$ :  $j$  müşterisinin satın alma gücü

$c_i$ :  $i$  tesis yerinin birim çekicilik maliyeti

$f_i$ :  $i$  tesis yerinde tesis açmanın yıllık sabit maliyeti

$u_i$ :  $i$  tesis yerinde açılacak tesisin izin verilen en büyük çekicilik düzeyi

$\tilde{d}_{kj}$ :  $k$  bölgesindeki rakip tesis ve  $j$  müşterisi arasındaki Öklid uzaklığı

$\tilde{A}_k$ :  $k$  bölgesindeki rakip tesisin mevcut çekicilik düzeyi

$\bar{A}_k$ :  $k$  bölgesindeki rakip tesisin izin verilen en büyük çekicilik düzeyi

$\tilde{c}_k$ :  $k$  bölgesindeki rakip tesisin birim çekicilik maliyeti veya geliri

**Karar Değişkenleri**

$Q_i$ :  $i$  tesis yerinde açılan yeni tesisin çekicilik düzeyi

$X_i$ :  $\begin{cases} 1, & i \text{ aday tesis yerinde tesis açılırsa} \\ 0, & \text{diğer durumda} \end{cases}$

$A_k$ :  $k$  bölgesindeki rakip tesisin yeni çekicilik düzeyi

Rakip firma, lider firma tesislerini açtıktan sonra,  $A_k$  çekicilik düzeyini 0 ile  $\bar{A}_k$  arasında bir değer olacak şekilde yeniden ayarlamaktadır. Bir tesisi kapatma kararı alması durumunda  $A_k$ , 0 değerini alacaktır.

Müşteri davranışları Huff yerçekimi kuralına göre modellenmiştir.  $i$  aday tesis yerinde yeni bir tesis açıldığında açılan tesisin faydası  $Q_i/d_{ij}^2$  ile formülize edilmiştir. Rakip firmaya ait mevcut tesisler için de fayda fonksiyonu aynıdır. Bu durumda rakip tesislerin toplam faydası  $\sum_{k=1}^r A_k/\tilde{d}_{kj}$  ile hesaplanmıştır.  $j$  müşterisinin  $i$  tesisinden hizmet alma olasılığı Eşitlik 28'de ifade edilmiştir.

$$P_{ij} = \frac{(Q_i/d_{ij}^2)}{\sum_{i=1}^m (Q_i/d_{ij}^2) + \sum_{k=1}^r A_k/\tilde{d}_{kj}} \quad (28)$$

$\sum_{j=1}^n P_{ij}$ ,  $i$  tesis yeri için pazar payını ifade etmek üzere, her bir  $j$  müşterisi için  $\sum_{i=1}^n P_{ij} = 1$  olacaktır.  $i$  aday tesis yerinde açılacak olan tesis geliri  $\sum_{j=1}^n h_j P_{ij}$  olmak üzere açılacak tesislerin toplam geliri Eşitlik 29'da verilmiştir.

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n h_j P_{ij} = \sum_{j=1}^n h_j \sum_{i=1}^m P_{ij} = \sum_{j=1}^n h_j \frac{\sum_{i=1}^m (Q_i/d_{ij}^2)}{\sum_{i=1}^m (Q_i/d_{ij}^2) + \sum_{k=1}^r A_k/\tilde{d}_{kj}} \quad (29)$$

Benzer şekilde rakip tesisin toplam geliri Eşitlik 30'da verildiği gibi hesaplanmıştır.

$$\sum_{j=1}^n h_j \frac{\sum_{k=1}^r A_k/\tilde{d}_{kj}}{\sum_{i=1}^m (Q_i/d_{ij}^2) + \sum_{k=1}^r A_k/\tilde{d}_{kj}} \quad (30)$$

Bu bilgiler ışığında sıralı RTYS problemi için iki seviyeli karma tamsayılı doğrusal olmayan programlama modeli aşağıdaki gibi ifade edilmiştir.

$$\max_{Q,X} \sum_{j=1}^n h_j \frac{\sum_{i=1}^m (Q_i/d_{ij}^2)}{\sum_{i=1}^m (Q_i/d_{ij}^2) + \sum_{k=1}^r A_k/\tilde{d}_{kj}} - \sum_{i=1}^m f_i X_i - \sum_{i=1}^m c_i Q_i \quad (31)$$

s.t.

$$Q_i \leq u_i X_i \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (32)$$

$$X_i \in \{0, 1\} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (33)$$

$$Q_i \geq 0 \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (34)$$

$$\max_{Q,X} \sum_{j=1}^n h_j \frac{\sum_{k=1}^r A_k/\tilde{d}_{kj}}{\sum_{i=1}^m (Q_i/d_{ij}^2) + \sum_{k=1}^r A_k/\tilde{d}_{kj}} - \sum_{k=1}^r \tilde{c}_k (A_k - \tilde{A}_k) \quad (35)$$

s.t.

$$A_k \leq \bar{A}_k \quad k = 1, 2, \dots, r \quad (36)$$

$$A_k \geq 0 \quad k = 1, 2, \dots, r \quad (37)$$

Lider firmanın amaç fonksiyonu, Eşitlik 31, üç bileşenden oluşmaktadır. Birinci bileşen, açılan yeni tesisler tarafından toplanan geliri temsil ederken, ikinci ve üçüncü bileşenler sırasıyla yeni tesislerin açılmasıyla ilişkili sabit maliyet ve çekicilik maliyetini temsil eder. Eşitlik 32, bir tesis açılmadığında ona ilişkin çekicilik düzeyinin sıfır olmasını, tesis açıldığında ise en büyük çekicilik düzeyinin aşılmasını sağlar. Eşitlik 33, ikili  $X_i$  karar değişkenine ilişkin işaret kısıtını ve Eşitlik 34 ise  $Q_i$  karar değişkenine ilişkin işaret kısıtını ifade etmektedir.

İki seviyeli matematiksel modelin ikinci kısmındaki amaç fonksiyonu, Eşitlik 35, takipçi firmanın toplam gelirinin en iyilenmesine yöneliktir. Takipçi firma için toplam gelir fonksiyonu pazardan elde edilen gelir ve çekicilik seviyelerinin yeniden ayarlanması ile ortaya çıkan gelir veya maliyet olmak üzere iki bileşenden oluşmaktadır. Bir tesisin çekicilik seviyesi arttırıldığında  $A_k \geq \tilde{A}_k$  olacağından bu durum firmaya maliyet olarak yansımaktadır, aksi durumda ise çekicilik seviyesinin düşürülmesi ile firma daha az maliyete katlanacaktır. Fakat çekicilik seviyesinin düşürülmesinin yakalanan pazar payında azalmaya sebep olacağı

da unutulmamalıdır. Eşitlik 36, tesisler için belirlenen yeni çekicilik düzeylerinin en büyük çekicilik düzeyinden fazla olmasını engeller. Eşitlik 37 ise  $A_k$  karar değişkeni için işaret kısıtını içermektedir.

RTYS'nde lider-takipçi modeli olarak da adlandırılan sıralı rekabet modeli araştırmacıların çok fazla ilgisini çekmiştir. Granot ve diğerleri (2010), müşterilerin talep miktarlarının esnek olduğu, her müşterinin talep edeceği miktara bağlı katlanacağı toplam maliyete (nakliye maliyetleri ve satın alma fiyatı) göre karar verebildiği bir sıralı RTYS problemi tanımlamışlardır. Steiner (2010) bir firmanın birden fazla rakibin bulunduğu rekabetçi bir ortamda yeni bir marka tanıttığı bir lider-takipçi modeli geliştirmiştir. Lider firma, rakiplerin olası tepkilerini tahmin ederek en uygun ürün tasarımını bulmaya çalışır. Kress ve Pesch (2012) sıralı rekabet modelini pazarın şebeke ortamında tanımlandığı durumda ele almışlardır.

Shiode ve diğerleri (2012) iki rakip firma yerine üç rakip firmanın tesis yeri kararlarını vermeye çalıştıkları sıralı RTYS problemini dikkate almışlardır. Melnikov (2014) açılan tesis sayısının sabit olmadığı ve karar değişkenleri ile belirlendiği lider-takipçi modelini ele almıştır. Drezner ve diğerleri (2015) tarafından yapılan çalışmada hem lider hem de takipçi için sınırlı bütçelere tabi olan tesislerin çekiciliğini (tasarımını) içeren lider-takipçi modeli analiz edilmiş ve çözülmüştür. Seyhan ve diğerleri (2018) lider-takipçi modelinde takipçinin problemini bir sezgiselle çözerek, bu sezgiselin sonucunu liderin problemine sınırlamalar olarak yerleştirmişlerdir. Bu şekilde problemi tek seviyeli olarak çözmüşlerdir.

#### 4. GENİŞLETİLMİŞ RTYS PROBLEM TIPLERİ

RTYS modelleri, temel olarak rakip firmalar için yeni tesis yerlerinin ve üretim miktarlarının belirlenmesi ve pazarın rakip tesisler arasında paylaşılması kararlarını içermektedir. Fakat, problem araştırmacılar tarafından farklı tedarik zinciri kararlarının dahil edilmesi veya farklı problem kısıtlarının eklenmesi ile farklı yönlerde genişletilmiştir. Bu bölümde RTYS probleminin farklı varyasyonlarının ele alındığı çalışmalara yer verilmiştir.

##### 4.1. RTYS ve Fiyatlandırma Problemi

RTYS modellerinde incelenen en önemli ek değişken ürün fiyatlarının belirlenmesidir. Fiyat, tesislerin çekiciliğini belirleyen en önemli etmenlerden biri olarak görülmektedir. Bunun yanısıra, her firmanın elde ettiği kâr sadece tesislerinin konumu ve pazarda belirlediği fiyattan değil aynı zamanda rakiplerinin konumu ve belirledikleri fiyatlardan da etkilenir. Bu nedenle, firmaların fiyat politikalarının belirlenmesi rekabetin önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Rekabetçi tesis yer seçimi ve fiyatlandırma (RTYSF) problemlerinde tesisler için yer seçimi kararları verildikten sonra üretim miktarlarının belirlenmesine ek olarak ürün fiyatları da belirlenmektedir.

Bañez ve Heredia (2011), marjinal teslim maliyetlerinin firmalar için birbirinden farklı olduğu durumda iki boyutlu bir konum uzayında iki firma için yer seçimi ve fiyatlandırma problemini ele almıştır. Maliyet (teslim maliyeti), müşteri ile hizmet verilen tesis arasındaki mesafeye orantılı olarak belirlenmiştir. Firmalar denge fiyatlarını belirledikten sonra oyun, saf strateji Nash dengesinin çalışıldığı bir yer seçimi oyununa indirgenmiş ve tüm olası Nash denge çiftlerini bulmak için bir algoritma geliştirilmiştir.

Fernandez ve diğerleri (2014), sürekli çözüm uzayına sahip RTYSF problemini ele almışlardır. Müşterilerin, en düşük fiyatı veren firmadan alışveriş yapacakları varsayılmıştır. Problem, önce yer seçimi kararlarının ve daha sonra fiyatlandırma kararlarının verildiği iki aşamada ele alınmıştır. Benzer şekilde Panin ve diğerleri (2014), kesikli bir pazarın söz konusu olduğu RTYSF problemini iki aşamada ele almıştır. Firmalar kararlarını eşzamanlı değil sırayla almaktadır. Shan ve diğerleri (2017), yeni zincir mağazalar için kesikli bir pazarda RTYSF problemini ele almışlardır. Problemde aynı üretim maliyetlerine rağmen aynı ürünün farklı konumlarda farklı fiyatlarla pazara sunulabildiği varsayılmıştır.

Arbib ve diğerleri (2020), RTYSF problemini üç seviyeli olarak ele almışlardır. Üç seviyeli karar verme sürecinde, bir firma önce sınırlı sayıda aday tesis yeri içinden hangi tesislerin açılacağına karar verir ve gelir enbüyükleme amacıyla hizmet fiyatlarını belirler; daha sonra ikinci bir firma rakip teklifleri kontrol ettikten sonra aynı kararları verir; son olarak, müşteriler hem satın alma hem de nakliye dahil maliyetleri en aza indirmeye çalışan bireysel kararlar verir.

##### 4.2. RTYS ve Tasarım Problemi

Tesis yerleri ve tasarım özellikleri müşterilerin tesise çekilmesinde iki önemli etmendir. Bu iki kararın birlikte ele alındığı RTYS problemleri rekabetçi tesis yer seçimi ve tasarım (RTYST) problemi olarak adlandırılmaktadır. Drezner ve diğerleri (2012), RTYS modellerinde bütçe kısıtlamasına tabi olan bir zincirin yakaladığı pazar payını artırmak için mevcut tesislerin iyileştirilmesi, yeni tesislerin inşası ve bunların kombinasyonu olmak üzere 3 ayrı strateji incelemiştir. Çalışmada kapsamlı deneylerin sonuçlarına dayanarak, ortak strateji uygulandığında bir zincirin yakaladığı pazar payındaki artışın, bireysel stratejiler tarafından elde edilen artışlardan önemli ölçüde daha yüksek olabileceği sonucuna varılmıştır. Ortak

stratejiyi ele alan bir diğer çalışma, Küçükaydin ve diğerleri (2011a) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada, bir firmanın zincirinin genişlemesi mevcut zincir tesislerinin bir kısmını veya tamamını geliştirmek, yeni zincir tesisleri kurmak veya iki durumun beraber ele alınması stratejilerinden biri ile sağlanır. Bu genişleme için belirli bir bütçe mevcuttur. Zincirin amacı, belirtilen bütçe dahilinde en büyük pazar payını çekmek veya genişlemeden sonra yakalanan ek pazar payını en üst düzeye çıkarmaktır.

Küçükaydin ve diğerleri (2011b), tasarım kararlarını sınırlı sayıda alternatifle incelemek yerine ilk kez sürekli bir karar değişkeni olarak ele almışlardır. Çalışmada, rekabetin statik bir ortamda gerçekleştiği durum için karma tamsayılı doğrusal olmayan programlama formülasyonu geliştirilmiştir.

#### 4.3. Belirsizlik Ortamında RTYS Problemi

RTYS problemleri, özellikle rekabetin statik olmadığı durum için pazarda bulunan veya pazara sonradan girecek olan rakip firmaların kararlarının bilinmemesinden dolayı yerseçimi kararlarının birçok belirsizlik altında verilmesini gerektirmektedir. Bunun yanısıra, tesislerin açılacağı pazarla ilişkili parametrelerin müşterilerin geçmiş verilerinin eksikliği veya kapsamlı bir pazar araştırması yapmanın yüksek maliyet gerektirmesi gibi nedenlerle tam olarak belirlenebilmesi oldukça zordur. Bu nedenle son yıllarda, az da olsa belirsizlik altında RTYS problemini ele alan çalışmalar yapılmıştır.

Öngörü ile rekabetin olduğu durumlarda genellikle rakip firmaların pazara kaç tesis açacağını bilindiği varsayılmaktadır. Ashitani ve diğerleri (2013), lider takipçi problemi için takipçinin yeni tesislerinin sayısının belirsiz olduğu durum için liderin problemini takipçinin açacağı tesis sayısının bilinmemesi durumunda gürbüz eniyileme ile çözmeye çalışmışlardır.

Beresnev ve Melnikov (2017) pazardaki talep miktarlarının belirsiz olduğu durumla ilgilenmişlerdir. Talep belirsizliği ile başa çıkmak için çeşitli alternatif senaryolar kullanarak problemi çözmüşlerdir. Talep belirsizliğini ele alan bir diğer çalışma Yu (2020a) tarafından yapılmıştır. Çalışmada talepler aralıklı olarak ifade edilerek problem yine gürbüz eniyileme ile çözülmüştür.

#### 4.4. Diğer Genişletilmiş RTYS Problem Tipleri

RTYS literatüründe yer seçimi kararlarıyla entegre edilmiş bir diğer tedarik zinciri kararı da rotalama kararlarıdır. Bozkaya ve Balcisoy (2010), karar vericinin yeni tesisler açmanın yanında, mevcut tesislerden birini veya daha fazlasını kapatmayı seçebildiği durum için yer seçimi ve rotalama kararlarının alındığı entegre bir problem ele almışlardır. Müşteri davranışları Huff yerçekimi kuralı ile modellenmiş ve çekicilik puanları hesaplanırken, mağaza büyüklüğü, ürün çeşitliliği, erişim kolaylığı, park alanı ve yakındaki cazibe merkezleri gibi müşterilerin çekicilik algısını etkileyen birçok farklı kriter dikkate alınmıştır. Yerseçimi kararları ve rotalama kararlarını içeren entegre modelde, değişken büyüklükteki bir filo kullanarak günlük olarak tek bir merkezi depodan zincirin açık tesislerine hizmet vermek için rotalama yapılmıştır.

RTYS problemlerinde, müşteriler tesisleri mesafe ve çekicilik gibi tıkanıklığı (tesis veya yol yoğunluğunu) içermeyen özelliklere dayalı olarak seçer. Çok sayıda müşterinin bulunduğu durumlarda tıkanıklığın oluşması beklenir. Son dönemde literatürde rekabetçi ortamda tıkanıklığı ele alan çalışmalar yapılmıştır. Zarrinpoor ve Seifbarghy (2011), statik rekabetin olduğu bir ortamda pazara yeni giriş yapan firmanın tıkanıklık sebebiyle oluşan bekleme maliyetlerini de içeren toplam maliyeti en aza indirecek şekilde pazar payının belirli bir yüzdesini elde etmeye çalıştığı yeni bir matematiksel model önermişlerdir. Dan ve Marcotte (2019), müşterilerin kendi tesislerini ve yollarını seçtikten sonra bir tıkanıklık meydana gelmesi durumunda farklı yollar boyunca seyahat edebildiği veya farklı tesisten hizmet alabildikleri bir RTYST problemi ele almışlardır.

Konur ve Geunes (2012), tek bir ürünü birden fazla pazara tedarik eden, özdeş olamayan birden fazla firma arasındaki rekabeti dikkate almıştır. Klasik RTYS probleminden farklı olarak firmalar, tesis konumlarına ek olarak her tesisten her pazara sağlayacağı miktarları belirlemelidir. Firmalar yer, nakliye ve tıkanıklık maliyetlerine maruz kalmaktadır ve piyasa fiyatı doğrusal olarak ele alınmıştır. Fiyat, piyasaya arz edilen miktara dayalı olarak azalmaktadır.

Zhang ve diğerleri (2016), tesislerin doğal afet, işgücü eylemleri, elektrik kesintileri vb. sebeplerle kesintiye uğraması risklerinin dikkate alındığı RTYS problemini literatüre tanıtmışlardır. Bir tesis kesintiye uğradığında müşteriler aynı firmaya ait başka bir tesisten hizmet alabilmekte, farklı bir firmaya ait bir tesisten hizmet alabilmekte veya müşterinin sahip olduğu pazar payı tamamen kaybedilebilmektedir. Ghaffarinasab ve diğerleri (2018), TYS literatüründe oldukça iyi bilinen ana dağıtım üssü (hub) yer seçimi problemini rekabetçi ortamda ele almışlardır. Rakip iki firmanın yer seçimlerini sırayla yaptıkları durumda hem tek tesis yer seçimi hem de çoklu tesis yer seçimi durumları incelenmiştir. Mahmoodjanloo ve diğerleri (2020), ana dağıtım üssü yer seçimi kararlarının yanısıra hizmet fiyatlandırma kararlarının da verildiği ana dağıtım üssü yer seçimi ve fiyatlandırma problemini ele almışlardır.

## 5. ÇOK AMAÇLI RTYS PROBLEMİ

Birden fazla firmanın ve dolayısı ile rekabet ortamının bulunduğu pazarlarda firmaların her biri, en büyük pazar payını kendine çekmeyi hedeflemektedir. Pazardaki toplam talep miktarının sabit olması nedeniyle bir firmanın çektiği pazar payını arttırması, diğer firmaların sahip olabileceği pazar payının düştüğü anlamına gelmektedir. Dolayısıyla, firmaların amaçları birbiriyle çelişmektedir. RTYS problemi doğası gereği çok amaçlı bir yapıya sahiptir. Fakat literatürde yapılan çalışmaların çoğu firmanın tek bir amacını eniyilemeye yöneliktir.

Redondo ve diğerleri (2011), sürekli bir pazarda iki amaçlı bir rekabetçi yer seçimi problemini ele alınmıştır. Marka sahibinden isim hakkı satın alarak yeni tesis açacak olan bir firma pazardaki karını eniyilemek istemektedir. Aynı şekilde marka sahibi de kendi karını en iyilemek istemektedir. Ancak, tesis sahibinin karının eniyilenmesi marka sahibinin karının eniyilenmesi amacı ile çelişmektedir. Tanımlanan bu iki amaçlı problem için evrimsel algoritma geliştirilmiştir.

Konak ve diğerleri (2017), en büyük kapsama problemini birden fazla rakip firmanın rekabetçi ortamında ele almış ve her bir firmanın kapsadığı talep miktarını eniyilemeye çalışacak şekilde çok amaçlı olarak incelemişlerdir. Birden fazla pareto-eniyi çözüm elde etmek amacıyla genetik algoritma kullanmışlardır.

Tesis çekiciliği ve tesis ile müşteri arasındaki mesafe, müşterilerin tesislere çekilmesindeki en önemli iki etmen olarak görülmektedir. Wang ve Chen (2017), tesis çekiciliği ve mesafe arasındaki ödünleşim analizine dikkat ederek seçilen tesisler tarafından sağlanan toplam çekiciliği enbüyüklemeye ve her bir talep noktası ile seçilen tesis arasındaki toplam mesafeleri enküçüklemeye çalışan rekabetçi yer seçimi problemini ele almışlardır. Wang ve diğerleri (2018), aynı problemi tek bir talep noktası ve iki adet rakip tesisin bulunduğu bir pazara indirgeyerek incelemiştir.

## 6. RTYS PROBLEM TIPLERİ İÇİN KULLANILAN ÇÖZÜM YÖNTEMLERİ

Statik rekabet içeren RTYS problemlerinde tesis yer seçimi yapacak olan tek bir firma vardır ve bu firma pazarda halihazırda var olan rakip tesislerin yerleri ve özellikleri ile ilgili tüm bilgilere sahiptir. Pazardaki rekabet şartları ile ilgili herhangi bir belirsizlik olmamasına rağmen problem NP-zor problem sınıfına girdiğinden dolayı kesin çözüm yöntemleri ile problemin çözülebilmesi oldukça zordur. Bu nedenle, problemin çözümü için sezgisel veya metasezgisel algoritmalarından yararlanılmıştır. Redondo ve diğerleri (2011), Redondo ve diğerleri (2015), Wang ve Chen (2017) evrimsel algoritma; Lancinskas ve diğerleri (2015) genetik algoritma; Shan ve diğerleri (2017) tabu arama algoritması, Bozyaka ve Balcısoy (2010), Zarrinpoor ve Seifbarghy (2011) genetik algoritma ve tabu arama algoritması; Melnikov (2014) rassal yerel arama algoritması; Yu (2020a), Yu (2020b), Lancinskas ve diğerleri (2020), Fernandez ve diğerleri (2020), Fernandez ve diğerleri (2021) sıralamaya dayalı sezgisel algoritma tabanlı çözüm yaklaşımları geliştirmişlerdir. Problem için literatürde kesin çözüm yaklaşımları da önerilmiştir. Dal sınır yönteminin incelenen çalışmalarda sıklıkla kullanıldığı görülmektedir (Drezner ve diğerleri, 2011; Blanquero ve diğerleri, 2011; Küçükaydın ve diğerleri, 2011b; Arrondo ve diğerleri, 2012; Redondo ve diğerleri, 2012; Drezner ve diğerleri, 2016; Fernandez ve diğerleri, 2017b). Küçükaydın ve diğerleri (2011b) dışında problem için matematiksel model Drezner ve Drezner (2012), Dan ve Marcotte (2019), Marinov ve diğerleri (2019) ve Lin ve Tian (2020) tarafından geliştirilmiştir. Lin ve Tian (2020), problemi diğer çalışmalardan farklı olarak karma tamsayı konik karesel programlama modeli ile modellemiştir.

Öngörü ile rekabetin söz konusu olduğu problemlerde birden fazla firmanın hamle yapması söz konusu olduğu için literatürde problemin oyun teorisi ile ele alındığı da sıklıkla görülmektedir. Eş zamanlı giriş RTYS probleminde, belirli koşullara dayanarak ürün fiyatları ve üretim miktarları için bir Nash dengesi aranır. Rekabet ortamında bir firmanın tesis açması için seçtiği bir nokta, diğer firmaların tesislerini açmak için seçtikleri noktalar gözetildiğinde tesis açılacak (amaç fonksiyonu açısından) en iyi nokta ise ve bu durum diğer tüm firmalar için de geçerliyse, bu durumun bir Nash Dengesi oluşturduğundan söz edilebilir (Labbé ve Hakimi, 1991). Sıralı giriş RTYS problemlerinde firmaların eylemlerin zamanlaması konusunda bir öncelik vardır. Bu sebeple problem Stackelberg oyunu olarak tanımlanmakta ve problemin çözümü için Stackelberg dengesi aranmaktadır. Granot ve diğerleri (2010), Godinho ve Dias (2010), Saiz ve diğerleri (2011), Banez ve Heredia (2011), Shiode ve diğerleri (2012), Konur ve Geunes (2012), Wang ve Quyang (2013), Gur ve diğerleri (2018), öngörü ile rekabet içeren RTYS problemin çözümü için oyun teorisi yaklaşımını kullanmıştır. Literatürde problemin çözümü için sezgisel / metasezgisel algoritmaların da kullanıldığı görülmektedir. Biesingier ve diğerleri (2015) evrimsel algoritma; Zhang ve diğerleri (2016) değişken komşu arama algoritması; Qi ve diğerleri (2017) tabu arama algoritması; Konak ve diğerleri (2017), Nasiri ve diğerleri (2018) genetik algoritma; Ghaffarinasab (2018) tavlama benzetimi algoritmasına dayalı sezgisel algoritma geliştirmiştir. Kesin çözüm yaklaşımlarının önerildiği çalışmalar ise Drezner ve diğerleri (2012), Beresnev (2013), Beresnev (2014), Drezner ve diğerleri (2015), Beresnev ve Melnikov



(2018), Gentile ve diğerleri (2018), Beresnev ve Melnikov (2019a), Beresnev ve Melnikov (2019b) tarafından yapılmıştır. Godinho ve Dias (2010), Küçükaydın ve diğerleri (2011a), Ashitani ve diğerleri (2013), Fu ve diğerleri (2013), Beresnev ve Melnikov (2019b) problem için matematiksel model geliştirmişlerdir. Beresnev ve Melnikov (2019b), iki firmanın bulunduğu sıralı rekabeti iki aşamada modellemek yerine tek aşamada iki amaçlı olarak modellemiştir. RTYS problemi için her bir çalışmada geliştirilen çözüm yaklaşımları Tablo 1'de özetlenmiştir.

## 7. SONUÇ

RTYS problemleri özellikle rakip firmaların hamlelerinin bilinmediği durumlarda belirsizlik içermektedir. Bu açıdan pazarın yapısının, müşteri talebi yapısının, müşteri tercihlerini etkileyen faktörlerin çok dikkatli bir şekilde belirlenmesi gerekmektedir. Bu nedenle, araştırmacılar rekabetçi ortamda yer seçimi kararları kadar, bu faktörlerin tanımlanması için de çaba sarfetmişlerdir. Dolayısıyla, gerçek hayat yer seçimi problemlerinin daha gerçekçi bir şekilde modellenmesini sağlayan RTYS problemi son yıllarda literatürde çok çalışılan problemlerden birisidir. Özellikle rekabetin yoğun olduğu zincir marketler için yer seçimleri, dağıtım merkezlerinin yer seçimleri, banka şubeleri için yer seçimleri, yeme içme sektörü için yer seçimleri gibi uygulama alanları düşünüldüğünde RTYS problemi kurulan tesisler için mevcut olan sınırlı pazar payının daha büyük bir bölümüne sahip olmayı sağlayacaktır. Bu durum firmalara sadece tesis konumları sayesinde daha fazla kar payı ve yüksek verimlilik elde etme imkanı sunacaktır.

Bu çalışma ile RTYS alanında yapılmış önceki tarama çalışmalarından (Ashtiani, 2016; Eiselt ve Marianov, 2019: 391) farklı olarak 2010-2020 arasında yapılan, Web of Science veri tabanında taranmış ve hakemli dergilerde yayımlanmış olan bilimsel çalışmalarda, RTYS problemini, problem parametrelerini ve bileşenlerini tanımlama biçimleri ve literatüre kazandırılan yeni RTYS problem çeşitleri incelenmiştir. Bu çalışmanın kısıtı konferans bildiri ve makalelerinin çalışma kapsamına dahil edilmemiş olmasıdır. Yapılan tarama çalışması sonucu RTYS alanının ilerlediği yönler ve bu alanda gelecek vadeden çalışma konuları belirlenmiştir.

- RTYS problemleri özellikle rekabet koşullarının bilinmediği durumlar için çok karmaşık problemlerdir. Bu sebeple literatürde RTYS problemlerinin çok amaçlı olarak ele alındığı çok fazla çalışma bulunmamaktadır. Genellikle çalışmalar tek bir firmanın pazar payının enbüyüklenmesine odaklanmıştır. Problemin yapısı gereği pazara girecek veya pazarda var olan her bir firmanın pazar payının enbüyüklenmesi birbiriyle çelişen amaçlardır. Tüm firmalar için pazar paylarının enbüyüklenmesi durumunun çok amaçlı olarak ele alınması RTYS literatürüne önemli bir katkı sağlayacaktır.
- Yapılan çalışmaların neredeyse tamamı tesislerin çekiciliklerini etkileyen özelliklerini bir çekicilik fonksiyonuna dahil etmiş ve tesisler için bir çekicilik değeri belirlemiştir. Müşterilerin önemsedikleri her bir tesis özelliğinin tek tek eniyilenmesini sağlamak amacıyla müşterilerin tesis seçimlerini çok amaçlı eniyileme kullanarak yapması sağlanabilir. Müşteriler tarafından en önemli bulunan tesis özelliklerinin her biri birer amaç olacak şekilde çok amaçlı olarak değerlendirilerek müşterilerin Pareto-Eniyi tesisler arasında seçim yapmasına dayalı müşteri davranışı modellenebilir. Bu durumun müşteri davranışlarını daha gerçekçi bir şekilde yansıtabileceği düşünülmektedir.
- Özellikle öngörü ile rekabetin bulunduğu RTYS problemlerinde araştırmacılar iki adet rakip firmanın bulunduğu durumla ilgilenmişlerdir. Problemin çözülmesi zor yapısından dolayı ikiden fazla rakip firmanın bulunduğu RTYS problemleri modellenmesi ve çözülmesi çok daha zor problemlere yol açacak olsa da fazla rakip tesisin bulunduğu çalışmalar RTYS literatüründe önemli yer tutacaktır.

Tablo 1. RTYS problemlerini ele alan çalışmalara ilişkin literatür özeti

Çalışma	Problem Tanımı	Problem Karakteristikleri																Çözüm Yöntemleri	
		Yeni Açılacak Tesis Sayısı		Rekabet Türü		Çözüm Uzayı		Müşteri Davranışı						Talep Türü					
		TT	BFT	SR	ÖGR	KS	SR	EYK	DFK	RFK	OFK	KTK	ES	ES	ESO	BSZ			
Granot ve diğerleri (2010)	RTYS	X	X	X	X	X	X	X							X			Oyun teorisi	
Godinho ve Dias (2010)	RTYS	X	X	X	X	X	X	X										X	Oyun teorisi
Bozayaka ve Balcişoy (2010)	RTYSR	X	X	X	X	X	X		X									X	Genetik algoritma, Entegre tabu arama algoritması
Saiz ve diğerleri (2011)	RTYS	X	X	X	X	X	X		X									X	Oyun teorisi
Aboolian ve diğerleri (2011)	RTYST	X	X	X	X	X	X		X									X	Teğet çizgisi yaklaşımı (TLA) tekniği tabanlı yaklaşım, En dik çıkış sezgiseli
Zarrinpoor ve Seifbarghy (2011)	RTYS	X	X	X	X	X	X		X									X	Genetik algoritma, Tabu arama algoritması
Drezner ve diğerleri (2011)	RTYS	X	X	X	X	X	X		X									X	Tabu arama algoritması, Dal-sınır yöntemi, Tabu arama algoritması
Báñez ve Heredia (2011)	RTYSF	X	X	X	X	X	X		X									X	Oyun teorisi
Redondo ve diğerleri (2011)	RTYS	X	X	X	X	X	X		X									X	Evrimsel algoritma (JEGO)
Blanquero ve diğerleri (2011)	RTYS	X	X	X	X	X	X		X									X	Dal-sınır yöntemi
Küçükaydın ve diğerleri (2011a)	RTYS	X	X	X	X	X	X		X									X	Dal-sınır yöntemi
Küçükaydın ve diğerleri (2011b)	RTYS	X	X	X	X	X	X		X									X	Lagrange sezgisel yöntemi, Lagrange gevşetmeli dal-sınır yöntemi, Doğrusal olmayan programlama
Küçükaydın ve diğerleri (2012)	RTYS	X	X	X	X	X	X		X									X	gevşetmeli dal sınır yöntemi
Drezner ve Drezner (2012)	RTYS	X	X	X	X	X	X		X									X	Tabu arama ve dal sınır yöntemi
Shiode ve diğerleri (2012)	RTYS	X	X	X	X	X	X		X									X	tabanlı hibrit yöntem
Arrondo ve diğerleri (2012)	RTYS	X	X	X	X	X	X		X									X	Matematiksel model
Redondo ve diğerleri (2012)	RTYS	X	X	X	X	X	X		X									X	Oyun teorisi
Drezner ve diğerleri (2012)	RTYS	X	X	X	X	X	X		X									X	Dal-sınır yöntemi, Evrimsel alg. (JEGO)
Konur ve Geunes (2012)	RTYS	X	X	X	X	X	X		X									X	Dal-sınır yöntemi, Evrimsel algoritma (JEGO)
Wang ve Ouyang (2013)	RTYS	X	X	X	X	X	X		X									X	Dal-sınır yöntemi, Tabu arama algoritması
		X	X	X	X	X	X		X									X	Oyun teorisi, Sezgisel bir arama metodu
		X	X	X	X	X	X		X									X	Oyun teorisi



**Tablo 1. (Devamı)**

Çalışma	Problem Tanımı	Problem Karakteristikleri														Çözüm Yöntemleri	
		Yeni Açılacak Tesis Sayısı		Rekabet Türü		Çözüm Uzayı		Yeni Açılacak Tesis Sayısı				Talep Türü					
		TT	BFT	SR	TT	KS	SR	TT	DFK	RFK	TT	KTK	ES	TT	BSZ		
Drezner ve diğerleri (2018)	RTYS	X	X	X	X	X		X									Eniyi nicelleme yöntemi
Wang ve diğerleri (2018)	Çok RTYS	X	X	X	X	X		X									Domine edilmeyen aralık yöntemi
Gur ve diğerleri (2018)	RTYS	X	X	X	X	X	X										Oyun teorisi
Beresnev ve Melnikov (2018)	RTYS	X	X	X	X	X		X									Dal-sınır yöntemi
Gentile ve diğerleri (2018)	RTYS	X	X	X	X	X					X						Dal-kesme yöntemi
Seyhan ve diğerleri (2018)	RTYS	X	X	X	X	X					X						Açgözlü ekleme algoritması ve matematiksel modelden oluşan hibrit bir yöntem
Nasiri ve diğerleri (2018)	RTYS	X	X	X	X	X	X					X					Değiştirilmiş genetik algoritma
Ghaffarinasab ve diğerleri (2018)	Rek. Tesis Ana Dağıtım Üssü Yer Seçimi ve Dağıtım	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Tavlama benzetimi algoritması
Drezner ve diğerleri (2019)	RTYS	X	X	X	X	X											Nelder-Mead algoritması
Beresnev ve Melnikov (2019a)	RTYS	X	X	X	X	X	X										Dal-sınır yöntemi
Beresnev ve Melnikov (2019b)	RTYS	X	X	X	X	X											Dal-sınır yöntemi
Dan ve Marcotte (2019)	RTYS	X	X	X	X	X					X						Matematiksel model
Mahmoodjanloo ve diğerleri (2019)	Rek. Tesis Ana Dağıtım Üssü Yer Seçimi ve Fiyatlandırma	X	X	X	X	X					X						Dağılım arama algoritması
Marianov ve diğerleri (2019)	RTYS	X	X	X	X	X											EGPSDE isimli sezgisel algoritma
Yu (2020a)	RTYS	X	X	X	X	X											Matematiksel model
Yu (2020b)	RTYS	X	X	X	X	X											Matematiksel model, Tavlama benzetimi algoritmasına entegre edilmiş bir sıralama algoritması
Mai ve Lodi (2020)	RTYS	X	X	X	X	X	X										Sıralama tabanlı algoritma
Lancinskas ve diğerleri (2020)	Asimetrik RTYS	X	X	X	X	X					X						Çok kesmeli dış yaklaşım algoritması
Ahmadi ve Ghezavati (2020)	RTYS	X	X	X	X	X											Sıralama tabanlı kesikli eniyileme algoritması
	Vahidreza	X	X	X	X	X					X						İvmelendirilmiş Benders ayrışması algoritması

Tablo 1. (Devamı)

Çalışma	Problem Tanımı	Problem Karakteristikleri																
		Yeni Açılacak Tesis Sayısı		Rekabet Türü		Çözüm Uzayı				Yeni Açılacak Tesis Sayısı				Talep Türü				
		TT	BFT	SR	SR	TT	TT	KS	SR	TT	DFK	RFK	TT	TKT	ES	TT	BSZ	Çözüm Yöntemleri
Arbib ve diğerleri (2020)	RTYSF	X			X	X	X			X								Polinom zamanlı algoritma
Drezner ve diğerleri (2020a)	RTYS			X			X						X					Büyük üçgen küçük üçgen metodu, Sıralı karesel programlama algoritması
Fernández ve diğerleri (2020)	RTYS		X				X			X								Sıralama tabanlı kesikli eniyileme algoritması
Lin ve Tian (2020)	RTYS		X	X			X			X								Karma tamsayılı konik karesel program modeli
Fernández ve diğerleri (2021)	RTYS		X	X			X					X						Sıralamaya dayalı bir sezgisel algoritma

(TT: Tek tesis, BFT: Birden fazla tesis, SR: Statik rekabet, ÖGR: Öngörü ile rekabet, KS: Kesikli, SR: sürekli, EYK: En yakın kural, DFK: Deterministik fayda kuralı, RFK: Rassel fayda kuralı, OFK: Olasılıklı fayda kuralı, KTK: Kapsama tabanlı kural, ES: Esnek, ESO: Esnek olmayan, BSZ: Belirsiz)

**KAYNAKÇA**

- Aboolian, R., Berman, O. ve Krass, D. (2007). "Competitive Facility Location and Design Problem", *European Journal of Operational Research*, 182, 40-62.
- Ahmadi, Z. ve Ghezavati, V. (2020). "Developing a New Model for A Competitive Facility Location Problem Considering Sustainability Using Markov Chains", *Journal of Cleaner Production*, 273, 122971.
- Arbib, C., Pinar, M.Ç. ve Tonelli, M. (2020). "Competitive Location and Pricing on a Line with Metric Transportation Costs", *European Journal of Operational Research*, 282(1), 188-200.
- Arrondo, A.G., Fernández, J., Redondo, J.L. ve Ortigosa, P.M. (2012). "An Approach for Solving Competitive Location Problems with Variable Demand Using Multicore Systems", *Optimization Letters*, 8(2), 555-567.
- Ashtiani, M. (2016). "Competitive Location: A State-of-Art Review", *International Journal of Industrial Engineering Computations*, 1-18.
- Ashtiani, M.G., Makui, A. ve Ramezani, R. (2013). "A Robust Model for a Leader-Follower Competitive Facility Location Problem in A Discrete Space", *Applied Mathematical Modelling*, 37(1-2), 62-71.
- Báñez, J.M., Heredia, M., Pelegrin, B., Pérez-Lantero, P. ve Ventura, I. (2011). "Finding all pure strategy Nash equilibria in a Planar Location Game", *European Journal of Operational Research*, 214(1), 91-98.
- Beresnev, V. ve Melnikov, A. (2018). "Exact Method for the Capacitated Competitive Facility Location Problem", *Computers & Operations Research*, 95, 73-82.
- Beresnev, V. ve Melnikov, A. (2019a). "Approximation of the Competitive Facility Location Problem with MIPs", *Computers & Operations Research*, 104, 139-148.
- Beresnev, V. ve Melnikov, A. (2019b). "ε-Constraint Method for Bi-Objective Competitive Facility Location Problem with Uncertain Demand Scenario", *EURO Journal on Computational Optimization*, 1-27.
- Beresnev, V.L. (2013). "Branch-and-Bound Algorithm for a Competitive Facility Location Problem", *Computers & Operations Research*, 40(8), 2062-2070.
- Beresnev, V.L. (2014). "On the Competitive Facility Location Problem with a Free Choice of Suppliers", *Automation and Remote Control*, 75(4), 668-676.
- Beresnev, V.L. ve Melnikov, A.A. (2017). "Upper Bound for the Capacitated Competitive Facility Location Problem", *Operations Research Proceedings*, 87-93.
- Berman, O., Drezner, T., Drezner, Z. ve Krass, D. (2009). "Modeling Competitive Facility Location Problems: New Approaches and Results", *Decision Technologies and Applications*, 156-181.
- Biesinger, B., Hu, B. ve Raidl, G. (2015). "Models and Algorithms for Competitive Facility Location Problems with Different Customer Behavior", *Annals of Mathematics and Artificial Intelligence*, 76(1-2), 93-119.
- Blanquero, R., Carrizosa, E. ve Hendrix, E.M.T. (2011). "Locating a Competitive Facility in the Plane with a Robustness Criterion", *European Journal of Operational Research*, 215(1), 21-24.
- Bozkaya, B., Yanik, S. ve Balcısoy, S. (2010). "A GIS-Based Optimization Framework for Competitive Multi-Facility Location-Routing Problem", *Networks and Spatial Economics*, 10(3), 297-320.
- Dan, T. ve Marcotte, P. (2019). "Competitive Facility Location with Selfish Users and Queues", *Operations Research*, 1-19.
- Drezner, T., Drezner, Z. ve Kalczyński, P. (2011). "A Cover-Based Competitive Location Model", *Journal of the Operational Research Society*, 62(1), 100-113.
- Drezner, T., Drezner, Z. ve Kalczyński, P. (2012). "Strategic Competitive Location: Improving Existing and Establishing New Facilities", *Journal of the Operational Research Society*, 63(12), 1720-1730.
- Drezner, T. ve Drezner, Z. (2012). "Modelling Lost Demand in Competitive Facility Location", *Journal of the Operational Research Society*, 63(2), 201-206.
- Drezner, T., Drezner, Z. ve Kalczyński, P. (2015). "A Leader-Follower Model for Discrete Competitive Facility Location", *Computers & Operations Research*, 64, 51-59.
- Drezner, T., Drezner, Z. ve Kalczyński, P.J. (2016). "The Multiple Markets Competitive Location Problem", *Kybernetes*, 45(6), 854-865.
- Drezner, T., Drezner, Z. ve Kalczyński, P.J. (2020a). "Gradual Cover Competitive Facility Location", *OR Spectrum*, 1-22.
- Drezner, T., Drezner, Z. ve Suzuki, A. (2019). "A Cover Based Competitive Facility Location Model with Continuous Demand", *Naval Research Logistics*, 66(7), 565-581.

- Drezner, T., Drezner, Z. ve Zerom, D. (2018). "Competitive Facility Location with Random Attractiveness", *Operations Research Letters*, 46(3), 312-317.
- Drezner, T., Drezner, Z. ve Zerom, D. (2020b). "Facility Dependent Distance Decay in Competitive Location", *Networks and Spatial Economics*, 20(4), 915-934.
- Eiselt, H. ve Marivov, V. (2011). "Foundations of Location Analysis", Springer Science+Business Media, London.
- Eiselt, H. ve Marivov, V. (2019). "Location Science", Springer Nature, Switzerland.
- Eiselt, H.A., Laporte, G. ve Thisse, J.-F. (1993). "Competitive Location Models: A Framework and Bibliography", *Transportation Science*, 27(1), 44-54.
- Farahani, R.Z. ve Hekmatfar, M. (2009). "Facility Location Concepts, Models, Algorithms and Case Studies", Springer-Verlag, Berlin.
- Fernández, J., Salhi, S. ve Tóth, B. G. (2014). "Location Equilibria for a Continuous Competitive Facility Location Problem Under Delivered Pricing", *Computers & Operations Research*, 41, 185-195.
- Fernández, J., Tóth, B.G., Redondo, J.L., Ortigosa, P.M. ve Arrondo, A.G. (2017b). "A Planar Single-Facility Competitive Location and Design Problem Under the Multi-Deterministic Choice Rule", *Computers & Operations Research*, 78, 305-315.
- Fernández, P., Pelegrin, B., Lančinskas, A. ve Žilinskas, J. (2017a). "New Heuristic Algorithms for Discrete Competitive Location Problems with Binary and Partially Binary Customer Behavior", *Computers & Operations Research*, 79, 12-18.
- Fernández, P., Pelegrin, B., Lančinskas, A. ve Žilinskas, J. (2020). "A Discrete Competitive Facility Location Model with Minimal Market Share Constraints and Equity-Based Ties Breaking Rule", *Informatica*, 31(2), 205-224.
- Fernández, P., Pelegrin, B., Lančinskas, A. ve Žilinskas, J. (2021). "Exact and Heuristic Solutions of a Discrete Competitive Location Model with Pareto-Huff Customer Choice Rule", *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 385, 113200.
- Fu, K., Miao, Z. ve Xu, J. (2013). "On Planar Medianoid Competitive Location Problems with Manhattan Distance", *Asia-Pacific Journal of Operational Research*, 30(02), 1-13.
- Gentile, J., Alves Pessoa, A., Poss, M. ve Costa Roboredo, M. (2018). "Integer Programming Formulations for Three Sequential Discrete Competitive Location Problems with Foresight", *European Journal of Operational Research*, 265(3), 872-881.
- Ghaffarinasab, N., Motallebzadeh, A., Jabarzadeh, Y. ve Kara, B.Y. (2018). "Efficient Simulated Annealing Based Solution Approaches to the Competitive Single and Multiple Allocation Hub Location Problems", *Computers & Operations Research*, 90, 173-192.
- Godinho, P. ve Dias, J. (2010). "A Two-Player Competitive Discrete Location Model with Simultaneous Decisions", *European Journal of Operational Research*, 207(3), 1419-1432.
- Granot, D., Granot, F. ve Raviv, T. (2010). "On Competitive Sequential Location in a Network with a Decreasing Demand Intensity", *European Journal of Operational Research*, 205(2), 301-312.
- Gur, Y., Saban, D. ve Stier-Moses, N.E. (2018). "Technical Note-The Competitive Facility Location Problem in a Duopoly: Advances Beyond Trees", *Operations Research*, 66(4), 1058-1067.
- Hakimi, S.L. (1983). "On Locating New Facilities in a Competitive Environment", *European Journal of Operational Research*, 12(1), 29-35.
- Hakimi, S.L. (1986). "p-Median Theorems for Competitive Locations", *Annals of Operations Research*, 6, 77-98.
- Hotelling, H. (1929)., "Stability in Competition", *The Economic Journal*, 39, 41-57.
- Huff, D.L. (1964). "Defining and Estimating a Trade Area", *Journal of Marketing*, 28, 34-38.
- Konak, A., Kulturel-Konak, S. ve Snyder, L. (2017). "A Multi-Objective Approach to the Competitive Facility Location Problem", *Procedia Computer Science*, 108, 1434-1442.
- Konur, D. ve Geunes, J. (2012). "Competitive Multi-Facility Location Games with Non-Identical Firms and Convex Traffic Congestion Costs", *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 48(1), 373-385.
- Kress, D. ve Pesch, E. (2012). "Sequential Competitive Location on Networks", *European Journal of Operational Research*, 217(3), 483-499.
- Kucukaydin, H, Aras, N. ve Altinel, İ.K. (2011b). "A Discrete Competitive Facility Location Model with Variable Attractiveness", *Journal of the Operational Research Society*, 62(9), 1726-1741.
- Kucukaydin, H., Aras, N. ve Altinel, İ.K. (2011a). "Competitive Facility Location Problem with Attractiveness Adjustment of the Follower: A Bilevel Programming Model and Its Solution", *European Journal of Operational Research*, 208(3), 206-220.

- Kucukaydin, H., Aras, N. ve Altinel, İ.K. (2012). "A Leader–Follower Game in Competitive Facility Location", *Computers & Operations Research*, 39(2), 437-448.
- Labbé, M. ve Hakimi, S.L. (1991). "Market and Locational Equilibrium for Two Competitors", *Operations Research*, 39 (5), 749-756.
- Lančinskas, A., Fernández, P., Pelegin, B. ve Žilinskas, J. (2015). "Improving Solution of Discrete Competitive Facility Location Problems", *Optimization Letters*, 11(2), 259-270.
- Lančinskas, A., Žilinskas, J., Fernández, P. ve Pelegrin, B. (2020). "Solution of Asymmetric Discrete Competitive Facility Location Problems Using Ranking of Candidate Locations", *Soft Computing*, 24(23), 17705-17713.
- Lin, Y.H. ve Tian, Q. (2020). "Exact Approaches for Competitive Facility Location with Discrete Attractiveness", *Optimization Letters*, 1-13.
- Mahmoodjanloo, M., Tavakkoli-Moghaddam, R., Baboli, A. ve Jamiri, A. (2020). "A Multi-Modal Competitive Hub Location Pricing Problem with Customer Loyalty and Elastic Demand", *Computers & Operations Research*, 123, 105048.
- Mai, T. ve Lodi, A. (2020). "A Multicut Outer-Approximation Approach for Competitive Facility Location Under Random Utilities", *European Journal of Operational Research*, 284(3), 874-881.
- Marianov, V., Eiselt, H.A. ve Luer-Villagra, A. (2019). "The Follower Competitive Location Problem with Comparison-Shopping", *Networks and Spatial Economics*, 1-27.
- Melnikov, A.A. (2014). "Randomized Local Search for the Discrete Competitive Facility Location Problem", *Automation and Remote Control*, 75(4), 700-714.
- Nasiri, M.M., Mahmoodian, V., Rahbari, A. ve Farahmand, S. (2018). "A Modified Genetic Algorithm for the Capacitated Competitive Facility Location Problem with the Partial Demand Satisfaction", *Computers & Industrial Engineering*, 124, 435-448.
- Panin, A.A., Pashchenko, M.G. ve Plyasunov, A.V. (2014). "Bilevel Competitive Facility Location and Pricing Problems", *Automation and Remote Control*, 75(4), 715-727.
- Plastria, F. (2001). "Static Competitive Facility Location: An Overview of Optimisation Approaches", *European Journal of Operational Research*, 129(3), 461-470.
- Plastria, F. ve Vanhaverbeke, L. (2008). "Discrete Models for Competitive Location with Foresight", *Computers and Operations Research*, 35, 683–700.
- Qi, M., Xia, M., Zhang, Y. ve Miao, L. (2017). "Competitive Facility Location Problem with Foresight Considering Service Distance Limitations", *Computers & Industrial Engineering*, 112, 483-491.
- Redondo, J.L., Fernández, J., Garcia, I. ve Ortigosa, P.M. (2011). "Parallel Algorithms for Continuous Multifacility Competitive Location Problems", *Journal of Global Optimization*, 50(4), 557-573.
- Redondo, Juana L., Fernández, J., Arrondo, A.G., Garcia, I. ve Ortigosa, P.M. (2012). "Fixed or Variable Demand? Does It Matter When Locating A Facility?", *Omega*, 40(1), 9–20.
- Redondo, Juana L., Fernández, J., Domingo Álvarez Hervás, J., Gila Arrondo, A. ve Ortigosa, P.M. (2015). "Approximating the Pareto-front of a planar bi-objective competitive facility location and design problem", *Computers & Operations Research*, 62, 337–349.
- Revelle, C. (1986). "The Maximum Capture or 'Sphere of Influence' Location Problem: Hotelling Revisited on a Network", *Journal of Regional Science*, 26, 343-357.
- Rhim, H., Ho, T.H. ve Karmarkar, U.S. (2003). "Competitive Location, Production, and Market Selection", *European Journal of Operational Research*, 149 (1), 211-228.
- Sáiz, M.E., Hendrix, E.M.T. ve Pelegrin, B. (2011). "On Nash Equilibria of a Competitive Location-Design Problem", *European Journal of Operational Research*, 210(3), 588-593.
- Seyhan, T.H., Snyder, L.V. ve Zhang, Y. (2018). "A New Heuristic Formulation for a Competitive Maximal Covering Location Problem", *Transportation Science*, 52(5), 1-18.
- Shan, W., Yan, Q., Chen, C., Zhang, M., Yao, B. ve Fu, X. (2017). "Optimization of Competitive Facility Location for Chain Stores", *Annals of Operations Research*, 273, 187-205.
- Shiode, S., Yeh, K.-Y. ve Hsia, H-C. (2012). "Optimal Location Policy for Three Competitive Facilities", *Computers & Industrial Engineering*, 62(3), 703-707.
- Stackelberg, H. (1943). "Grundzüge der Theoretischen Volkswirtschaftslehre", Kohlhammer.
- Steiner, W.J. (2010). "A Stackelberg–Nash Model for New Product Design", *OR Spectrum*, 32, 21-48.
- Wang, S.C. ve Chen, T.C. (2017). "Multi-Objective Competitive Location Problem with Distance-Based Attractiveness and Its Best Non-Dominated Solution", *Applied Mathematical Modelling*, 47, 785-795.



- Wang, S.C., Lin, C.C., Chen, T.C. ve Hsiao, H.C.W. (2018). "Multi-Objective Competitive Location Problem with Distance-Based Attractiveness for Two Facilities", *Computers & Electrical Engineering*, 71, 237-250.
- Wang, X., ve Ouyang, Y. (2013). "A Continuum Approximation Approach to Competitive Facility Location Design Under Facility Disruption Risks", *Transportation Research Part B: Methodological*, 50, 90-103.
- Yu, W. (2020a). "Robust Model of Discrete Competitive Facility Location Problem with Partially Proportional Rule", *Mathematical Problems in Engineering*, 2020, 1-12.
- Yu, W. (2020b). "Robust Model for Discrete Competitive Facility Location Problem with the Uncertainty of Customer Behaviors", *Optimization Letters*, 1-19.
- Zarrinpoor, N. ve Seifbarghy, M. (2011). "A Competitive Location Model to Obtain a Specific Market Share While Ranking Facilities by Shorter Travel Time", *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 55(5-8), 807-816.
- Zhang, Y., Snyder, L.V., Ralphs, T.K. ve Xue, Z. (2016). "The Competitive Facility Location Problem under Disruption Risks", *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 93, 453-473.

## TÜRKİYE'DE FAALİYET GÖSTEREN BİREYSEL EMEKLİLİK ŞİRKETLERİNİN ETKİNLİĞİ

Zeynep KÜÇÜKKIRALI<sup>1</sup>, Üzeyir AYDIN<sup>2</sup>

### ÖZET

**Amaç:** Çalışmanın amacı, Türkiye'de faaliyet gösteren bireysel emeklilik şirketlerinin etkinlik düzeylerini ve etkinlik değişim eğilimlerini Veri Zarflama Analizi (VZA) yöntemiyle incelemektir.

**Yöntem:** Analiz kapsamında 15 şirketin 2014-2019 yılları arasındaki altı yıllık veri seti kullanılmıştır. Bireysel emeklilik şirketlerinin etkinlikleri *faaliyet etkinliği* ve *fon yönetim etkinliği* olmak üzere iki yaklaşımla analiz edilmiştir. Faaliyet etkinliği modelinde, çalışan sayısı ve aktif toplamı, girdi değişkenlerini; toplanan katkı payları ve katılımcı sayısı ise çıktı değişkenlerini oluşturmaktadır. Fon yönetimi etkinliği modelinde, toplanan katkı payları ve fon işletim giderleri girdi, fon büyüklükleri ise çıktı olarak alınmıştır. Ardından şirketlerin etkinlik değişim eğilimlerinin belirlenebilmesi amacıyla VZA tabanlı Malmquist Endeksi (ME) hesaplanmıştır.

**Bulgular:** Analiz sonuçlarına göre, şirketlerin ortalama faaliyet etkinliği %64 olarak hesaplanmış ve etkinliklerin düşüş eğiliminde olduğu tespit edilmiştir. Ortalama fon yönetim etkinliği, %94 olarak hesaplanmış ve analiz dönemi içerisinde artış eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir.

**Özgünlük:** Bu çalışma, literatürde Türkiye'deki bireysel emeklilik şirketlerinin etkinlik düzeylerini VZA ile ölçen çalışmalardan farklı olarak faaliyet ve fon yönetimi açısından iki farklı yaklaşımla etkinlik analizi yapmakta, VZA tabanlı ME ile de etkinlik düzeylerinin dönemler arasındaki değişim eğilimlerini belirlemektedir. Ek olarak, çalışma şirketlerin 2014-2019 yılları arasındaki performanslarını değerlendirmesi açısından Türkiye'deki bireysel emeklilik sektörünün güncel durumunu ortaya koymaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Veri Zarflama Analizi, Malmquist Endeksi, Etkinlik, Bireysel Emeklilik Sistemi.

**JEL Kodları:** G11, G14, G41, G53.

## EFFICIENCY OF THE PRIVATE PENSION COMPANIES OPERATING IN TURKEY

### ABSTRACT

**Purpose:** The aim of this article is to analyze the efficiency levels and the efficiency change trends of the private pension companies in Turkey, by using Data Envelopment Analysis (DEA) method.

**Methodology:** The six-year data set of 15 companies is used for the period of 2014-2019 in the study. The efficiencies are analyzed in two different approaches: *operating efficiency* and *fund management efficiency*. For the operating efficiency, the number of employees and the total assets constitutes the inputs, while the received contributions and the number of participants constitutes the outputs. For the fund management efficiency, a three-variable model is established, in which the received contributions and fund operating expenses are taken as inputs and the total asset value of funds as outputs. Then, Malmquist Index (MI) based on DEA is calculated to determine the efficiency change trends of the companies.

**Findings:** The average operating efficiency is calculated as 64%, so the efficiency has a downtrend. The average fund management efficiency is calculated as 94%, so it has an uptrend.

**Originality:** Unlike the other studies in the literature, this study analyzes efficiency with two different approaches in terms of operating and fund management, it also determines the change trends of efficiency levels between periods with DEA-based MI. In addition, the study reveals the current situation of the private pension sector in Turkey in terms of evaluating the performance of companies between 2014 and 2019.

**Keywords:** Data Envelopment Analysis, Malmquist Index, Efficiency, Private Pension System.

**JEL Codes:** G11, G14, G41, G53.

<sup>1</sup> Doktora Öğrencisi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Doktora Programı, İzmir, Türkiye, kucukkiralizeynep@gmail.com, 0000-0002-7062-5626.

<sup>2</sup> Doç. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, İzmir, Türkiye, uzeyir.aydin@deu.edu.tr, 0000-0003-2777-6450 (*Sorumlu Yazar-Corresponding Author*).

## 1. GİRİŞ

Türkiye’de bireysel emeklilik sisteminin düzenlenmesi amacıyla çıkarılan ilk kanun, 7 Ekim 2001 tarihinde yürürlüğe giren “Bireysel Emeklilik Tasarruf ve Yatırım Sistemi Kanunu”dur. Bu kanunun amacı, kamu sosyal güvenlik sisteminin tamamlayıcısı olarak, gönüllü katılıma dayalı bir bireysel emeklilik sisteminin düzenlenmesi ve denetlenmesidir. İlgili kanunda da belirtildiği üzere, bireylerin emekliliğe yönelik tasarruflarının yatırıma yönlendirilmesi bireyler açısından emeklilik döneminde refah düzeyini yükseltme, ekonomi açısından uzun vadeli kaynak sağlama, istihdamı artırma ve dış kaynak ihtiyacını azaltarak ekonomik kalkınmaya katkıda bulunma güdüsünü taşımaktadır. Bireysel emeklilik şirketleri aracılığıyla bireylerin küçük tutarlardaki fonları toplanarak sermaye piyasalarına yönlendirilmekte ve bu piyasaların dolayısıyla da ülkelerin ekonomik olarak büyümelerine ve gelişmelerine katkı sağlanmaktadır. Bu bağlamda, bireysel emeklilik şirketleri ekonomik kalkınmada ve dolayısıyla refah seviyesinde önemli rol oynayan aktörler olarak finansal sistem içerisinde yer almaktadır.

Bireysel emeklilik sistemi, Türkiye’de sosyal güvenlik sistemini tamamlamak üzere ortaya çıkan, katılımın gönüllülük esasına dayandığı, katkı payı toplanması ve emeklilik ürünlerinin satışından oluşan, emeklilik branşında faaliyet gösterme ruhsatı bulunan emeklilik şirketlerine yetki verildiği bir sistemdir. Söz konusu sistem içerisinde, bireysel emeklilik katılımcılarının yatırdığı katkı payları, emeklilik yatırım fonları vasıtasıyla yatırıma kanalize edilerek sistem katılımcısına emekli olduğunda yeterli olacak düzeyde emeklilik geliri sağlanması amaçlanmaktadır (Apak ve Taşçıyan, 2010: 121). Bunun yanında, tasarrufların artması, sermaye birikiminin oluşmasını sağlamakta ve verimliliği yüksek yatırımları olanaklı kılmaktadır. Tasarrufların özendirilmesinde ise sistemin etkin işlemesi önemli bir kriterdir (Erdaş ve Yağcılar, 2021). Türkiye’de bireysel emeklilik sisteminin faaliyete başladığı tarihten itibaren bazı düzenlemeler yapılmış sistemin daha etkin işlemesi ve tabana yaygın katılımların genişletilmesi amacıyla çeşitli teşvik uygulamaları hayata geçirilmiştir. 1 Ocak 2013 tarihi itibarıyla uygulamaya koyulan yüzde yirmi beş devlet katkısı ve 1 Ocak 2017 tarihinde yürürlüğe giren otomatik katılım sistemi Türkiye’de bireysel emeklilik sektörünün gelişimi açısından birer mihenk taşı niteliğindedir.

Küresel ölçekte emeklilik ile ilgili ürünlerin toplam varlığı 2019 yıl sonu itibarıyla 50 trilyon dolara ulaşmıştır. Bu tutarın yaklaşık 33 trilyon dolarlık payını emeklilik fonları oluşturmakta, kalan kısmı ise çeşitli ülkelerdeki emeklilik sigortası (Danimarka, Fransa, vb.) ve emeklilik hesapları gibi diğer emeklilik ürünlerini (Amerika’daki IRA’lar gibi) içermektedir. Amerika Birleşik Devletleri emeklilik fonları içerisinde 18,8 trilyon dolar ile %57’lik pay sahibidir. Amerika Birleşik Devletleri’ni, 3,6 trilyon dolar ile Birleşik Krallık, 1,8 trilyon dolar ile Avustralya, 1,7 trilyon dolar ile Hollanda, 1,5 trilyon dolar ile Kanada, 1,4 trilyon dolar ile Japonya ve 1 trilyon dolar ile İsviçre takip etmektedir. Bu yedi ülke OECD ülkelerindeki toplam emeklilik fon varlıklarının %90’lık payına sahiptir. Emeklilik fon varlıkları ülkelerin GSYH’sı ile kıyaslandığında, birçok gelişmiş ülkede toplam fon büyüklüklerinin ülke GSYH’sının önemli bir yüzdesi kadar olduğu, hatta bazı ülkelerde GSYH’yı aştığı görülmektedir. 2019 yılında Hollanda’daki emeklilik fonlarının büyüklüğü ekonomisinin 191.4%’ü, İzlanda’da 167,6%’si, İsviçre’de 141.1%’i, Avustralya’da 132%’si ve Birleşik Krallıkta 123.3%’ü kadardır (OECD, 2020a).

Türkiye’de 2019 yılında %37’lik bir büyüme görülmüş olsa da bireysel emeklilik sistemi 21,3 milyar dolar fon büyüklüğü ile ekonomisinin %3’ü kadarlık bir paya sahiptir (OECD, 2020b). 2021 itibarıyla Türkiye’de bireysel emeklilik sistemine gönüllü katılanların sayısı 6,9 milyon kişi ve devlet katkısı hariç fon büyüklüğü 144,3 Milyar TL, otomatik katılım ile sisteme katılanların sayısı ise 5,7 milyon kişi ve devlet katkısı hariç fon büyüklüğü 12.4 Milyar TL’dir. Gönüllü ve otomatik katılım fonlarının toplam devlet katkısı tutarı 2021 itibarıyla 21,3 milyar TL’ye ulaşmıştır (EGM, 2021a). Gelişmiş ülkelerle kıyaslandığında Türkiye’de bireysel emeklilik sektörünün büyüklüğü oldukça düşük kalmaktadır. Bu bağlamda, bireysel emeklilik sisteminde tabana yaygın katılımların genişlemesi amacıyla yapılan teşvik edici uygulamalar ile sektörün büyümesi, sistemin sağlıklı işleyişinin devamlılığı ve fonların doğru yatırımlara aktarılması açısından bireysel emeklilik şirketlerin etkinlikleri önem arz etmektedir.

Barrientos ve Boussofiane’a göre (2005), bireysel emeklilik sistemi sosyal güvenlik sistemleri ile ilgili yapılan en önemli reformlardan biridir. Ancak, bu reformun başarısı bireysel emeklilik şirketlerinin etkin performansına bağlı olacaktır. Emeklilik fonlarının etkin yönetilmesi, sermaye piyasalarının verimliliğini artırmakta, reel sektöre fon akışı sağlamakta ve ekonomilerdeki kaynak tahsisinde önemli bir rol oynamaktadır. Bunun yanında, bireylere emeklilik geliri ve refah sağlama açısından ekonomik verimlilikte bütüncül bir öneme sahiptir (Barros ve Garcia, 2006). Bireysel emeklilik sisteminin beklenen işlevleri yerine getirebilmesi ancak bireysel emeklilik şirketlerinin etkin performansı ile mümkün olabilecektir (Karakaya ve diğerleri, 2014). Bu bağlamda, şirketlerin performanslarının ölçülmesi kritik öneme sahiptir. Menten ve diğerleri (2020), performans ölçümlerini önemli bir iyileştirme aracı olarak ele almaktadır. Mevcut durum ortaya koyularak etkinliğin iyileştirilmesi adına hedef belirlenebilmektedir. Bu bağlamda, Türkiye’de faaliyet gösteren bireysel emeklilik şirketlerinin günümüz rekabet ortamı ve mevcut ekonomik koşullarda

faaliyetlerini sürdürebilmeleri açısından performanslarının ölçülmesi ve iyileştirme stratejilerinin belirlenmesi önem arz etmektedir.

Bu kapsamda çalışmanın amacı, Türkiye'de faaliyet gösteren bireysel emeklilik şirketlerinin etkinlik düzeylerini ve etkinlik değişim eğilimlerini Veri Zarflama Analizi (VZA) yöntemiyle ölçmektir. VZA yöntemi, farklı birim değerlerine sahip çoklu girdi ve çoklu çıktı kullanılabilmesi, az sayıda varsayım ve çözüm üretmesi, girdi ve çıktılar arasında fonksiyonel bir bağlantıya ihtiyaç duymaması, etkin olmayan karar verme birimlerinin aylak değerlerini vermesi ve referans karar verme birimleri oluşturması yönleriyle etkinlik ölçümlerinde üstünlük sağlayan bir yöntemdir (Aydın ve Kök, 2013). Bu sayede, bireysel emeklilik şirketlerinin etkinlikleri ve etkinliklerinin yıllara göre değişimi ölçülebilmekte ve etkin olmayan şirketler için politika önerileri üretilebilmektedir.

Çalışma kapsamında, bireysel emeklilik şirketlerinin performansları faaliyet etkinliği ve fon yönetim etkinliği olacak şekilde iki farklı yaklaşımla değerlendirilmiştir. VZA ile hesaplanan etkinlik ölçümlerinde analiz çok yıllık bir dönemi kapsasa dahi etkinlik skorları yıllık bazda hesaplanabilmekte şirketlerin zaman içerisinde performanslarındaki değişim gözlemlenememektedir. Bu bağlamda, literatürde Türkiye'deki bireysel emeklilik şirketlerinin etkinliğini VZA ile ölçen çalışmalardan farklı olarak VZA tabanlı Malmquist Endeksi ile hem faaliyet hem de fon yönetim etkinliğinin dönemler arasındaki değişim eğilimleri de belirlenmiştir. Ek olarak, çalışma bireysel emeklilik şirketlerinin 2014-2019 yılları arasındaki performanslarını değerlendirmesi açısından Türkiye'deki bireysel emeklilik sektörünün güncel durumunu analiz etmektedir.

Çalışma altı bölümden oluşacak şekilde hazırlanmıştır. Giriş bölümünde, bireysel emeklilik sistemi ve ekonomilerdeki yerinden bahsedilmiştir. İkinci bölümde, bireysel emeklilik şirketlerinin etkinliğini ölçen literatür taramasına yer verilmiştir. Üçüncü bölümde, Veri Zarflama Analizi aktarılmış, kullanılan yöntem detaylandırılmış, veri ve yöntem seçiminden bahsedilmiştir. Beşinci bölüm analiz sonuçlarından oluşan bulgular kısmını içermektedir. Son bölüm sonuç kısmından oluşmakta ve çalışma sonlanmaktadır.

## 2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Bu çalışma kapsamında şirket etkinlikleri, daha net analiz edilmesini ve yorumlanmasını sağlayacağı düşüncesinden hareketle, literatürden farklı olarak faaliyet ve fon yönetimi şeklinde iki farklı yaklaşımla analiz edilmiştir. Çalışmanın faaliyet etkinliği ölçümünde kullanılan ilk girdisi, Barros ve Garcia (2006), Garcia (2010), Kurtaran ve diğerleri (2013), Dalkılıç ve Ada (2014), Karakaya ve diğerleri (2014), Ova (2018) ve Demirtaş ve Keçeci (2020) çalışmalarından hareketle "çalışan sayısı" olarak belirlenmiştir. İkinci girdi ise, Garcia (2010), Kurtaran ve diğerleri (2013), Karakaya ve diğerleri (2014), Ova (2018) ve Demirtaş ve Keçeci (2020) çalışmaları ile uyumlu olacak şekilde "aktif toplam" olarak kullanılmıştır. Faaliyet etkinliği ölçümünde kullanılan ilk çıktı Barrientos ve Boussofiane (2005) ve Garcia (2010) çalışmalarında kullanıldığı gibi "katılımcı sayısı"dır. Kurtaran ve diğerleri (2013), Karakaya ve diğerleri (2014), Ova (2018) ve Demirtaş ve Keçeci (2020) ise katılımcı sayısını karşılayacağı düşüncesinden hareketle "sözleşme sayısı"ni dikkate almıştır. Bireylerin birden fazla sözleşmeye sahip olabilmeleri nedeniyle sözleşme sayısı tabana yaygınlık konusunda yanıltıcı sonuçlar verebilecektir. Bu nedenle çalışmada, çıktı olarak "katılımcı sayısı" kullanılmıştır. Faaliyet etkinliği ölçümünün ikinci değişkeni olan "toplama katkı payları", literatürde Karakaya ve diğerleri (2014), Ova (2018) ve Demirtaş ve Keçeci (2020) çalışmalarında çıktı değişkeni olarak, Barros ve Garcia (2006) ve Garcia (2010) çalışmalarında ise girdi değişkeni olarak kullanılmıştır. Çalışma kapsamında, etkinlik ölçümlerinin faaliyet ve fon yönetimi olarak iki yaklaşımla ele alınması nedeniyle toplanan katkı payları faaliyet etkinliği ölçümünde çıktı fon yönetim ölçümünde ise girdi değişkeni olarak kullanılmıştır. Fon yönetim etkinliği ölçümünde kullanılan bir diğer girdi ise Ali (2016) çalışmasında çıktı değişkeni olarak kullanılan "fon işletim giderleri"dir. Bunun dışında, literatürdeki diğer çalışmalarda da girdi değişkeni olarak farklı gider kalemleri kullanılmıştır. Fon yönetim etkinliği ölçümünün çıktı değişkeni "fon büyüklüğü"dür. Literatürde fon büyüklüğünü çıktı değişkeni olarak ele alan çalışmalara Barros ve Garcia (2006) ve Garcia (2010) örnek verilebilir.

Barrientos ve Boussofiane (2005), Şili'de faaliyet gösteren emeklilik fon yönetim şirketlerini incelemiş ve fon yönetimlerinin etkin sınırın altında bir performans gösterdiğini tespit etmiştir. Barros ve Garcia (2006) ise, Portekiz'deki bireysel emeklilik şirketlerinin optimal ölçekte faaliyet göstermediklerini ortaya koymuştur. Türkiye'de faaliyet gösteren bireysel emeklilik şirketlerini inceleyen çalışmalarda (Rüzgar ve Akkaya, 2009; Karakaya ve diğerleri, 2014; Ova, 2018) şirketlerin atıl kaynak kullanımı ya da üretim eksikliği nedeniyle etkinsizlik sorunu yaşadıkları ve optimal ölçekte faaliyet göstermedikleri tespit edilmiştir. Kurtaran ve diğerleri (2013), analiz döneminde Türkiye'deki küçük ölçekli bireysel emeklilik şirketlerinin büyük ölçekli şirketlere göre daha yüksek etkinlik düzeyine sahip olduklarını ortaya koymuştur.

Literatürde bireysel emeklilik sektörünün etkinliğini VZA yöntemi ile analiz eden çalışmaların bir özeti tarih sırasına göre Tablo 1'de sunulmuştur. Yöntem sütununda görüleceği üzere bireysel emeklilik

sektörünün etkinliği genel olarak VZA yöntemi ile ele alınmış çok yıllık dönemi kapsayan analizlerde etkinlik skorları yıllık bazda karşılaştırılmıştır. Şirketlerin yüksek etkinlik puanına sahip olması istenmekle birlikte etkinliğin artış eğiliminde olması da gerekmektedir. Bu çalışma, literatürde Türkiye'deki bireysel emeklilik şirketlerinin etkinlik düzeylerini VZA ile ölçen çalışmalardan farklı olarak, faaliyet ve fon yönetimi açısından iki farklı yaklaşımla etkinlik analizi yapmasının yanı sıra, VZA tabanlı ME ile etkinlik düzeylerinin dönemler arasındaki değişim eğilimlerini de belirlemektedir. Ek olarak çalışma, bireysel emeklilik şirketlerinin 2014-2019 yılları arasındaki performanslarını değerlendirmesi açısından Türkiye'deki bireysel emeklilik sektörünün güncel durumunu ortaya koymaktadır.

**Tablo 1. Literatür Özeti**

<i>Çalışma</i>	<i>Dönem</i>	<i>Yöntem</i>	<i>Girdiler</i>	<i>Çıktılar</i>
Barrientos ve Boussofiane (2005)	1982-1999	VZA	Satış ve Pazarlama Giderleri Personel Giderleri Yönetim Giderleri	Toplam Gelir Katılımcısı Sayısı
Barros ve Garcia (2006)	1994-2003	VZA	Çalışan Sayısı Duran Varlıklar Toplanan Katkı Payları	Fon Sayısı Fon Büyüklüğü Emekli Maaşları
Rüzgar ve Akkaya (2009)	2004-2007	VZA	Sermaye Emeklilik Teknik Giderleri Toplam Emeklilik Borcu	Yönetim Gider Kesintileri Giriş Aidatları
Garcia (2010)	1994-2007	VZA- Malmquist	Çalışan Sayısı Toplanan Katkı Payları Aktif Toplamı Ödenen Emekli Maaşları	Yönetilen Fon Sayısı Fon Büyüklüğü Şirket Karlılıkları Katılımcı Sayısı
Kurtaran ve diğerleri (2013)	2004-2011	VZA	Çalışan Sayısı Aktif Toplamı	Toplam Primler Sözleşme Sayısı
Dalkılıç ve Ada (2014)	2010-2011	VZA	Özsermaye Yönetim Giderleri Acente Sayısı Çalışan Sayısı	Brüt Primler Net Hasarlar Net Teknik Karşılıklar
Karakaya ve diğerleri (2014)	2011	VZA	Çalışan Sayısı Aktif Toplamı	Toplanan Katkı Payları Sözleşme Sayısı
Ali (2016)	2008-2012	VZA	Özsermaye Faaliyet Giderleri	Yatırım Gelirleri Fon İşletim Giderleri
Ova (2018)	2010-2015	VZA	Çalışan Sayısı Aktif Toplamı	Toplanan Katkı Payları Sözleşme Sayısı
Demirtaş ve Keçeci (2020)	2013-2016	Dinamik VZA	Çalışan Sayısı Aktif Toplamı Özsermaye	Sözleşme Sayısı Toplanan Katkı Payları Şirketlerin Pazar Payı

### 3. YÖNTEM

#### 3.1. Etkinlik ve Veri Zarflama Analizi

Şirketlerin faaliyet süreçlerindeki performansları verimlilik ve etkinlik ölçüm yöntemleriyle ölçülebilmektedir. Bu yöntemler kavram itibarıyla sıklıkla birbirine karıştırılmaktadır. Verimlilik, girdi ile çıktı arasındaki ilişkinin çıktı/girdi şeklinde ifade edilmesidir. Girdi başına çıktı miktarının artması verimlilik artışı olarak yorumlanır. Bu ölçüm tek girdi ve tek çıktının bulunduğu durumlarda kullanılabilirken çok girdi ve çok çıktının bulunduğu durumlar için yetersiz kalmaktadır (Karakaya ve diğerleri, 2014).

Etkinlik kavramı ise, mevcut kaynaklarla optimum çıktıyı elde etmedeki başarı ölçüsü olarak tanımlanabilir (Ekinci ve Kök, 2020:880). Etkinlik kavramı da farklı sınıflandırmalara tabi tutulmaktadır.

Sengupta (1999), etkinlik ölçümlerini temelde iki sınıfa ayırmıştır. İlk ölçüm, belirli bir girdi ile maksimum çıktıyı üretmedeki başarı ya da aynı çıktı miktarını minimum girdi ile üretebilmedeki başarı olarak tanımlanan teknik etkinliktir. Diğer ölçüm ise, belirli girdi fiyatları setinden optimum girdi setinin seçilmesindeki başarının ölçümü olan tahsis etkinliğidir. Teknik etkinlik ile tahsis etkinliğinin çarpımı toplam etkinliği vermektedir. Ölçek etkinliği ise teknik etkinliğin bir ayrımı olarak şirketlerin faaliyetlerini en uygun ölçekte yürütme başarılarının ölçümü için kullanılmaktadır.

Veri Zarflama Analizi (VZA), etkinlik ölçümlerinde kullanılan parametresiz bir doğrusal programlama yöntemidir. VZA'da amaç, etkin sınır belirlemek ve sınırı "referans" kabul edip etkin olmayan karar birimlerinin bu sınıra olan uzaklıklarını ölçmek ve bu etkinlik sınırını kullanarak etkin olmayan karar birimlerine model almaları gereken karar birimleri önererek etkin hale gelmeleri için yapmaları gereken değişiklikleri göstermektedir (Aydın ve Kök, 2013). VZA, başlarda kâr amacı gütmeyen kurumların görece etkinliğini ölçmek amacıyla kullanılmaktayken, daha sonraları üretim ve hizmet faaliyeti yürüten şirketlerin performanslarını ölçmek amacıyla da sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır. Farrell (1957), belirli bir endüstrinin daha fazla kaynak kullanmadan yalnızca etkinliğini artırarak çıktılarında ne kadar bir artış sağlayabileceğinin ölçülmesinin önemini vurgulamıştır. Etkinliği ölçmek için daha önce çeşitli yöntemler kullanılmış olsa da bu yöntemler, birden fazla girdi ve çıktılarının varlığı durumunda toplam etkinliği hesaplamakta yetersiz kalmaktadır. Bu noktada Farrell'in çalışmaları çoklu girdi/çıkıtı ile etkinlik ölçümüne çözüm getirmiş ve bu nedenle etkinlik ölçümleri Farrell ile anılmaya başlanmıştır. Farrell'in etkin sınır yaklaşımı daha sonraki çalışmalar için temel oluşturmuştur. Charnes ve diğerleri (1978) Farrell'in çalışmasını geliştirerek çoklu girdi ve çıktının varlığı altında karar verme birimlerinin görece etkinliğini ölçen bir formülasyon geliştirmişlerdir. Bu çalışmada "Veri Zarflama Analizi" kavramı ilk defa kullanılarak literatüre kazandırılmıştır. Charnes ve diğerleri (1978) tarafından geliştirilen formülasyon CCR (Charnes, Cooper, Rhodes) modeli olarak bilinmektedir. CCR modeli, etkinlik ölçümünü ölçeğe göre sabit getiri (CRS) varsayımı altında yapmakta ve farklı ölçeklere sahip girdi ve çıktılarla karar verme birimlerinin etkinliğini hesaplayabilmektedir. CCR modeli daha sonra Banker ve diğerleri (1984) tarafından esnekleştirilmiş, ölçek getirisinin sabit olmadığı durumlar için ölçek ve teknik etkinliğin ayrı ayrı ölçülebilmesine imkân sağlamıştır. Banker ve diğerleri tarafından geliştirilen bu model, ölçeğe göre değişken getiri (VRS) varsayımına dayanmakta ve BCC (Banker, Charnes, Cooper) modeli olarak anılmaktadır.

Girdi miktarındaki bir birimlik artışa karşılık çıktı miktarında da bir birimlik bir artış gözlemlenmesi "ölçeğe göre sabit getiri" olarak tanımlanmaktadır. Girdilerdeki bir birimlik artışa karşılık çıktılarda bir birimden daha az ya da daha fazla bir artış gözlemleniyorsa bu durum da "ölçeğe göre değişken getiri" olarak tanımlanır. Çıktıda gözlemlenen artış girdideki artıştan daha fazla ise "ölçeğe göre artan getiri", daha az ise "ölçeğe göre azalan getiri" söz konusudur. VZA, ölçeğe göre sabit veya ölçeğe göre değişken getiri şeklinde iki farklı varsayım dayandırılırken, bu varsayımlar girdi odaklı ya da çıktı odaklı olmak üzere iki farklı modelle de ölçülebilmektedir. Girdi odaklı modeller, belirli bir çıktı düzeyine sahip karar verme birimlerinin etkin olmama durumlarında etkin sınıra ulaşabilmeleri için girdilerinde ne kadarlık bir azaltmaya gitmeleri gerektiğini belirlemeye çalışır. Çıktı odaklı modeller ise, belirli bir girdi düzeyine sahip karar verme birimlerinin etkin olmama durumlarında etkin sınıra ulaşabilmeleri için çıktılarında ne kadarlık bir artış sağlamaları gerektiğini belirlemede kullanılmaktadır. Kısaca, etkin olmayan karar verme birimleri için girdi odaklı modeller aynı çıktı düzeyini minimum girdi ile elde etmeyi amaçlarken, çıktı odaklı modellerde amaç aynı girdi miktarı ile maksimum çıktının elde edilmesidir (Hünerli ve Aydın, 2019: 136).

VZA, çoklu girdi-çıkıtı ile az sayıda varsayım ve çözüm üreten bir yöntemdir. Parametrik yöntemlerde olduğu gibi girdi ve çıktı arasında fonksiyonel bir bağlantıya ihtiyaç duymamaktadır. VZA'da, karar verme birimlerinin etkinliği ağırlıklandırılmış çıktının ağırlıklandırılmış girdiye oranının maksimumu şeklinde hesaplanmaktadır (Charnes ve diğerleri, 1978). VZA'da, girdi ve çıktılarını kullanan karar verme birimleri kendi aralarında kıyaslanarak en iyi gözlem etkinlik sınırı olarak belirlenmektedir. Etkinlik sınırı üzerinde olan şirketler "etkin", üzerinde olmayan şirketler ise "etkin değil" şeklinde yorumlanmaktadır. Etkinliği ölçülen karar verme birimlerinin etkinlik puanı 0 ile 1 arasında bir değer almaktadır. Etkinlik puanının 1 olması tam etkinlik durumunu ifade etmekte ve karar verme biriminin etkin sınır üzerinde yer aldığını göstermektedir. Girdi odaklı modeller, karar verme birimlerinin etkinsizliğine neden olan aylak değerleri vermekte ve etkin sınıra ulaşabilmeleri için girdilerini ne kadar azaltmaları gerektiğini hesaplamaktadır. Aynı şekilde, çıktı odaklı model kullanılması durumunda karar verme birimlerinin çıktılarını ne kadar artırmaları gerektiği hesaplanmaktadır. Etkinsizlik nedenleri belirlenen her bir karar verme birimi için referans karar verme birimleri atanmakta ve etkin sınıra ulaşabilmeleri için girdi ve çıktı hedefleri belirlenmektedir.

VZA'da kullanılan girdi veya çıktılar negatif işaretli olamamaktadır. Etkinlik puanının 1'i geçememesi ve girdi-çıkıtıların negatif değerler olamaması VZA yönteminin kısıtları olarak gösterilmektedir. Her iki kısıtın giderilmesi adına da çeşitli çalışmalar yapılmış farklı VZA modelleri türetilmiştir (Bkz. Ali ve Seiford, 1990, Pastor, 1996, Pastor ve Ruiz, 2007, Pastor ve Aparicio, 2015, Portela ve diğerleri, 2004, Sharp ve diğerleri,

2006, Hadi-Vencheh ve Esmailzadeh, 2013, Lin ve Chen, 2017, Babazadeh ve Pourmahmoud, 2018, Lin ve diğerleri, 2019, Hajihassaniasl, 2021).

VZA ile karar verme birimlerinin hesaplama dönemindeki etkinlik puanları hesaplanırken VZA tabanlı ME ile dönemler arasındaki etkinlik değişimleri de belirlenebilmektedir. Malmquist Endeksi, Malmquist (1953) tarafından tüketim analizlerinde kullanılmak üzere önerilen bir miktar endeksinin, Caves ve diğerleri (1982) tarafından üretim analizinde kullanılması ile çeşitli çalışmalara konu olmaya başlamıştır. Daha sonra, Färe ve diğerleri (1992, 1994) tarafından model geliştirilerek VZA tabanında ME ile etkinliklerin eğiliminin belirlenmesinde kullanılır hale gelmiştir. Malmquist Endeksi hesaplamalarında her bir karar verme biriminin etkinlik puanı bir önceki dönemde aldığı etkinlik puanı ile karşılaştırılarak endeks değeri belirlenmektedir. Endeksin 1'in üzerinde bir değer alması karar verme biriminin bir önceki döneme göre etkinliğini artırdığı, 1'in puanın altında bir değer alması ise bir önceki döneme göre etkinliğin düştüğü şeklinde yorumlanmaktadır.

Charnes ve diğerleri (1978) tarafından geliştirilen girdi odaklı CCR zarflama modeli Eşitlik 1-4'te verilmiştir. Girdi odaklı CCR modelinin amaç fonksiyonunda bulunan "min" ifadesi karar verme birimlerinin belirli bir çıktı miktarını elde etmek için kullanılması gereken minimum girdi miktarını hesaplama amacını yansıtmaktadır.

#### Amaç fonksiyonu

$$E_k = \min \alpha - \varepsilon \sum_{i=1}^m s_i^- - \varepsilon \sum_{r=1}^u s_r^+ \quad (1)$$

#### Kısıtlar

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- - \alpha x_{ik} = 0 \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ - y_{rk} = 0 \quad (3)$$

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0 \quad (4)$$

$j = 1, 2, \dots, n$  adet karar verme birimi,  $i = 1, 2, \dots, m$  adet girdisi ve  $r = 1, 2, \dots, u$  adet çıktısı bulunan örnekte  $E_k$ ,  $k$ 'inci karar verme biriminin etkinlik puanı;  $\alpha$ , etkinliği ölçülen karar verme biriminin girdilerinde ne kadarlık bir azaltmaya gidileceğini gösteren büzülme katsayısı;  $\varepsilon$ , yeterince küçük pozitif bir sayı (0,00001 gibi);  $s_i^-$ ,  $i$ 'inci girdiye ait aylak değer;  $s_r^+$ ,  $r$ 'inci çıktıya ait aylak değer;  $\lambda_j$ ,  $j$ 'inci karar verme biriminin yoğunluk değeri;  $x$  girdi ve  $y$  çıktı olarak tanımlanmıştır.  $E_k$  değeri 1 olarak belirlenen karar verme birimleri tam etkin şekilde yorumlanır. Etkin karar verme birimlerinde  $\alpha = 1$ ,  $\lambda_j = 1$ ,  $s_i^- = 0$  ve  $s_r^+ = 0$  olur. Karar verme birimleri etkin değilse bu durumda  $\alpha$  katsayısı 1'den küçük olacaktır.

Çıktı odaklı CCR zarflama modeli Eşitlik 5-8'de verilmiştir. Amaç fonksiyonunda yer alan "max" ifadesi karar verme biriminin belirli bir girdi miktarı ile elde edebileceği çıktı miktarının maksimum değerinin hesaplanmasıdır.

#### Amaç fonksiyonu

$$E_k = \max \beta - \varepsilon \sum_{i=1}^m s_i^- - \varepsilon \sum_{r=1}^u s_r^+ \quad (5)$$

#### Kısıtlar

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- - x_{ik} = 0 \quad (6)$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ - \beta y_{rk} = 0 \quad (7)$$

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0 \quad (8)$$

Burada  $\beta$  çıktı miktarında ne kadarlık bir artış yapılabileceğini gösteren genişleme katsayısını temsil eder. Karar verme birimi etkin ise  $\beta = 1$  değerini alırken, etkin olmayan karar verme birimlerinde  $\beta$  katsayısı 1'den büyük bir değer olacaktır.

Banker ve diğerleri (1984) tarafından geliştirilen BCC modeli etkinlik hesaplamasını ölçekten bağımsız olarak gerçekleştirmektedir. Bu nedenle BCC modeli ile hesaplanan teknik etkinlik ölçek etkinliğinden arındırılmış saf teknik etkinliği (pure technical efficiency) vermektedir. Girdi odaklı BCC zarflama modeli Eşitlik 9-13'te, çıktı odaklı BCC zarflama modeli Eşitlik 14-18'de verilmiştir.

#### Amaç fonksiyonu

$$E_k = \min \alpha - \varepsilon \sum_{i=1}^m s_i^- - \varepsilon \sum_{r=1}^u s_r^+ \quad (9)$$

*Kısıtlar*

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- - \alpha x_{ik} = 0 \quad (10)$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ - y_{rk} = 0 \quad (11)$$

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0 \quad (12)$$

$$\sum_{j=1}^m \lambda_j = 1 \quad (13)$$

BCC modelinde etkinlik üst sınırı değişken getiri nedeniyle konveks çizilmektedir. Formülasyona eklenen  $\sum_{j=1}^m \lambda_j = 1$  kısıtı  $\lambda_j \geq 0$  kısıtı ile birlikte etkinlik üst sınırının konveksliğini sağlamaktadır. Girdi odaklı BCC amaç fonksiyonu aynı çıktı düzeyini elde edecek minimum girdiyi, çıktı odaklı BCC amaç fonksiyonu ise aynı girdi miktarıyla elde edilebilecek maksimum çıktıyı hesaplamaktadır.

*Amaç fonksiyonu*

$$E_k = \max \beta - \varepsilon \sum_{i=1}^m s_i^- - \varepsilon \sum_{r=1}^u s_r^+ \quad (14)$$

*Kısıtlar*

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- - x_{ik} = 0 \quad (15)$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ - \beta y_{rk} = 0 \quad (16)$$

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0 \quad (17)$$

$$\sum_{j=1}^m \lambda_j = 1 \quad (18)$$

Färe ve diğerleri (1992) tarafından geliştirilen VZA tabanlı ME modeli Eşitlik 19-21'de gösterilmiştir. CRS veya VRS varsayımlarından birinin seçilmesi VZA tabanlı ME hesaplamalarında etkili değildir. Her iki varsayım da model içerisinde endeksi oluşturmak için kullanılmaktadır (Coelli, 1996).

$$ME = \text{Teknik Etkinlikteki Değişim (EFFCH)} \times \text{Teknolojik Değişim (TECHCH)} \quad (19)$$

Malmquist  $(x_t, y_t, x_{t+1}, y_{t+1})$  olmak üzere;

$$EFFCH = \left( \frac{D_{jt+1}(x_{t+1}, y_{t+1} | CRS)}{D_{jt}(x_t, y_t | CRS)} \right) \quad (20)$$

$$TECHCH = \left[ \frac{D_{jt}(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_{jt+1}(x_{t+1}, y_{t+1})} \frac{D_{jt}(x_t, y_t)}{D_{jt+1}(x_t, y_t)} \right]^{1/2} \quad (21)$$

olarak hesaplanmaktadır.

Burada,  $D, j = 1, 2, \dots, n$  olmak üzere karar verme birimi;  $x$ , girdi;  $y$ , çıktı;  $t$ , ilk dönem ve  $t + 1$ , bir sonraki dönem olarak tanımlanmıştır. Färe ve diğerleri (1992) tarafından geliştirilen bu modelde teknik etkinlikteki değişim (EFFCH) CRS varsayımına göre hesaplanmaktadır. Model, daha sonra Färe ve diğerleri (1994) tarafından ayrıştırılarak Eşitlik 22-23'te gösterildiği gibi VRS varsayımına göre hesaplama yapılabilecek formuna getirilmiştir. Buna göre,

$$EFFCH = \text{Pür Teknik Etkinlikteki Değişim (PEFFCH)} \times \text{Ölçek Değişimi (SCH)} \quad (22)$$

olarak ayrıştırılmakta ve ME,

$$ME = PEFFCH \times SCH \times TECHCH \quad (23)$$

olarak yazılmaktadır.

EFFCH, CRS varsayımına göre hesaplanan etkinlikteki değişimi göstermekte; PEFFCH ise etkinlikteki değişimin VRS varsayımına göre hesaplanan halini yansıtmaktadır. Sonuç olarak ME'nin son hali Eşitlik 24'te gösterilmiştir.

$$ME = \left( \frac{D_{jt+1}(x_{t+1}, y_{t+1} | VRS)}{D_{jt}(x_t, y_t | VRS)} \right) * \left( \frac{S_{jt}(x_t, y_t)}{S_{jt+1}(x_{t+1}, y_{t+1})} \right) * \left[ \frac{D_{jt}(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_{jt+1}(x_{t+1}, y_{t+1})} \frac{D_{jt}(x_t, y_t)}{D_{jt+1}(x_t, y_t)} \right]^{1/2} \quad (24)$$

Burada, eşitliğin ilk bileşeni VRS varsayımına göre hesaplanan etkinlikteki değişimi, ikinci bileşen ölçekteki değişimi ve son bileşen ise teknolojik değişimi göstermektedir (Färe ve diğerleri, 2011).



### 3.2. Veri Seti ve Yöntem Seçimi

Farklı birim değerlerine sahip çoklu girdi ve çoklu çıktının kullanılabilmesi, az sayıda varsayım ve çözüm üretmesi, girdi ve çıktılar arasında fonksiyonel bir bağlantıya ihtiyaç duymaması, etkin olmayan karar verme birimlerinin aylak değerlerini vermesi ve referans karar verme birimleri oluşturması nedenleriyle çalışmanın yöntemi olarak VZA seçilmiştir. Çalışma kapsamında Türkiye'de faaliyet gösteren 15 bireysel emeklilik şirketinin 2014-2019 yılları arasındaki altı yıllık veri seti incelenmiştir. Bireysel emeklilik şirketlerinin verileri her bir şirketin yayınladığı finansal raporlardan ve EGM tarafından yayınlanan verilerden derlenmiştir. Analizler, 1.1.2 versiyon DEAP paket programı kullanılarak yapılmıştır.

VZA kapsamında yapılan analizlerde elde edilecek etkinlik puanları kullanılan girdi ve çıktı değişkenlerine bağlıdır. Girdi ve çıktı kombinasyonları şirketlerin faaliyet gösterdiği sektöre veya ölçülmesi planlanan etkinlik yaklaşımına göre değişiklik gösterebilir. Bu çalışma kapsamında bireysel emeklilik şirketlerinin etkinlikleri genel faaliyet etkinliği ve fon yönetim etkinliği olmak üzere iki farklı yaklaşımla analiz edilmiştir. Daha sonra, şirketlerin analiz dönemi içerisindeki etkinliklerinin eğilimini belirlemek adına VZA tabanlı ME hesaplamaları yapılmıştır.

Faaliyet etkinliği ölçümünde çalışan sayısı ve aktif toplamının girdi değişkenlerini, toplanan katkı payları ve katılımcı sayısının çıktı değişkenlerini oluşturduğu dört değişkenli bir model oluşturulmuştur. Girdilerde çalışan sayısı işgücünü, aktif toplamı ise sermayeyi temsil etmektedir. Çıktılarda katılımcı adına yatırıma yönlendirilmek üzere düzenli olarak tahsil edilen katkı payları ve tabana yaygınlığı temsil etmesi nedeniyle katılımcı sayısı tercih edilmiştir. Toplanan katkı payları ve katılımcı sayıları gönüllü katılımcılar ile otomatik katılım verilerinin toplamı olacak şekilde kullanılmıştır. Şirketlerin faaliyet etkinliği hesaplamalarında etkin olmayan karar verme birimlerinin mevcut girdilerindeki aylak değerleri ve mevcut girdilerle üretilebilecek maksimum çıktı miktarlarını hesaplamak adına hem girdi odaklı hem de çıktı odaklı BCC-VZA modelleri kullanılmıştır.

Bireysel emeklilik şirketlerinin yeni katılımcılar bularak sisteme dahil etme, mevcut katılımcıların devamlılığını sağlama ve katılımcılarından katkı payı toplama gibi temel faaliyetlerinin haricinde toplanan katkı paylarının değerlendirildiği fonları doğru yönetmesi de şirket performansı açısından kritik öneme sahiptir. Bu bağlamda, bireysel emeklilik şirketlerinin fon yönetim etkinliklerinin ölçülmesi adına toplanan katkı payları ve fon işletim giderlerinin girdi, fon büyüklüklerinin çıktı olduğu üç değişkenli bir model oluşturulmuştur. Fon yönetim etkinliği ölçümünde çıktı olarak kullanılan fon büyüklüğü, şirket tarafından çıkarılmış tüm fonların dolaşımdaki katılım belgesi adetleri ile birim fiyatlarının çarpılmasıyla elde edilmektedir. Fonların birim fiyatları yatırım yapılan finansal ürünlerin değer değişimlerine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Dolayısıyla, fon büyüklüğünde görülen yıllık değişimler şirketlerin fon yönetim performansları açısından belirleyici bir öneme sahiptir. Net ölçüm yapılabilmesi adına şirketlerin fon büyüklükleri devlet katkısından arındırılarak kullanılmıştır. Fon yönetim etkinliği hesaplamalarında şirketlerin mevcut girdileri ile maksimum çıktıyı elde etmedeki başarılarını ölçmede ve etkin olmayan karar verme birimleri için çıktıları ne kadar artırmaları gerektiğini hesaplamada kullanılan çıktı odaklı BCC-VZA modeli kullanılmıştır.

Analiz dönemi içerisinde bazı bireysel emeklilik şirketlerinde birleşme, devredilme gibi gelişmeler yaşanmıştır. Bereket Emeklilik ve Hayat A.Ş. ve Halk Hayat ve Emeklilik A.Ş. bu nedenler dolayısıyla analize dahil edilememiştir.

5 Şubat 2015 tarihinde ING Emeklilik A.Ş.'nin ünvanı NN Hayat ve Emeklilik olarak değişmiştir. 30 Eylül 2016 tarihinde Fiba Emeklilik ve Hayat A.Ş. ve Ergo Emeklilik ve Hayat A.Ş. Fiba Emeklilik ve Hayat A.Ş. bünyesinde birleşmiştir. 30 Mart 2018 tarihinde Groupama Emeklilik A.Ş.'ye ait bireysel emeklilik portföyü Fiba Emeklilik ve Hayat A.Ş.'ye devredilmiştir.

Tasarruf Mevduatı Sigorta Fonu'na (TMSF) devredilen Asya Emeklilik ve Hayat A.Ş. Türkiye Tarım Kredi Kooperatifleri tarafından satın alınarak ve 13 Şubat 2017 itibarıyla Bereket Emeklilik ve Hayat A.Ş. olarak faaliyetlerine devam etmektedir. Devredilme ve satılma süreçleri şirketin etkinliği üzerinde etkili olacağı ve şirket performansının sağlıklı ölçülemeyeceği düşüncesi ile Bereket Emeklilik ve Hayat A.Ş. analiz dışı bırakılmıştır.

24 Ağustos 2020 tarihinde Halk Hayat ve Emeklilik A.Ş., Vakıf Emeklilik ve Hayat A.Ş. ve Ziraat Hayat ve Emeklilik A.Ş., Türkiye Hayat ve Emeklilik A.Ş. adı altında birleşmiştir. Birleşme, Vakıf Emeklilik'in devralan şirket, Halk Emeklilik ve Ziraat Emeklilik'in devrolunan şirket olduğu şekilde gerçekleştirilmiştir. Birleşme dolayısıyla eski şirketlere ait resmi internet sayfalarına erişilememektedir. Türkiye Hayat ve Emeklilik A.Ş.'nin resmi internet sayfasından ise yalnızca devralan şirket olarak Vakıf Emeklilik'in finansal raporlarına ulaşılabilmektedir. İnternet kaynaklarından Ziraat Emeklilik'e ait faaliyet raporlarına ulaşılabilmemiş ancak Halk Emeklilik'e ait herhangi bir rapor bulunamamıştır. Bu nedenle Halk Emeklilik analize dâhil edilememiştir.

#### 4. BULGULAR

Türkiye'de faaliyet gösteren bireysel emeklilik şirketlerinin 2014-2019 yılları arasındaki faaliyet etkinliği puanları Tablo 2'de gösterilmiştir. İlgili puanlar altı yıllık dönemin ortalamasını yansıtmaktadır. Etkinlik puanı 1 olan şirketler 100% etkinken, 1'in altında puan alan şirketler etkin değildir. Buna göre, ölçeğe göre sabit getiri (CRS) varsayımına ve ölçek etkinliğine göre herhangi bir şirket etkin sonuç vermemiştir. Yalnızca Anadolu ve Avivasa Emeklilik şirketleri ölçeğe göre değişken getiri (VRS) varsayımına göre etkin sınırın üzerinde yer alabilmiştir. Diğer şirketler etkin şirketler ile karşılaştırıldığında aldıkları puan oranında etkinliğe sahiptir.

**Tablo 2. Bireysel emeklilik şirketlerinin 2014-2019 yılları arasındaki faaliyet etkinliği**

No	Şirketler	Ölçeğe Göre		Ölçek Etkinliği	Ölçeğe Göre Getiri
		Sabit Getiri (CRS)	Değişken Getiri (VRS)		
1	Anadolu	0,772	1,000	0,772	Azalan
2	Avivasa	0,708	1,000	0,708	Azalan
3	Garanti	0,784	0,984	0,794	Azalan
4	Allianz Yaşam	0,773	0,976	0,790	Azalan
5	BNP Paribas	0,562	0,693	0,805	Azalan
6	Axa	0,541	0,844	0,649	Artan
7	Katılım	0,847	0,857	0,932	Sabit
8	Vakıf	0,589	0,921	0,640	Azalan
9	NN	0,649	0,793	0,805	Azalan
10	Metlife	0,444	0,580	0,759	Azalan
11	Ziraat	0,904	0,998	0,906	Sabit
12	Fiba	0,663	0,895	0,754	Artan
13	Cigna	0,225	0,573	0,349	Azalan
14	Allianz Hayat	0,934	0,976	0,956	Artan
15	Aegon	0,212	0,311	0,388	Azalan
Ortalama Etkinlik Puanı		0.640	0,827	0,734	
Etkin Şirketlerin Oranı		0	13	0	

Ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında etkinlik ölçümü yapan CCR modelinde karar verme birimlerinin 1.000 etkinlik puanına ulaşabilmeleri için hem teknik etkinliğe hem de ölçek etkinliğine sahip olmaları gerekmektedir. Buna karşın, ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında etkinlik ölçümü yapan BCC modelinde karar verme birimleri teknik etkin olduklarında ölçek etkinliğine sahip olmasalar da etkin sınır üzerinde yer alabilir. Tablo 2'de yer alan analiz sonuçlarına göre, ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında herhangi bir şirket etkin sınıra ulaşamazken ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında şirketlerin yalnızca 13%'ü sınırı geçebilmiştir.

Yine Tablo 2'de gösterilmiş olan ortalama etkinlik puanları bireysel emeklilik sektörünün genel etkinlik durumunu yansıtmaktadır. Buna göre, sektörün hem teknik etkinliğe hem de ölçek etkinliğine sahip olma oranı 64%'tür. CRS varsayımına göre ölçülen etkinlik puanlarında Bnp Paribas, Axa, Vakıf, Metlife, Cigna ve Aegon olmak üzere şirketlerin 40%'ı sektör ortalamasının altında kalmaktadır. VRS varsayımına göre ölçülen etkinlik puanlarında ise sektör ortalaması 82,7% olarak ölçülmekte ve Bnp Paribas, NN, Metlife, Cigna ve Aegon olmak üzere şirketlerin 33,3%'ü sektör ortalaması altında kalmaktadır.

Şirketlerin faaliyetlerini en uygun ölçekte yürütme başarılarını gösteren ölçek etkinliği puanları incelendiğinde Türkiye'de faaliyet gösteren bireysel emeklilik şirketlerinin analiz döneminde optimal ölçekte faaliyet göstermediği gözlemlenmiştir. VRS varsayımına göre etkin olan şirket sayısının CRS varsayımına göre etkin olan şirket sayısından daha fazla olması şirketlerin optimal ölçekte faaliyet göstermiyor olması ile açıklanmaktadır. Bu durumda şirketler ölçeklerinde yapacakları düzenlemeler ile etkinlik puanlarını artıracaktır. Tablo 2'de görüldüğü gibi sektörün optimal ölçekte faaliyet gösterme başarısı 73,4% olarak gözlemlenmekte ve şirketlerin 33,3%'ü sektör ortalamasının altında kalmaktadır.

Son olarak Tablo 2'den şirketlerin ölçeğe göre getirileri incelendiğinde 15 şirketten 10'unun ölçeğe göre azalan getiriye, 2'sinin ölçeğe göre sabit getiriye, 3'ünün ise ölçeğe göre artan getiriye sahip olduğu gözlemlenmektedir. Başka bir ifade ile, şirketlerin 66,7%'si bir birim girdileri karşılığında bir birimden daha az çıktı üretmekteyken yalnızca 20%'si bir birim girdileri karşılığında bir birimden daha fazla çıktı üretmektedir. Etkin sınır üzerinde yer alan Anadolu ve Avivasa ölçeğe göre azalan getiriye sahipken, Axa, Fiba ve Allianz Hayat şirketleri ölçeğe göre artan getiriye sahiptir.

Bireysel emeklilik şirketlerinin göreceli etkinliklerinin 2014-2019 yılları arasındaki değişimleri Tablo 3'te gösterilmiştir. Malmquist Endeksi hesaplamalarında etkinlik değişimleri bir önceki yıl ile karşılaştırılarak belirlenmektedir. Bu nedenle, 2014 yılı verileri başlangıç yılını oluşturmakta ve tabloda yer verilen değişim

oranları 2015-2019 yılları arasındaki beş yıllık değişimlerin ortalamasını yansıtmaktadır. Etkinlik değişimlerinin 1.000 puanın üzerinde bir değer alması şirketin önceki dönemlere göre etkinliğinin arttığı, altında bir değer alması ise önceki dönemlere göre etkinliğinin azaldığı şeklinde yorumlanmaktadır. Teknik etkinlik, belirli bir çıktı seviyesinin minimum girdi miktarı ile elde edilmesindeki başarıyı ya da belirli bir girdi miktarı ile maksimum çıktının elde edilmesindeki başarıyı ifade etmektedir. Teknolojik etkinlik ise, şirketlerin aynı seviyedeki girdiler ile daha fazla çıktı elde edebileceği üretim olasılığı sınırına ulaşma başarılarını göstermektedir.

Tablo 3'te gösterilen analiz sonuçlarına göre, 2014-2019 dönemi içerisinde CRS varsayımına göre etkinlik hesaplamalarında Axa, Katılım, Ziraat ve Fiba Emeklilik şirketleri etkinliklerini artırmışlardır. VRS varsayımına göre hesaplanan etkinlik puanlarında ise Anadolu, Avivasa, Garanti, Axa, Katılım ve Ziraat Emeklilik'in etkinliklerini artırdığı gözlemlenmektedir. Teknolojik değişim puanlarına bakıldığında, bireysel emeklilik şirketlerinin tümü bir önceki dönemlere göre teknolojik etkinliklerini artırmıştır. Hem CRS hem de VRS varsayımlarına göre hesaplamalarda etkinlik puanlarında en fazla düşüş yaşanan şirketler sırasıyla Aegon ve Cigna Emeklilik'tir. Genel olarak sektör ortalamaları incelendiğinde, hem CRS hem de VRS varsayımına göre yapılan ölçümlerde sektör etkinliğinin analiz dönemi içerisinde düşüş eğilimi gösterdiği ancak sektörün toplam etkinliğinde artış olduğu gözlemlenmektedir.

**Tablo 3. Bireysel emeklilik şirketlerinin faaliyet etkinliği değişimleri**

No	Şirketler	Teknik		Teknik		Ölçek Değişimi	Toplam Etkinlik Değişimi
		Etkinlik Değişimi (CRS)	Teknolojik Değişim	Etkinlik Değişimi (VRS)			
1	Anadolu	0,911	1,169	1,000	0,911	1,066	
2	Avivasa	0,950	1,209	1,000	0,950	1,149	
3	Garanti	0,928	1,194	1,000	0,928	1,108	
4	Allianz Yaşam	0,921	1,173	0,989	0,930	1,080	
5	BNP Paribas	0,879	1,240	0,936	0,940	1,091	
6	Axa	1,101	1,286	1,136	0,970	1,416	
7	Katılım	1,000	1,355	1,000	1,000	1,355	
8	Vakıf	0,895	1,260	0,996	0,898	1,127	
9	NN	0,880	1,221	0,933	0,943	1,075	
10	Metlife	0,851	1,310	0,913	0,932	1,115	
11	Ziraat	1,010	1,467	1,001	1,009	1,481	
12	Fiba	1,143	1,303	0,959	1,192	1,489	
13	Cigna	0,705	1,539	0,773	0,913	1,085	
14	Allianz Hayat	0,960	1,177	0,972	0,988	1,130	
15	Aegon	0,560	1,560	0,631	0,889	0,874	
Ortalama Değişim		0,901	1,292	0,942	0,957	1,164	

Bireysel emeklilik sisteminin sağlıklı işleyebilmesi için sektörde faaliyet gösteren şirketlerin kaynaklarını etkin kullanması gerekmektedir. Bu bağlamda, etkin olmayan şirketlerin etkinsizliğine neden olan faktörler tespit edilerek ilgili iyileştirmeler yapılmalıdır. Tablo 4 etkin olmayan bireysel emeklilik şirketlerinin aynı çıktı değerlerini üretmede kullanabilecekleri minimum girdi değerlerini göstermektedir. Değişim sütununda gösterilen değerler şirketlerin etkinsizliğine neden olan aylak değerlerdir. Bu durumda şirketlerin girdilerini hedeflenen değerlere yakınsayacak şekilde revize etmesi etkinlik puanlarını artıracaktır. Örneğin, Allianz Yaşam Emeklilik şirketi atıl kaynak kullanımı nedeniyle etkin sonuç vermemiştir. Bu durumda etkin sınıra ulaşabilmesi için çalışan sayısındaki %5,7'lik, aktif toplamındaki %5,8'lik aylak değerlerini gidermesi gerekmektedir. Etkin olmayan bireysel emeklilik şirketlerinin etkinlik puanlarını artırmak için kaynak kullanımında referans alabilecekleri şirketler Tablo 4'ün son sütununda gösterilmiştir.

**Tablo 4. Bireysel emeklilik şirketlerinin faaliyet girdi hedefleri**

No	Şirketler	Çalışan Sayısı				Aktif Toplamı (MTL)				Referans Şirketler
		Mevcut	Hedef	Değişim	Değişim (%)	Mevcut	Hedef	Değişim	Değişim (%)	
4	Allianz Yaşam	731	689	-42	-5,7	18577	17499	-1078	-5,8	2,7,11
5	BNP Paribas	292	122	-170	-58,2	3771	1572	-2199	-58,3	6,7,11
8	Vakıf	832	474	-358	-43,0	12740	11306	-1434	-11,3	2,3,7
9	NN	303	178	-125	-41,3	4816	2831	-1985	-41,2	2,7,11
10	Metlife	339	100	-239	-70,5	4289	1270	-3019	-70,4	6,7,11
12	Fiba	83	71	-12	-14,5	2443	2088	-355	-14,5	6,7,11
13	Cigna	552	110	-442	-80,1	1705	340	-1365	-80,1	6,7
14	Allianz Hayat	99	88	-11	-11,1	4312	3837	-475	-11,0	6,7,11
15	Aegon	917	117	-800	-87,2	2324	295	-2029	-87,3	6,7
Ortalama		461	217	-244	45,7	6109	4560	-1549	42,2	

Etkin olmayan şirketlerin etkin sınıra ulaşabilmeleri için izleyebilecekleri bir diğer yol mevcut girdi değerleri ile elde edebilecekleri maksimum çıktı değerlerini elde etmeleridir. Tablo 5 bireysel emeklilik şirketlerinin çıktılarında ne kadarlık bir artışa gitmeleri gerektiğini göstermektedir. Örneğin NN Hayat ve Emeklilik şirketi katılımcı sayısını %59,4, topladığı katkı paylarını %41,4 arttırması durumunda etkin sınıra ulaşacaktır. Bu durumda, şirketin girdilerinde aylak değer kalmayacak ve kaynak azalışına gitmesi gerekmeyecektir. Tablo 5'in son sütununda etkin olmayan şirketlerin çıktı değerlerini referans alabilecekleri şirketler gösterilmiştir.

**Tablo 5. Bireysel Emeklilik Şirketlerinin Faaliyet Çıktı Hedefleri**

No	Şirketler	Toplanan Katkı Payı (MTL)				Katılımcı Sayısı (Bin)				Referans Şirketler
		Mevcut	Hedef	Değişim	Değişim (%)	Mevcut	Hedef	Değişim	Değişim (%)	
4	Allianz Yaşam	9365	9876	511	5,5	1195	1314	119	9,9	2,7,11
5	BNP Paribas	1793	3163	1.370	76,4	390	688	298	76,4	2,3,7
8	Vakıf	6357	6941	584	9,2	1232	1345	113	9,2	3,7,11
9	NN	2590	3663	1.073	41,4	446	710	265	59,4	2,7
10	Metlife	1386	3349	1.963	141,6	313	756	443	141,5	2,3,7
12	Fiba	1231	1521	290	23,6	155	477	322	208,4	6,7,11
13	Cigna	574	2088	1.514	263,8	187	678	492	263,5	3,7,11
14	Allianz Hayat	2053	2367	314	15,3	93	734	641	687,7	6,7,11
15	Aegon	78	2285	2.207	2829,5	37	752	715	1930,5	7,11
Ortalama		2825	3917	1.092	378,5	450	828	378	376,3	

Genel olarak yorumlanacak olursa, etkin olmayan şirketlerin çalışan sayılarında ortalama %45,7, aktif toplamlarında %42,2'lik aylak ve azaltılması gereken girdi değeri bulunmaktadır (Tablo 4). Şirketler ya girdilerindeki aylak değerleri azaltarak aynı çıktı değerlerini üretmeli ya da aynı girdi değerleri ile topladıkları katkı paylarını ortalama %378, katılımcı sayılarını da ortalama %376 arttırmalıdır (Tablo 5).

Bireysel emeklilik şirketlerinde katılımcıların küçük tutarlı tasarrufları birikerek büyük fonlara dönüşmektedir. Bu fonların doğru finansal ürünlerde değerlendirilmesi hem katılımcılar hem de ülke ekonomileri açısından önem arz etmektedir. Her bir katılımcı katkı paylarının değerlendirilmesini istediği fonları bireysel emeklilik şirketlerinin çıkarmış olduğu emeklilik fonları arasından seçebilir. Ancak, örneğin hisse fonunda değerlendirilmesini isteyen bir katılımcı fonun yatırım yapacağı hisseleri belirleyememektedir. Kaldı ki, her bir yatırımcının optimal seçimlerde bulunabilmesi mümkün değildir. Bu nedenle bireysel emeklilik şirketlerinin optimal seçimler yaparak fonları yönetmesi önem arz etmektedir. Bu önem çerçevesinde Türkiye'de faaliyet gösteren bireysel emeklilik şirketlerinin fon yönetim etkinliği ölçülmüş ve 2014-2019 yılların arasındaki ortalama etkinlik puanları Tablo 6'da gösterilmiştir.

**Tablo 6. Bireysel emeklilik şirketlerinin 2014-2019 yılları arasındaki fon yönetim etkinliği**

No	Şirketler	Ölçeğe Göre		Ölçek Etkinliği	Ölçeğe Göre Getiri
		Sabit Getiri (CRS)	Değişken Getiri (VRS)		
1	Anadolu	0,943	0,999	0,944	Azalan
2	Avivasa	0,946	1,000	0,946	Azalan
3	Garanti	0,940	0,972	0,967	Azalan
4	Allianz Yaşam	0,991	1,000	0,991	Azalan
5	BNP Paribas	0,951	0,954	0,998	Sabit
6	Axa	0,941	0,951	0,990	Artan
7	Katılım	0,916	0,924	0,991	Sabit
8	Vakıf	0,948	0,952	0,997	Sabit
9	NN	0,941	0,953	0,988	Azalan
10	Metlife	0,895	0,899	0,996	Sabit
11	Ziraat	0,913	0,943	0,970	Azalan
12	Fiba	0,925	0,967	0,958	Azalan
13	Cigna	0,903	0,913	0,989	Artan
14	Allianz Hayat	1,000	1,000	1,000	Sabit
15	Aegon	0,997	1,000	0,997	Sabit
Ortalama Etkinlik Puanı		0,943	0,962	0,981	
Etkin Şirketlerin Oranı		7	27	7	

Tablo 6'ya göre, CRS varsayımı altında bir adet şirket 1 değeri ile tam etkin sonuç verirken tüm şirketlerin ortalama etkinlik puanı %94,3'tür. VRS varsayımı altında ise etkin şirket sayısı 4'e yükselmekte ve tüm şirketlerin ortalaması %96,2'ye ulaşmaktadır. 15 şirketin yalnızca %7'si en uygun ölçekte faaliyet

göstererek ölçek etkin sonuç vermektedir. Ancak, tüm şirketlerin ölçek etkinlik ortalamasının %98,1 olması nedeniyle genel itibarıyla şirketlerin optimal ölçeğe yakın faaliyet gösterdiklerini söylemek mümkündür. Şirketlerin 6'sı ölçeğe göre sabit getiriye sahiptir. Başka bir ifade ile, 15 bireysel emeklilik şirketinin %40'ı bir birim girdileri karşılığında çıktılarında bir birimlik artış sağlamaktadır. Bir birim girdileri karşılığında çıktılarında bir birimden daha fazla artış sağlayabilen şirket oranı %13,3, bir birimden daha az artış sağlayabilen şirket oranı ise %46,6'dır.

**Tablo 7. Bireysel Emeklilik Şirketlerinin Fon Yönetim Etkinliği Değişimleri**

No	Şirketler	Teknik		Teknik		Ölçek Değişimi	Toplam Etkinlik Değişimi
		Etkinlik Değişimi (CRS)	Teknolojik Değişim	Etkinlik Değişimi (VRS)			
1	Anadolu	0,992	1,050	1,000	0,992	1,041	
2	Avivasa	0,974	1,057	1,000	0,974	1,030	
3	Garanti	0,984	1,055	1,002	0,981	1,038	
4	Allianz Yaşam	1,000	1,046	1,000	1,000	1,046	
5	BNP Paribas	1,014	1,078	1,013	1,000	1,093	
6	Axa	1,002	1,039	0,996	1,006	1,041	
7	Katılım	0,968	0,947	0,968	1,000	0,916	
8	Vakıf	1,015	1,047	1,015	1,000	1,063	
9	NN	0,991	1,055	0,996	0,996	1,045	
10	Metlife	1,031	1,041	1,030	1,001	1,073	
11	Ziraat	1,017	1,088	1,018	0,999	1,107	
12	Fiba	1,015	1,025	0,993	1,022	1,041	
13	Cigna	1,024	1,055	1,030	0,994	1,081	
14	Allianz Hayat	1,000	1,034	1,000	1,000	1,034	
15	Aegon	1,003	1,063	1,000	1,003	1,067	
Ortalama Değişim		1,002	1,045	1,004	0,998	1,047	

Bireysel emeklilik şirketlerinin fon yönetim etkinliklerinde 2014-2019 yılları arasındaki değişimi Tablo 7'de gösterilmiştir. Bu bağlamda, CRS varsayımına göre hesaplanan etkinlik puanlarına göre Anadolu, Avivasa, Garanti, Katılım ve NN emeklilik şirketlerinin etkinliği azalan bir eğilim sergilemektedir. Başka bir ifade ile, sektörde faaliyet gösteren bireysel emeklilik şirketlerinin %33,3'ünün etkinliği yıllar içinde düşmektedir. Bu oran VRS varsayımına göre yapılan etkinlik hesaplamalarında %26,6'dır. Teknolojik etkinsizliği nedeniyle toplam etkinlik değişiminde 1'in puanın altında kalan tek şirket Katılım Emeklilik olmuştur. Sektör ortalamaları incelendiğinde ise, ölçek etkinliği haricinde sektörün teknik ve teknolojik etkinliğinin artış eğiliminde olduğu gözlemlenmektedir.

**Tablo 8. Bireysel emeklilik şirketlerinin fon yönetim çıktı hedefleri**

No	Şirketler	Fon Büyüklüğü (MTL)				Referans Şirketler
		Mevcut	Hedef	Değişim	Değişim (%)	
3	Garanti	15.170	15.725	555	3,7	2,4
5	BNP Paribas	2.705	2.731	26	1,0	8,14,15
6	Axa	567	616	49	8,6	8,14,15
7	Katılım	2.037	2.401	364	17,9	8,14,15
9	NN	3.779	4.092	313	8,3	4,14
11	Ziraat	7.373	7.925	552	7,5	8, 10
12	Fiba	1.890	1.959	69	3,7	14,15
Ortalama		4.789	5.064	275	7,2	

Etkin olmayan şirketlerin çıktılarında ne kadarlık bir artış sağlamaları gerektiği Tablo 8'de verilmiştir. Buna göre, etkin olmayan bireysel emeklilik şirketleri fon büyüklüklerini ortalama %7,2 oranında artırarak etkin sınıra ulaşabilecektir. Örneğin, Garanti Hayat ve Emeklilik şirketi fon büyüklüğünde 555 milyon TL artış sağladığında etkinlik puanını 1'e ulaştırarak tam etkin olabilecektir. Etkin sonuç vermeyen bireysel emeklilik şirketleri için referans alınabilecek şirketler son sütunda verilmiştir.

## 5. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Bireysel emeklilik sistemi, bireylerin küçük tasarruflarının bir araya gelerek sermaye piyasalarında yatırıma dönüşmesini sağlamakta, bireylere emeklilik döneminde refah sağlarken ülke sermaye piyasalarının ve ekonomilerin gelişmesine de katkıda bulunmaktadır. Bireysel emeklilik sisteminin sağlıklı işlemesi ve beklenen katkıları yerine getirebilmesi sektörde faaliyet gösteren şirketlerin etkin kaynak kullanımı ile mümkün olabilecektir. Bu bağlamda, etkinlik analizleri şirket bazında başarı oranlarının ölçülmesini ve sektörel durumun incelenmesini sağlamaktadır. VZA, şirketlerin görece etkinliklerini

ölçerek etkin şirketleri belirlemekte ve etkin olmayan şirketler için referans şirketler atayarak kaynak kullanımında politika önerisi sunmaktadır. Bu bağlamda, Türkiye'de faaliyet gösteren 15 bireysel emeklilik şirketinin 2014-2019 yılları arasındaki etkinliği VZA yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Şirketlerin etkinlikleri genel faaliyet etkinliği ve fon yönetim etkinliği olmak üzere iki farklı yaklaşımla incelenmiştir.

Analiz sonuçları değerlendirildiğinde, Türkiye'de faaliyet gösteren bireysel emeklilik şirketlerinin faaliyetleri açısından atıl kaynak kullanımı ya da üretim eksikliği nedeniyle etkinsizlik sorunu yaşadığı ancak, fon yönetimi açısından sektör genelinde etkinlik puanlarının yüksek olduğu gözlemlenmiştir. VRS varsayımına göre hem faaliyet hem de fon yönetimi açısından etkin sonuç veren şirket yalnızca Avivasa Emeklilik olmuştur. Faaliyet etkinliği açısından en düşük etkinlik puanına sahip şirket Aegon Emeklilik, fon yönetimi açısından en düşük etkinlik puanına sahip şirket ise Metlife Emeklilik olarak gözlemlenmiştir. Hem faaliyet etkinliği hem de fon yönetim etkinliği hesaplamalarında VRS varsayımına göre etkin olan şirket sayısı CRS varsayımına göre etkin olan şirket sayısından daha yüksektir. Bu durum, bireysel emeklilik şirketlerinin optimal ölçekte faaliyet göstermediklerini yansıtmaktadır. Sektör ortalamaları incelendiğinde, faaliyet etkinliğine göre bireysel emeklilik şirketlerinin hem teknik hem de ölçek etkinliğine sahip olma oranı 64% olarak hesaplanmıştır. Şirketlerin yalnızca teknik etkinliği dikkate alındığında ise bu oran 82,7%'ye yükselmektedir. Şirketlerin fon yönetim etkinliklerine göre bu oranlar sırası ile 94,3% ve 96,2% olarak tespit edilmiştir. Şirketlerin etkin faaliyet gösterebilmelerinin yanında yıllar içerisinde etkinliklerinin artış göstermesi de son derece önemlidir. Bireysel emeklilik şirketlerinin hem faaliyet hem de fon yönetim etkinliklerindeki eğiliminin belirlenebilmesi adına VZA tabanlı Malmquist Endeksi hesaplanmıştır. Analiz sonuçlarına göre, yıllar içerisinde faaliyet etkinliği puanlarında en yüksek kayıp yaşayan şirketler sırasıyla Aegon ve Cigna Emeklilik olmuştur. Faaliyet etkinliği açısından genel olarak bireysel emeklilik sektöründe faaliyet gösteren şirketlerin hem teknik hem de ölçek etkinliği azalmaktadır. Faaliyet etkinliklerindeki eğilimin aksine fon yönetim etkinlikleri incelendiğinde eğilimin artış yönünde olduğu gözlemlenmektedir.

Türkiye'de faaliyet gösteren bireysel emeklilik şirketlerinin faaliyetleri açısından atıl kaynak kullanımı ya da üretim eksikliği nedeniyle etkinsizlik sorunu yaşadıkları ve optimal ölçekte faaliyet göstermedikleri yönündeki bu bulgular literatürdeki Rüzgar ve Akkaya (2009), Karakaya ve diğerleri (2014) ve Ova (2018) çalışmalarının bulguları ile uyumludur. Bu bağlamda, Türkiye'deki bireysel emeklilik şirketlerinin etkinsizliğinin süregelen bir sorun olduğu söylenebilecektir. Bunun yanında, Kurtaran ve diğerleri (2013) küçük ölçekli bireysel emeklilik şirketlerinin büyük ölçekli şirketlere göre daha yüksek etkinlik puanına sahip olduğunu gözlemlemiş, bu sonuçta 2008 küresel krizinin etkili olabileceğini vurgulamıştır. Analiz sonuçlarına göre, fon yönetimi etkinliği sonuçlarında büyük bir fark olmamakla birlikte faaliyet etkinliği sonuçlarında büyük ölçekli şirketlerin küçük ölçekli şirketlere göre daha yüksek etkinlik puanlarına sahip olduğu söylenebilecektir. Bu sonuç Portekiz'de faaliyet gösteren bireysel emeklilik şirketlerinin etkinliğini inceleyen Barros ve Garcia (2006)'nın hipotezi ve bulguları ile de uyumludur.

Türkiye'de bireysel emeklilik sistemi aktif olarak 2003 yılından bu yana faaliyet görmektedir. Temelde gönüllülük esasına dayanan bireysel emeklilik sisteminin daha geniş kitlelerce tanınması, emeklilik şirketlerinin katılımcı sayısını genişletebilmesi adına devlet katkısı ve otomatik katılım sistemi gibi teşvik edici uygulamalar hayata geçirilmiştir. Ancak, Türkiye'de bireysel emeklilik sistemine katılım henüz yeterli düzeylerde değildir. 2019 yılı itibarıyla bireysel emeklilik fonlarının toplam tutarı GSYH'nın %3'ü kadar büyüklüğe sahiptir. Dolayısıyla, Türkiye'de faaliyet gösteren bireysel emeklilik şirketlerinin etkinliği sektörün büyümesi açısından kritik bir öneme sahiptir. Analiz sonuçlarına göre, etkin sınırın altında yer alan şirketler ya atıl kaynaklarını azaltmalı ya da çıktılarını artırmalıdır. Çalışma kapsamında, şirketlerin üretim kaynakları olarak çalışan sayısı ve aktif toplamları ele alınmıştır. Çalışan sayısında atıl kaynağın azaltılması, sektördeki istihdam oranını düşüreceğinden genel ekonomik yararı gözetmemektedir. Bu bağlamda, şirketler mevcut çalışan sayıları ile daha fazla çıktıya odaklanmalıdır.

Bireysel emeklilik şirketlerinin etkinlik düzeylerini artırabilmeleri için katılımcı sayılarını artırmaları gerekmektedir. Katılımcı sayılarının artması, toplanan katkı paylarını da doğrudan artıracak ve şirketleri etkin sınıra yaklaştıracaktır. Bireysel emeklilik sistemine katılımı artırmanın yanında katılımcıların uzun vadede devamlılığının da sağlanması gerekmektedir. Öyle ki, Temmuz 2021 itibarıyla otomatik katılım sistemi ile dahil edilen çalışanların yalnızca %30'u devam etmektedir (EGM, 2021b). Bu bağlamda, bireysel emeklilik sisteminde katılımcı sayısının artırılması ve katılımcıların sistemdeki kalıcılığının sağlanabilmesi adına politikalar yürütülmelidir. Öncelikle, bireylerin bireysel emeklilik sistemi hakkında bilgi düzeylerinin artırılması için bilgilendirme çalışmaları yapılmalı, toplumdaki uzun vadeli yatırım anlayışı gayrimenkul ve yastık altı odağından çıkarılmalıdır. Özellikle yastık altı yatırımların bireysel emeklilik sistemine katılması durumunda ek teşvik uygulamaları hayata geçirilebilir. Bunun dışında, katılımcıların bireysel emeklilik hesaplarındaki birikimlerinden acil ihtiyaç halinde kısmi para çekememesi, sisteme katılma isteğini azaltmakla birlikte sistemden erken çıkışları da artırabilmektedir. Belirli durumlarda (hastalık, evlilik vb.) katılımcıların birikimlerinden kısmi çekim yapabilmeleri sistemi daha cazip hale getirecektir.

Son olarak bu çalışma kapsamında, Türkiye'deki bireysel emeklilik şirketlerinin etkinlik düzeylerini VZA ile ölçen diğer çalışmalardan temel farkının, faaliyet ve fon yönetimi açısından iki farklı yaklaşımla etkinlik analizinin yapılmış olması ve VZA tabanlı ME ile de etkinlik düzeylerinin dönemler arasındaki değişim eğilimlerinin belirlenmiş olmasının yansısı bireysel emeklilik şirketlerinin 2014-2019 yılları arasındaki performanslarının değerlendirilmesi açısından Türkiye'deki bireysel emeklilik sektörünün güncel durumunu ortaya koymaktadır. Ancak, bazı bireysel emeklilik şirketlerinde birleşme, devredilme gibi gelişmeler yaşanması nedeniyle Türkiye'de faaliyet gösteren tüm bireysel emeklilik şirketlerinin analize dahil edilememesi tüm sektör üzerinde bütüncül değerlendirmeler yapılmasını kısıtlamaktadır. Gelecek çalışmalarda ise, küresel çapta 2008 küresel krizinden daha derin etkiler yaratan Covid-19 pandemi krizinin Türkiye'deki bireysel emeklilik sektörüne etkisi analiz edilebilir. Analizde, etkinlik düzeylerinin tahmininde geleneksel sınır modellerinden farklı olarak bireysel emeklilik şirketlerinin içselliğini de dikkate alan güncel Stokastik Sınır Analizi (SFA) yaklaşımı kullanılabilir.

## KAYNAKÇA

- 24366 Sayılı Resmî Gazete (2001). "Bireysel Emeklilik Tasarruf ve Yatırım Sistemi Kanunu", <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2001/04/20010407.htm>, (Erişim Tarihi: 21.05.2021).
- 24458 Sayılı Resmî Gazete (2001). Bazı Vergi Kanunlarında Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun", <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2001/07/20010710.htm#1>, (Erişim Tarihi: 21.05.2021).
- 28512 Sayılı Resmî Gazete (2012). "Bireysel Emeklilik Sisteminde Devlet Katkısı Hakkında Yönetmelik", <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/12/20121229-7.htm>, (Erişim Tarihi: 21.05.2021).
- 29812 Sayılı Resmî Gazete (2016). "Bireysel Emeklilik Tasarruf ve Yatırım Sistemi Kanununda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun", <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2016/08/20160825-4.htm>, (Erişim Tarihi: 21.05.2021).
- Ali, A.I., ve Seiford, L.M. (1990). "Translation Invariance in Data Envelopment Analysis", *Operations Research Letters*, 9(6), 403-405.
- Ali, A.S. (2016). "Efficiency of Private Pension Companies in Turkey Using Data Envelopment Analysis (DEA)", *Chaos, Complexity and Leadership 2014*, 495-505.
- Apak, S. ve Taşçıyan, K.H. (2010). "Türkiye'de Bireysel Emeklilik Sisteminin Gelişimi", *Ekonomi Bilimleri Dergisi*, 2(2), 121-129.
- Aydın, Ü. ve Kök, R. (2013). "Türk Bankacılık Sektöründe Organizasyonel Etkinlik ve Etkinsizliğin Kaynakları", *Verimlilik Dergisi*, 3, 7-38.
- Babazadeh, E. ve Pourmahmoud, J. (2018). "A Novel Radial Super-Efficiency DEA Model Handling Negative Data", *Journal of Industrial Engineering and Management Studies*, 5(1), 43-65.
- Banker, R.D., Charnes, A. ve Cooper, W.W. (1984). "Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis", *Management Science*, 30(9), 1078-1092.
- Barrientos, A. ve Boussofiene, A. (2005). "How Efficient Are Pension Fund Managers in Chile?", *Revista de Economía Contemporânea*, 9(2), 289-311.
- Barros, C.P. ve Garcia, M.T.M. (2006). "Performance Evaluation of Pension Funds Management Companies with Data Envelopment Analysis", *Risk Management and Insurance Review*, 9(2), 165-188.
- Caves, D.W., Christensen, L.R. ve Diewert, W.E. (1982). "The Economic Theory of Index Numbers and the Measurement of Input, Output, and Productivity", *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1393-1414.
- Charnes, A., Cooper, W.W. ve Rhodes, E. (1978). "Measuring the Efficiency of Decision Making Units", *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429-444.
- Coelli, T.J. (1996). "A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Program", CEPA Working Paper 96/08, University of New England, Armidale.
- Dalkılıç, N. ve Ada, A.A. (2014). "Efficiencies of Life/Pension Insurance Industry in Turkey: An Application of Data Envelopment Analysis", *Journal of Applied Finance and Banking*, 4(1), 181.
- Demirtaş, Y.E. ve Keçeci, N.F. (2020). "The Efficiency of Private Pension Companies Using Dynamic Data Envelopment Analysis", *Quantitative Finance and Economics*, 4(2), 204-219.
- Ekinci, R., Kök, R. (2020). Avrupa Birliği Bankacılık Endüstrisinde Rekabet ve İstikrar İlişkisi: Ticari Bankalar Üzerine Bir Deneme. İzmir İktisat Dergisi. 35(4). 879-894. Doi: 10.24988/ije.202035414
- Emeklilik Gözetim Merkezi (EGM) (2021a). "BES Özet Verileri, OKS Özet Verileri", <https://www.egm.org.tr/bilgi-merkezi/istatistikler>, (Erişim Tarihi: 18.05.2021).
- Emeklilik Gözetim Merkezi (EGM) (2021b). "Yaşlarına ve Devam Durumlarına Göre Çalışan Sayısı", <https://www.egm.org.tr/bilgi-merkezi/istatistikler>. (Erişim Tarihi: 07.07.2021).
- Erdaş, M.L., ve Yağcılar, G.G. (2021). "Finansal Gelişme, Tasarruf Ve Küreselleşme İle Sermaye Oluşumu Arasındaki İlişkinin Saklı Eşbütünleşme Ve Asimetrik Nedensellik Testleri İle Analiz Edilmesi: Türkiye Örneği", *Verimlilik Dergisi*, 3, 203-222.
- Färe, R., Grosskopf, S. ve Margaritis, D. (2011). "Malmquist Productivity Indexes and DEA", *Handbook on Data Envelopment Analysis*, 127-149.
- Färe, R., Grosskopf, S., Lindgren, B. ve Roos, P. (1992). "Productivity Changes in Swedish Pharmacies 1980-1989: A Non-Parametric Malmquist Approach", *Journal of Productivity Analysis*, 3(1), 85-101.
- Färe, R., Grosskopf, S., Norris, M. ve Zhang, Z. (1994). "Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in Industrialized Countries", *The American Economic Review*, 66-83.
- Farrell, M.J. (1957). "The Measurement of Productive Efficiency", *Journal of the Royal Statistical Society: Series A (General)*, 120(3), 253-281.



- Garcia, M.T.M. (2010). "Efficiency Evaluation OF the Portuguese Pension Funds Management Companies", *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 20(3), 259-266.
- Hadi-Vencheh, A. ve Esmailzadeh, A. (2013). "A New Super-Efficiency Model in The Presence of Negative Data", *Journal of the Operational Research Society*, 64(3), 396-401.
- Hajihassaniasl, S. (2021). İran Ekonomisindeki Sektörlerin Toplam Faktör Verimliliğinin Ölçülmesi: Malmquist Endeks Analizi. *İzmir İktisat Dergisi*, 36(3), 589-600. Doi: 10.24988/ije.202136306
- Hünerli, Ö.C. ve Aydın, Ü. (2019). "Türkiye'de Faaliyet Gösteren Doğal Gaz Dağıtım Firmalarının Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Etkinliğinin Araştırılması", *Journal of Yasar University*, 2019(14) (Special Issue on Business and Organization Research), 133-146.
- Karakaya, A., Kurtaran, A. ve Dağlı, H. (2014). "Bireysel Emeklilik Şirketlerinin Veri Zarflama Analizi ile Etkinlik Ölçümü: Türkiye Örneği", *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 12(22), 1-23.
- Kurtaran, A., Karakaya, A. ve Dağlı, H. (2013). "Improvement of Private Pension System in Turkey and Measurement of Its Efficiency With DEA", *International Journal of Economics and Finance*, 5(11), 163-173.
- Lin, R. ve Chen, Z. (2017). "A Directional Distance Based Super-Efficiency DEA Model Handling Negative Data", *Journal of the Operational Research Society*, 68(11), 1312-1322.
- Lin, R., Yang, W. ve Huang, H. (2019). "A Modified Slacks-Based Super-Efficiency Measure in the Presence of Negative Data", *Computers & Industrial Engineering*, 135, 39-52.
- Lovell, C.K. ve Pastor, J.T. (1995). "Units Invariant and Translation Invariant DEA Models". *Operations Research Letters*, 18(3), 147-151.
- Malmquist, S. (1953). "Index Numbers and indifference Surfaces". *Trabajos de estadística*, 4(2), 209-242.
- Menten, C., Çekiç, B. ve Atıcı, K.B. (2020). "Türkiye Tarım Sektöründe Ürünler Bazında Etkinlik Değerlendirmesi", *Verimlilik Dergisi*, 1, 117-141.
- Ova, A. (2018). "Türkiye'deki Emeklilik Şirketlerinin Etkinlik Analizi", *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, (79), 139-152.
- Pastor, J.T. (1996). "Translation Invariance in Data Envelopment Analysis: A Generalization", *Annals of Operations Research*, 66(2), 91-102.
- Pastor, J.T. ve Aparicio, J. (2015). "Translation Invariance in Data Envelopment Analysis", In *Data Envelopment Analysis*, Editor: Zhu, J., Springer, Boston, MA, 245-268.
- Pastor, J. T. ve Ruiz, J. L. (2007). "Variables with Negative Values in DEA", *Modeling Data Irregularities and Structural Complexities in Data Envelopment Analysis*, Editor: Zhu, J. ve Cook W. D., Springer, Boston, MA, 63-84.
- Portela, M.C.A., Thanassoulis, E. ve Simpson, G. (2004). "Negative Data in DEA: A Directional Distance Approach Applied to Bank Branches", *Journal of the Operational Research Society*, 55(10), 1111-1121.
- Rüzgar, B. ve Akkaya, A. (2009). "Examining Efficiencies of Private Pension Companies in Turkey with Data Envelopment Analysis", *IWW2009-Proceedings of the IV. International Workshop on Applications of Wavelets to Real World Problems*, Kocaeli, Turkey.
- Sengupta, J.K. (1999). "A Dynamic Efficiency Model Using Data Envelopment Analysis", *International Journal of Production Economics*, 62(3), 209-218.
- Sharp, J.A., Meng, W. ve Liu, W. (2007). "A Modified Slacks-Based Measure Model For Data Envelopment Analysis With 'Natural'negative Outputs And Inputs", *Journal of the Operational Research Society*, 58(12), 1672-1677.
- The Organisation for Economic Co-Operation and Development (OECD) (2020a). "Pension Funds in Figures", <https://www.oecd.org/pensions/Pension-Funds-in-Figures-2020.pdf>, (Erişim Tarihi: 21.05.2021).
- The Organisation for Economic Co-Operation and Development (OECD) (2020b). "Pension Markets in Focus", <https://www.oecd.org/daf/fin/private-pensions/Pension-Markets-in-Focus-2020.pdf>, (Erişim Tarihi: 21.05.2021).

## SÜREÇ ESNEKLİĞİ SİSTEMLERİNDE OPERASYONEL MALİYETLERE DAYALI SİSTEM TASARIMI OPTİMİZASYONU

Merve İBİŞ<sup>1</sup>, Mustafa ÇİMEN<sup>2</sup>, Mehmet SOYSAL<sup>3</sup>

### ÖZET

**Amaç:** Bu çalışma, süreç esnekliği varsayımında farklı esneklik yapılarının işletmelerde üretim-envanter kararlarını ve ilgili operasyonel maliyetleri nasıl etkilediğini incelemektedir. Çalışmanın amacı, süreç esnekliği probleminde optimal sistem tasarımı kararlarının bulunması ve bu kararların envanter maliyetleriyle ilişkisinin incelenmesidir.

**Yöntem:** Çalışma kapsamında; planlama ufku boyunca envanter maliyetlerini ve esneklik yatırımlarının amortismanını içeren problem, karma tam sayılı doğrusal programlama ile modellenerek çözülmüştür.

**Bulgular:** Sunulan model kullanılarak, optimum envanter, üretim ve sistem tasarımı kararları verilmiştir ve planlama ufku boyunca karşılık gelen maliyetler hesaplanmıştır. Yapılan analizler çalışmada sunulan modelden elde edilen optimal tasarımın, literatürde geleneksel esneklik tasarımları içerisinde en düşük ortalama maliyetleri sağlayan ikili zincir tasarımından dâhi daha iyi sonuç verdiğini göstermiştir.

**Özgünlük:** Bildiğimiz kadarıyla, bu çalışma literatürde envanter ve yatırım maliyetlerini içeren ve optimal esneklik tasarımlarını operasyonel maliyetler açısından değerlendiren ilk çalışmadır.

**Anahtar Kelimeler:** Sistem Tasarımı, Karma Tam Sayılı Doğrusal Programlama, Süreç Esnekliği, Operasyonel Maliyetler.

**JEL Kodları:** C02, C44, C52, C61, D24.

## SYSTEM DESIGN OPTIMIZATION BASED ON OPERATIONAL COSTS IN PROCESS FLEXIBILITY SYSTEMS

### ABSTRACT

**Purpose:** This study examines how different flexibility structures affect production-inventory decisions and related operational costs in enterprises. The aim of the study is to find the optimal system design decisions in the process flexibility problem and to examine the relationship between these decisions and inventory costs.

**Methodology:** We propose a mixed integer linear programming model, which includes inventory costs and depreciation of flexibility investments across the planning horizon.

**Findings:** In this model, optimum inventory, production, and system design decisions are made and corresponding costs are calculated over the planning horizon. The analyzes show that the model presented in the study gives even better results than the two-chain design, which provides the lowest average costs among the traditional flexibility designs in the literature.

**Originality:** To the best of our knowledge, this is the first study to evaluate optimal flexibility designs in terms of operational costs, including inventory and investment costs.

**Keywords:** System Design, Mixed Integer Linear Programming, Process Flexibility, Operational Costs.

**JEL Codes:** C02, C44, C52, C61, D24.

<sup>1</sup> Arş. Gör., Başkent Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Ankara, Türkiye, merveibis@baskent.edu.tr, 0000-0001-8623-290X (Sorumlu Yazar-Corresponding Author).

<sup>2</sup> Dr. Öğr. Üyesi, Hacettepe Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Ankara Türkiye, mcimen@hacettepe.edu.tr, 0000-0001-8155-9145.

<sup>3</sup> Doç. Dr., Hacettepe Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Ankara, Türkiye, mehmetsoysal@hacettepe.edu.tr, 0000-0002-1570-660X.

## 1.GİRİŞ

Teknolojik gelişmeler, çevresel koşulların ve müşteri ihtiyaçlarının hızla değişmesine, dolayısıyla talebin tahmin edilebilirliğinin azalmasına yol açmaktadır. Bu durumda şirketlerin müşteri ihtiyaçlarına zamanında cevap verebilmeleri rakiplerine karşı önemli bir rekabet avantajı sağlar. Üretici firmalar sürekli değişen çevreye hızlı bir şekilde yanıt verebilmek için üretimde esneklikten faydalanabilirler (He ve diğerleri, 2012). Bununla birlikte, gerekli olan uygun esneklik seviyesini bilmek esneklikten tam olarak faydalanabilmek için önemlidir (Baykasoğlu ve Durmuşoğlu, 2012).

Esneklik, bir sistemin değişime zaman, emek, maliyet veya performans açısından küçük maliyetlerle tepki verebilmesidir (Upton, 1994). Literatürde makine esnekliği, süreç esnekliği, ürün esnekliği, üretim esnekliği gibi farklı esneklik türlerinden bahsedilmektedir (Sethi ve Sethi, 1990). Bu çalışmada ele alınan süreç esnekliği, bir üretim tesisinin birden fazla ürünü ek operasyonel hazırlık maliyetleri olmadan üretebilme yeteneği (bir tesisle birden fazla ürün arasında bağlantı olması) olarak tanımlanmıştır (Jordan ve Graves, 1995). Literatürde genellikle tam esneklik (full flexibility) ve kısmi esneklik (limited flexibility) olmak üzere iki temel süreç esnekliği üzerinde çalışılmıştır.

Tam esneklik, mevcut tesislerin bütün ürün çeşitlerini üretebildiği sistemler için kullanılır. Kısmi esneklik kullanılan sistemlerde ise en az bir tesiste birden fazla ürün çeşidinin üretebildiği varsayılır. Tablo 1'de beş tesis ve beş üründen oluşan bir üretim sistemindeki farklı esneklik yapıları gösterilmektedir. İlk yapı her tesiste sadece bir ürünün (tesis kendi ürünü) üretebildiği esnek olmayan sistemi (dedicated design), ikinci yapı her tesisin iki ürün üretebildiği kısmi esnekliği ve üçüncü yapı ise tesislerin tüm ürünleri üretebildiği tam esnek yapıyı göstermektedir.

**Tablo 1. Beş tesis ve beş üründen oluşan bir üretim sisteminde farklı esneklik yapıları**

<i>Esnek Olmayan Sistem</i>		<i>Kısmi Esnek Sistem</i>		<i>Tam Esnek Sistem</i>	
<i>Tesisler</i>	<i>Üretilen Ürünler</i>	<i>Tesisler</i>	<i>Üretilen Ürünler</i>	<i>Tesisler</i>	<i>Üretilen Ürünler</i>
F1	P1	F1	P1, P2	F1	Bütün Ürünler
F2	P2	F2	P2, P3	F2	Bütün Ürünler
F3	P3	F3	P3, P4	F3	Bütün Ürünler
F4	P4	F4	P4, P5	F4	Bütün Ürünler
F5	P5	F5	P5, P1	F5	Bütün Ürünler

Literatürde süreç esnekliği ile ilgili genellikle siparişe göre üretim yapan işletmeler üzerine çalışmalar yapılmıştır (Valeva ve diğerleri, 2017). Ancak, işletmeler talebe zamanında cevap verebilmek için ya da oluşabilecek darboğazlara karşı stoka üretim de yapmaktadırlar. Süreç esnekliği stoka üretim yapılan sistemlere entegre edildiğinde, bir tesiste birden fazla ürün üretebilmesi varsayımı envanter kararlarını oldukça zorlaştırmaktadır (Soysal ve Çimen, 2017). Süreç esnekliği, her bir tesiste verilecek üretim kararlarını birbiriyle ilişkilendirir ve bu durum karmaşık bir karar problemi oluşturur.

Literatürdeki benzer çalışmalar incelendiğinde, üretim sürecindeki riskleri en aza indirmek için kullanılan stratejilerden olan süreç esnekliği ve envanter kararların birlikte incelendiği çalışma sayısının kısıtlı olduğu gözlemlenmiştir. Sabit üretim maliyetlerinin ve farklı talep yapılarının esneklik ve envanter kararlarına etkisinin incelendiği çalışmalar az sayıdaki örnekler arasında yer almaktadır (Soysal ve diğerleri, 2018; Soysal ve Çimen, 2017). Feng ve Shen (2018) çalışmasında tek dönemlik talep ile üretim- envanter sistemlerinde süreç esnekliğini araştırmıştır. Benzer şekilde Simchi ve diğerleri (2018) ise süreç esnekliği ve envanter stratejilerinin birlikte kullanıldığı hibrit sistemleri incelemek için iki aşamalı bir model geliştirmiştir. Tüm çalışmalar göz önüne alındığında, üretim-envanter sistemlerinde süreç esnekliği kullanarak sistem tasarımı kararlarının esneklik yatırım maliyetleri, üretim-envanter maliyetleri ile talep kaçırma maliyetlerine etkilerinin incelendiği bir çalışmaya rastlanmamıştır.

İşletmelerin süreç esnekliğinden faydalanması önemli oranda rekabet avantajı sağlamakla beraber yatırım, üretim ve envanter kararlarının verilmesini ise oldukça zorlaştırmaktadır. Literatür araştırmasında incelenen bazı çalışmalar geleneksel sistem tasarımlarının üretim performansı açısından her zaman en iyi sonuç vermediğini göstermektedir (Desir ve diğerleri, 2016, Fiorotto ve diğerleri, 2018). Sisteme en uygun esneklik tasarımının bulunmasının ardından talepler ve tesis kapasiteleri dikkate alınarak her bir tesiste hangi üründen ne miktarda üretileceği kararının verilmesi de işletmeler için oldukça karmaşık bir sorun haline gelmektedir. Ayrıca her bir tesiste üretilen ürün ve miktarı diğer tesislerde üretilen ürün miktarlarını da etkilemektedir. Tüm bunlar göz önünde bulundurulduğunda ele alınan problemin çok boyutlu bir problem olduğu ve firmalar için zorlu ve önemli kararları içerdiği sonucuna ulaşılabilir.

Üretimde verimlilik kavramı belirli bir miktar girdi ile daha fazla üretimin yapılması veya belirli bir çıktının daha az girdi ile elde edilmesi olarak tanımlanabilir (Rogers, 1998). Buna ek olarak, üretimde verimlilik artışı teknolojik ve teknik değişiklikler nedeniyle çıktıdaki net değişiklik olarak ifade edilebilir. Süreç esnekliğinin,

esnek olmayan sistemlere nazaran çeşitli performans kriterleri açısından verimliliği daha yüksek sistemlere zemin hazırladığı literatürde çeşitli çalışmalarda ifade edilmiştir (Jordan ve Graves, 1995, Çimen ve Kirkbride, 2017). Ancak süreç esnekliğine yapılan yatırımın kendisi için de işletmelerin yüksek verimliliği hedeflemeleri kaçınılmazdır. Bu bağlamda, süreç esnekliğine yapılan yatırımlarla (girdi) daha düşük envanter maliyetlerinin elde edilmesi (çıktı), süreç esnekliğinin verimliliğinin yüksek olduğu anlamına gelecektir.

Bu çalışmanın hedefi, yatırım amortismanları ve envanter maliyetlerini en küçükleyen sistem tasarımı kararlarının ve bu kararlarla uyumlu üretim-envanter kararlarının bulunması, başka bir ifadeyle verimliliği en yüksek süreç esnekliği tasarımının ve bu tasarımın verimliliğini eniyileyecek çok dönemli operasyonel kararların bulunması olarak da tanımlanabilir. Çalışmada stok tutabilen işletmelerde her bir üretim tesisinde hangi ürünlerin üretilebileceğine ilişkin yatırım kararları ve yapılan yatırımlar neticesinde periyodik olarak her bir tesiste her bir ürünün üretim miktarı kararları incelenecektir.

Çalışmanın geri kalan kısmı şu şekildedir: İkinci bölümde ilgili probleme ilişkin literatür incelenmiştir. Üçüncü bölüm problem tanımını ve önerilen matematiksel modeli içermektedir. Dördüncü bölümde sistem tasarımı kararları ve bu kararlar ile operasyonel maliyetler arasındaki ilişkilerin incelendiği sayısal analizler sunulmuştur. Son bölümde, çalışmaya ait sonuçlar ortaya koyularak gelecekteki çalışmalar için öneriler sunulmuştur.

## 2. LİTERATÜR TARAMASI

Upton (1994) esnekliği bir sistemin zaman, çaba veya masrafta küçük bir maliyet ile değişime tepki verme yeteneği olarak tanımlamıştır. Aynı zamanda esnekliğin, üretim sistemi performansı üzerinde de olumlu bir etkiye sahip olduğu bilinmektedir (Baykasoğlu ve Özbakır, 2008). Sethi ve Sethi (1990) üretimde esneklik konusuyla ilgili geniş bir literatür taraması sunmuştur. Üretimde süreç esnekliği ise bir firmanın farklı tesisler ya da kaynaklar kullanarak, farklı ürün üretebilme yeteneği olarak tanımlanmıştır (Chou ve diğerleri, 2014). Jordan ve Graves'in (1995) makalesi süreç esnekliği literatüründeki en önemli çalışmalardan biridir. Bu makalede süreç esnekliğinde kısmi esneklikten ilk defa bahsedilmiştir. Kısmi esnekliğin tam esneklik tasarımının neredeyse tüm faydalarını sağlayabildiği Zincir Tasarımı (Chaining Design) fikrini öne sürmüştür. Bu tasarıma göre  $N$  adet tesis sırasıyla kendisinden sonraki tesiste üretilen en az bir ürünü üretebilmektedir. Jordan ve Graves, bu şekilde tesisler arasında mümkün olduğu kadar uzun bir zincir kurmanın sistemin toplam performansını artıracaklarını öne sürmektedir. Bu zincir boyunca her tesisin  $k$  adet ürün ürettiği tasarımlar " $k$ 'lı zincir tasarımı" (ikili zincir tasarımı, üçlü zincir tasarımı vs.) olarak adlandırılmaktadır. Tablo 1'de ikinci sırada temsil edilen sistem yapısı bir ikili zincir tasarımıdır.

Kısmi esneklik farklı varsayımlar altında ve farklı çözüm yöntemleri kullanılarak çalışılmıştır. Chou ve diğerleri (2008) "kısmi esnekliğin sistemin performansını önemli ölçüde artırabildiği" varsayımının doğruluğunu iki aşamalı programlama modeline dayanarak göstermiştir. Chou ve diğerleri (2014) talepteki belirsizliklerle başa çıkabilmek için iki farklı strateji olan süreç esnekliğini ve üretim ertelemesini birlikte incelemiştir. Chou ve diğerleri (2011) tam esneklik tasarımının sağladığı faydaya yakın performans sağlayan esneklik tasarımını bulabilmek için basit ve uygulanabilir bir sezgisel sunmuştur.

Jordan ve Graves'in ortaya koyduğu uzun zincir tasarımı tüm varsayımlar altında optimal sonuç vermeyebilir. Desir ve diğerleri (2016) bu durumu deneysel analizler yaparak göstermiştir. Fiorotto ve diğerleri (2018) maliyetler açısından, uzun zincir tasarımının kapasite seviyesinin yeterli olduğu ve homojen senaryolar için tam esnekliğin neredeyse tüm faydalarını elde ettiğini kanıtlamıştır. Fakat kapasite seviyesinin az olduğu ve homojen olmadığı varsayımı altında uzun zincir tasarımının optimal performans göstermediğini ortaya koymuştur.

Üretimde süreç esnekliği kullanımı ve stok üzerine üretim yapmak talep belirsizliği ile başa çıkabilmenin ve tedarik zincirindeki olası riskleri azaltmanın temel stratejilerindendir (Simchi ve diğerleri, 2018). Literatürde bu iki yöntemi bir arada inceleyen çalışma sayısı kısıtlıdır. Çimen ve Belbağ (2016) çalışmasında süreç esnekliği ve kapasite kısıtı varsayımı altında stok optimizasyonu problemini Markov Karar Süreci olarak modellemiş ve Dinamik Programlama yöntemi kullanarak çözmüştür. Soysal ve Çimen (2017) süreç esnekliğine sahip sistemlerde üretilen ürünler için farklı talep yapılarının (durağan, artan, azalan, hareketli) envanter maliyetlerine etkisini incelemiştirlerdir. Analizler sonucunda talep yapılarındaki değişikliğin fabrikaların süreç esnekliğinden faydalanma oranlarını önemli ölçüde etkilediğini ortaya koymuşlardır. Feng ve Shen (2018) esnek üretim sistemlerinde tek dönemli stok ve üretim kararları üzerine bir çalışma yapmışlardır. Bir esneklik problemini üretim envanter sistemiyle genişleterek stok üzerine çalışan işletmelerde süreç esnekliğinin ne şekilde kullanılması gerektiğine odaklanmışlardır. Simchi ve diğerleri, (2018) süreç esnekliği ve envanter arasındaki ilişkiyi iki aşamalı bir optimizasyon problemi olarak modellemiştir. Kaminsky ve Wang (2019) ise süreç esnekliği ve envanter tutma kabiliyetlerinin ikame

olduğunu gösteren bir çalışma ortaya koymuştur. Tablo 2'de süreç esnekliği literatüründe sistem tasarımlarını inceleyen makaleler özetlenmiştir.

**Tablo 2. Literatürde sistem tasarımları üzerine yapılan çalışmalar**

Makaleler	Çözüm Yöntemi	Planlama Ufku		Amaç Fonksiyonu
		Tek Dönemli	Çok Dönemli	
Jordan ve Graves (1995)	LP	*		Minimum Talep Kaçırma
Graves ve Tomlin (2003)	LP	*		Minimum Talep Kaçırma
Chou ve diğerleri (2008)	S	*		Maksimum Akış
Mak ve Shen (2009)	LP	*		Maksimum Kar
Chou ve diğerleri (2010)	LP	*		Maksimum Akış
Chou ve diğerleri (2011)	S	*		Maksimum Fayda
Simchi-Levi ve Wei (2012)	LP	*		Maksimum Satış
Chou ve diğerleri (2014)	LP	*		Minimum Talep Kaçırma
Simchi-Levi ve Wei (2015)	LP	*		En Kötü Durum Analizi
Desir ve diğerleri (2016)	LP	*		Maksimum Akış
Çimen ve Belbağ (2016)	DP		*	Minimum Maliyet
Soysal ve Çimen (2017)	LP		*	Minimum Maliyet
Fiorotto ve diğerleri (2018)	LP		*	Minimum Maliyet
Feng ve Shen (2018)	LP	*		Minimum Maliyet
Çimen ve Kirkbride (2017)	DP		*	Minimum Maliyet
Soysal ve diğerleri (2018)	LP		*	Minimum Maliyet
Simchi-Levi (2018)	LP	*		Minimum Maliyet
Kaminsky ve Wang (2019)	LP	*		Maksimum Akış

LP: Doğrusal Programlama, DP: Dinamik Programlama, S: Sezgisel.

Literatür taraması sonucunda süreç esnekliği literatüründe üretim-envanter optimizasyonu yapılan çalışmalar arasında sistem tasarımını envanter maliyetleri açısından optimize eden bir çalışma bulunmadığı görülmüştür. Bu çalışmanın amacı, süreç esnekliği probleminde optimal sistem tasarımı kararlarının bulunması ve bu kararların envanter maliyetleriyle ilişkisinin incelenmesidir. Optimal sistem tasarımı kararları, üretilebilecek ürün miktarını ve envanter kararlarını doğrudan etkileyecektir. Bu çalışmada sunulacak sayısal analizler sistem tasarımı kararlarının, operasyonel maliyetlere ve yatırım amortisman maliyetlerine etkisini incelemek ve süreç esnekliği için yatırım yapacak olan karar vericilere, yapılacak olan yatırımın karşılığı ile ilgili fikir vermek amaçlarını taşımaktadır.

### 3. SÜREÇ ESNEKLİĞİ PROBLEMİ VE DOĞRUSAL PROGRAMLAMA MODELİ

Bu makalede ele alınan süreç esnekliği tasarımı probleminde  $F$  adet tesis ve  $P$  adet ürün çeşidi bulunmaktadır. Gerekli yatırımlar yapıldığı takdirde tesislerin her birinde birden fazla ürün, her ürün de birden fazla tesiste üretilebilmektedir.  $T$  dönemli sonlu planlama ufku ve deterministik talep varsayımları bulunmaktadır.

Bir tesiste üretilen ürün miktarı üretim tesislerinin kapasiteleri ile sınırlıdır. Tesislerde birim üretim, birim elde bulundurma, birim ceza ve bağlantı ekleme yatırım amortisman maliyetleri ile karşılaşılacaktır. Birim üretim maliyeti bir birim ürünü üretebilmek için katlanılan maliyettir. Birim maliyet her bir ürün-tesis çifti için farklı olabilir. Birim elde bulundurma maliyeti dönem sonunda elde kalan ürünler için katlanılan stok maliyetleridir. Birim ceza maliyeti dönem sonunda stoksuz kalındığı için karşılanamayan talep miktarının oluşturduğu maliyettir. Bağlantı ekleme maliyeti ise her bir tesiste esnekliği artırabilmek (tesiste üretilebilecek ürün çeşidi sayısı) için katlanılan yatırımın dönemsel amortisman maliyetleridir. Üretim maliyeti her bir tesiste üretilen ürün miktarıyla, elde bulundurma maliyeti her bir ürün için tutulan stok miktarıyla, ceza maliyeti dönem sonunda kaçırılan talep miktarıyla ve bağlantı ekleme maliyeti bir tesiste üretilebilen ürün çeşidi sayısı ile doğru orantılıdır. Tablo 3'te buradan itibaren kullanılacak olan notasyon bilgileri verilmiştir.

**Tablo 3. Çalışmada kullanılan notasyonlar**

Sembol	Açıklama	Birim
<b>Kümeler ve Parametreler</b>		
$F$	Tesis kümesi $F = \{1,2 \dots  F\}$	
$P$	Ürün kümesi $P = \{1,2 \dots  P\}$	
$T$	Planlama ufku $T = \{1,2 \dots  T\}$	
$B$	Bağlantı sayısı $B = \{1,2 \dots  B\}$	
$u_{fp}$	Birim üretim maliyeti	TL / adet
$h_p$	Birim elde bulundurma maliyeti	TL / adet
$s_p$	Birim ceza maliyeti	TL / adet
$l_b$	Fabrikalara bağlantı eklemenin yatırım amortisman maliyeti	TL / adet
$d_{p,t}$	$T$ döneminde $p$ ürünü için oluşan talep miktarı	Adet
$c_f$	$f$ tesisinin üretim kapasitesi kısıtı	Adet
$k_p$	$p$ ürününün dönem başında elde bulunan stok miktarı	Adet
<b>Karar Değişkenleri</b>		
$\gamma_{f,p}$	$p$ ürününün $f$ tesisinde üretilip üretilmediği, 0-1 değişkeni	
$\Omega_{f,b}$	$f$ tesisinde toplam $b$ adet bağlantı olup olmadığı, 0-1 değişkeni	
$Q_{f,p,t}$	$t$ döneminde $p$ ürününün $f$ tesisindeki üretim miktarı.	Adet
$\theta_{p,t}^-$	$p$ ürünü için $t$ dönemi sonunda karşılanamayan talep miktarı	Adet
$\theta_{p,t}^+$	$p$ ürünü için $t$ dönemi sonunda elde kalan stok miktarı	Adet
$\theta_{p,t}$	$p$ ürünü için $t$ döneminin başında stok miktarı	Adet

Bu çalışmada kısmi süreç esnekliği varsayımında ürün ve fabrikalar arasındaki ilişki karar değişkeni olarak ele alınacak ve böylece optimal üretim sistemi tasarımı kararı elde edilecektir. Bu şekilde kısmi esneklik tasarımlarının optimal üretim ve envanter kararlarına etkisi incelenecektir.  $T$  dönemli sonlu planlama ufkuна sahip problemimizde periyodik olarak her dönem başı için üretim hedefleri belirlenecektir. Çalışmada Çimen ve diğerleri (2016) tarafından süreç esnekliği problemi için sunulan doğrusal programlama modeli yukarıda bahsedilen varsayımlara göre uyarlanmıştır.

$$\min z = \left[ \sum_{t \in T} \left( \sum_{f \in F} \sum_{p \in P} u_{fp} Q_{fpt} + \sum_{p \in P} h_p \theta_{pt}^+ + \sum_{p \in P} s_p \theta_{pt}^- \right) + \sum_{f \in F} \sum_{b \in B} l_b \Omega_{fb} \right] \quad (1)$$

Kısıt setleri altında (subject to):

$$\theta_{pt}^+ \geq \sum_{f \in F} Q_{fpt} + \theta_{pt} - d_{pt} \quad \forall p \in P, t \in T \quad (2)$$

$$\theta_{pt}^- \geq d_{pt} - \sum_{f \in F} Q_{fpt} - \theta_{pt} \quad \forall p \in P, t \in T \quad (3)$$

$$\theta_{p0} = k_p \quad \forall p \in P \quad (4)$$

$$\theta_{pt+1} \geq \sum_{f \in F} Q_{fpt} + \theta_{pt} - d_{pt} \quad \forall p \in P, t \in T \quad (5)$$

$$\sum_{p \in P} Q_{fpt} \leq c_f \quad \forall f \in F, t \in T \quad (6)$$

$$Q_{fpt} \leq c_f \gamma_{fp} \quad \forall f \in F, t \in T, p \in P \quad (7)$$

$$\sum_{p \in P} \gamma_{fp} - 1 \leq B \Omega_{fb} \quad \forall f \in F, b \in B \quad (8)$$

$$Q_{fpt} \geq 0 \quad \forall f \in F, t \in T, p \in P \quad (9)$$

$$\theta_{pt}^+ \geq 0 \quad \forall t \in T, p \in P \quad (10)$$

$$\theta_{pt}^- \geq 0 \quad \forall t \in T, p \in P \quad (11)$$

$$\gamma_{fp} \in \{0,1\} \quad \forall f \in F, p \in P \quad (12)$$

$$\Omega_{fb} \in \{0,1\} \quad \forall f \in F, b \in B \quad (13)$$

Süreç esnekliği varsayımında optimal üretim ve envanter kararlarının verildiği model bir amaç fonksiyonu (Eşitlik 1) ve on kısıttan (Eşitlik 2-13) oluşmaktadır.

Amaç fonksiyonu (Eşitlik 1), üretim maliyeti, elde bulundurma maliyeti, ceza maliyeti ve yatırım maliyetlerinden oluşmaktadır. Envanter kararları ile ilgili kısıt setleri Eşitlik 2-5 ile ifade edilmiştir. Eşitlik 2

ile verilen kısıt seti her bir dönemde her bir ürün için elde bulundurulmuş envanter miktarını ve Eşitlik 3 ile verilen kısıtı ise yine her bir dönemde her bir ürün için karşılanamayan talep miktarını belirlemek için kullanılmıştır. Eşitlik 4 ile verilen kısıt ürünlerin planlama ufkunun başındaki envanter miktarını ifade etmek için kullanılmıştır. Eşitlik 5'te verilen kısıt ise her bir ürün için her dönem başındaki stok miktarını belirlemek için kullanılmaktadır.

Eşitlik 6 ile her bir tesisin ilgili dönemdeki üretim miktarı o tesisin kapasitesiyle sınırlandırılmıştır. Eşitlik 7 ile verilen kısıt belirlenen sistem tasarımlarının üretim kararlarına etkisini ifade etmektedir. Bu kısıt seti ile  $f$  tesisinde üretilecek  $p$  ürününün miktarı belirlenmektedir. Eşitlik 8 her bir  $f$  tesisinde toplam  $b$  adet bağlantı olup olmadığını belirlemektedir. Eşitlik 9-11 ile verilen kısıt setleri üretim, elde bulundurma ve kaçırılan talep miktarlarının pozitif olması gerektiğini ifade etmektedir. Eşitlik 12 ve 13 ise sistem tasarımıyla ilgili karar değişkenlerinin ikili değerler alabildiğini göstermektedir.

Çimen ve diğerleri (2016) tarafından sunulan doğrusal programlama modeli ise aşağıda belirtildiği üzere (Eşitlik 14) numaralı amaç fonksiyonu ve (Eşitlik 2-7 ve Eşitlik 9-12) numaralı kısıt setlerinden oluşmaktadır. Sunulan doğrusal programlama modelinden görüldüğü üzere Çimen ve diğerlerinin (2016) çalışmasında amaç fonksiyonunda bağlantı eklemenin yatırım amortisman maliyetleri ve optimal sistem tasarımı göz önünde bulundurulmamıştır:

$$\min z = \left[ \sum_{t \in T} \left( \sum_{f \in F} \sum_{p \in P} u_{fp} Q_{fpt} + \sum_{p \in P} h_p \theta_{pt}^+ + \sum_{p \in P} s_p \theta_{pt}^- \right) \right] \quad (14)$$

Kısıt setleri altında (subject to):

Kısıt seti (2-7)

Kısıt seti (9-12)

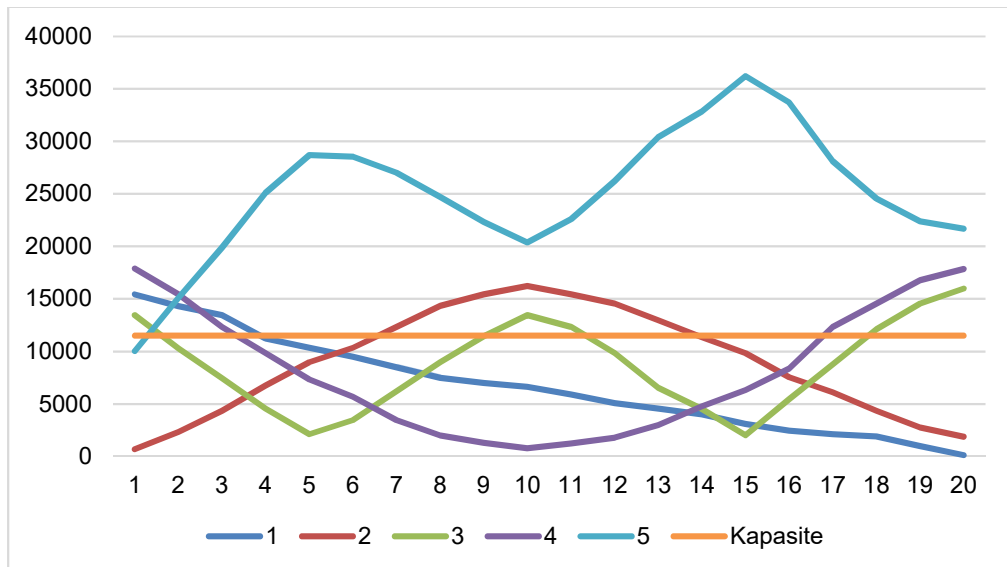
#### 4. SAYISAL ÇALIŞMA

Bu bölümde üretim, envanter ve sistem tasarımı kararları ile envanter maliyetleri arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Çalışmanın bundan sonraki kısmında sayısal analiz için kullanılan deney tasarımı ile ilgili bilgi verilmiş ve sonuçlar tartışılmıştır.

##### 4.1. Deney Tasarımı

Sayısal çalışmada farklı parametrelerle 10.000 farklı problem çözülerek bir benzetim çalışması yapılmıştır. Kullanılan sistem 5 ürün ve 5 tesisden oluşmaktadır. Planlama ufku 20 dönemdir ve her dönem için talep miktarları planlama ufkunun başında bilinmektedir.

Problemimizde her bir ürün için farklı talep yapıları kullanılmıştır. Şekil 1'de her dönemde her bir ürüne ait talep yapılarının ortalama değerleri ( $\bar{d}$ ) sunulmuştur. Benzetimin her iterasyonunda bu talep yapıları rastgele olarak ürünlere atanmıştır. Ardından her ürün için talep miktarları, Tekdüze Dağılım kullanılarak, ortalama değerlerin  $\pm 100$  birim aralığında ( $unif(\bar{d} - 100, \bar{d} + 100)$ ) rastgele tam sayılardan oluşturulmuştur. Elde bulundurma, ceza ve bağlantı ekleme maliyetleri ise Tablo 4'te gösterildiği üzere Tekdüze Dağılım'dan çekilen rastgele tam sayı değerlerden oluşmaktadır.



Şekil 1. Ürünlerin talep yapıları grafiği

**Tablo 4. Parametrelerin aralık değerleri**

<i>Parametreler</i>	<i>Aralık Değerler</i>
Elde Bulundurma Maliyeti	<i>unif</i> (1, 15)
Ceza Maliyeti	<i>unif</i> (30, 150)
Birinci Bağlantıyı Ekleme Maliyeti	<i>unif</i> (15.000, 175.000)
İkinci Bağlantıyı Ekleme Maliyeti	<i>unif</i> (17.500, 200.000)
Üçüncü Bağlantıyı Ekleme Maliyeti	<i>unif</i> (20.000, 225.000)
Dördüncü Bağlantıyı Ekleme Maliyeti	<i>unif</i> (22.500, 250.000)

Her bir tesisin üretim kapasitesi, birim üretim maliyetleri ve dönem başı stok miktarı parametrelerinin tüm iterasyonlarda aynı olduğu kabul edilmiştir. Her ürün için planlama ufkunun başında başlangıç stoku bulunmadığı kabul edilmiştir. Her bir tesis için kapasite miktarı 11.500 birim olarak belirlenmiştir. Üretim maliyetleri ise her bir ürün-tesis çifti için farklılık gösterebilmektedir. Tablo 5'te tesislerdeki ürünlerin birim üretim maliyetleri sunulmaktadır.

**Tablo 5. Birim üretim maliyetleri (TL)**

	$P_1$	$P_2$	$P_3$	$P_4$	$P_5$
F1	10	10,5	11	11,5	12
F2	12	10	10,5	11	11,5
F3	11,5	12	10	10,5	11
F4	11	11,5	12	10	10,5
F5	10,5	11	11,5	12	10

Bu çalışmada planlama ufku boyunca hangi ürünün hangi tesiste ne kadar üretileceğinin ve tesislerde üretilebilecek ürünlerin kararı verilmektedir. Bu çerçevede farklı parametrelerden sistem esnekliğinin nasıl etkilendiği ve optimal sistem tasarımı kararının nasıl değiştiği analiz edilmiştir. Oluşturulan model, 10.000 iterasyonlu benzetimin her iterasyonunda Excel Open Solver Programı kullanılarak çözülmüş ve sonuçlar incelenmiştir.

#### 4.2. Örnek Olay İncelemesi

Çalışmanın bu bölümünde bir örnek olay incelemesi sunulmaktadır. Örnek olay sonuçları sistem tasarımı ve maliyetler (elde bulundurma, ceza, üretim ve bağlantı ekleme maliyetleri) açısından ele alınmıştır.

Tablo 6'da örnek olay için kullanılan maliyet parametrelerinin değerleri gösterilmektedir. Ürünlerin planlama ufku boyunca karşılaştıkları talep miktarları ise Ek 1'de sunulmuştur. Belirtilen parametrelerle çözülen modelin sonuçları Tablo 7'de sunulmuştur.

**Tablo 6. Örnek problem parametre değerleri**

<i>Parametreler</i>	<i>Değerler (TL)</i>
Birim Elde Bulundurma Maliyeti	9
Birim Ceza Maliyeti	64
Birinci Bağlantıyı Ekleme Maliyeti	31.633
İkinci Bağlantıyı Ekleme Maliyeti	23.351
Üçüncü Bağlantıyı Ekleme Maliyeti	149.164
Dördüncü Bağlantıyı Ekleme Maliyeti	163.958

**Tablo 7. Örnek problem sonuçları**

	$P_1$	$P_2$	$P_3$	$P_4$	$P_5$	<i>Maliyet Kalemleri</i>	<i>Sonuçlar (TL)</i>
F <sub>1</sub>	✓	✓	✓	-	-	Üretim Maliyeti	10.309.389,50
F <sub>2</sub>	✓	✓	✓	-	-	Elde Bulundurma Maliyeti	0
F <sub>3</sub>	-	-	✓	✓	-	Ceza Maliyeti	0
F <sub>4</sub>	-	-	-	✓	✓	Bağlantı Ekleme Amortisman Maliyeti	228.218,00
F <sub>5</sub>	✓	-	✓	-	✓	Toplam Maliyet	10.537.607,50

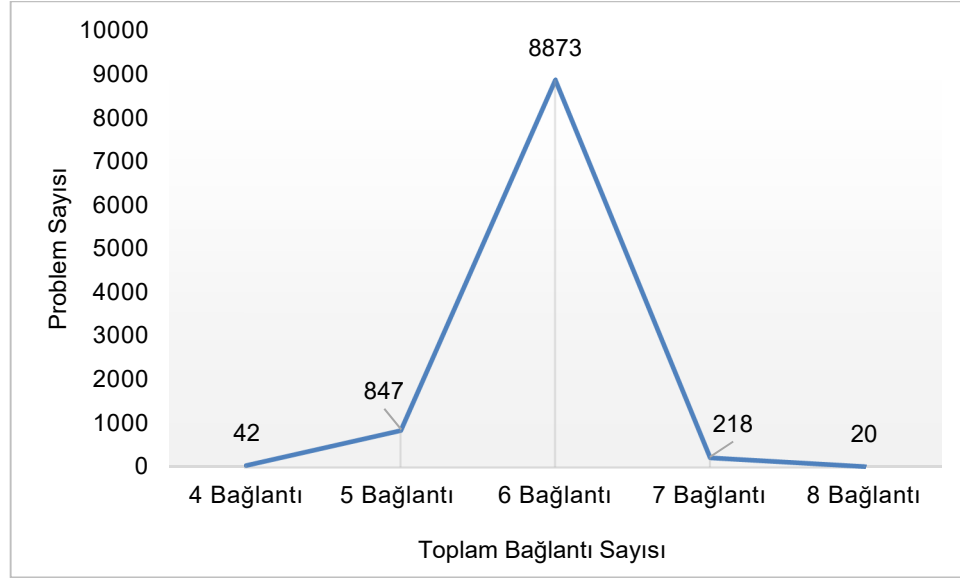
Tablo 7'de optimal sistem tasarımı sonucu incelendiğinde, fabrikaların kendi ürünleri hariç 8 adet bağlantı yatırımı yapıldığı görülmektedir (Tablo 7'de onay işaretleri (✓) tesiste ürünün üretilebildiğini, tire işaretleri (-) ise üretilemediğini ifade eder, altı çizgili rakamlar eklenen bağlantıları temsil eder). Planlama ufku boyunca üretim kararları incelendiğinde toplamda eklenen 8 bağlantının tümünün kullanıldığı bir dönem olmadığı görülmüştür. Eklenen bağlantılar her dönem taleplerle bağlantılı olarak ihtiyaç durumuna göre kullanılmıştır. Bağlantıların yeterli olduğu, maliyet kalemleri incelendiğinde de görülebilmektedir. Tablo 7'de görüleceği üzere bu sistem tasarımı kullanılarak elde bulundurma ve talep kaçırma maliyetlerine



katlanılmamıştır. Dolayısıyla bu sistem tasarımının, tam esnekliğin sağlayabileceği talep karşılama avantajının tamamını sağladığı anlaşılmaktadır.

#### 4.3. Fabrika Bağlantı İstatistikleri

Bu bölümde, çözülen 10.000 problemde elde edilen optimal sistem tasarımı seçimleriyle ilgili istatistikler verilmiştir. Bu amaçla tesislerde kurulan ek (kendi ürünleri hariç) bağlantılara (Örn. Şekil 2) ve maliyet kalemlerine (Örn. Şekil 3-4) ilişkin istatistikler sunulmuştur.

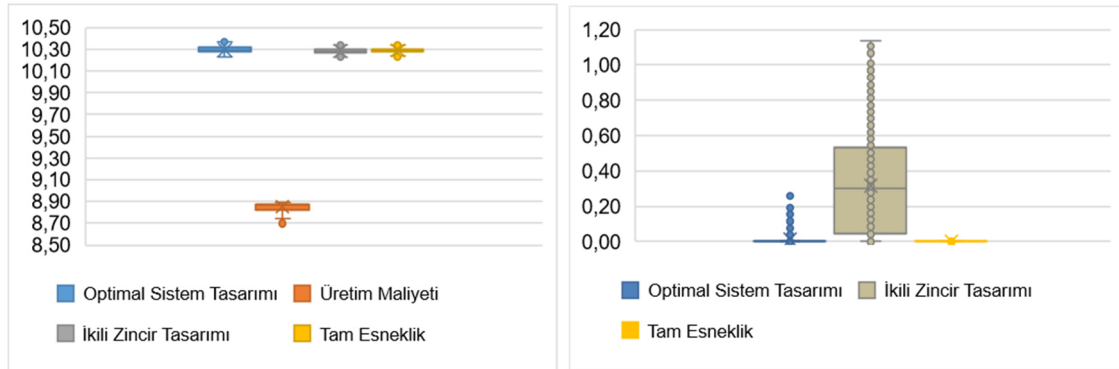


Şekil 2. Çözülen problemlerde toplam bağlantı sayısı grafiği

Şekil 2'de çözülen 10.000 farklı örnek problemin her birinde kaç ek bağlantı kurulduğuna ilişkin dağılım grafiği verilmiştir. Bu grafiğe göre çözülen problemlerin büyük bir çoğunluğunda 6 ek bağlantının olduğu görülmektedir. Optimal tasarımlarda sisteme en fazla 8 bağlantı eklenmiştir. Bu durum modelin fazla yatırım amortisman maliyetine katlanmaktan kaçınmasıyla ilgilidir. Benzer şekilde optimal sistem tasarımlarında en az 4 ek bağlantı kurulmuştur. Daha az bağlantı eklenen durumlar, oluşabilecek ceza ve elde bulundurma maliyetleri yatırım maliyetlerinden daha fazla olacağı için tercih edilmemiştir. Ayrıca çözülen problemlerden 503 tanesinde ikili zincir tasarımının optimal sonuç olduğu tespit edilmiştir.

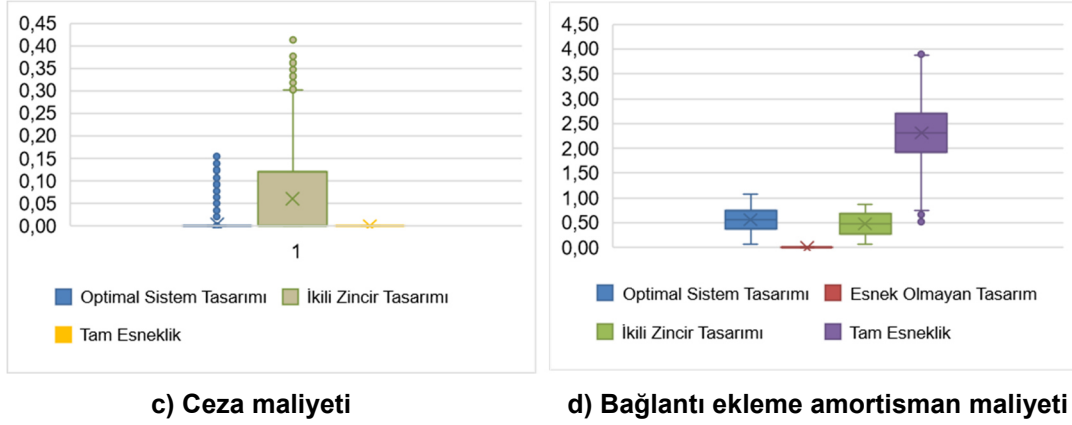
#### 4.4. Maliyetler

Bu bölümde üç farklı geleneksel esneklik tasarımı (esnek olmayan tasarım, ikili zincir tasarımı ve tam esneklik tasarımı) ve optimal çözümlerde elde edilen sistem tasarımlarının performans değerlendirmesi maliyetler açısından ele alınmıştır. Bu amaç doğrultusunda benzetimde çözülen 10.000 farklı senaryo için her bir esneklik tasarımı ile elde edilen maliyetler, her bir maliyet kalemi (üretim, elde bulundurma, ceza ve yatırım amortisman maliyetleri) açısından Şekil 3'te, toplam maliyet açısından ise Şekil 4'te özetlenmiştir. Esnek olmayan tasarımın maliyetleri diğer tasarımların çok üzerinde olduğundan, diğer tasarımlar arasında daha iyi bir karşılaştırma yapılabilmesi amacıyla seçilen maliyet eksenini değerlerinin dışında kalmış ve Şekil 3b ve 3c'de gösterilememiştir.



a) Üretim maliyeti

b) Elde bulundurma maliyeti



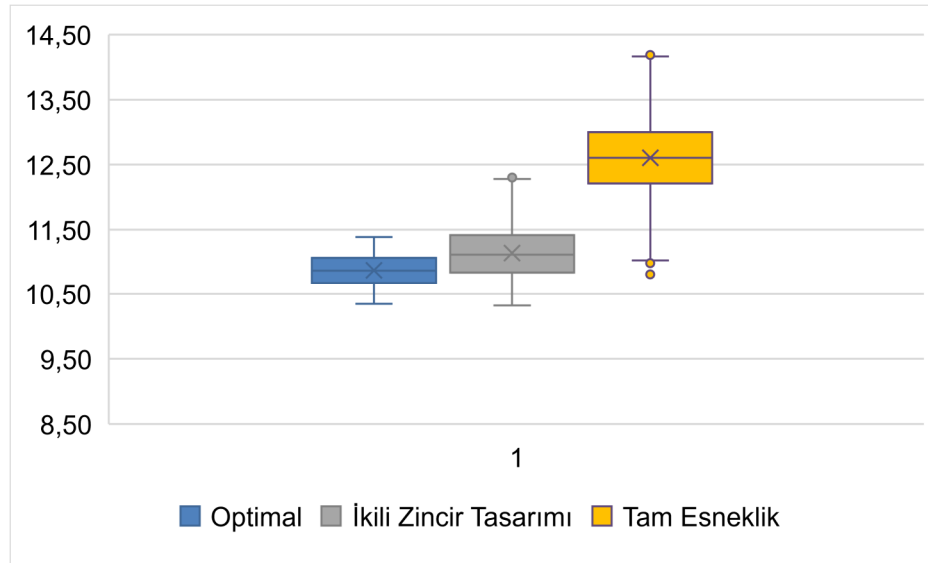
**Şekil 3. Farklı sistem tasarımlarının maliyet kalemleri açısından performans değerlendirilmesi (Milyon TL)**

Şekil 3(a)'da görüldüğü üzere en düşük üretim maliyetlerini sağlayan tasarım esnek olmayan sistem tasarımıdır. Bu durum kısmen her fabrikada sadece kendi (düşük birim üretim maliyetine sahip) ürününün üretilmesiyle ilgili olsa da kısmen de bu tasarımın az üretim yaparak talebin tamamını karşılayamıyor olmasından kaynaklanmaktadır. Bu sebeple diğer maliyet kalemleri bu tasarımın üretim maliyeti avantajını bertaraf etmektedir. Şekilde diğer tasarımlar arasında ciddi üretim maliyeti farklarının oluşmadığı gözlemlenmektedir. Bu da ilgili tasarımların benzer talep karşılama seviyelerine sahip olduğunu göstermektedir.

Şekil 3(b)'de farklı sistem tasarımlarının elde bulundurma maliyetleri sonuçları karşılaştırılmaktadır. Şekilden görüleceği üzere en fazla elde bulundurma maliyetine katlanan sistem ikili zincir tasarımıdır. Tesisler sadece iki ürün üretebildikleri için sistem ceza maliyetine katlanmamak amacıyla daha fazla envanter maliyetine katlanmıştır. Optimal sistemdeki ortalama elde bulundurma maliyeti 11.670 TL iken tam esnek sistemde sadece 65 TL olduğu gözlemlenmiştir. Bunun sebebi, tam esnek sistemlerde fabrikalar tüm ürünleri üretebildiği için envanter maliyetine katlanmak zorunda kalınmamasıdır.

Üretim sistemleri ceza maliyetleri açısından incelendiğinde en fazla ceza maliyetine katlanan sistem esnek olmayan sistemdir. Şekil 3(c)'de görüldüğü üzere ikili zincir tasarımında katlanılan ceza maliyeti optimal sistemden daha fazladır. Optimal sistem tasarımında süreç esnekliği sayesinde kullanılabilir atıl kapasiteler olacağından model çok daha az ceza maliyetine katlanmıştır. Optimal sistemde katlanılan ortalama ceza maliyeti 3.267,6 TL iken, ikili zincir tasarımında 60.410 TL'dir. Çözülen senaryolarda tam esnek sistemlerde ceza maliyetine hiçbir zaman katlanılmamıştır. Tüm tesislerin bütün ürünleri ürettiği durumda sistemler atıl kapasiteleri kullanarak talebin tamamını zamanında karşılayabilmektedir.

Esnekliğinin olmadığı sistemlerde tesisler için herhangi bir yatırım maliyetine katlanılmamaktadır. Tablo 1'e bakıldığında tam esnek sistemlerde tesisler tüm ürünleri üretebildiği için beş ürün ve beş tesise sahip bir sistemde tesislerin kendi ürünleri hariç toplamda 20 bağlantı eklendiği görülmektedir. Bu durum tam esnek sistemlerdeki bağlantı ekleme maliyetlerinin fazla olmasını açıklamaktadır. Şekil 3(d) incelendiğinde optimal sistem tasarımının bağlantı ekleme maliyetlerinin, ikili zincir tasarımı maliyetlerine göre daha fazla olduğu gözlemlenmektedir. Şekil 2'de de görüldüğü üzere optimal sistemde çözülen problemlerin %88,7'sinde toplamda sisteme 6 bağlantı eklenmiştir. Buna göre belirlenen talep yapıları için ikili zincir tasarımının tam anlamıyla yeterli gelmediği çıkarımı yapılabilir.



**Şekil 4. Farklı sistem tasarımlarının toplam maliyetleri açısından performans değerlendirilmesi (Milyon TL)**

Şekil 4'te sistemlerin toplam maliyetler açısından performansları incelendiğinde en yüksek toplam maliyetin tam esnek tasarıma sahip sistemde ortaya çıktığı görülmektedir. Tam esnek tasarımda ortaya çıkan ortalama toplam maliyetin optimal sistemden %13,7 daha fazla olduğu sonucu elde edilmiştir. Bu durum tam esnek sistemlerde yatırım amortisman maliyetlerinin çok daha fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Bu da Jordan ve Graves'in (1995) kısmi esneklik tasarımının gerekliliğini açıklarken önerdiği, tam esnek sistemlerin, gerekli yatırım maliyetleri sebebiyle çoğu zaman ulaşılamaz olduğu teziyle uyumludur. Yatırım maliyetlerinin yüksek olması toplam maliyeti artırmış ve sistem performansını olumsuz etkilemiştir. Daha önce de belirtildiği gibi çözülen problemlerin toplamda 503 tanesinde ikili zincir tasarımı optimal sonuç olarak elde edilmiştir. Şekil 4 incelendiğinde, ikili zincir tasarımınınikiyle karşılaştırıldığında optimal sistemin toplam maliyet açısından ortalama %2,4 daha iyi performans gösterdiği görülmektedir. Bu durum yine ikili zincir tasarımının tam esnek sistemlere nazaran daha uygulanabilir olduğu tezini desteklemektedir. Ayrıca bu etkin tasarımın dâhi optimal çözümden %2,4 daha yüksek maliyete sahip olması, bu makalede sunulan modelin gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Özetle, yapılan çalışmada üç geleneksel esneklik tasarımı ve optimal sistem tasarımı; üretim, elde bulundurma, ceza ve bağlantı ekleme maliyetleri açısından benzetim çalışması yapılarak incelenmiştir. Yapılan analizlerde esnek olmayan sistemin, toplam üretim miktarının düşük olması ve esneklik yatırımlarına kapalı olması sebepleriyle üretim ve bağıntı maliyeti açısından avantajlı olduğu görülse de karşılanamayan talep ve yüksek elde bulundurma miktarları sebebiyle toplam maliyette en dezavantajlı sistem olduğu anlaşılmıştır. İkili zincir ve optimal sistem tasarımları arasında, bağıntı ekleme maliyetleri temel farkı oluşturmakta ve diğer maliyetler açısından ikili zincir tasarımının dezavantajlarını ortadan kaldırmaktadır. Ancak, bu çalışmada sunulan ve tüm maliyetleri dikkate alan doğrusal programlama modeli kullanılarak seçilen optimal tasarım, elde bulundurma ve ceza maliyetlerini, gereksiz bağlantı maliyetlerine yol açmayacak ve âtil kapasiteleri en aza indirecek şekilde bağıntılar oluşturularak azaltmaktadır. Bu da geliştirilen doğrusal programlama modeli kullanılarak elde edilen optimal tasarımı toplam maliyet açısından diğer sistemlerden daha avantajlı kılmaktadır. Sonuç olarak, önerilen doğrusal programlama modelinin sistem tasarımının belirlenmesinde karar vericiye destek olabileceği söylenebilir.

## 5. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada süreç esnekliği varsayımı altında optimal üretim, envanter ve sistem tasarımı kararları verilmesi için bir doğrusal programlama modeli sunulmuştur. Bu çerçevede süreç esnekliği problemi, yatırım amortisman maliyetlerini ve optimal sistem tasarımı kararını da göz önünde bulundurarak karma tam sayılı doğrusal programlama ile modellenmiştir. Geliştirilen model kullanılarak, optimal, esnek olmayan, kısmi esnek ve tam esnek tasarımların üretim sistemi ve maliyetler üzerindeki etkisi ile ilgili değerlendirmeler yapılmıştır. Söz konusu problemde her bir sistem tasarımı için farklı ceza maliyetleri, elde bulundurma maliyetleri, bağlantı ekleme maliyetleri ve talep değerleri ile 10.000 senaryo oluşturularak bir benzetim çalışması yapılmıştır. Oluşturulan senaryolar geleneksel sistem tasarımları ve optimal sistem tasarımı varsayımlarıyla çözülmüş ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Sayısal sonuçlar incelendiğinde, literatürle uyumlu olarak süreç esnekliğinin dikkate alınmadığı sistemlerin, diğer sistemlere göre daha kötü performans sergilediği gözlemlenmiştir. Esnek olmayan sistemlerde kapasite yetersiz kalabilmekte ve dolayısıyla ceza maliyetleri ve toplam maliyet önemli ölçüde etkilenmektedir. İkili zincir tasarımının dikkate alındığı durumlarda elde bulundurma maliyetlerinin optimal tasarım ve tam esnek tasarım modellerine göre daha fazla olduğu görülmüştür. Ancak ikili zincir tasarımının bazı senaryolarda optimal sonuç olması bu tasarımın etkinliğini göstermektedir ve Jordan ve Graves'in (1995) çalışmasını da destekler niteliktedir. Tam esnek üretim sisteminin, envanter maliyetleri açısından yüksek performans gösterse de yatırım maliyetlerinin yüksekliği sebebiyle çoğu durumda uygulanabilir olmadığı görülmüştür. Son olarak karşılaştırılan geleneksel esneklik tasarımları içerisinde en düşük ortalama maliyetleri sağlayan ikili zincir tasarımının dâhi optimalden %2,4 daha yüksek sonuç vermesi, sunulan modelin gerekliliğini ve bir karar destek sistemi olarak uygulamadaki faydasını ortaya koymaktadır. Yapılan çalışmada önerilen model işletmelerin gereksiz yatırım ve envanter maliyetlerine katlanmalarını önleme potansiyeline sahiptir. Aynı zamanda minimum talep kaçırma maliyetine katlanılmasını sağlayarak işletmelerin rekabet avantajlarına ve pazar paylarının korunmasına da olumlu yönde katkı sağlayabilecektir.

Çalışmada sunulan sayısal analizler, önerilen tam sayılı doğrusal programlama modelinin hem yatırım kararları hem de üretim-envanter kararları için envanter maliyetleri açısından üretim sisteminin verimliliğini belirgin ölçüde artırdığını ortaya koymaktadır. Sonuçlar incelendiğinde, modelin önerdiği kararlarda, ortalama olarak, en yakın rakibi olan ikili zincir tasarımından biraz daha fazla yatırım girdisiyle elde bulundurma ve ceza maliyetlerinde ciddi tasarruflar sağlandığı, böylece yatırım maliyetlerinin de dahil edildiği toplam maliyetlerde avantajlı hale geldiği görülmektedir. Başka bir ifadeyle girdideki küçük bir artış çıktıda daha büyük kazanımlara sebep olmuş ve neticede verimliliği artırmıştır.

Çalışılan problemde 5 ürün ve 5 tesisin olması çalışmanın kısıtlarındandır. Gelecekteki çalışmalarda daha büyük ölçekli problemler üzerinde yoğunlaşabilir ve bu amaçla büyük boyutlu problemlerin çözülmesi için sezgisel yöntemler geliştirilebilir. Konuya ilişkin gelecek çalışmalar, benzer karşılaştırmaların sabit üretim maliyeti, pozitif tedarik süresi gibi varsayımlarla yapılmasını içerebilir. İncelenen problemde ürünler için karşılaşılabilecek olan taleplerin planlama ufkunun başında bilindiği varsayımı da çalışmanın kısıtları arasındadır. Birçok gerçek hayat probleminde, ilgili taleplerin kesin olarak önceden bilinmesinin mümkün olmadığı ortadadır. Dolayısıyla talep başta olmak üzere farklı parametrelerde karşılaşılabilecek belirsizliğin de hesaba katıldığı bir doğrusal programlama modelinin geliştirilmesi, akademik ve pratik faydalar sağlayacaktır.

**KAYNAKÇA**

- Baykasoğlu, A. ve Durmuşoğlu, Z.D. (2012). "Flow Time Analyses of a Simulated Flexible Job Shop by Considering Jockeying", *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 58(5-8), 693-707.
- Baykasoğlu, A. ve Özbakır, L. (2008). "Analysing the Effect of Flexibility on Manufacturing Systems Performance", *Journal of Manufacturing Technology Management*, 19(2), 172-193.
- Chou, M.C., Chua, G.A. ve Zheng, H. (2014). "On the Performance of Sparse Process Structures in Partial Postponement Production Systems", *Operations Research*, 62(2), 348-365.
- Chou, M.C., Chua, G.A., Teo, C.P. ve Zheng, H. (2010). "Design for Process Flexibility: Efficiency of the Long Chain and Sparse Structure", *Operations Research*, 58(1), 43-58.
- Chou, M.C., Chua, G.A., Teo, C.P. ve Zheng, H. (2011). "Process Flexibility Revisited: The Graph Expander and Its Applications", *Operations Research*, 59(5), 1090-1105.
- Chou, M.C., Teo, C.P. ve Zheng, H. (2008). "Process Flexibility: Design, Evaluation, and Applications", *Flexible Services and Manufacturing Journal*, 20(1-2), 59-94.
- Çimen, M. ve Belbağ, S. (2015). "Süreç Esnekliği Varsayımı Altında Stokastik Stok Optimizasyonu Probleminin Dinamik Programlama ile Çözümü", *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 17(3), 255.
- Çimen, M. ve Kirkbride, C. (2017). "Approximate Dynamic Programming Algorithms for Multidimensional Flexible Production-Inventory Problems", *International Journal of Production Research*, 55(7), 2034-2050.
- Çimen, M., Belbağ, S. ve Soysal, M. (2016). "Üretimde Esneklik ve Stok Yönetimi: Stok Optimizasyonu için Bir Karar Destek Modeli", *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 8(1), 360-379.
- Désir, A., Goyal, V., Wei, Y. ve Zhang, J. (2016). "Sparse Process Flexibility Designs: Is the Long Chain Really Optimal?", *Operations Research*, 64(2), 416-431.
- Feng, W. ve Shen, Z.J.M. (2018). "Process Flexibility in Homogeneous Production-Inventory Systems with a Single-Period Demand", *IIE Transactions*, 50(6), 463-483.
- Fiorotto, D.J., Jans, R. ve De Araujo, S.A. (2018). "Process Flexibility and The Chaining Principle in Lot Sizing Problems", *International Journal of Production Economics*, 204, 244-263.
- Graves, S.C. ve Tomlin, B.T. (2003). "Process Flexibility in Supply Chains", *Management Science*, 49(7), 907-919.
- He, P., Xu, X. ve Hua, Z. (2012). "A New Method for Guiding Process Flexibility Investment: Flexibility Fit Index", *International Journal of Production Research*, 50(14), 3718-3737.
- Jordan, W.C. ve Graves, S.C. (1995). "Principles on The Benefits of Manufacturing Process Flexibility", *Management Science*, 41(4), 577-594.
- Kaminsky, P. ve Wang, Y. (2019). "Multi-Period Process Flexibility with Inventory", *Flexible Services and Manufacturing Journal*, 31(4), 833-893.
- Mak, H.Y. ve Shen, Z.J.M. (2009). "Stochastic Programming Approach to Process Flexibility Design", *Flexible Services and Manufacturing Journal*, 21(3-4), 75-91.
- Sethi, A.K. ve Sethi, S.P. (1990). "Flexibility in Manufacturing: A Survey", *International Journal of Flexible Manufacturing Systems*, 2(4), 289-328.
- Rogers, M. (1998). "The Definition and Measurement of Productivity", Melbourne Institute of Applied Economic and Social Research, Melbourne Institute Working Paper, 98(9), 1-27.
- Simchi-Levi, D. ve Wei, Y. (2012). "Understanding the Performance of the Long Chain and Sparse Designs in Process Flexibility", *Operations Research*, 60(5), 1125-1141.
- Simchi-Levi, D. ve Wei, Y. (2015). "Worst-Case Analysis of Process Flexibility Designs", *Operations Research*, 63(1), 166-185.
- Simchi-Levi, D., Wang, H. ve Wei, Y. (2018). "Increasing Supply Chain Robustness Through Process Flexibility and Inventory", *Production and Operations Management*, 27(8), 1476-1491.
- Soysal, M. ve Çimen, M. (2017). "Süreç Esnekliği Tasarımlarının Farklı Talep Yapıları Altında Envanter Maliyeti Performansları Üzerine", *Finans Politik ve Ekonomik Yorumlar*, 54(633), 79-91.
- Soysal, M., Çimen, M. ve Belbağ, S. (2018). "Sabit Üretim Hazırlık Maliyetinin Süreç Esnekliğinde Stok Optimizasyonuna Etkisi", *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 36(1), 117-139.
- Upton, D.M. (1994). "The Management of Manufacturing Flexibility", *California Management Review*, 36(2), 72-89.
- Valeva, S., Hewitt, M., Thomas, B.W. ve Brown, K.G. (2017). "Balancing Flexibility and Inventory in Workforce Planning with Learning", *International Journal of Production Economics*, 183, 194-207.

## ENERGY PRODUCTIVITY, ENERGY DEPENDENCE AND ECONOMIC GROWTH IN EXTENDED EUROPE

Ayşe SEVENCAN<sup>1</sup>, Natalya KETENCI<sup>2</sup>

### ABSTRACT

**Purpose:** Energy is used in all areas of production and is crucial for economic growth. This study aims to empirically analyze the relationship between energy productivity, economic growth, and energy use in 35 European countries, for the period of 1990-2015.

**Methodology:** European countries are divided into two groups, namely developed and developing economies. To account for structural breaks, a panel cointegration test that allows for multiple structural breaks is applied to two groups of countries.

**Findings:** Multiple breaks are found by the Westerlund (2006) test in the group of emerging countries, suggesting that energy policies within Europe should differ by country. Structural breaks in emerging European economies suggest that these countries are more fragile to both external and internal shocks. The results of the study also show that economic growth in developing countries increases energy dependency, while economic growth in developed European countries causes an increase in energy efficiency.

**Originality:** This study aims to enrich the literature in two aspects. First, it analyzes energy dependence and efficiency at the same time. Secondly, it examines developed and developing European countries in two separate sub-samples by observing structural breaks in the relationship between energy dependence, energy efficiency and growth.

**Keywords:** Economic Growth, Energy, Panel Estimations, Energy Productivity, Structural Breaks.

**JEL Codes:** O40, Q43, C33.

## GENİŞLETİLMİŞ AVRUPA ÜLKELERİNDE ENERJİ VERİMLİLİĞİ, ENERJİ BAĞIMLILIĞI VE EKONOMİK BÜYÜME

### ÖZET

**Amaç:** Enerji üretimin her alanında kullanılmakta ve ekonomik büyüme için çok önemlidir. Bu çalışma, 1990-2015 yılları arasında 35 Avrupa ülkesindeki ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve enerji verimliliği ilişkisini ampirik olarak analiz etmeyi amaçlamaktadır.

**Yöntem:** Avrupa ülkeleri gelişmiş ve gelişmekte olan ekonomiler olarak iki ayrı gruba ayrılmıştır. Yapısal kırılmaları dikkate almak için iki ülke grubuna çoklu yapısal kırılmalı panel eşbütünleşme testi uygulanmıştır.

**Bulgular:** Gelişmekte olan ülkeler grubunda Westerlund(2006) test sonuçları birçok yapısal kırılma bulunması Avrupa enerji politikalarının ülkeler için ayrı olması gerektiği sonucunu çıkarmaktadır. Gelişmekte olan Avrupa ekonomilerindeki çok sayıdaki yapısal kırılma bu ekonomilerin içsel ve dışsal şoklara karşı daha kırılğan olduğunu göstermektedir. Çalışma sonuçları ayrıca gelişmekte olan ülkelerde ekonomik büyümenin enerji bağımlılığını arttırdığını, öte yandan gelişmiş Avrupa ülkelerinde ekonomik büyümenin enerji verimliliğinin artmasına sebep olduğunu göstermektedir.

**Özgünlük:** Bu çalışma literatürü iki açıdan zenginleştirmeyi hedeflemektedir. Öncelikle, enerji bağımlılığını ve verimliliği aynı anda incelemektedir. İkinci olarak, enerji bağımlılığı, enerji verimliliği ve büyüme ilişkisini yapısal kırılmaları gözlemleyerek gelişmiş ve gelişmekte olan Avrupa ülkelerini iki ayrı alt örneklem grubunda incelemektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Ekonomik Büyüme, Enerji, Panel Tahmin, Enerji Verimliliği, Yapısal Kırılmalar.

**JEL Kodları:** O40, Q43, C33.

<sup>1</sup> Assist. Prof. Dr., Yeditepe University, Faculty of Economy and Administrative Sciences, Department of Economics, Istanbul, Turkey, ayse.sevencan@yeditepe.edu.tr, 0000-0001-8867-0874 (Corresponding Author).

<sup>2</sup> Prof. Dr., Yeditepe University, Faculty of Economy and Administrative Sciences, Department of Economics, Istanbul, Turkey, nketenci@yeditepe.edu.tr, 0000-0002-7299-2833.

## 1. INTRODUCTION

Energy resources are one of the most important drivers of an economy. An abundance of energy resources is a significant advantage for any economy, however, sometimes it can become a curse. Countries of the EU are not blessed with non-renewable energy resources and are dependent on imports. The EU imports about 80% of oil and 60% of natural gas that they consume (Eurostat, n.d.). The high-energy dependence creates limitations in an economy particularly in terms of costs planning that are affected by the rising prices of petroleum products. The European Commission (2019) reports that rising prices of fossil fuels, particularly crude oil, caused the cost of imported energy products to increase by 26% to 266 billion Euros in 2017. In addition, the report estimates that rising oil prices may cause a 0.4% drop in GDP in 2017.

To diminish the adverse impact of energy dependence on economic growth, European policy focuses on improving energy efficiency (European Commission, 2019). Increases in energy efficiency or productivity can also generate externalities, thus promoting economic growth. Money saved from energy efficiency improvements can be reinvested in the economy to promote further growth. Externalities are the result of technological innovation, the objective of which is to improve energy productivity, and can lead to an increase in production for other areas through the diffusion of technology (Jaffe et al., 2004). Technological development can be sustained through the diffusion of trade and national innovations (Krugman, 1979). Hence, trade plays a crucial role in energy productivity through competition and the diffusion of technology. For this reason, this paper takes into account trade effects as well as energy efficiency.

This work analyzes the impact of energy productivity on economic growth in terms of trade openness and energy dependency taking into account structural breaks. This study analyses 35 European countries and Turkey covering the period of 1990-2015. Estimations were conducted for countries, which were allocated into two groups, developed and emerging countries. The group of emerging economies includes 15 countries: Albania, Bosnia and Herzegovina, Bulgaria, Croatia, Czech Republic, Estonia, Hungary, Latvia, Lithuania, Macedonia, Poland, Romania, Slovenia, Slovakia, and Serbia. The second group includes 20 developed countries: Austria, Belgium, Cyprus, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Ireland, Island, Italy, Luxemburg, Malta, Netherlands, Portugal, Spain, Sweden, Switzerland, Turkey, and United Kingdom.

Although the importance of energy efficiency has been stressed by the policy makers of EU, the empirical relationship between economic growth and productivity has not been analyzed extensively in the literature. Further, those which investigate this relationship mostly use industry-based data rather than aggregates (Boyd and Pang, 2000; Zhang et al., 2011; Wan et al., 2015).

The novelty of this study can be defined in two ways. First, structural break analysis suggests that emerging economies in Europe are more fragile to both internal and external shocks. Dependence on imported energy along with lower levels of energy efficiency led emerging countries behind the developed economies in the Europe. The production gap between developed Europe and Emerging Europe seems to be widening and to narrow the corresponding gap, increasing energy efficiency in emerging states is crucial. Further, both empirical analyses and policy recommendations should consider the differences in fragility to shocks in two country groupings. In macro panel studies analyzing Europe as a whole group might lead the researcher to miss the different structural changes in these two groups. In terms of policy purposes, taking into consideration of fragility to shocks, energy efficiency policies as well as goals for Emerging Europe should be country specific.

Second, the dynamics of the relationship between economic growth and energy is different in two country groupings. According to causality analysis in this paper, economic growth causes higher energy dependency in emerging countries, indication of beginning phase of economic development (Judson et al., 1999). On the other hand, for developed Europe economic growth leads to higher energy productivity in developed economies. In developing Europe, since both the consumption and efficiency levels are low, in order to increase production more imported energy is needed. For example, in 2015, according to the International Energy Agency (IEA) statistics, European Union average energy use per capita is 3,278 kg of oil, energy use in Germany for the same year is 3,818 kg of oil and in Romania it is only 1,592 kg of oil equivalent per capita (IEA, 2019).

The rest of this paper is structured in the following way. The next section reviews leading studies in the literature on energy productivity. Section 3 discusses the methodology used in estimations. Section 4 reports empirical results and their discussion. Final section outlines concluding remarks.

## 2. REVIEW OF EMPIRICAL LITERATURE

The literature presents numerous studies concerning the empirical relationship between the impact of energy use and renewable energy use on economic output. The impact of energy use on economic output is examined extensively in the literature, see for example Lee (2005), Lee and Chang (2005), Mehrara(2007), Al-Iriani (2006), Soytaş and Sari (2003), Narayan and Smyth (2008), Huang et.al. (2008), Apergis and Payne (2009). However, the linkage between energy productivity and economic output is not examined much in a macro sense. Further, the results of the studies in the literature are highly controversial regarding the direction of causality between energy consumption and economic growth (see Ozturk (2010) for a detailed review of the literature).

On the other hand, studies that focus on the impact of energy productivity rather than the consumption are mostly limited to specific sectors. The results of these studies indicate that total productivity may be affected by externalities in energy productivity. Boyd and Pang (2000) studied the relationship between productivity and energy efficiency employing microdata at the factory level in the glass industry. Their empirical results provide evidence of high-energy intensity causing lower factory productivity. Furthermore, their research indicates that energy efficiency may create numerous non-energy benefits. From a macro perspective, energy productivity can also influence economic development in non-energy ways. For example, research on energy efficiency influences any other technologies that are energy-driven and lead to a growth in total productivity.

Zhang et al. (2011) for example analyzed income and energy efficiency relations in 23 developing countries from 1980 through 2005. Their results showed that due to the growth of industry, energy efficiency deteriorated with the increase in per person income to a level, after which energy efficiency starts to increase. Another study on energy efficiency examines the trade spillover effects on the convergence of the energy productivity for 16 EU economies, Wan et al. (2015). Their analysis posits that 30 to 40% of the unobserved deviation in energy productivity across Europe is justified by trade flows for the period 1990-2005.

The magnitude of the effect of energy consumption on economic growth also depends on the country's level of energy dependence. Energy exporter countries benefit from cheap energy as an input in production. This creates a comparative advantage in resources of production and consequently higher profit compared to energy importing countries. In other words, due to lower energy input costs in exporting countries, energy consumption has a greater share in economic development in countries that export energy resources compared to importing countries (Damette and Seghir, 2013; Jalil, 2014; Chen and Galbraith, 2011). Furthermore, due to lower energy costs, energy efficiency may become an important part of energy exporting countries as well, leading to an accelerating rise in production. For example, Norway is one of the European leaders in energy export and is characterized by high levels of energy productivity. At the same time, energy-importing countries have higher energy input costs and, if misused, the returns to energy consumption are lower. Energy productivity plays a vital role in energy importing countries. A specific example also included in this study is Germany, where higher energy productivity enables the country to achieve higher economic growth compared to neighboring countries.

This study contributes to the empirical literature in couple of ways. First, via examining the energy productivity and economic growth in a macro panel framework, it fills a gap in the literature. In that sense it becomes hard to compare the findings of this paper with a similar study. As mentioned before, the literature either takes energy consumption as a variable or employs energy productivity mostly in industry level analyses. Second, consideration of structural breaks is important since number of serious events related to energy has occurred and it prevents the bias in examination of cointegration (Narayan and Smyth, 2008). Third, the empirical model also controls for energy dependence and trade openness which have direct effect on the outcome as mentioned earlier (Damette and Seghir, 2013; Jalil, 2014).

## 3. METHODOLOGY and DATA

The balanced panel of 35 European countries is employed in this study covering the period 1990-2015. The data for this study is extracted from Eurostat and the WDI online databases (The World Bank, 2019). Economic output is presented by annual real GDP calculated in constant 2010 US dollars. Labor presents the national estimate of the total workforce. The real gross capital formation is employed for capital and is measured in constant 2010 US dollars. Energy dependence is calculated as a ratio of energy resources imports to total energy consumption. Energy productivity is measured as a ratio of GDP to gross inland energy consumption. Finally, trade represents a share of total trade to GDP.

The study analyzes an influence of energy productivity on economic growth in the augmented version of the standard Cobb-Douglas production function framework (see Benhabib and Spiegel, 1994) with consideration of structural breaks. Two subsets of countries are estimated in this study, namely advanced



and emerging countries. To distinguish the separate effect of energy dependence, the study also controls for energy dependency. The Cobb-Douglas production function combines productivity, capital, and labor as in Equation 1.

$$Y = AK^{\alpha}L^{\beta} \quad (1)$$

where  $Y$  presents economic growth,  $A$  represents total factor productivity expressed in the form of a technological factor.  $K$  and  $L$  present capital and Labor, respectively. The parameters  $\alpha$  and  $\beta$  are the product elasticities of physical and human capital, respectively. This study extends the standard production function by trade openness, energy productivity, and imported energy, assuming that these variables are important factors of technological productivity (Equation 2).

$$Y_{it} = f(K_{it}, L_{it}, TR_{it}, EP_{it}, EI_{it}) \quad (2)$$

The augmented production function can be expressed by Equation 3.

$$Y_{it} = \alpha_{it} + \beta_{1i}K_{it} + \beta_{2i}L_{it} + \beta_{3i}TR_{it} + \beta_{4i}EP_{it} + \beta_{4i}EI_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

where  $Y_{it}$  is economic growth,  $K_{it}$  and  $L_{it}$  present capital and labor, respectively.  $TR_{it}$  is presented by a ratio of total trade to GDP, energy productivity is expressed as  $EP_{it}$ , and energy dependence is expressed as  $EI_{it}$  and calculated as the ratio of imported energy resources to total energy use. The subscripts  $i$  and  $t$  are related to the estimated country and year, respectively. All data are estimated in natural logarithms.

### 3.1. Tests for Unit Root Estimations

This study considers structural breaks in estimations, therefore unit root tests with structural breaks consideration are employed. Additionally, conventional unit root tests that do not allow for structural breaks, are applied for the robustness check.

The conventional unit root tests include the Levin et al. (2002), (LLC), the Im et al. (2003) (IPS), the Breitung (2000), the Augmented Dickey-Fuller (ADF) and Philip Perron (PP) Fisher type tests, (Maddala and Wu, 1999; Choi, 2001). The homogeneity condition is imposed on coefficients of ADF regression by the LLC test, which allows intercept and trend to change across individual series. The IPS test on the other hand allows for both the autoregressive coefficient and slope of the ADF regression. Fisher-type tests do not require a balanced panel and are non-parametric tests, Maddala and Wu (1999) designed a test that combines the probability values estimated for every cross-section.

An alternative test employed that does not consider structural breaks is the Hadri (2000) test. This unit root test is designed for a heterogeneous panel and extended to a panel with a deterministic trend that contains fixed and time effects. The LLC, the IPS, the Breitung, the IPS, and Fisher-type tests have the null hypothesis of non-stationarity in estimated panels. The Hadri test's null hypothesis is stationarity.

Im et al. (2005) revealed that consideration of structural breaks in a panel where they do not exist does not cause the loss of power and significant distortions. However, ignorance of structural breaks in unit roots estimations may lead to significant distortions and loss of the test's power. Im et.al. (2005) improved the Schmidt and Phillips (1992) unit root test by extending it to a panel test with consideration of up to two structural breaks in the trend and in constants. The minimum Lagrange Multiplier (LM) statistics are used to estimate the date of a break in the Im et. al. (2005) test.

### 3.2. Tests for Stability Estimations

To estimate the stability of the parameters in the cointegration relationship, this study employs the Hansen (1992) test; following Ketenci (2013). The test is using completely modified OLS residuals and has a condition of series non-stationarity (Phillips and Hansen, 1990). The  $L_c$  statistics (Hansen, 1992) is employed in this study to examine the stability of the regression. The  $L_c$  statistics compare the null hypothesis of cointegration with constant parameters to the alternative hypothesis of a change in coefficients without cointegration.

### 3.3. The Westerlund (2006) Cointegration Test

To test for a cointegration in the regression model, the Westerlund (2006) test is employed. The panel cointegration test considers multiple structural shifts in series. Series of European countries, employed in this study, namely economic output, physical capital, labor, trade, energy productivity, and imported energy may be passed through numerous structural shifts in the estimated period at a domestic and international level. Therefore, the cointegration test that allows for structural shifts is applied in this study.

## 4. EMPIRICAL RESULTS

### 4.1. Estimation of Unit Roots

To analyze the unit root characteristics of variables, three alternative unit root tests were employed: the IPS, the ADF, and the Hadri tests. Table 1 presents the results of unit root estimations. The prerequisite of Hansen's (1992) stability test is that the variables must be non-stationary. The unit root was found in levels of all series except capital. Table 1 shows that the unit root process was not detected in the first differences of variables for both developed and emerging countries groups.

Table 1 provides results of unit root estimations that ignore the presence of structural breaks. However, to get stronger evidence of the presence of a unit root in unstable as well as stable series, the panel unit root tests proposed by Im et al. (2005) were applied, allowing for one and two structural shifts in series. The stability test of Hansen (1992) can be performed only for non-stationary variables with consideration of structural changes. Therefore, the LM panel unit root test is employed, which allows up to two structural changes.

**Table 1. Unit root tests**

	<i>Developed</i>		<i>Emerging</i>	
	<i>Level</i>	$\Delta$	<i>Level</i>	$\Delta$
<i>Y</i>				
IPS <sup>3</sup>	3.22	-5.65*	3.79	-7.92*
ADF <sup>3</sup>	19.26	110.53*	7.82	119.67*
Hadri <sup>4</sup>	9.93*	6.56*	15.51*	3.91*
<i>K</i>				
IPS <sup>3</sup>	4.23*	-9.88*	-2.64**	-9.87*
ADF <sup>3</sup>	88.89*	172.84*	49.80*	150.37*
Hadri <sup>4</sup>	5.79*	-1.04	5.83*	0.13
<i>L</i>				
IPS <sup>3</sup>	-1.63	-7.90*	-2.07*	-6.11*
ADF <sup>3</sup>	61.91*	138.45*	47.41**	94.26*
Hadri <sup>4</sup>	12.17*	4.63*	11.01*	3.72*
<i>TR</i>				
IPS <sup>3</sup>	0.12	-11.93*	0.61	-14.26*
ADF <sup>3</sup>	41.39	210.30*	27.97	217.76*
Hadri <sup>4</sup>	16.14*	-0.82	13.99*	-0.85
<i>EPROD</i>				
IPS <sup>3</sup>	5.12	-12.12*	-1.73**	-9.29*
ADF <sup>3</sup>	10.01	214.26*	58.64*	143.12*
Hadri <sup>4</sup>	14.49*	-1.09	8.93*	5.43*
<i>EIMP</i>				
IPS	0.92	-9.79*	-0.76	-9.70*
ADF	37.96	174.08*	35.35	147.28*
Hadri	2.25*	5.94*	8.44*	1.37

*Notes:* One lag is specified in estimations, constant and trend are included. \* Symbolizes the level of significance at 5%. <sup>3</sup> The null hypothesis of non-stationarity. <sup>4</sup> The null hypothesis of stationarity.

Table 2 and Table 3 present results of the LM unit root test for one and two structural shifts in series, respectively. The results illustrate the rejection of the stationarity hypothesis, indicating the unit root presence in all series. The LM statistics for individual countries often failed to reject the stationarity hypothesis where only one structural shift was allowed. The tests in which two structural shifts were allowed exhibited stronger power to reject the null hypothesis of the series' stationarity. The tests in which two structural shifts were allowed exhibited stronger power to reject the null hypothesis of the series' stationarity. The years in common for developed countries in which sudden structural shift occur are consistent with the global economic crises and sharp increase in oil periods (such as 2010 following 2009 global crisis and 2000-2004 period in which global energy prices starts to increase). Emerging countries also are affected by the global crises but further they experience structural shifts in years other than global crisis years. Although these two groupings have common structural changes in their growth process, Emerging countries have a different pattern in terms of structural changes in their economies.

**Table 2. Estimation of the unit root, one structural shift**

	<i>Developed</i>		<i>Emerged</i>	
	<i>Min LM</i>	<i>LM statistic</i>	<i>Min LM</i>	<i>LM statistic</i>
<i>Economic growth</i>				
LM	-12.06	-17.95*	-5.12	-9.32*
Shift	2006		2011	
Lag	7		8	
<i>Capital</i>				
LM	-3.93	-18.01*	-6.51	-16.53*
Shift	2005		2004	
Lag	4		5	
<i>Labor</i>				
LM	-4.23	-19.68*	-3.27	-17.55*
Shift	2004		2000	
Lag	0		8	
<i>Trade</i>				
LM	-3.32	-22.83*	-4.98	-13.78*
Shift	2004		2007	
Lag	0		7	
<i>Energy Productivity</i>				
LM	-4.32	-15.68*	-1.49	-13.44*
Shift	2005		2002	
Lag	4		6	
<i>Energy Dependence</i>				
LM	-6.06	-15.65*	-4.23	-15.18*
Shift	2004		2005	
Lag	7		7	

Notes: 5% significance level is symbolized by \*. (Lee and Strazicich, 2003).

**Table 3. Estimation of the unit root, two structural shifts**

	<i>Developed</i>		<i>Emerging</i>	
	<i>Min LM</i>	<i>LM statistic</i>	<i>Min LM</i>	<i>LM statistic</i>
<i>Economic growth</i>				
LM	-45.09	-46.93*	-6.38	-24.33
Shift 1		2006		2005
Shift 2		2013		2009
Lag		0		8
<i>Capital</i>				
LM	-8.21	-34.83	-10.69	-32.53
Shift 1		2002		2002
Shift 2		2006		2006
Lag		8		5
<i>Labor</i>				
LM	-7.92	-40.64	-8.49	-38.44*
Shift 1		2001		2002
Shift 2		2005		2007
Lag		8		8
<i>Trade</i>				
LM	-5.46	-42.65	-8.55	-33.85*
Shift 1		2000		2006
Shift 2		2009		2012
Lag		4		8
<i>Energy Productivity</i>				
LM	-10.63	-38.69	-4.43	-23.61
Shift 1		2005		2001
Shift 2		2008		2004
Lag		7		2
<i>Energy Dependence</i>				
LM	-7.52	-44.29*	-8.17	-34.77
Shift 1		2001		2001
Shift 2		2010		2010
Lag		5		8

Note: 5% significance level is symbolized by \*. (Lee and Strazicich, 2003).

#### 4.2. The Hansen (1992) Stability Test

After confirming the non-stationarity of series, the stability of Hansen (1992) is employed. The estimation results are presented in Table 4. The Lc statistics rejected the hypothesis of a constant parameter in all countries except Ireland. The results clearly show that, except for Ireland, all estimated countries have experienced a sudden structural shift in the model. The findings of Table 4 are consistent with the findings of Table 1, Table 2, and Table 3. Both developed and emerging economies of Europe experience one or more structural change during the period of analysis.

**Table 4. Stability tests**

<i>Emerging Countries</i>	<i>Lc Test</i>	<i>p-value</i>	<i>Developed Countries</i>	<i>Lc Test</i>	<i>p-value</i>
Albania	15.34	<0.01	Island	5.19	<0.01
Bulgaria	6.31	<0.01	Greece	12.33	<0.01
Czech Republic	3.95	<0.01	Spain	2.44	<0.01
Estonia	3.56	<0.01	France	5.73	<0.01
Croatia	4.75	<0.01	Cyprus	2.02	<0.01
Latvia	4.16	<0.01	Italy	2.21	<0.01
Lithuania	8.92	<0.01	Luxemburg	2.02	<0.01
Hungary	6.54	<0.01	Malta	12.17	<0.01
Poland	6.57	<0.01	Netherlands	4.09	<0.01
Romania	1.55	<0.01	Austria	7.16	<0.01
Slovenia	8.89	<0.01	Portugal	2.77	<0.01
Slovakia	7.39	<0.01	Sweden	9.41	<0.01
Macedonia	5.75	<0.01	Finland	1.54	<0.01
Serbia	4.74	<0.01	Ireland	0.59	>0.2
Bosnia And Herzegovina	3.15	<0.01	United Kingdom	3.47	<0.01
			Turkey	7.69	<0.01
			Switzerland	1.49	<0.01
			Belgium	10.27	<0.01
			Denmark	3.34	<0.01
			Germany	1.85	<0.01

Notes: The GAUSS program is used to calculate p-values. Statistics can be found in Hansen (1992).

#### 4.3. Cointegration Test Results

Considering the stability test results reported in Table 4, the Westerlund (2006) panel cointegration test can be employed. Tables 5 and 6 provide results of the test estimations for developed and emerging European countries, respectively. The second column presents the number of estimated breaks, where the third column shows years of estimated breaks.

Estimations of the Hansen test reveal that all estimated countries are unstable. Maximum five structural shifts are allowed in estimations. Estimations for every group of countries are divided in Panel A and B, where structural shifts are considered in a constant, and in both constant and trend of the regression, respectively. Estimations reveal expected results of the structural breaks presence in emerging economies and a few shifts in the group of developed countries, Turkey (2001), Denmark (2003), and Sweden (2011). These results stress the importance of groupings in terms of analyzing the impact of energy productivity on economic output. Developing countries are more fragile to both internal and external shocks, as seen in Table 5 and Table 6, multiple structural breaks are detected in emerging countries. Europe is a net energy importer, years of identified structural breaks are associated with increases in energy prices and lower production levels in emerging Europe.

The null hypothesis of cointegration is rejected when shifts are considered in constant and in both, constant and trend. Estimations provide enough evidence to derive that panel series are not cointegrated when structural breaks are allowed in estimations.

**Table 5. The Westerlund (2006) test, developed countries**

<i>Countries</i>	<i>Shifts number</i>	<i>Year</i>	<i>Countries</i>	<i>Shifts number</i>	<i>Year</i>	
<i>Panel A</i>	<i>Shifts in constant</i>		<i>Panel B</i>	<i>Shifts in constant and trend</i>		
Belgium	0	2003	Belgium	0		
Denmark	1		Denmark	0		
Germany	0		Germany	0		
Island	0		Island	0		
Greece	0		Greece	0		
Spain	0		Spain	0		
France	0		France	0		
Cyprus	0		Cyprus	0		
Italy	0		Italy	0		
Luxemburg	0		Luxemburg	0		
Malta	0		Malta	0		
Netherlands	0		Netherlands	0		
Austria	0		Austria	0		
Portugal	0		Portugal	0		
Sweden	1	2011	Sweden	0		
Finland	0		Finland	0		
United Kingdom	0		United Kingdom	0		
Norway	0		Norway	0		
Turkey	0		Turkey	1	2001	
Switzerland	0		Switzerland	0		
LM statistics	27.097*			LM statistics	12.401*	

Note: The Bai and Perron (2003) approach is employed to estimate structural shifts. Maximum 5 breaks are allowed by the procedure. \* Rejects the null hypothesis of long-run relationships at the significance level of 5% (based on the bootstrap p-values).

**Table 6. The Westerlund (2006) test, emerging countries**

<i>Countries</i>	<i>Shifts number</i>	<i>Year</i>	<i>Countries</i>	<i>Shifts number</i>	<i>Year</i>
<i>Panel A</i>	<i>Shifts in constant</i>		<i>Panel B</i>	<i>Shifts in constant and trend</i>	
Albania	3	2003, 2007, 2011	Albania	3	1994, 2002, 2009
Bulgaria	3	2002, 2006, 2010	Bulgaria	5	1993, 1998, 2003, 2008, 2012
Czech Republic	3	1994, 2001, 2005	Czech Republic	4	1993, 2001, 2008, 2012
Estonia	4	1998, 2003, 2007, 2012	Estonia	3	1999, 2004, 2008
Croatia	3	1999, 2004, 2009	Croatia	3	2000, 2008, 2012
Latvia	4	1993, 2001, 2005, 2012	Latvia	4	1995, 2000, 2006, 2010
Lithuania	5	1994, 1999, 2003, 2007, 2011	Lithuania	2	2001, 2008
Hungary	3	1999, 2003, 2012	Hungary	5	1993, 1997, 2004, 2008, 2012
Poland	5	1994, 1998, 2002, 2006, 2010	Poland	1	1999
Romania	3	2001, 2005, 2012	Romania	3	1993, 2000, 2009
Slovenia	3	2000, 2005, 2009	Slovenia	3	2004, 2008, 2012
Slovakia	4	1995, 2002, 2006, 2012	Slovakia	4	1993, 2000, 2004, 2008
Macedonia	3	2004, 2009	Macedonia	3	1993, 2000, 2011
Serbia	4	1994, 2004, 2008, 2012	Serbia	3	1998, 2002, 2008
Bosnia and Herzegovina	2	1995, 2004	Bosnia and Herzegovina	5	1995, 1999, 2004, 2008, 2012
LM statistics	41.098*		LM statistics	41.442*	

Note: The Bai and Perron (2003) approach is employed to estimate structural shifts. Maximum 5 breaks are allowed by the procedure. \* Rejects the null hypothesis of long-run relationships at the significance level of 5% (based on the bootstrap p-values).

#### 4.4. Results of the Granger Causality Test

The Granger (1969) causality test is employed to analyze causality among energy productivity, energy dependence, and economic growth for two groups of countries. Table 7 illustrates the results of the Granger causality test. Results reveal different relations in different groups; thus, in emerging countries, unidirectional causality runs from energy productivity to economic growth and from economic growth to energy dependence. This finding suggests that for the emerging country grouping, the past values of the energy productivity appear to contain information on predicting the changes in economic growth. However, in developed countries, one direction causality was detected between economic growth and energy productivity. The causality test results demonstrate that emerging and developed countries follow different growth models. Emerging countries' performance is highly related to energy dependency, while developed countries' economic growth is significantly determined by energy productivity. Capital acquired by emerging countries is mainly used for the import of new energy resources, increasing energy dependency, creating a risk for independent development and economic growth. However, developed countries use the surplus of capital for energy productivity improvement, which in turn leads to faster economic growth.

**Table 7. The Estimations of Granger causality**

	<i>Emerging countries</i>	<i>Developed countries</i>
Energy productivity does not Granger cause economic output	4.55*	0.49
Economic output does not Granger cause energy productivity	0.44	2.85*
Energy dependence does not Granger cause economic output	2.14	0.05
Economic output does not Granger cause energy dependence	3.62*	0.21

Note: \* Rejects the hypothesis of no causality at 5% significance level

#### 5. CONCLUDING REMARKS

In this paper, the group of European countries is divided into two sub-samples, 15 emerging and 20 developed countries. This work aims to analyze relationships among economic growth, energy productivity, and energy dependence in Europe for the period 1990-2015. The allowance of structural breaks in the model reveals the absence of the long-run relationships, while their ignorance leads to the presence of cointegration in the regression model and misleading policy implications.

The structural break analysis suggests that emerging economies in Europe are more fragile to both internal and external shocks. During the 1990-2015 period, while there are multiple structural breaks for emerging economies, there are no structural shifts in developed economies, except for Turkey (2001), Denmark (2003), and Sweden (2011). Policies designed for the emerging countries should be differentiated and panel analyses should consider grouping these countries separately. The years in common for developed countries in which sudden structural shift occur are consistent with the global economic crises and sharp increase in oil periods whereas emerging countries experience structural shifts in years other than global crisis years. Although these two groupings have common structural changes in their growth process, Emerging countries have a different pattern in terms of structural changes in their economies. These findings suggest that Emerging economies are more fragile to external or internal events, even a slight increase in oil price or political turmoil may have a stronger effect in the economy compared to similar events effect on a developed economy.

Two main findings of the study are as follows: First, energy dependency is highly significant in the economic growth of emerging countries. Energy is essential for emerging economies to sustain economic growth. However, dependence on imported energy along with lower levels of energy efficiency led these countries behind the developed economies in the region.

Second, the direction of causality differs among emerging and developed European economies. Economic growth in developed economies leads to higher energy productivity. This result underlines the importance of energy efficiency policies in emerging economies to be designed to stimulate economic growth and hence reduce the negative impact of energy dependency on economic growth.

Examining the empirical relationship between energy efficiency and economic performance at the aggregate level, distinguishes this paper in the literature. The effect of energy efficiency on production is widely examined in the literature in industry specific studies (Boyd and Pang (2000), Zhang et al. (2011), Wan et al. (2015)), whereas macro level studies mostly focus on the effect of energy consumption rather than the energy efficiency on economic growth (Ozturk, 2010).

By including energy productivity into macro panel framework, this study attempts to open new research directions in the assessment of public policies for energy importing countries. Future research should consider the role of energy prices and taxes and energy regulation on the economic system to examine the dynamics behind the lower energy efficiency levels in those countries and their degree of fragility against price shocks.

## REFERENCES

- Al-Iriani, M.A. (2006). "Energy-GDP Relationship Revisited: An Example from GCC Countries Using Panel Causality", *Energy Policy*, 34(17), 3342-3350.
- Apergis, N. and Payne, J.E. (2009). "Energy Consumption and Economic Growth in Central America: Evidence from a Panel Cointegration and Error Correction Model", *Energy Economics*, 31(2), 211-216.
- Bai, J. and Perron, P. (2003). "Computation and Analysis of Multiple Structural Change Models", *Journal of Applied Econometrics*, 18, 1-22.
- Benhabib, J. and Spiegel, M. (1994). "The Role of Human Capital in Economic Development Evidence from Aggregate Cross Country Data", *Journal of Monetary Economics*, 34(2), 143-173,
- Boyd, G. and Pang, J.X. (2000). "Estimating the Linkage between Energy Efficiency and Productivity", *Energy Policy*, 28(5), 289-296.
- Breitung, J. (2000). "The Local Power of Some Unit Root Tests for Panel Data", *Advances in Econometrics*, 15, 161-177.
- Chen, J. and Galbraith, J.K. (2011). "Institutional Structures and Policies in an Environment of Increasingly Scarce and Expensive Resources: A Fixed Cost Perspective", *Journal of Economic Issues*, 45(2), 301-308.
- Choi, I. (2001). "Unit root tests for panel data", *Journal of International Money and Finance*, 20, 249-272.
- Damette, O. and Seghir, M. (2013). "Energy as a Driver of Growth In Oil Exporting Countries?", *Energy Economics*, 37, 193-199.
- European Commission (2019). "Energy Prices and Costs in Europe (No. COM/2019/1final)", Energy Union, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:52019DC0001>, (Accessed Date: 01 April 2019).
- EUROSTAT (n.d.). "Database", <http://ec.europa.eu/eurostat/data/database>, (Accessed Date: 01 April 2019).
- Granger, C.W.J. (1969). "Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-Spectral Methods", *Econometrica*, 37, 424-438.
- Hadri, K. (2000). "Testing for stationarity in heterogenous panel data", *Econometrics Journal*, 3(2), 148-16.
- Hansen, E.B. (1992). "Tests for Parameter Instability in Regressions with I(1) Process," *Journal of Business and Economic Statistics*, 10 (3), 321-335.
- Huang, B-N., Hwang, M.J., And Yang, C.W. (2008). "Causal Relationship between Energy Consumption and GDP Growth Revisited: A Dynamic Panel Data Approach", *Ecological Economics*, 67(1), 41-54.
- IEA (2019). "World Energy Statistics", IEA World Energy Statistics and Balances, <https://doi.org/10.1787/data-00510-en>, (Accessed Date: 06 April 2019).
- Im, K-S., Lee, J., Tieslau, M. (2005). "Panel LM Unit-root Tests with Level Shifts", *Oxford Bulletin of Econometrics and Statistics*, 67 (3), 393-419.
- Im, K-S., Pesaran, M.H., Shin, Y. S. (2003). "Testing For Unit Root in Heterogenous Panels", *Journal of Econometrics*, 115 (1), 53-74
- Jaffe, A.B., Newell, R.G., and Stavins R.N. (2004). "Economics of Energy Efficiency." *Encyclopedia of Energy*, (Editors: Cutler J. Cleveland), Elsevier, Amsterdam.
- Jalil, A. (2014). "Energy-Growth Conundrum in Energy Exporting and Importing Countries: Evidence from Heterogeneous Panel Methods Robust to Cross-Sectional Dependence", *Energy Economics*, 44, 314-324.
- Judson, R.A., Schmalensee, R. and Stoker, T.M. (1999). "Economic Development and the Structure of the Demand for Commercial Energy." *Energy Journal* 20 (2): 29-57.
- Ketenci, N. (2013). "The Feldstein-Horioka Puzzle in Groupings of OECD Members: A panel Approach", *Research in Economics*, 67, 76-87.
- Krugman, P. (1979). "A Model of Innovation, Technology Transfer, and the World Distribution of Income", *The Journal of Political Economy*, 87(2), 253-266.
- Lee, C.C. (2005). "Energy Consumption and GDP in Developing Countries: A Cointegrated Panel Analysis", *Energy Economics*, 27, 415 - 427.
- Lee, C.C. and Chang, C.P. (2005) "Structural Breaks, Energy Consumption, and Economic Growth Revisited: Evidence from Taiwan", *Energy Economics*, 27(6), 857-872.
- Lee, J., and Strazicich, M.C. (2003). "Minimum Lagrange Multiplier Unit Root Test with Two Structural Breaks", *The Review of Economics and Statistics*, 85(4), 1082-1089.
- Levin, A., Lin, C.F. and Chu, C.S.J. (2002). "Unit Root Tests in Panel Data: Asymptotic and Finite Sample Properties", *Journal of Econometrics*, 108(1), 1-24.



- Maddala, G.S. and Wu S. (1999). "A Comparative Study of Unit Root Tests with Panel Data and A New Simple Test", *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, Special Issue (1999) 0305-9049.
- Mehrara, M. (2007). "Energy Consumption and Economic Growth: The Case of Oil Exporting Countries", *Energy Policy*, 35(5), 2939–2945.
- Narayan, P. K. and Smyth, R. (2008). "Energy Consumption and Real GDP In G7 Countries: New Evidence from Panel Cointegration with Structural Breaks", *Energy Economics*, 30(5), 2331-2341.
- Ozturk, I. (2010). "A Literature Survey on Energy-Growth Nexus", *Energy Policy*, 38(1), 340-349
- Phillips, P. and Hansen, B. (1990). "Statistical Inference in Instrumental Variables Regression with I(1) Processes", *Review of Economic Studies*, 57(1), 99-125.
- Soytas, U. and Sari, R. (2003). "Energy Consumption and GDP: Causality Relationship in G-7 Countries and Emerging Markets", *Energy Economics*, 25, 33-37.
- The World Bank (2019). "World Development Indicators", <https://Databank.Worldbank.Org/Reports.aspx?Source=World-Development-Indicators>, (Accessed Date: 01 April 2019).
- Wan J.A., Baylis K. B. And Mulder, P.C. (2015). "Trade-Facilitated Technology Spillovers in Energy Productivity Convergence Processes Across EU Countries", *Energy Economics*, 48, 253-364.
- Westerlund, J. (2006). "Testing for Panel Cointegration with Multiple Structural Breaks", *Oxford Bulletin of Economics & Statistics*, 68(1) 101-132.
- Zhang, X.P., Cheng, X-M., Yuan, J-H. and Gao, X-J. (2011)." Total-Factor Energy Efficiency in Developing Countries", *Energy Policy*, 39(2), 644-650.

**YILDIRMA İLE SINIZM ARASINDAKİ İLİŞKİDE TÜKENMİŞLİĞİN ARACILIK ETKİSİ: DOĞUBAYAZIT ÖRNEĞİ\***Aslıhan Sena AVCI<sup>1</sup>, Enver AYDOĞAN<sup>2</sup>**ÖZET**

**Amaç:** Bu çalışmanın temel amacı; tükenmişliğin yıldırma ve sinizm arasındaki ilişkide aracılık rolünü incelemektir.

**Yöntem:** Doğubayazıt'ta çalışan 303 öğretmen üzerinde yapılan bu çalışmanın verileri çözümlenirken SPSS istatistik programı kullanılmış olup korelasyon analizi ve regresyon analizi yapılmıştır. Yıldırma ölçmek için Aiello, Deitinge, Nardella ve Bonafede (2008) tarafından geliştirilen yıldırma ölçeği; tükenmişliği ölçmek için Maslach (1981) tarafından geliştirilen tükenmişlik ölçeği ve sinizmi ölçmek için Brandes, Dharwadkar, Dean (1992) tarafından geliştirilmiş sinizm ölçeği kullanılmıştır. Yıldırma ve sinizm arasındaki ilişkide tükenmişliğin aracılık rolünü belirlemek amacıyla Baron ve Kenny'nin (1986) dört aşamadan oluşan *Nedensel Adım Yaklaşımı* kullanılmıştır.

**Bulgular:** Sobel testi aracılık modelinin anlamlı olduğunu göstermiştir. Çalışma sonucunda yıldırmanın tükenmişlik ve sinizm üzerinde doğrudan etkisi olduğu ve tükenmişliğin sinizmi doğrudan etkilediği tespit edilmiştir. Ayrıca; yıldırmanın sinizm üzerindeki etkisinde, tükenmişliğin 'kısmi aracı' değişken olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

**Özgünlük:** Bu çalışmada yıldırma ve sinizm arasındaki ilişkide tükenmişliğin aracılık mekanizması yıldırma, sinizm ve tükenmişlik kavramları birlikte incelenerek belirlenmiştir. Bu bulgu, bir özgünlük sunmakta ve literatüre bir katkı sağlamaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Yıldırma, Tükenmişlik, Sinizm, Öğretmen.

**JEL Kodları:** M12, O15.

**THE MEDIATING EFFECT OF BURNOUT ON THE RELATIONSHIP BETWEEN MOBBING AND CYNICISM: DOĞUBAYAZIT SAMPLE****ABSTRACT**

**Purpose:** The main purpose of this study is to examine the mediating role of burnout on the relationship between mobbing and cynicism.

**Methodology:** While analyzing the data of this study, which was conducted on 303 teachers working in Doğubayazıt, SPSS statistical program was used and correlation analysis and regression analysis were performed. Mobbing scale developed by Aiello et al (2008) to measure mobbing; Burnout scale developed by Maslach to measure burnout and cynicism scale developed by Brandes et al (1992) to measure cynicism were used. In order to determine the mediating role of burnout on the relationship between mobbing and cynicism, Baron and Kenny (1986)'s *Causal Step Approach* consisting of four stages was used.

**Findings:** The Sobel test showed that the mediation model was significant. As a result of the study, it was found that mobbing has a direct effect on burnout and cynicism, and burnout directly affects cynicism. Moreover, it was concluded that burnout is a 'partial mediator' variable in the effect of mobbing on cynicism.

**Originality:** In this study, the mediating mechanism of burnout on the relationship between mobbing and cynicism was determined by examining the concepts of mobbing, cynicism and burnout together. This finding offers originality and gives a contribution to the literature.

**Keywords:** Mobbing, Burnout, Cynicism, Teacher.

**JEL Codes:** M12, O15.

\* Bu çalışma, Aslıhan Sena AVCI tarafından Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nde Prof. Dr. Enver AYDOĞAN'ın danışmanlığında yürütülen "Mobbing ve Tükenmişliğin Sinizm Üzerine Etkisi: Doğubayazıt Örneği" başlıklı Yüksek Lisans tezinden türetilmiştir.

<sup>1</sup> Ağrı-Doğubayazıt İlçe Seçim Müdürü, Ağrı, Türkiye, aslihan.topkaya@ysk.gov.tr, ORCID: 0000-0003-2850-7447.

<sup>2</sup> Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İİBF İşletme Bölümü, Ankara, Türkiye, enver.aydogan@hbv.edu.tr, ORCID: 0000-0001-7327-7148 (*Sorumlu Yazar-Corresponding Author*).

## 1.GİRİŞ

Günümüz örgütsel yaşantısında yönetici ya da çalışanların birbirlerini sindirme, yıldırma amacıyla ast ya da diğer çalışanlara karşı zaman zaman psikolojik saldırılar gerçekleştirdikleri görülmektedir. Bu olumsuz ve etik dışı davranışlar, çalışanlar ile örgütlerin etkinlik, verimlilik, kârlılık bağlamında örgütsel performansları açısından önemli zararlar görmesine neden olmakta, günümüzde çalışma hayatındaki önemli sorunlardan biri haline gelmektedir. Birçok insan; iş, arkadaş ve aile gibi topluluklarda çoğu zaman yıldırma maruz kalarak sinik davranış gösterebilmektedir. Özellikle hiyerarşik yapılaşmanın olduğu gruplar ile kontrolün zayıf ya da hiç olmadığı örgütlerde, birey ya da çalışanlara psikolojik yollardan baskı uygulanabilmektedir. Psikolojik baskı tükenmişlik sendromu olarak da ortaya çıkabilmektedir. Tükenmişliğin yarattığı iş tatminsizliği; iş görenlerin iş tanımının gereklerini yerine getirememe, bağlamsal performanstan uzaklaşma, örgütsel amaç ve hedefleri gerçekleştirememe, rekabetçi başarıya ulaşamama gibi sonuçlara yol açabilmektedir.

Mobbing kavramının kökeni Latince “mobile vulgus” kelimesinden gelmektedir. İngilizcede “mob” fiili; şiddete yönelmiş topluluk, bir yerde toplanmak, saldırmak ve rahatsız etmek gibi anlamlar taşımaktadır. (Davenport, Schwartz ve Elliott, 2003: 18-19). Türk Dil Kurumu Türkçe Sözlük’te yıldırma; iş yerleri, okullar vb. yerlerdeki topluluklar içinde belirli bir kişiyi hedef alıp, bu kişinin çalışmalarını sistemli bir biçimde engelleyip huzursuz olmasına yol açarak yıldırma, dışlama, gözden düşürme şeklinde açıklanmaktadır (TDK, 2019).

Yıldırma kavramı, hayvan davranışlarını inceleyen Avusturyalı bilim adamı K. Lorenz aracılığıyla ilk defa 1960’lı yıllarda hayvanların sürü dışı bir yabancıya karşı veya kendi aralarında uyguladıkları taciz davranışını tarif etmek için kullanılmıştır (Westhues, 2002: 2 aktaran Tınaz, 2006). Ayrıca Alman asıllı İsveçli pedagoji psikoloğu H. Leymann 1980’li yıllarda çalışma yaşamında mobbing kavramını iş hayatındaki baskı, şiddet ve yıldırma hareketlerini tanımlamak için kullanmıştır (Tınaz, 2006).

Günümüz insan kaynakları pratiğinde “bezdiri”, “yıldırma” veya “psikolojik taciz” olarak ifade edilen “mobbing” olgusu çalışma hayatında çok önemli bir rol oynamakla birlikte; toplum, çalışan ve kurumlar düzeyinde psikolojik, sosyal ve ekonomik kayıplara sebep olmaktadır. Ekonomik büyüme ve kalkınmanın en önemli girdilerinden olan insan kaynağına zarar vererek, örgütün verimliliğini, kârlılığını olumsuz yönde etkilemektedir.

Yıldırma, bir örgüt içerisinde gerçekleşen, bir veya daha fazla çalışan tarafından; bir veya daha fazla çalışana, sistematik bir biçimde, düşmanca ve ahlakdışı bir tutumla, devamlılığı olan bir sıklıkla, birçok türde nedenleri olabilen, iş göreni sindirme amacı ile çalışanın özgüvenine uygulanan hem psikolojik hem fiziksel saldırgan davranışları tanımlamaktadır. Yıldırma uygulamadaki esas amaç bireyin onur ve itibarını ortadan kaldırmaktır (Mobbing Ortak Akıl Çalıştayı Sonuç Bildirgesi, 2018: 2) ve işyerinde şiddetli sosyal stres kaynağıdır (Çoban, 2007). Rekabetin arttığı günümüz dünyasında yıldırma, küreselleşmenin sonucu olarak gün geçtikçe artan bir problem olmaya devam edecektir (Kondori, 2015: 1). Yapılan araştırma sonuçlarına göre yıldırmanın işyerinde stres durumu yaratmakla birlikte mağdurları fizyolojik ve psikolojik sorunlara da maruz bıraktığı görülmüştür (Serin, Balkan ve Doğan, 2014).

Tükenmişlik ilk kez 1974’te H. Freudenberger tarafından “başarısız olma, yıpranma, enerji ve gücün azalması veya tatmin edilemeyen istekler sonucunda bireyin iç kaynaklarında meydana gelen tükenme durumu” şeklinde tanımlanmıştır (Arı ve Bal, 2008: 132). Türk Dil Kurumu Türkçe Sözlük’te gücünü yitirmiş olma, çaba göstermeme durumudur (TDK, 2019).

Günümüzde tükenmişliğin kabul gören tanımı, Maslach Tükenmişlik Ölçeği’ni (MBI) de geliştirmiş olan C. Maslach tarafından yapılmıştır. Bu tanıma göre; tükenmişlik çalışanın iş yerindeki stres seviyesini çoğaltan öğelere karşı bir reaksiyon olarak gelişen, psikolojik bir sıkıntıdır (Maslach, 2003:189).

Tükenmişlik genel olarak örgüt üyelerinin kişisel başarı duygularındaki eksilmeyi belirtmekte, duygusal olarak işten uzaklaşma, işe karşı tükendiklerini hissetme ve ilave olarak da duyarsızlaşma hissiyatlarındaki artışı ifade etmektedir (Şimşek ve diğerleri, 2015). Stres ve duygusal tükenme bunun önemli bir parçasıdır. Ancak tükenmişliğin en bariz özelliği iş yerindeki fazla yüklenmeye tepki olarak verilen işten uzaklaşma olmaktadır.

Tükenmişlik; duygusal tükenme, duyarsızlaşma ve kişisel başarı düzeyinden oluşmaktadır. Duygusal tükenme yorgunluk hissini ifade etmektedir. Bu durumda kişinin duygusal enerjisi hızla tükenme eğilimine girmektedir. Duyarsızlaşma kayıtsızlığın gelişimine işaret etmektedir. Birey çevresine karşı olumsuz tutumlar sergilemeye başlamaktadır. Kişisel başarının azalması bir olumsuzluk olarak değerlendirilir. Kişinin başardıklarından memnuniyetsizliği, genellikle yetersizlik ve zayıf profesyonel benlik duygularını ortaya çıkarmaktadır (Droogenbroeck ve diğerleri, 2014). Kişisel başarı performansındaki azalma, örgütsel

düzeyde daha fazla olumsuz sonuçlar yaratmakta, örgütün azalan verimlilik düzeyi rekabet stratejilerini yine olumsuz etkilemektedir.

Sinizm bir düşünce şekli ve yaşam biçimi olarak Antik Yunan'da ortaya çıkmıştır. Sinizm İ.Ö. 4. yüzyılda ilk sinik olan Sokrates'in izinde yol alan Antisthenes ve Sinopeli Diogenes tarafından geliştirilen bir felsefedir (Dean ve diğerleri, 1998). "Sinik" tabiri Yunanca "kunikos" ("köpeğe benzeyen") kelimesinden gelmektedir. İlk kiniklerin alışılmamış hareket tarzlarını benimsemesine ve sokaklarda yaşama kararlarına karşılık aşağılayıcı bir tabir olarak kullanılmıştır. Cynics'ten önceki yüzyıllarda Pisagor ve takipçileri de basit yaşamı savunmuşlardır. Bugünün yaygın kullanımında "sinizm", insan güdü ve eylemlerinin samimiyetine veya iyiliğine inanmama eğilimi ve bunu alaycı bir şekilde belirtme eğilimi anlamında kullanılmaktadır (Mastin, 2009).

Türk Dil Kurumu Türkçe Sözlük'te sinizm, kinizm kelimesiyle beraber anlamlandırılmış ve "insanın erdem ve mutluluğa, hiçbir değere bağlı olmadan bütün gereksinimlerden sıyrılarak kendi kendine erişebileceğini savunan Antisthenes'in öğretisi" şeklinde açıklanmaktadır (TDK, 2019). Sinizmin özelliklerini taşıyan kişilerin yani, siniklerin temel özellikleri yapılan çalışmalar sonucunda şu şekilde sıralanabilmektedir. Sinikler (Erdost ve diğerleri, 2007: 514, Özgener ve diğerleri, 2008: 54, Akman, 2013: 13, Yıldırım ve Kayapalı, 2016);

- Doğruyu söylememe, ikiyüzlü olma ve başkalarını sömürmenin insanın temel karakteristikleri olduğunu farz ederler.
- İnsanların seçenekler içinde tercihte bulunurken egoist olduklarını, davranışlarında tutarsız olduklarını ve güvenilmez olduklarını düşünürler.
- İnsanların gerçekleştirdikleri eylemlerin ötesinde gizli maksatları bulunduğuna inanırlar.
- Psikolojik obje (kişi, örgüt, grup, toplum vb. gibi) ile ilgili bir şey düşündüklerinde sıkıntı, iğrenme hatta utanç bile duyabilirler.
- Sinikler, psikolojik objenin doğruluk ve içtenlik barındırmadığına yönelik kesin yargılar içeren tenkitlerde bulunabilirler.
- Sinikler, psikolojik obje ile ilgili olayı bizzat yaşadıklarında bu durumu kendi yorumlarıyla nakledip alaycı bir üslup kullanırlar.
- Çoğunlukla kırıncı ve dalga geçer gibi konuşurlar.
- Henüz ilk baştan bir planın kötü gideceği duygusuyla hareket edip, devamlı karamsar tahminler yaparlar.

Siniklerin toplumu etkileyen yüzü olan genel sinizm olgusu; sadece toplumu etkilemekle kalmamakta, bunun yanında örgütlerde yönetici ve çalışan ilişkilerini de negatif şekilde etkilemekte, sinizmi teşvik eden örgütsel uygulamalar çalışanların örgütsel adalet algılarını zayıflatmakta ve bunun sonucu olarak da örgütsel bağlılıklarını azalttıkları gibi örgütsel verimi ve performansı da olumsuz yönde etkilemektedir. Çalışanların örgüte olan inancını olumsuz şekilde etkilediğinden örgütün birliğine de zarar vermektedir (Pelletier ve Bligh, 2008).

İş görenler, içinde buldukları örgütün hedefleri doğrultusunda çalışırken diğer taraftan da kendi amaç ve beklentilerini hayata geçirmek için çaba harcamaktadır. Örgütler ile çalışanların beklentilerinde bir uyum ve ahenk olmalıdır. Bunun sonucu olarak hem örgütün amaçları hem de çalışanların beklentileri gerçekleşmektedir. Ancak çalışan beklentilerini karşılayamaz ve yaptığı işten hoşnut olmaz ise kendine sıkıntı doğurabilecek duygularla yüklenebilmektedir. Bu vaziyetin uzun sürmesi çalışanın hayatını zora sokabilmektedir. Neticede bu durum yalnızca çalışana değil aynı zamanda örgütün verimliliğine de hasar verebilmektedir (Başaran, 2004: 30). İş görenlerin iş yerlerinde karşılaşılabilecekleri yıldırma ve yaşadıkları tükenmişlikleriyle beraber sinik davranışları, verimlilik düzeylerinin düşük olmasına sebebiyet vereceğinden bu durum işletmeleri de olumsuz yönde etkileyecek ve istenilmeyen büyük ekonomik kayıplara neden olabilecektir.

Yıldırma, tükenmişlik ve sinizm kavramları gerek ulusal gerekse uluslararası alanyazında; genellikle yıldırma ve tükenmişlik Yüksel (2017), Çam (2010), Anna (2019); yıldırma ve sinizm Cansever (2017), Ulukuş (2017), Bayraktar (2016), Seifolahi ve Hassanzade (2019); tükenmişlik ve sinizm Karakaya (2019), Çatalkaya (2017), Amasralı (2016), Aditya ve diğerleri (2014), Akhigbe ve Gail (2017: 125) şeklinde ikili değişken olarak kullanılmıştır. Alanyazında yıldırma, tükenmişlik ve sinizm üçlü değişken olarak birlikte aracılık rolü ile ele alınmamıştır. Bu noktadan hareketle yapılan çalışmada "yıldırma ve tükenmişliğin sinizm üzerindeki etkileri" bir arada incelenerek, sonuçların ortaya konulması amaçlanmıştır. Toplumsal değişim ve yenilenmenin itici gücü olan öğretmenlerin mesleki yaşamlarında karşılaştıkları sorunlar, onların öğrenme ve öğretme (yol göstericilik, rol modeli olma, esin kaynağı olma vb.) kapasitelerini olumsuz olarak etkilemekte, onlardan beklenen verimlilik ve performans düşülebilmektedir.

Bu araştırmada amaç; öğretmenlerin “yıldırımaya” maruz kalmalarının onların sinik davranışlarına etkisinde tükenmişliğin aracılık rolünü incelemektir. Araştırmanın öğretmenler üzerinde yapılma sebebi ise; öğrenci, veli ve okul yönetimi üçgeni içerisinde çalışan öğretmenlerin iş yüklerinin yoğun olması, insanlarla yüz yüze iletişimlerinin fazla olması, yaşadıkları baskı ve stres nedeniyle yıldırma ve tükenmişliğe maruz kalma olasılıklarının yüksek olmasıdır.

İlk bölümde yıldırma, tükenmişlik ve sinizm kavramları ele alınmıştır. Bu kavramların örgütsel performans ve verimlilik yönüyle değerlendirilebilmesi için ikinci bölümde değişkenler arasındaki ilişkiler ortaya koyularak, araştırmanın hipotezleri türetilmiştir. Üçüncü bölümde araştırmanın yöntemi çerçevesinde; kapsamı ve sınırlılıklarına, veri toplama tekniğine ve modeline yer verilmiştir. Dördüncü bölümde araştırmadan elde edilen bulgular yer almaktadır. Son bölümde ise araştırmadan elde edilen sonuçlar ışığında; yöneticiler, çalışanlar, araştırmalara yönelik öneri ve değerlendirmeler bulunmaktadır.

## 2. YILDIRMA, TÜKENMİŞLİK ve SINİZM İLİŞKİSİ

Araştırmanın amacı doğrultusunda problem ve alt problemler dikkatlice incelenmiş ve literatür taraması yapılarak aşağıda maddeler halinde gerekçeleri açıklanarak;

- H<sub>1</sub>: Yıldırmanın sinizm üzerinde pozitif yönde bir etkisi vardır
- H<sub>2</sub>: Yıldırmanın tükenmişlik üzerinde pozitif yönde bir etkisi vardır
- H<sub>3</sub>: Tükenmişliğin sinizm üzerinde pozitif yönde bir etkisi vardır
- H<sub>4</sub>: Yıldırmanın sinizme olan etkisinde tükenmişliğin aracılık rolü vardır

hipotezleri geliştirilmiştir.

### 2.1. Yıldırma ve Sinizm İlişkisi

Çalışanların yaşantılarının oldukça büyük bir bölümünü iş ortamında geçirdiği düşünülürken, örgüt sağlığını negatif şekilde etkileyen yıldırma ve sinizm oldukça önemli birer problem olarak değerlendirilmelidir. Yıldırma ve sinizm olguları örgütte var olan insan kaynağına zarar veren büyük bir tehdittir. Çalışanın psikolojisini olumsuz yönde etkileyebilecek olan bu olgular hem çalışanın verimliliğini azaltabilecek hem de örgütün başarısı önünde büyük bir engel teşkil edebilecektir.

Yıldırma ve sinizm arasındaki ilişkiyi belirlemeye yönelik yapılan çalışmalar da bu durumu desteklemektedir. Laçın (2011: 70) yaptığı araştırma sonucunda yıldırma ve sinizm arasında orta düzeyli, pozitif yönlü ve anlamlı bir ilişki saptamıştır. Cansever (2017:55) çalışmasında yıldırma algısının artmasıyla örgütsel sinizm tutumlarının artacağı sonucuna ulaşmıştır. Deniz (2020: 96) tarafından yürütülen çalışmada yıldırımaya maruz kalma düzeyleri ile örgütsel sinizm algıları arasında anlamlı, orta ve yüksek düzeyde pozitif yönlü ilişkilerin olduğu belirlenmiştir.

### 2.2. Yıldırma ve Tükenmişlik İlişkisi

Çalışanlar işlerini yaptıkları sırada birçok kişiyle etkileşim halindedirler. Bu etkileşim zaman zaman telafisi dahi mümkün olmayan, çalışanın fiziksel ve ruhsal sağlığını olumsuz yönde etkileyen şiddet olaylarına neden olabilmektedir. Örgüt içerisinde yıldırmanın varlığı, çalışanlara ve örgütlere çok büyük zararlar vermektedir. Bu tür yıldırma davranışları kişi üzerinde istenmeyen yıkıcı etkilere neden olabilmektedir. Yıldırma sonucunda ortaya çıkan olumsuz sonuçlardan biri de çalışanın yaşayabileceği tükenmişliktir. Bu durum çalışandaki verimliliğin azalmasının da temel gerekçelerinden biridir.

Yıldırma ve tükenmişlik arasındaki ilişkiyi belirlemeye yönelik olarak gerçekleştirilen araştırmalar da bu durumu doğrulamaktadır. Karsavuran (2011: 232) tarafından yapılan çalışma sonucunda; yıldırmanın tüm boyutlarıyla duygusal tükenmişlik ve duyarsızlaşma arasında pozitif yönlü bir ilişki, kişisel başarı ile arasında ise negatif bir ilişki olduğu görülmüştür. Ertürk (2014: 65) yaptığı çalışmanın sonucunda yıldırma ve tükenmişlik arasında anlamlı, pozitif ve orta düzeyde bir ilişkinin varlığını tespit etmiş; ayrıca yıldırmanın, tükenmişliğin üç boyutu olan duygusal tükenme, kişisel başarı ve duyarsızlaşma düzeylerini anlamlı olarak etkilediği sonuçlarına ulaşmıştır. Başka bir çalışma sonucunda ise Aydın (2018: 1), yıldırma davranışları ile karşılaşma sıklığı ile tükenmişlik düzeyleri ve tükenmişliğin tüm alt boyutları arasında istatistiksel olarak anlamlı, pozitif yönde korelasyon olduğunu belirtmiştir. Anna (2019: 156) tarafından yapılan çalışmada yıldırma ve tükenmişlik arasında anlamlı ilişkiler olduğu görülmüştür.

Dolayısıyla yukarıdaki örneklemeler yıldırma ile tükenmişlik arasında pozitif yönlü bir ilişkinin mevcut olduğunu göstermektedir.

### 2.3. Tükenmişlik ve Sinizm İlişkisi

Çalışanların işlerini severek ve isteyerek yapmaları onları fiziksel ve psikolojik yönden olumlu şekilde etkilemektedir. Örgütün çalışandan talepleri olduğu gibi çalışanın da örgütünden beklentileri vardır. Çalışanların beklentileri karşılanmadığında, kişi yaşadığı stresle beraber ondan istenilen performansı gösteremeyecektir. Bu durumda örgüt açısından istenilmeyen sonuçlarla karşılaşılmasına neden olmaktadır. Çalışanın yaşadığı zihinsel ve bedensel yorgunluk onun işine ve iş yerindeki diğer kişilere yönelik olarak olumsuz davranışlar sergilemesine neden olabilecektir. Yani kişi yaşadığı tükenmişlikle, çalıştığı kuruma karşı sinik davranışlarda bulunabilecektir.

Tükenmişlik ve sinizm arasındaki ilişkiyi belirlemeye yönelik olarak yapılan araştırmalar da bu durumu göstermektedir. Ercan (2016: 3) çalışmasında tükenmişliğin bilişsel, duyuşsal, davranışsal sinizm üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşmıştır. Takır (2019: 79) tarafından yapılan bir diğer çalışma sonucunda yetişkin eğitimcilerin örgütsel sinizm tutumları ile tükenmişliğin tüm boyutları arasında orta düzeyde, pozitif yönlü ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkinin bulunduğu tespit edilmiştir. Aditya ve diğerleri (2014), Akhigbe ve Gail (2017: 125) yaptıkları çalışmalarda tükenmişlik ve sinizm arasında anlamlı ilişkiler olduğunu tespit etmişlerdir.

### 2. 4. Yıldırma, Tükenmişlik ve Sinizm İlişkisi

Örgüt yönetimi ya da çalışanlar tarafından örgütte gerçekleştirilen yıldırma davranışları görülmez veya görmezden gelinirse bu durumun hem çalışanlara hem de örgüte zarar vermesi kaçınılmazdır. Söz konusu bu tür davranışlar çalışma ortamını huzursuz hale getirerek, çalışanın performansını olumsuz yönde etkileyebilecektir. Yaşanan kişisel kayıplar sonucunda çalışan; çaresiz, umutsuz ve yorgun bir kişi haline dönüşebilecektir. Kişinin yaşadığı tükenme hissi, onda istenmeyen tutum ve davranışların ortaya çıkmasına sebep olabilecektir. Yani çalışanın iş yerinde maruz kaldığı yıldırma davranışları sonucunda yaşayacağı tükenmişlik, sinik davranışlarda bulunmasına yol açabilecektir.

Yapılan açıklamalar dikkate alındığında, çalışanın yıldırma algısının azalmasının, onun yaşadığı tükenmişlik ve sinik davranışlarda bulunma ihtimalini de azaltabileceği görülmektedir. Yapılacak araştırma sonuçlarının örgütlerde karşılaşılan yıldırma, tükenmişlik ve sinizme yönelik yeni bir bakış açısı kazandıracakı düşünülmektedir.

### 3.YÖNTEM

Bu bölümde; araştırmanın kapsam ve sınırlılıkları, veri toplama tekniği ve araştırma modeli hakkında bilgiler verilmesinden sonra araştırma sonucunda elde edilen verilerin analizi yapılacaktır.

#### 3.1. Kapsam ve Sınırlılıklar

Yapılan çalışmada evrenden örneklem alınmış ve kolayda örnekleme başvurulmuştur. Bu tür örneklemede belirlenen örneklem büyüklüğüne göre rastlantısal olarak evrenin bir parçası seçilmiştir (Eşitlik 1).

$$n = Nt^2pq/d^2(N - 1) + t^2pq \quad (1)$$

Eşitlik 1'de  $N$ , evrendeki birey sayısını;  $n$ , örnekleme alınacak birey sayısını;  $p$ , incelenecek olayın görülüş sıklığını;  $q$ , incelenecek olayın görülme sıklığını;  $t$ , sabit değeri ve  $d$ , olayın görülüş sıklığına göre yapılmak istenen  $\mp$  sapmayı ifade etmektedir.

Eşitlik kullanılarak gerekli örneklem aralıkları oluşturulmuştur. Örneklem ile ilgili araştırma yapanlara yol göstermesi bakımından  $\alpha = 0,05$  için  $\mp 0,03$ ,  $\mp 0,05$  ve  $\mp 0,10$  örnekleme hataları için birbirinden değişik evren büyüklüklerinden çekilmesi gereken örneklem büyüklükleri hesaplanmıştır (Yazıcıoğlu ve Erdoğan, 2004: 49-50). Buna göre  $p=0.5$   $q=0.5$  aralığında yeterli örneklem aralığı 278-333 arasında olabileceken, yanlış ve eksik doldurma olabileceği, geri dönüşlerin olamayabileceği göz önünde bulundurularak saha çalışması için 335 anket formu dağıtılmış ve geri dönüşler sonrasında yapılan inceleme ile 303 örneklemden alınan sonuçlar bu çalışmada değerlendirmeye alınmıştır.

Türkiye genelinde MEB verilerine göre 2018-2019 Eğitim-Öğretim döneminde Örgün Eğitimde kamu ve özel sektördeki toplam 66.849 okul/eğitim kurumunda 443.721 erkek, 675.745 kadın olmak üzere toplam 1.119.466 öğretmen görev yapmıştır (MEB, 2018-2019). Hazırlanan çalışma kapsamında, öğretmenlik meslek mensuplarının tamamına ulaşamayacağı gerçeğinden hareketle; bu çalışma örneklem olarak seçilen Ağrı/Doğubayazıt ilçesindeki devlete ait eğitim kurumları ile sınırlı tutulmuştur. Araştırma 1 Ekim-20 Aralık 2019 tarihinde gerçekleştirilmiştir.

### 3.2. Veri Toplama Tekniği

Yapılan çalışmada veri toplama aracı olarak anket tekniği kullanılmıştır. Veri toplama iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Birinci aşama literatür taraması sonrasında anket oluşturma, ikinci aşama ise saha çalışmasıdır.

Araştırmada ölçekler belirlendikten sonra anket formunun geliştirilmesi safhasına başlanmıştır. Bu çalışma için gerekli verilerin toplanabilmesi amacıyla oluşturulan anket formu; başlangıç kısmında toplanan verilerin kullanılma amacı ve toplanacak bilgilerin kesinlikle saklı tutulacağına dair bilgilerin yer aldığı kısa bir açıklamadan sonra, dört ana kısımdan meydana gelmektedir.

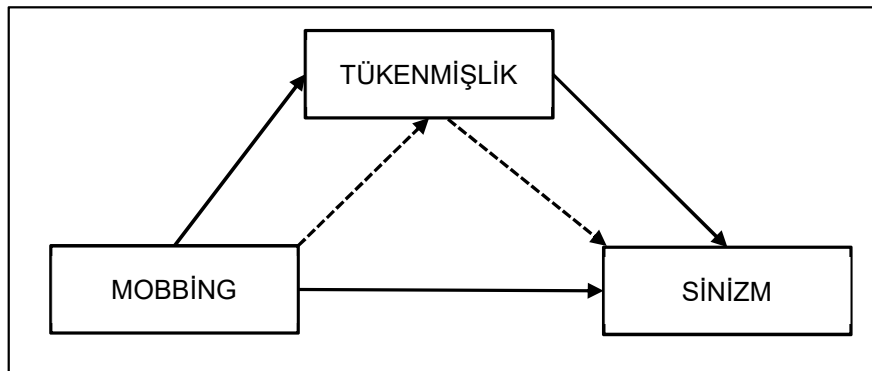
- Bu kısımda 9 madde yer almaktadır. Bu maddeler ile katılımcıların; cinsiyet, yaş, medeni durum, öğrenim seviyesi, görev yaptığı eğitim seviyesi, mesleğindeki görev süresi, çalıştığı okuldaki görev süresi, mesleğini seçme durumu ile mesleğini değiştirmeyi düşünüp düşünmediği hakkındaki demografik özelliklerini ölçmeye yönelik kişisel bilgilere ulaşılmaya çalışılmıştır.
- Araştırmada, bireyler arası ilişkilere dayalı olarak yıldırma davranışlarını belirlemeyi hedefleyen sorulardan oluşan Aiello, Deitinge, Nardella ve Bonafede tarafından 2008 yılında "Örgütsel Çevrede Yıldırma (Mobbing) Riskinin Değerlendirilmesi" adlı çalışma için geliştirilmiş "yıldırma ölçeği" kullanılmıştır. Ölçeğin orijinal halinde araştırmacılar tarafından ölçeğin geçerliliğini belirlemek için verilere Açıklayıcı Faktör Analizi uygulanmış, güvenilirliğini belirlemek için Cronbach Alpha hesaplaması yapılmıştır. Sonuçta ölçeğin geçerlik ve güvenilirliğe sahip dört faktörde dağılım gösteren bir yapısı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ölçeğin Türkçe'ye uyarlamasında araştırmacılar tarafından yapılan inceleme sonucunda benzer özellik gösteren 10 soru ölçekten çıkarılmıştır (Laleoğlu ve Özmete, 2014). Sonuçta ölçekte yer alan 38 soru ile saha çalışması yapılmıştır. Çalışmada yıldırma ölçeğinin yapısal geçerliliğini araştırmak amacıyla "Dönüştürülmüş Temel Bileşenler Analizi" uygulanmıştır. Analiz sonucunda Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) değerinin 0,89 olarak oldukça kabul edilebilir bir düzeyde olduğu görülmüştür. Faktör yükü 0.30'dan düşük olan maddeler ölçekten çıkarılmıştır. Ölçeğin güvenilirliğini belirlemek için hesaplanan iç tutarlılık katsayısı Cronbach Alpha 0,94 olarak tespit edilmiştir. Faktör analizi sonuçlarına göre yıldırma davranışlarını tanımlayan beş alt faktör olduğu görülmüştür. Gerçekleştirilen çalışma ile ölçeğin orijinal halindeki sonuçlarına uygun olarak geçerli ve güvenilir olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Aiello, Nardella ve Bonafede tarafından geliştirilen yıldırma ölçeği çalışmada tek boyutta değerlendirilerek kullanılmıştır.
- Tükenmişlik düzeyini belirlemek için, Maslach tarafından geliştirilen, Maslach Tükenmişlik Envanteri-Eğitimci Formu'nu (1981) Türkçe'ye uyarlama çalışması, İnce ve Şahin (2015) tarafından yapılmış olan ölçek kullanılmıştır. Envanterin her bir maddesinden alınabilecek en düşük puan "1" en yüksek puan ise "7" olarak belirlenmiştir. Bu derecelendirmeye göre "1- Hiçbir zaman, 2- Yılda birkaç kez, 3- Ayda bir kez, 4-Ayda birkaç kez, 5-Haftada bir kez, 6- Haftada birkaç kez, 7- Her gün," (İnce, Şahin, 2015: 390) olarak düzenlenen puanlama seçenekleri araştırmacının veri toplama sürecinde kullanılmıştır. Ölçekten elde edilen yüksek duygusal tükenme ve duyarsızlaşma puanları kişinin yüksek seviyede tükenmişlik yaşadığını belirtmektedir. Kişisel başarı boyutunda ise alınan yüksek puanların karşılığı düşük düzeyde yaşanan tükenmişliktir. Bu sebeple araştırmada ölçeğin kişisel başarı boyutuna ilişkin puanları tersine puanlama yapılmasıyla verilerin analizi gerçekleştirilmiştir. Bu şekilde maddelerden ve ölçekten elde edilen yüksek puanın daha çok tükenmişlik sendromuna maruz kalındığının, düşük puanın ise tükenmişlik sendromuna daha az maruz kalındığının göstergesi olacağı değerlendirilecektir. Maslach tarafından geliştirilen tükenmişlik ölçeği yapılan araştırmada tek boyutta değerlendirilerek kullanılmıştır. Maslach ve Jackson 1981 yılında MTE'nin geçerliliğini belirlemek amacıyla birkaç yöntem kullanmıştır. İlk olarak iş arkadaşları ya da eşlerinden, kişilerin davranışlarını değerlendirmeleri istenmiştir. Yapılan değerlendirme ile çalışanların elde ettikleri puanlar ve tükenmişlik düzeyleri arasında anlamlı bir ilişki olduğu görülmüştür. Tükenmişliğin duygusal tükenmişlik ve duyarsızlaşma boyutundan yüksek puan alan çalışanların, işlerinde mutsuz ve hizmet verdikleri kişilerden şikâyetçi oldukları görülmüştür. Maslach ve diğerlerine (2010) göre MTE'nin geçerliliğini belirlemek amacıyla uygulanan diğer bir yöntem ise; Hackman ve Oldham'ın İş Betimleme Ölçeğinin bazı boyutları ile MTE'nin boyutları arasındaki ilişkinin araştırılmasına yöneliktir. Sonuçta işten alınan geri bildirim ve işin anlamlılığı ile tükenmişliğin boyutları arasında anlamlı ilişkiler olduğu görülmüştür. Ölçeğin güvenilirliğini belirlemek için Cronbach alfa katsayısı hesaplanmıştır. Tükenmişlik Envanterin iç tutarlılığını tespit etmek için hesaplanan alfa katsayısının duygusal tükenme boyutunda 0,89, duyarsızlaşma boyutunda 0,77 ve kişisel başarı boyutunda ise 0,74 olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Elde edilen bulgular sonucunda ölçeğin geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olduğu görülmüştür. Çalışmada tükenmişliğin alt boyutları olan duygusal tükenme, duyarsızlaşma ve kişisel başarıya yönelik 22 adet sorudan oluşan "Maslach Tükenmişlik Envanteri" (İnce ve Şahin, 2015) kullanılmıştır. Ölçeğin Türkçe'ye uyarlamasında her boyut için hesaplanan Cronbach Alpha katsayısı duygusal tükenme boyutu için 0,88; duyarsızlaşma boyutu için 0,78; kişisel başarı boyutu için 0,74 olarak tespit edilmiştir. Yapısal geçerliliği belirlemek için doğrulayıcı

faktör analizi uygulanmıştır. Analizler sonucunda ölçeğin kabul edilebilir uyum seviyesinde olduğu belirtilmektedir.

- d. Sinizm değerlendirme ölçeği; Brandes, Dharwadkar ve Dean tarafından geliştirilen, gerekli faktör analizleriyle uygulanabilirlik ve güvenilirlik çalışmaları yapılmış, Kalagan tarafından Türkçe'ye uyarlanmış (Kalagan, 2009; 153-155), Karacaoğlu ve İnce tarafından yeniden geçerlik ve güvenilirliği test edilerek uygulanmış bir ölçektir (Karacaoğlu ve İnce, 2012). Brandes ve diğerleri (1999) tarafından geliştirilen "Örgütsel Sinizm Ölçeği" 13 maddeden oluşmaktadır. Örgütsel sinizm ölçeğinde bilişsel, duyuşsal ve davranışsal olmak üzere üç boyut vardır. Bilişsel boyut beş madde, duyuşsal boyut dört madde ve davranışsal boyut ise dört maddeden oluşmaktadır. Brandes ve diğerleri (1999) bilişsel boyuttaki maddelerin faktör yüklerinin 0,63 ile 0,81; duyuşsal boyuttaki maddelerin faktör yüklerinin 0,75 ile 0,80 ve davranışsal boyuttaki maddelerin faktör yüklerinin 0,54 ile 0,80 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Ayrıca, ölçeğin boyutlarının Cronbach Alpha İç Tutarlılık Katsayılarını sırasıyla 0,86, 0,80 ve 0,78 olarak hesaplamışlardır. Brandes ve diğerleri tarafından geliştirilmiş olan sinizm ölçeği çalışmada tek boyutta değerlendirilerek kullanılmıştır. Kalagan (2009: 153-155) tarafından ölçeğin geçerlik çalışmaları dilsel eşdeğerlik, açıklayıcı faktör analizi ve doğrulayıcı faktör analizi ile yapılmıştır. Ayrıca ölçeğin güvenilirliği iç tutarlılık katsayıları ve birleşik güvenilirlik ile araştırılmıştır. Hem maddeler hem de alt boyutlar için Pearson korelasyon katsayılarını hesaplamış, ölçekte yer alan tüm maddelerin  $P < 0.01$  düzeyinde anlamlı ilişkiye sahip olduğunu analiz etmiştir. Ulaştığı bulgularla, sinizm ölçeğinin iki uygulaması arasındaki tutarlılığın kabul edilebilir düzeyde olduğu ve formlarda dil eşdeğerliğinin sağlandığı sonucuna ulaşmıştır. 13 maddenin açıklayıcı faktör analizini gerçekleştirerek KMO değeri 0,915 olarak hesaplamıştır. Açıklayıcı faktör analizinde Temel Bileşenler Tekniği ile Varimax Dik Döndürme Yöntemi uygulanmasıyla üç boyutlu sınıflandırma yapmıştır. Analiz sonucunda, ölçeğin toplam varyansı açıklama oranı yüzde 78,674 olarak tespit edilmiştir. Örgütsel Sinizm Ölçeğinin güvenilirliği için Cronbach Alpha İç Tutarlılık Katsayısı 0,931 olarak hesaplanmıştır. Karacaoğlu ve İnce (2012) tarafından yapılan çalışmada sinizm ölçeğinin, iç tutarlılık katsayıları ve madde-toplam puan korelasyonları hesaplanarak güvenilirliği analiz edilmiştir. Ölçeğin faktör yapısını belirlemek için açıklayıcı ve doğrulayıcı faktör analizleri yapılmış olup geçerlilik değerlendirmesinde bulunulmuştur. Faktör analizi sonucunda ölçeğin orijinal halinde olduğu gibi; duygusal, bilişsel ve davranışsal olmak üzere üç boyutlu bir yapı sergilediği tespit edilmiştir. Sinizm Ölçeğinin güvenilirliği için Cronbach Alpha İç Tutarlılık Katsayısı 0,91 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca duygusal alt boyut için 0,94, bilişsel alt boyut için 0,87 ve davranışsal alt boyut için 0,82 olarak bulunmuştur. Analiz sonucunda, ölçeğin Türkiye'deki ilgili örneklem grubundan ulaşılan verilere göre geçerlilik ve güvenilirliğe sahip olduğu görülmüştür.

### 3.3. Araştırma Modeli

Araştırmada, genel tarama modeli içinde ilişkisel tarama modeli kullanılmıştır. Tarama modeli için yapılan araştırmada; mevcut durumun betimlenmesi maksadıyla araştırmaya konu olan bireyler kendi koşulları içerisinde, olduğu gibi tanımlanmaya çalışılmaktadır (Karasar, 2004: 77). Bununla birlikte ilişkisel tarama modelinde ise araştırmada iki veya daha fazla sayıdaki değişken arasında, birlikte değişimin varlığını ya da derecesini tespit etmek için çalışılacaktır (Karasar, 1998: 81). Bu kapsamda oluşturulan araştırma modelinde üç değişken kullanılarak, yıldırmanın (mobbingin) sinizm üzerine etkisinde tükenmişliğin aracılık rolü incelenecektir. Araştırma modeli Şekil 1'de sunulmuştur.



Şekil 1. Araştırma modeli

Sunulan araştırma modelinde; Yıldırma (Mobbing) bağımsız değişken, Tükenmişlik aracı değişken, Sinizm ise bağımlı değişken olarak kullanılmıştır.

## 4. BULGULAR



Katılımcılardan anket yöntemi ile elde edilen veriler, araştırmanın amaçları doğrultusunda üniversite tarafından lisansı bulunan SPSS Statistics 23.0 ile istatistiksel analizlere tabi tutulmuş ve bulgular yorumlanmıştır. Araştırmaya konu olan değişkenler arasında doğrusal ilişkileri tespit etmek amacıyla korelasyon ve regresyon analizleri uygulanmıştır.

#### 4.1. Ankete Katılanların Demografik Özellikleri

Ankete katılan 303 öğretmenin demografik özellikleri sırasıyla şöyledir: Araştırmaya katılanların %57'si kadın, %43'ü erkektir. %68 gibi çoğunluğu 20-30 yaş, %29'u 31-40 yaş ve %3'ü 41 yaş üzeri gruplarda; %53'ü bekâr, %47'si evli, %92,1'i lisans, %6,3'ü yüksek lisans, %1'i doktora ve %0,7'si ön lisans mezunudur. %43,9'u lise, %28,1'i ilkokul, %26,4'ü ortaokul ve %1,7'si okul öncesi eğitim seviyelerinde görev yapmaktadır. Öğretmenlerin %71,9 oranındaki çoğunluğu 1-5 yıl arası, %16,8'i 6-10 yıl arası, %7,3'ü 11-15 yıl arası ve %4'ü 15 yıl üzeri hizmet sürelerinde çalışmaktadır.

Araştırmaya katılan öğretmenlerin %93 gibi çoğunluğu 1-5 yıl, %6,3'ü 6-10 yıl, %0,7'si 11-15 yıl arasında aynı görev yerinde çalışmaktadır. Öğretmenlerin %89 gibi büyük çoğunluğu mesleklerini severek/isteyerek, %7'si sevmeden/istemeyerek, %4'ü zorunlu olarak seçtiklerini beyan etmişlerdir. Araştırmaya katılan öğretmenlerin %74 gibi çoğunluğu öğretmenlik mesleğini değiştirmeyi düşünmezken, %26'sı öğretmenlik mesleğini değiştirmeyi düşündüklerini ifade etmişlerdir.

#### 4.2. Ölçeklere Ait Betimsel İstatistikler

Yıldırma, tükenmişlik ve sinizm değişkenlerinin ortalaması, standart sapması, çarpıklık ve basıklık değerleri Çizelge 1'de sunulmaktadır. Dağılımın normal olup olmadığını belirlemek ayrıca dağılım yapısının anlaşılmasını sağlamak amacıyla çarpıklık ve basıklık değerleri kontrol edilmiştir. Maddeler için ölçeklerden elde edilen basıklık ve çarpıklık değerlerinin +3 ile -3 arasında olması normal dağılım için yeterli görülmektedir (Groeneveld ve Meeden, 1984, Hopkins ve Weeks, 1990).

**Tablo 1. Ölçeklerden elde edilen ortalama, standart sapma, basıklık ve çarpıklık değerleri**

Ölçek ve Alt Boyut	X	SS	Çarpıklık	Basıklık
<i>Yıldırma</i>	2,25	1,17	1,34	1,30
İş arkadaşları ile ilişkiler	2,31	1,25	1,12	0,55
Tehdit ve Taciz	1,76	1,25	1,99	2,31
İş ve Kariyer ile İlgili Engellemeler	2,46	1,43	1,06	0,35
Özel Yaşama Müdahale	1,97	1,44	1,76	2,47
İşe bağlılık	2,96	1,81	0,67	-0,75
<i>Tükenmişlik</i>	2,74	1,03	0,32	-0,89
Duygusal Tükenme	3,36	1,64	0,54	-0,66
Duyarsızlaşma	2,14	1,51	1,52	1,41
Kişisel Başarı Düzeyi	2,49	1,44	1,51	1,87
<i>Sinizm</i>	2,69	0,96	0,42	-0,51
Duygusal Sinizm	2,35	1,17	0,63	-0,6
Bilişsel Sinizm	2,68	1,17	0,25	-0,94
Davranışsal Sinizm	3,04	1,08	-0,11	-0,73

Çizelge incelendiğinde araştırma kapsamında ele alınan yıldırma, tükenmişlik ve sinizm ölçeklerine ait veri setinin çarpıklık ve basıklık değerlerinin istenilen sınırlar içerisinde olduğu görülmektedir. Bundan dolayı verinin normal dağılım koşulunu sağladığı tespit edilmiştir.

Değişkenlere yönelik tanımlayıcı istatistikler incelendiğinde; *Yıldırma* ölçek puanının (2,25±1,17) orta düzeyde olduğu (7-1=6/5=1,20; 1,00-2,20: çok düşük; 2,21-3,4: düşük; 3,41-4,60: orta; 3,61-5,80: yüksek; 5,81-7,00: çok yüksek), *Tükenmişlik* ölçek puanının (2,74±1,03) orta düzeyde olduğu (7-1=6/5=1,20; 1,00-2,20: çok düşük; 2,21-3,4: düşük; 3,41-4,60: orta; 3,61-5,80: yüksek; 5,81-7,00: çok yüksek) ve *Sinizm* ölçek puanının (2,69±0,96) yüksek düzeyde olduğu (5-1=4/5=0,80; 1,00-1,80: çok düşük; 1,81-2,60: düşük; 2,61-3,40: orta; 3,41-4,20: yüksek; 4,21-5,00: çok yüksek) tespit edilmiştir.

### 4.3. Değişkenler Arası Korelasyon Matrisi Bulguları (Korelasyon Analizi)

Çalışmada; 303 öğretmen ile yapılan anket sonuçlarına göre yıldırma, tükenmişlik ve sinizm ölçek maddelerine verilen cevapların genel ortalaması alınarak analiz yapılmıştır. Yapılan analizde, söz konusu değişkenler arasındaki ilişkileri incelemek amacıyla Pearson korelasyon tekniği kullanılmıştır.

**Tablo 2. Korelasyon analizine ilişkin bulgular**

	Yıldırma	Tükenmişlik	Sinizm
Yıldırma	1		
Tükenmişlik	0,484*	1	
Sinizm	0,525*	0,416*	1

\*p< 0.01

Yapılan korelasyon analizinde değişkenler arasında 0,01 düzeyinde anlamlı ilişkiler olduğu tespit edilmiştir. Değişkenler arasındaki korelasyon değerlerine göre; mobbing, tükenmişlik ve sinizm değişkenleri arasında genelde orta düzeyde, anlamlı ve pozitif yönlü ilişkiler olduğu görülmektedir.

Yıldırma ile tükenmişlik arasında ( $r=0,484$ ;  $p<0,01$ ) 0,484'lük pozitif yönlü anlamlı bir ilişki vardır. Diğer bir deyişle *yıldırma ile tükenmişlik arasında %48'lik orta düzeyde anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki vardır*. Yıldırma ile sinizm arasında ( $r=0,525$ ;  $p<0,01$ ) 0,525'lik pozitif yönlü anlamlı bir ilişki vardır. Diğer bir ifadeyle *yıldırma ile sinizm arasında %52'lik orta düzeyde anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki vardır*. Tükenmişlik ile sinizm arasında ( $r=0,416$ ;  $p<0,01$ ) 0,416'lık pozitif yönlü anlamlı bir ilişki vardır. Diğer bir tabirle *tükenmişlik ile sinizm arasında %41'lik orta düzeyde anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki vardır*.

### 4.4. Regresyon Analizi ve Hipotezlerin Test Edilmesi

Regresyon analizi; bağımlı bir değişken ile bağımsız değişken ya da değişkenler arasındaki ilişkinin ifade edilmesine imkân sunan bir analiz yöntemidir (Gürbüz ve Şahin, 2017: 267). Regresyon analizi basit ve çoklu regresyon analizi olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Basit regresyon analizinde bir bağımlı değişken ile bir bağımsız değişken arasındaki ilişki incelenmektedir. Çoklu regresyon analizinde ise bir bağımlı değişken üzerinde birden fazla bağımsız değişkenin etkisi incelenmektedir (Kip ve İşyar, 1976: 9-16).

Tükenmişliğin aracılık rolünü belirlemek amacıyla Baron ve Kenny'nin (1986) önerdiği dört aşamalı yaklaşım olan 'Nedensel Adım Yaklaşımı' çerçevesinde basit ve çoklu regresyon analizleri yapılmıştır (Kalyoncuoğlu, 2017). Aracı değişkeni belirlemek amacıyla Baron ve Kenny'nin (1986) önerdiği yöntemle göre, bir değişkenin aracı değişken olarak kabul edilebilmesi için dört aşamalı basit ve çoklu regresyon analiziyle test edilmesi gerekmektedir. Bu analizde aracılık etkisinden söz edebilmek için bazı koşulların sağlanması gerekmektedir.

- Birinci koşul, bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerinde ( $H_1$ ) istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olmasıdır.
- İkinci koşul, bağımsız değişkenin aracı değişken üzerinde ( $H_2$ ) istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olmasıdır.
- Üçüncü koşul, aracı değişkenin bağımlı değişken üzerinde ( $H_3$ ) istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olmasıdır.
- Son aşamada ise bağımsız değişken ile birlikte aracı değişkende modele dâhil edilerek bağımlı değişken üzerindeki etkisine bakılarak aracılık rolünün tespit edilmesidir ( $H_4$ ).

Analizler sonucunda iki durum söz konusu olabilmektedir. İlk durumda bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerinde istatistiksel olarak anlamlı olan etkisi; aracı değişkenin modele dâhil edilmesiyle beraber, bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerinde anlamlı olmayan bir etkisinin ortaya çıkması halinde aracı değişkenin "tam aracılık" rolü bulunduğu tespit edilmektedir. İkinci durumda ise bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerindeki istatistiksel olarak anlamlı olan etkisinde bir azalma meydana gelmesi halinde aracı değişkenin "kısmi aracılık" rolünün bulunduğu tespit edilmiş olmaktadır.

### 4.5. Yıldırmanın Sinizm Üzerindeki Etkisini Belirlemeye Yönelik Basit Regresyon Analizi

Yıldırmanın sinizm üzerindeki etkisini belirlemeye yönelik regresyon analizinden elde edilen sonuçlar Tablo 3'te verilmiştir. Birinci adımda yıldırmanın sinizm üzerindeki etkisi basit doğrusal regresyon analiziyle test edilmiştir. Analiz sonucu istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $R^2=0,276$ ,  $F=114,467$ ,  $p=0,000$ ). Basit regresyon modeline göre yıldırmanın sinizme etkisi pozitif yönde 0,431'dir. Yani yıldırma 1 birim artarsa sinizm 0,431 kadar artacaktır. Analiz sonucunda  $R^2$  değerinin 0,276 olduğu görülmektedir. Buna göre, yıldırma meydana gelen bir birimlik değişim sinizmin %27,6'sını açıklamaktadır. Bu bulgular ışığında; " $H_1$ : Yıldırmanın sinizm üzerinde pozitif yönde bir etkisi vardır" hipotezi kabul edilmiştir.

**Tablo 3. Yıldırmanın sinizm üzerindeki etkisini belirlemeye yönelik basit regresyon analizi çizelgesi**

Adım		Standart Olmayan Katsayılar		Standart Katsayılar	t değeri	Anlamlılık	R <sup>2</sup>
		B	Standart Hata	Beta			
1	Sabit	1,721	0,102		16,821	0,00	0,276
	Yıldırma	0,431	0,04	0,525	10,699	0,00	

Bağımlı Değişken: Sinizm; F=114,467; Tol=1; VIF= 1,000

**4.6. Yıldırmanın Tükenmişlik Üzerindeki Etkisini Belirlemeye Yönelik Basit Regresyon Analizi**

Yıldırmanın tükenmişlik üzerindeki etkisini belirlemeye yönelik regresyon analizinden elde edilen sonuçlar Tablo 4'te verilmiştir.

**Tablo 4. Yıldırmanın Tükenmişlik Üzerindeki Etkisini Belirlemeye Yönelik Basit Regresyon Analizi Çizelgesi**

Adım		Standart Olmayan Katsayılar		Standart Katsayılar	t değeri	Anlamlılık	R <sup>2</sup>
		B	Standart Hata	Beta			
2	Sabit	1,77	0,113		15,693	0,00	0,234
	Yıldırma	0,428	0,045	0,484	9,595	0,00	

Bağımlı Değişken: Tükenmişlik; F=92,06; Tol=1; VIF=1,000

Yıldırmanın tükenmişlik üzerindeki etkisi basit doğrusal regresyon analiziyle test edilmiştir. Analiz sonucu istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $R^2 = 0,234$ ,  $F = 92,06$ ,  $p = 0,000$ ). Basit regresyon modeline göre yıldırmanın tükenmişliğe etkisi pozitif yönde 0,428'dir. Analiz sonucunda  $R^2$  değerinin 0,234 olduğu görülmektedir. Bu bulgular ışığında; "H<sub>2</sub>: Yıldırmanın tükenmişlik üzerinde pozitif yönde bir etkisi vardır" hipotezi kabul edilmiştir.

**4.7. Tükenmişliğin Sinizm Üzerindeki Etkisini Belirlemeye Yönelik Basit Regresyon Analizi**

Tükenmişliğin sinizm üzerindeki etkisini belirlemeye yönelik regresyon analizinden elde edilen sonuçlar Tablo 5'te verilmiştir.

**Tablo 5. Tükenmişliğin sinizm üzerindeki etkisini belirlemeye yönelik basit regresyon analizi çizelgesi**

Adım		Standart Olmayan Katsayılar		Standart Katsayılar	t değeri	Anlamlılık	R <sup>2</sup>
		B	Standart Hata	Beta			
3	Sabit	1,633	0,143		11,447	0,00	0,173
	Tükenmişlik	0,386	0,049	0,416	7,941	0,00	

Bağımlı Değişken: Sinizm; F=63,053; Tol=1; VIF=1,000

Tükenmişliğin sinizm üzerindeki etkisi basit doğrusal regresyon analiziyle test edilmiştir. Analiz sonucu istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $R^2 = 0,173$ ,  $F = 63,053$ ,  $p = 0,000$ ). Basit regresyon modeline göre tükenmişliğin sinizme etkisi pozitif yönde 0,386'dır. Analiz sonucunda  $R^2$  değerinin 0,173 olduğu görülmektedir. Bu bulgular ışığında; "H<sub>3</sub>: Tükenmişliğin sinizm üzerinde pozitif yönde bir etkisi vardır" hipotezi kabul edilmiştir.

**4.8. Tükenmişliğin Aracılık Rolünü Belirlemeye Yönelik Çoklu Regresyon Analizi**

Tükenmişliğin aracılık rolünü belirlemeye yönelik çoklu regresyon analizinden elde edilen sonuçlar Tablo 6'da verilmiştir.

**Tablo 6. Tükenmişliğin Aracılık Rolünü Belirlemeye Yönelik Çoklu Regresyon Analizi Tablosu**

Adım	Standart Olmayan Katsayılar		Standart Katsayılar	t değeri	Anlamlılık	R <sup>2</sup>
	B	Standart Hata	Beta			
Sabit	1,370	0,135		10,168	0,000	
4 Yıldırma	0,347	0,045	0,422	7,707	0,000	0,305
Tükenmişlik	0,197	0,051	0,212	3,863	0,000	

Bağımlı Değişken: Sinizm; F=67,343; Tol=0,766; VIF=1,306

Yıldırma ile aracı değişken olarak belirlenen tükenmişlik değişkeninin, sinizm üzerindeki etkisi çoklu regresyon analizi ile test edilmiştir. Yıldırma ve tükenmişliğin, sinizm üzerindeki etkisine bakıldığında, yıldırmanın sinizm üzerinde pozitif yönde anlamlı bir etkisinin olduğu ( $\beta = 0,422$ ,  $t=7,707$ ,  $p= 0,000$ ) ve tükenmişliğin sinizm üzerinde pozitif yönde anlamlı bir etkisinin olduğu ( $\beta = 0,212$ ,  $t=3,863$ ,  $p= 0,000$ ) görülmüştür. Analiz sonucunda  $R^2$  değerinin 0,305 olmuştur.

Tükenmişlik (aracı değişken) modele dâhil edilmesiyle beraber, yıldırmanın (bağımsız değişken), sinizm (bağımlı değişken) üzerindeki etkisi  $\beta = 0,525$ ,  $p=0,000$  değerinden  $\beta = 0,422$ ,  $p= 0,000$  değerine düşerek istatistiksel olarak anlamlı olan etkisi devam etmektedir. Dolayısıyla yıldırma ile sinizm arasındaki ilişkide tükenmişliğin “kısmi aracılık” rolünü üstlendiği tespit edilmiştir. Bu bulgular ışığında, “H<sub>4</sub>: Yıldırmanın sinizme olan etkisinde tükenmişliğin aracılık rolü vardır” hipotezi kabul edilmiştir.

Aracılık modeline ilişkin tüm aşamalarda şartlar sağlanmıştır. Son kısımda ise aracılık modelinin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını tespit etmek amacıyla Sobel Testinden yararlanılmıştır (Kalyoncuoğlu, 2017). Sobel Testinin hesaplanması sonucunda, aracılık etkisinin istatistiksel olarak anlamlı ( $z=6,269$ ,  $p<0,05$ ) olduğu tespit edilmiştir (Yılmaz ve Dalbudak, 2018: 517-534). Bu sonuca göre yıldırma değişkeninin; sinizmi, tükenmişlik değişkeni aracılığıyla etkilemekte olduğu görülmektedir. Yapılan analizde son adımda regresyon modeli içindeki bağımsız değişkenler arasında çoklu doğrusallık olup olmadığını belirlemek amacıyla, değişkenlerin VIF ve Tolerans değerleri gözden geçirilmiştir. Buna göre VIF değerinin 10'dan küçük ve tolerans değerinin 0,20'den büyük bir değer olması, bağımsız değişkenler arasında çoklu doğrusallık sorununun olmadığını göstermektedir. Analiz sonucunda VIF değeri (1,306) ve tolerans değeri (0,766) tespit edildiğinden, çoklu doğrusallık sorununun olmadığını belirlenmiştir (Kalyoncuoğlu, 2017).

## 5. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Çalışmada, yıldırma ve sinizm arasındaki ilişkiyi belirlemek ve bu ilişkide tükenmişliğin aracılık rolü olup olmadığını araştırılması amaçlanmaktadır. Çalışmada Ağrı ili Doğubayazıt İlçesinde devlete ait çeşitli eğitim seviyelerinde görev yapmakta olan 303 öğretmene uygulanan anket sonucunda elde edilen veriler kullanılmıştır.

Yıldırma ile ilgili katılımcıların büyük bir kısmının üzerinde uzlaştığı ve en fazla katılmıyorum cevabı verdikleri anket maddesinin 208 olumsuz cevap ile “Cinsel tacize maruz kaldığımı düşünüyorum” cevabı olduğu anlaşılmıştır. Ölçekteki diğer maddelere verilen cevaplar da göz önüne alınarak genel bir değerlendirme yapıldığında öğretmenlerin yıldırma maruz kaldıkları yönünde bir algı olduğu ancak bunun yüksek oranda cinsel taciz kaynaklı olmadığı tespit edilmiştir. Söz konusu araştırma sonuçlarına göre; öğretmenlere etkin, verimli ve huzurlu bir çalışma ortamının sağlanması, iş arkadaşlarıyla ilişkilerinin iyi olması, kendilerinden yapılması istenen faaliyetlerin iş tanımları içerisinde olması, adil bir ücretlendirme sisteminin varlığı durumunda yıldırma yönelik algılarının olumlu şekilde azalacağı düşünülmektedir. Tükenmişlik kavramı açısından katılımcıların çoğunluğunun üzerinde uzlaştığı maddenin ‘Bazı öğrencilere ne olduğunu gerçekten umursamıyorum’ cevabı olduğu görülmektedir. Öğretmenlerin tüm gün öğrencilerle çalışmaları onları zorlasa ve mesleklerinden duygusal olarak soğuduklarını hissetseler dahi öğrencilerine değer verdikleri ve onları önemsedikleri görülmektedir. Tükenmişlik açısından genel bir değerlendirme yapıldığında; öğretmenlerin iş yüklerinin fazla olmasının beraberinde iş hayatlarında fiziksel ve zihinsel yorgunluklarının onları zorladığı ve işe duyulan tatmin duygularında azalma olduğu gözlenmiştir. Sinizm kavramı açısından katılımcıların çoğunluğunun üzerinde uzlaştığı maddenin “Başkalarıyla, çalıştığım kurumda işlerin nasıl yürütüldüğü hakkında konuşurum” olduğu tespit edilmiştir. Buna göre öğretmenlerin çalışma yaşamlarında işleyişe yönelik olarak eleştirel bir tavır içinde oldukları gözlenmiştir. Sinizm açısından genel bir değerlendirme yapıldığında ise öğretmenlerin, kurumlarında yapılacağı söylenenler ile fiiliyatın aynı olmadığına dair inançlarının varlığı dikkat çekmektedir.

Korelasyon analizi sonucunda yıldırma ile tükenmişlik ve yıldırma ile sinizm arasında orta düzeyde anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki olduğu görülmüştür. Aynı zamanda tükenmişlik ile sinizm arasında da orta düzeyde anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Cansever (2017), Ulukoş (2017), Bayraktar

(2016), Seifolahi ve Hassanzade (2019) yıldırma ve sinizm arasında; Yüksel (2017), Çam (2010), Anna (2019) yıldırma ve tükenmişlik arasında; Karakaya (2019), Çatalkaya (2017), Amasralı (2016), Aditya ve diğerleri (2014), Oyam ve Gail (2017) tükenmişlik ve sinizm arasında anlamlı ilişkiler tespit etmişlerdir. Bu bağlamda araştırmadaki değişkenler arasındaki ilişkilere yönelik ulaşılan analiz sonuçları, alanyazındaki sonuçlarla uyumluluk göstermektedir.

Öğretmenler üzerinde yapılan araştırma sonucunun ilk aşamasında, yıldırmanın sinizm üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Yani öğretmenlerin yıldırma maruz kaldıklarına ilişkin algıları artarsa, sinik davranışların da artacağı görülmüştür. Eğitim ve öğretim kurumları içerisinde fiziksel şiddet uygulayarak, suç sayılan eylemleri dolayısıyla cezai sorumluluk altına girmek istemeyen kimseler, psikolojik şiddet uygulamaya yönelmektedir. Sonuçta suç olarak sayılmayan, ispat edilmesi kolay olmayan ve maruz kalan kişiye psikolojik olarak zarar veren davranışların yapılması kişide olumsuz tepkilerin ortaya çıkmasına neden olabilecektir. Öğretmenlerin psikolojik olarak zarar görmesi, onların bireysel performanslarına da etki edebilecek ve buldukları kuruma ya da kişilere karşı olumsuz bir tutum içerisinde girebileceklerdir. Yıldırma ile ilgili yapılan araştırmalarda hangi davranışların bu duruma sebebiyet verdiğinin, bunun yanı sıra bu davranışlara mağdurun ne sıklıkta maruz kaldığının belirlenmesinin vaziyetin saptanması yönünden oldukça önemli olduğu vurgulanmaktadır (Çöğenli ve Asunakutlu, 2016). Bunun neticesinde kurumsal bağlılık duygusunun da azalmasıyla öğretmenler negatif davranışlarda bulunabileceklerdir. Mobbinge maruz kalan öğretmenlerin sinik davranışlarda bulunması söz konusu olacaktır. Bireysel ve örgütsel düzeyde verimliliğin azalması, örgütsel rekabetçi başarıya engel olabileceği görülmektedir.

Araştırma, yıldırmanın tükenmişlik üzerinde etkili olduğunu ortaya koymuştur. Yani öğretmenlerin yıldırma maruz kaldıklarına ilişkin algıları artarsa tükenmişlikleri de artmaktadır. Yıldırma maruz kalan öğretmenler zamanla çalışma hayatından zevk almamaya başlayacak, verimliliklerini azaltacaktır. Kendilerine huzursuzluk veren bir işyerinde çalışma mecburiyetinde olan ve rahat bir çalışma ortamı bulamayan öğretmenler yaşadıkları sorunlarla beraber mutsuz ve çalışmaktan bezmiş kimseler haline dönüşebileceklerdir. Yıldırma süreci sahneye konulan bir oyun olarak değerlendirildiğinde; oyun içerisinde hasarı en çok gören oyuncu kesinlikle kurban olacaktır. Bu oyunun kuralları, kurban tarafından değil, yıldırma uygulayan tarafından belirlenmektedir. Haksızlıkla karşı karşıya olan yıldırma mağduru, yalnız başına hiçbir kuralı değiştiremez. Artık kurban, kuralları başkaları tarafından belirlenen bu oyun içindeki rolünü kabul etmek zorundadır (Leymann ve Gustafsson, 1996). Bu durum da kişilerin duygusal olarak işten uzaklaşmalarına ve kendilerini tükenmiş hissetmelerine neden olabilecektir. Yani öğretmenlerin çalıştıkları kurumda yıldırma maruz kalmaları onların tükenmişliklerinde artışa neden olacaktır.

Araştırmada, tükenmişliğin sinizm üzerinde etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yani öğretmenlerin tükenmişlik düzeylerindeki artış, sinik davranışlarında da artış meydana getirecektir. Öğretmenlerin yaşadığı tükenmişlik ve onlarda yarattığı stresin beraberinde getirdiği psikolojik çöküntü, başkalarına karşı olumsuz davranışlarda bulunmalarına neden olabilecektir. Yaptığı işten zevk almayan, iş tatmini azalan, tükenmiş öğretmenler de zamanla daha karamsar hale gelebilecek ve işine, diğer çalışma arkadaşlarına karşı negatif düşünceler ve duygular barındıracaklardır. İşyerinde kişiden beklentiler olağanüstü seviyede olduğunda, bu çalışma şartlarıyla ilgili olarak ortaya çıkan stres ile başa çıkmak zamanla imkânsız bir hale gelmektedir. Bunun sonucunda kişi diğerleriyle arasına mesafe koyabilmekte, başkalarının davranışlarına olumsuz reaksiyonlar gösterme eğiliminde bulunabilmektedir. Bu da iş yerinde huzursuz bir çalışma ortamının oluşmasına neden olabilmektedir (Xiomng, ve diğerleri, 2014). Psikolojik olarak yıpranan öğretmenlerin sosyal bağları da zarar görmeye başlayacak ve sinik davranışlar gösterme eğilimleri artacaktır. Yani öğretmenlerin yaşadığı tükenmişliğin artması sinik davranışlar sergilemelerinde artışa sebep olacaktır.

Araştırmada; yıldırmanın sinizme etkisinde, tükenmişliğin kısmi aracı değişken olduğu sonucuna ulaşılmıştır. İş yerinde yıldırma maruz kalan öğretmenlerin sinik davranışlarındaki artışın bir kısmı, onların yaşadığı tükenmişlikle açıklanmaktadır. Yani yıldırma uğrayan öğretmenlerin başka faktörler yanında yaşadıkları tükenmişlik, onların sinik davranışlarda bulunmasına neden olmaktadır.

Eğitim ve öğretimin gün geçtikçe öneminin artması sonucunda öğretmenlerin de üzerine düşen iş yükünün arttığı bir gerçektir. Uygarlığın ve kalkınmanın sağlanması, eğitim kalitesinin yükseltilmesi, etkin ve verimli bir çalışma ortamı ile olabilecektir. Bunun için de eğitim kurumlarında çalışan öğretmenlerin fiziksel ve psikolojik olarak sağlıklı olması ve örgütsel güven ve destek sağlanmış bir kurum içerisinde eğitim hizmeti vermeleri gerekmektedir. Çalışanların türlü sebeplerden ötürü istenilen kalitede hizmet sunamamasının nedenlerinden biri de çalıştıkları yerde yaşadıkları psikolojik olaylardır. Bu tür olaylar hem çalışanlara hem de örgüte büyük zararlar vermektedir (Konaklıoğlu ve Yapıcı, 2016). Bu sebeple öğretmenlerin yıldırma ilişkin algılarının sonucu olarak tükenmişlik yaşamaları ve sinik davranışlarda bulunmalarının önüne geçilmesi gerekmektedir. Öğretmenlerin özellikle çalışma arkadaşlarından ve iş tanımlarını yerine getirirken yöneticilerinden yıldırma gördüklerine dayanan algıları söz konusudur. Yani iş arkadaşlarıyla iyi bir iletişimlerinin olmaması, onlar tarafından eleştirilmek ve önemsenmemek, çalışma

ortamlarında rahatsız edici unsurların olması gibi nedenler yıldırma algısını artırmaktadır. Bunun yanında iş tanımlarına uymayan işleri yapmalarının beklenmesi, uzman oldukları alanlar dışında veya gereksiz işler verilmesi, iş yaşamının gereklerine ve değişen koşullara uygun olarak ücretlendirmelerinin yapılmaması dolayısıyla psikolojik şiddete maruz kaldıkları görülmektedir. Eğitim kurumlarında uygulanan yıldırma sonucunda yıldırma uğrayan öğretmenle birlikte diğer öğretmenler, öğrenciler, ailesi ve geniş kapsamda toplum da olumsuz şekilde etkilenmiş olmaktadır. İş yerlerinde yıldırmanın sebep olduğu duygusal gerilim gün geçtikçe büyüyen problemlerin de ortaya çıkmasına neden olabilecektir. Yıldırma maruz kalan öğretmenler zamanla mutsuz, usanmış ve verimsiz bir kişi haline dönüşebileceklerdir. Bunun sonucunda öğretmenlikten duygusal olarak soğumaları, kendilerini yorgun hissetmeleri, iş yükünün fazlalığıyla kendilerini tükenmiş hissetmeleri söz konusu olabilecektir. Tükenen kişi ise zamanla çalıştığı kurumdaki uygulamalarla ilgili çevresine yakınan, uygulamaları ve politikaları eleştiren, çalıştığı kurumu düşündükçe gerilim yaşayan bir kişi haline dönüşebilecektir. Çalışanların mutsuz olmasının beraberinde getirdiği performans düşüklüğüyle örgüte ve işe olan bağlılıkları azalabilecek, devamında kişilerin işten ayrılma niyeti ortaya çıkabilecektir (Engin ve diğerleri, 2015). Sonuç olarak birey çalıştığı kurumda söylem-eylem farklılıklarını yaşadıkça sinikleşebilecektir. Yani, öğretmenlerin yıldırma uygulandığına dair algılarının artarak sinik davranışlarda bulunmasında tükenmişlik belli oranda açıklayıcı olmaktadır. Sonuçlar göstermektedir ki yıldırma ve tükenmişliğin azalması sinizmin azaltılmasında etkili olmaktadır. Eğitim-öğretim faaliyetlerinin verimlilik temelinde bireysel ve toplumsal faydası mutlak artacaktır.

Yapılan araştırmada ulaşılan sonuçlar neticesinde kurum yöneticilerine, çalışanlara ve araştırmacılara yönelik öneriler aşağıdaki şekildedir:

Yöneticiler; öğretmenlerin uygulamalara dair söz hakkına sahip olmalarını sağlayabilir, onlara değer verildiği hissettirebilir. Bunun yanında öğretmenlere gereğinden daha fazla iş yükü yüklemeyebilir ve onların verimli bir şekilde çalışmasını sağlayacak tedbirler alınabilir. Öğretmenlerin kendi derslerine yönelik tüm materyallerin bulunduğu kendi sınıfları olabilmelidir. Eğitim öğretim yılı başında ve sonundaki seminer dönemlerinde öğretmenlerin verdiği eğitimin kalitesini artırmaya yönelik ne gibi önlemler alınabileceği görüşülebilir. Eğitim kurumlarında öğrenciler, idareciler ve öğretmenler arasındaki iletişimi artırıp samimi ilişkiler kurmak amacıyla çeşitli faaliyetler gerçekleştirilebilir. Ayrıca öğretmenlerin kurumlarında adaletli uygulamalar yapıldığını görmeleri, güvene dayalı ilişkilerin varlığına inanmaları ve emeklerinin karşılığını almalarının sağlanması, onların imkân bulduğunda mesleğini değiştirmeyi düşünmelerinin önüne geçebilecektir. Araştırma sonucunda mesleğini değiştirme düşüncesinin yıldırma algısında, tükenmişlik düzeyinde ve sinik davranışlarda bulunma durumu üzerindeki olumsuz etkisi göz önüne alındığında, bu düşüncenin ortadan kaldırılmasına yönelik uygulamaların gerekli olduğu görülmektedir.

Çalışanların ilk olarak yıldırma ve tükenmişliğin ne olduğunu ve bunların belirtilerinin neler olduğunu bilmesi, hayatında farkındalık oluşturması önerilebilir. Bunun yanında sağlıklı beslenmeye önem vermeli, spor yapmalı ve verimliliğini artırmak amacıyla yaşamlarında zaman yönetimi uygulamalıdır. Farklı hobiler edinerek stresten uzak durmaya çalışabilirler. Diğer kişilerle iletişim halinde olmaya özen göstererek, yaşadıkları herhangi bir sorun varsa bunu konuşarak, duygularını paylaşarak, sahip oldukları olumsuz duygularla başa çıkabilmelidirler. Ayrıca çalışanlar kendilerine yıldırma uygulandığını düşünüyorlarsa, gerekli mercilere başvuruda bulunmaları teşvik edilebilir. Bunun yanında gerekiyorsa psikolojik yardım alabilirler.

Doğubayazıt'ta öğretmenler üzerinde gerçekleşen çalışmada söz konusu olguların kültürel ve coğrafi faktörlerden de etkilenmesi muhtemeldir. Bu sebeple öğretmenlerin bu faktörlerin farkında olarak çalışma hayatını sürdürmeleri onları başarıya götürecektir.

Araştırmanın hayatımızın her döneminde önemli bir yeri olan eğitim kurumlarında çalışan öğretmenlerimizi kapsamı, çalışmanın önemli katkılarından birisi olmakla beraber; Ağrı ili Doğubayazıt ilçesindeki devlete ait çeşitli kademelerdeki okullarda yapılması, çalışmanın kısıtlılığı olarak da değerlendirilmelidir. Bundan dolayı araştırmacılara verilebilecek öneriler ise şöyledir: Türkiye'de değişik ilçeler, iller ya da bölgelerde gerçekleştirilecek araştırmalarla bu konuya katkı sağlanabilir. Bunun yanı sıra, çalışma kapsamında incelenen değişkenler arasındaki ilişkilerin farklı sektör ve meslek gruplarını barındıran kurumlarda da gerçekleştirilmesi önerilebilir.

**KAYNAKÇA**

- Aditya, S., David, F.E. ve Han-Chung, H. (2014). "The Moderated Relationship Between Job Burnout and Organizational Cynicism", *Management Decision*, 52(3), 482-504.
- Akhigbe, O.J., Gail, O.J. (2017). "Job Burnout and Organizational Cynicism Among Employees in Nigerian Banks", *European Scientific Journal*, 13(22), 125-140.
- Akman, G. (2013). "Sağlık Çalışanlarının Örgütsel ve Genel Sinizm Düzeylerinin Karşılaştırılması", Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Amasralı, A. (2016). "Ortaokul ve Lise Matematik Öğretmenlerinin Örgütsel Sinizm Tutumları ile Mesleki Tükenmişlik Düzeyleri Arasındaki İlişki (Amasya İli Örneği)", Yüksek Lisans Tezi, On Dokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Anna, G.S. (2019). "Experiencing Mobbing at Workplace Facing Psychological Gender and Occupational Burnout", *Management*, 23(1), 156-173.
- Arı, S.G. ve Bal, Ç.E. (2008). "Tükenmişlik Kavramı: Birey ve Örgütler Açısından Önemi", *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 15(1), 132-148.
- Aydın, A.F. (2018). "Ameliyathane Hemşirelerinde Mobbing ve Tükenmişlik Düzeylerinin İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Haliç Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Baron, R.M. and Kenny, D.A. (1986). "The Moderator Mediator Variable Distinction in Social Psychological Research: Conceptual, Strategic and Statistical Considerations", *Journal of Personality and Social Psychology*, 51, 1173-1182.
- Başaran, İ.E. (2004). "Yönetimde İnsan İlişkileri, Yönetimsel Davranış", Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Bayraktar, D. (2016). "İlkokul Öğretmenlerinin Duygusal Taciz Yaşama Düzeyi ile Örgütsel Sinizm Arasındaki İlişki", Yüksek Lisans Tezi, Sebhattin Zaim Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Brandes, P., Dharwadkar, R. ve Dean, J.W. (1999). "Does Organizational Cynicism Matter?, Employee and Supervisor Perspectives on Work Outcomes", *Eastern Academy of Management Proceedings*, 1999, 150-153.
- Çam, Z. (2010). "İlköğretim Okullarında Görev Yapan Öğretmenlerin Maruz Kaldıkları Yıldırma Eylemleri İle Tükenmişlik Düzeyleri Arasındaki İlişki (Van İli Örneği)", Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Van.
- Cansever, S. (2017). "Mobbing ve Örgütsel Sinizm Etkisi Gebze'deki Ortaokul Öğretmenleri Üzerinde Bir Uygulama", Yüksek Lisans Tezi, Maltepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Çatalkaya, M.A. (2017). "İlkokul ve Ortaokullarda Görevli Öğretmenlerin Algılarına Göre Örgütsel Sinizm ile Tükenmişlik Arasındaki İlişki", Yüksek Lisans Tezi, Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Uşak.
- Çoban, S. (2007). "Yıldırma Sorununun Çözümüne Yönelik Bir Yaklaşım: İçsel Pazarlama", *Verimlilik Dergisi*, 2, 37-54.
- Çöğenli, M.Z. ve Asunakutlu, T. (2016). "Akademide Mobbing: Adım Üniversiteleri Örneği", *Erzincan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi (ERZSOSDE)*, IX, 17-32.
- Davenport, N., Schwartz, R.D. ve Elliott, G.P. (2003). "Mobbing İşyerinde Duygusal Taciz" (Çev. O.C. ÖnerToy), Sistem Yayıncılık, İstanbul.
- Dean, J. W., Brandes, P. ve Dharwadkar, R. (1998). "Organizational Cynicism", *Academy of Management Review*, 23(2), 341-352.
- Deniz, K. (2020). "Rehberlik Öğretmenlerinin Mobbinge Maruz Kalma Düzeyleri ile Örgütsel Sinizm Algıları Arasındaki İlişki (Bitlis İli Örneği)", Yüksek Lisans Tezi, Siirt Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Siirt.
- Droogenbroeck, F.V., Spruyt, B. ve Vanroelen, C. (2014). "Burnout Among Senior Teachers: Investigating the Role of Workload and Interpersonal Relationships at Work", *Teaching and Teacher Education*, 43, 99-109.
- Engin, G., Oguzhan, A. ve Unsar, S. (2015). "Duygusal Tacizin İşten Ayrılma ve Bağlılığa Olan Etkisi: Konu ile İlgili Bir Araştırma", *Verimlilik Dergisi*, 4, 65-76.
- Ercan, B. (2016). "Tükenmişlik ve Sinizm İlişkisinde Liderlik Tarzlarının Rolü: Hastane Çalışanlarında Bir Uygulama", Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta.
- Erdost, H.E., Karacaoglu, K. ve Reyhanoglu, M. (2007). "Örgütsel Sinizm Kavramı ve İlgili Ölçeklerin Türkiye'deki Bir Firmada Test Edilmesi", 15. *Ulusal Yönetim ve Organizasyon Kongresi*, 514-524.
- Ertürk, M. (2014). "Milli Eğitim Müdürlüğü Çalışanlarının Mobbing ve Tükenmişlik Düzeyleri: İzmir İli Örneği", Yüksek Lisans Tezi, Okan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Groeneveld, R.A. ve Meeden, G. (1984). "Measuring Skewness and Kurtosis", *Journal of the Royal Statistical Society, Series D (The Statistician)*, 33(4), 391-399.
- Gürbüz, S. ve Şahin, F. (2017). "Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri" (4. Baskı), Seçkin Yayıncılık, Ankara.

- Hopkins, K.D. ve Weeks, D.L. (1990). "Tests for Normality and Measures of Skewness and Kurtosis: Their Place in Research Reporting", *Educational and Psychological Management*, 50, 717-729.
- Ince, B.N. ve Şahin E.A. (2015). "Maslach Tükenmişlik Envanteri-Eğitimci Forumu'nu Türkçeye Uyarlama Çalışması", *Eğitimde ve Psikolojide Ölçme ve Değerlendirme Dergisi*, 6(2), 3859-3990.
- Kalagan, G. (2009). "Araştırma Görevlilerinin Örgütsel Destek Algıları ile Örgütsel Sinizm Tutumları Arasındaki İlişki", Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Antalya.
- Kalyoncuoğlu, S. (2017). "Markaya Duyulan Güven ile Marka Sadakati İlişkisinde Marka Aşkıının Aracılık Rolü: Starbucks Markası Üzerine Bir Araştırma", *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 5(4), 383-402.
- Karacaoğlu, K. ve İnce, F. (2012). "Brandes, Dharwadkar ve Dean'in (1999) Örgütsel Sinizm Ölçeği Türkçe Formunun Geçerlilik ve Güvenilirlik Çalışması: Kayseri Organize Sanayi Bölgesi Örneği", *İşletme ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 3, 77-92.
- Karakaya, B. (2019). "Resmi ve Özel Okullarda Beden Eğitimi Öğretmenlerinde Örgütsel Sinizm ve Tükenmişlik Düzeyleri", Yüksek Lisans Tezi, Gelişim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Karasar, N. (1998). "Bilimsel Araştırma Yöntemleri", Nobel Yayınevi, Ankara.
- Karasar, N. (2004). "Bilimsel Araştırma Yöntemleri", Nobel Yayınevi, Ankara.
- Karsavuran, S. (2011). "Ankara'daki Sağlık Bakanlığı Hastaneleri Yöneticilerinin Yıldırma Maruz Kalmalarıyla Tükenmişlik Düzeyleri Arasındaki İlişki", Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kip, E. ve İşyar, Y. (1976). "Basit ve Çoklu Regresyon Analizlerinin Zirai Ekonomi Problemlerine Uygulanması", Atatürk Üniversitesi Yayınları, No:460, 9-16.
- Konaklıoğlu, E. ve Yapıcı O.Ö. (2016). "Örgütlerde Çatışma Çözüm Yöntemlerinin Psikolojik Şiddetin Çözümü Açısından Kullanılabilirliği: Otel İşletmeleri Üzerine Bir Çalışma", *Verimlilik Dergisi*, Sayı 2, 85-102.
- Kondori, B.G. (2015). "Mobbing and Individual Antecedents in Commercial Banks of North Cyprus", Yüksek Lisans Tezi, Doğu Akdeniz Üniversitesi, Gazimağusa, KKTC.
- Laçın, S. (2011). "Psikolojik Şiddet (Mobbing) ve Örgütsel Sinizm İlişkisi: Belediye Çalışanları Üzerinde Bir Araştırma", Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Muğla.
- Laleoğlu, A. ve Özmete, E. (2014). "Mobbing Ölçeği; Geçerlilik ve Güvenilirlik Çalışması," *T.C. Aile ve Sosyal Politikalar Bakanlığı Hakemli Araştırma Dergisi*, Yıl 14, 31, 16-25.
- Leymann, H. ve Gustafsson, A. (1996). "Mobbing at Work and the Development of Post-Traumatic Stress Disorders", *European Journal of Work and Organizational Psychology*, 5(2), 251-275.
- Maslach, C. (2003). "Job Burnout New Directions in Research and Intervention", *Current Directions in Psychological Science*, 12(5), 189-192.
- Maslach, C. ve Jackson, S.E. (1981). "The Measurement of Experienced Burnout", *Journal of Organizational Behavior*, 2(2), 99-113.
- Maslach, C., Jackson, S.E., Leiter, M.P., Schaufeli, B.W., Schwab, L.R., (2010). "Maslach Burnout Inventory Manual", (3rd ed.), <https://www.mindgarden.com/117-maslach-burnout-inventory-mbi>, (Erişim Tarihi: 22.4.2019).
- Mastin, L. (2009). "History of Cynicism?", <https://www.philosophybasics.com/branch/cynicism.html>, (Erişim Tarihi: 25.5.2019).
- MEB, "Millî Eğitim İstatistikleri, Örgün Eğitim 2018-2019 Dönemi İstatistikleri", [https://sgb.meb.gov.tr/meb\\_iys\\_dosyalar/2019\\_09/30102730\\_meb\\_istatistikleri\\_organ\\_egitim\\_2018\\_2019.pdf](https://sgb.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2019_09/30102730_meb_istatistikleri_organ_egitim_2018_2019.pdf), (Erişim Tarihi: 30.7.2019).
- Mobbing Ortak Akıl Çalıştayı Sonuç Bildirgesi. (2018). <https://mobbing.org.tr/mobbing-ortak-akil-calistayi-sonuc-bildirgesi/>, (Erişim Tarihi: 25.5.2019).
- Naser, S. ve Tooraj, H. (2019). "Investigating the Effect of Organizational Cynicism on Workplace Bullying", *Transformation Management Research Journal*, 10(19), 167-183.
- Omoankhanlen, J.A.O. ve Jajaboma, G. (2017). "Job Burnout and Organizational Cynicism Among Employees in Nigerian Banks", *European Scientific Journal*, 13(22), 125-140.
- Özgener, Ş., Öğüt, A. ve Kaplan, M. (2008). "İşgören-İşveren İlişkilerinde Yeni Bir Paradigma: Örgütsel Sinizm", *Örgütsel Davranışta Seçme Konular*, (Editörler: M. Özdevecioğlu ve H. Karadal), İlke Yayınevi, Ankara.
- Pelletier, K.L. ve Bligh, M.C. (2008). "The Aftermath of Organizational Corruption: Employee Attributions and Emotional Reactions", *Journal of Business Ethics*, 80, 823-844.
- Seifolahi, N. ve Hassanzade, T. (2019). "Investigating the Effect of Organizational Cynicism on Workplace Bullying", *Transformation Management Journal*, 10(1), 167-183.



- Serin, A.E., Balkan, M.O. ve Doğan. H. (2014). "The Perception and Causes of Mobbing: Turkey Example", *Journal of Business, Economics & Finance*, 3(1), 5-17.
- Şimşek, M.Ş., Emhan, A., Demirtaş, Ö. ve Topuz, G.S. (2015). "Mobbing, Algılanan Örgütsel Adalet ve Tükenmişlik İlişkileri Üzerine Bir Alan Araştırması", *Bartın Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, 6(11), 199-214.
- Takır, R. (2019). "Yetişkin Eğitime Yönelik Kurs Veren Kurumlarda Görev Yapan Usta Öğreticilerin Mesleki Tükenmişlik Düzeyleri ile Örgütsel Sinizm Algıları Arasındaki İlişki", Yüksek Lisans Tezi, Yeditepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- TDK. (2019). "Güncel Türkçe Sözlük", <http://sozluk.gov.tr/>, (Erişim Tarihi: 25.5.2019).
- Tınaz, P. (2006). "İşyerinde Psikolojik Taciz (Mobbing)", *Çalışma ve Toplum Ekonomi ve Hukuk Dergisi*, 4(11), 13-28.
- Ulukoş, D. (2017). "Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenlerinin Mobbing ve Örgütsel Sinizm Algıları", Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Mersin.
- Xiomng, Y., Ma, B-J., Chich, C.L.C. ve Shieh, J. (2014). "Effects of Workload on Burnout and Turnover Intention of Medical Staff: A Study, Natural Science Foundation of China", *Ethuo Med*, 8(3), 229-237.
- Yazıcıoğlu, Y. ve Erdoğan, S. (2004). "SPSS Uygulamalı Bilimsel Araştırma Yöntemleri", Detay Yayıncılık, Ankara.
- Yıldırım, F. ve Kayapalı, S. (2016). "Effects of Cynicism on Empowerment in Organizations", *Journal of Human Sciences*, 13(3), 5740-5750.
- Yılmaz, V. ve Dalbudak. İ.Z. (2018). "Aracı Değişken Etkisinin İncelenmesi: Yüksek Hızlı Tren İşletmeciliği Üzerine Bir Uygulama", *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 14(2), 517-534.
- Yüksel, Y.H. (2017). "Psikolojik Danışmanların Algıladıkları Yıldırma Davranışları, Tükenmişlik Düzeyleri ve Psikolojik Danışmadaki Öz Yeterliliklerinin İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep.

## IMPACT OF BANKING SECTOR CREDITS ON NET SME FORMATION IN TURKEY

Yasemin ALICIOĞLU<sup>1</sup>, Güray KÜÇÜKKOCAOĞLU<sup>2</sup>

### ABSTRACT

**Purpose:** This study examines the impact of banking sector credit on the growth of small and medium enterprises in Turkey. The main objective of the study is to investigate whether state-equity bank group or private-equity bank group credits have significant impact on the growth of net Small and Medium Enterprise (SME) formation a regional, urban and sectoral basis.

**Methodology:** As part of the methodology, quarterly data between 2010-2019 was collected and used in the study for Panel Cointegration Model.

**Findings:** The formulated hypotheses reveal that private-equity bank credits have significant impact on the growth of small and medium enterprises in Turkey. For statistical region segmentation, city segmentation and sectoral segmentation, private equity bank group credit coefficient is higher than state equity bank group. LPCT (private equity bank group city based logarithmic total credits) variable has a higher coefficient than LSCT (state equity bank group city based logarithmic total credits) variable.

**Originality:** During literature review, no work with these variables could be found. This work is expected to fill a gap in the literature.

**Keywords:** Banking Sector Credits, State-Equity Banks, Private-Equity Banks, Net SME Formation, SME Financing.

**JEL Codes:** G21, H81, L32, O47.

## TÜRKİYE'DEKİ BANKACILIK SEKTÖRÜ KREDİLERİNİN NET KOBİ OLUŞUMUNA ETKİSİ

### ÖZET

**Amaç:** Bu çalışma bankacılık sektörü kredilerinin Türkiye'deki küçük ve orta ölçekli işletmelerin büyümesi üzerindeki etkilerini incelemektedir. Çalışmanın temel amacı, bölgesel, şehirselle ve sektörel temelde; net Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletme (KOBİ) oluşumuna kamu-sermayeli banka grubu veya kamu dışı-sermayeli banka grubu kredilerinin önemli etkisinin olduğunu araştırmaktır.

**Yöntem:** Çalışmada, yöntemin parçası olarak, Panel Eşbütünleşme Modeline ulaşmak için 2010-2019 çeyrek verileri toplanmış ve kullanılmıştır.

**Bulgular:** Formüle edilen hipotezler, kamu dışı sermayeli banka kredilerinin Türkiye'deki küçük ve orta ölçekli işletmelerin büyümesi üzerinde önemli etkisi olduğunu ortaya koymaktadır. İstatistiksel bölge bölümlenme, şehir bölümlenme ve sektörel bölümlenme için kamu dışı sermayeli banka grubu kredi katsayısı kamu sermayeli banka grubuna göre daha yüksektir. LPCT (kamu dışı sermayeli banka grubu şehir bazlı logaritmik toplam krediler) değişkeni LSCT (kamu sermayeli banka grubu şehir bazlı logaritmik toplam krediler) değişkeninden daha yüksek katsayıya sahiptir.

**Özgünlük:** Literatür taraması sırasında; aynı değişkenlere sahip çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmanın literatürdeki bir boşluğu doldurması beklenmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Bankacılık Sektörü Kredileri, Kamu Sermayeli Bankalar, Kamu Dışı Sermayeli Bankalar, Net KOBİ Oluşumu, KOBİ Finansmanı.

**JEL Kodları:** G21, O47.

<sup>1</sup> Dr., Baskent University, Social Sciences Institute, Ankara, Turkey, yaseminalicioglu06@gmail.com, ORCID: 0000-0002-8585-7606.

<sup>2</sup> Prof. Dr., Baskent University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Business Administration, Ankara, Turkey, gurayk@baskent.edu.tr, ORCID: 0000-0001-6170-3269 (Corresponding Author).

## 1. INTRODUCTION

Economic growth is one of the main problems of all emerging economies and banking sector plays an important role in offering finance to businesses for enabling growth component of the economies. In fact, the Small and Medium Sized Enterprises (SMEs) are recognized as the backbones of economic growth to achieve high and sustainable growth in an economy. There are numerous studies showing that one of the major obstacles in front of the growth of SMEs worldwide is access to finance.

The entrepreneurship behind the SME formation plays an important role in the establishment and development of these enterprises, but too often is held back by a lack of ready access to financing from financial institutions. Here lies the scope of state and private equity bank groups to offer financing to this segment of the economy. On a medium- and long-term perspective these bank groups expect to gradually develop the creation of SMEs through proper financing and training to mitigate credit risks and other risks for a smooth flow of SME financing. Most businesses in Turkey are generally in need of small short-term loans to help finance their working capital needs, long term financing is needed for capital investments and new establishments.

In Turkey, most of the SMEs are dependent on bank financing. As of 2019; Banking sector in Turkey has a total of 11.299 domestic bank branches, 3.924 of which is owned by state-equity bank group, the rest is private-equity bank group branches (BRSA, 2020). Although, sector has at least 9 branches in every geographical region and more in every statistical region, SMEs (Small and Medium Sized Entrepreneurship) in Turkey suffer from limited access to long-term and affordable financing. In order to survive, on top of the bank credits, SMEs tend to borrow from their friends and family, and unfortunately, 57% of SMEs file for bankruptcy in their first five years of establishment (Apan and Islamoglu, 2014).

SME lending through banking industry grew steadily over the investigated period, with an exceptional major increase of 19% in 2018. The share of SME loans in total business loans remained broadly stable at an average of 35%. The share of SME non-performing loans out of total SME loans peaked at 6.69% in 2018, one of the main reasons on this rise is the excessive increases of the government guaranteed loans of 236.7 billion TRY in 2017. To prop up the economic growth, Treasury-backed Credit Guarantee Fund (KGF) provided access to finance for SMEs that cannot benefit from bank loans due to insufficient collateral. The increase in Non-Performing Loan (NPL) ratio can be explained by both SMEs having difficulties to repay their debts and the amount of new SME loans granted in these years (Table 1).

SME closures, including sole proprietorships, illustrates that bankruptcies constitute an uncommon way to close companies in Turkey. The closing of companies in Turkey takes place in three ways; liquidation (voluntary), dissolving without liquidation (mergers-demerges) and liquidation due to bankruptcy (upon court verdict). The number of closed SMEs in Turkey in 2019 amounted to 30.511, while 119.320 SMEs have been established in the same year (Table 1).

This study examines the impact of banking sector credit on the growth of small and medium enterprises in Turkey. The main objective of the study is to investigate whether state-equity bank group or private-equity bank group credits have significant impact on the growth of net SME formation on different regions, cities and sectors. As most of the loans to SMEs in Turkey come from banks, it is necessary to find out which bank groups support the SMEs most.

The data in this study is taken from two main sources of Banking Regulation and Supervision Agency database of Turkish State Statistical Program and The Union of Chambers and Commodity Exchanges of Turkey. All the data is a part of periodically announced websites parts. The data is obtained for the quarterly periods of 2010-2019. The data from Banking Regulation and Supervision Agency are composed of total credits on region basis and state-equity bank groups credits on different segmentation basis. The private-equity credits for different segmentation basis are calculated by subtracting state-equity bank group credits from total credits. The net SME formation data are taken from The Union of Chambers and Commodity Exchanges of Turkey. According to Turkish SME regulations, Incorporations, Limited Companies, Unlimited Liability and Limited Partnerships and individual proprietorships are SMEs, if they employ less than 250 employees. The net SME numbers are found by subtracting the SMEs closed in the same year. Finally, the data are aggregated for the Panel Cointegration Model of the study.

Next section discusses the literature review on the causality relationship between bank credits and SME formations. Third section is composed of data analyses, and the last section concludes.

**Table 1. SME statistics (2010-2019)**

Indicator	Unit	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Jun.19
Outstanding Business Loans, SMEs	TRY Billion	125,5	162,8	199,7	271,4	333,3	388,7	420,5	513,2	611,3	-
Outstanding Business Loans, Total	TRY Billion	353,2	459	528,8	715,5	884,6	1100	1314	1610	1890	-
Share of SME Outstanding Loans	% of Total Outstanding Business Loans	35,52	35,47	37,77	37,94	37,67	35,34	32	31,88	32,34	-
Government Loan Guarantees, SMEs	TRY Billion	0,9	1,1	1,1	1,1	1,4	1,6	5,3	236,7	94,5	-
Government Guaranteed Loans, SMEs	TRY Billion	1,3	1,6	1,6	1,5	1,9	2,3	7,2	262,6	107,9	-
Direct Government Loans, SMEs	USD Million	855	1174	928	2632	1709	1764	1749	284,5	457	-
Non-performing Loans, Total	% of All Business Loans	3,43	2,61	2,82	2,69	2,64	2,68	2,9	2,81	4,01	-
Non-performing Loans, SMEs	% of All SME Loans	4,49	3,1	3,17	3,12	3,27	3,92	4,9	4,71	6,69	-
Established Firms in the Year, SMEs*	Thousand	101	114	106	108	126	114	106	116	119	51
Closed Firms in the Year, SMEs*	Thousand	41	54	46	35	37	31	31	31	31	15
SME as of December**	% of total company numbers	83,8	99,8	83,6	83,5	99,8	99,7	99,7	99,7	99,7	99,7

Sources: OECD (2020), \*TOBB (2020), \*\*SGK (2021). (There are two main criteria for a company to be SME according to Turkish Laws. If the company does not have any revenue (which shows it is newly established) the only criterion is having employee number less than 250, for this table new established SME percentage is calculated.)

## 2. LITERATURE REVIEW

The practical aim of this study is to guide governmental institutions to efficiently channel their credit lines to productive group of SMEs. As most large firms start out their life cycles as SMEs, it is important that banks play a critical role in enhancing the sustainability of small- and medium-sized enterprises through offering financial services, technology, and business solutions (Berger and Udell, 2006). According to the Social Security Statistics of Turkey (2021), over 99% of firms employ less than 250 employees and considered as SMEs, therefore, it is important to encourage the new SME formations and maintain their sustainability through different sources of financing. Thus, SMEs are making a vital contribution to employment regarding both the number employed and the employment rate in an economy (De la Torre et al., 2010).

With globalization and the transition to the information society, SMEs are faced with change, in terms of employment; with their harmonious, flexible, constructive, creative, and crisis-resistant structures; they have become indispensable actors of the economy (Ozdemir et al., 2007). On the other hand, according to the study of Green (2003), both for developing and developed countries, it was seen that the problem of financing was among the most important problems. In addition, according to Alicioglu (2020), there are three main funding items of SMEs related to financing: equity financing, bank loans, and vendors. It was detected that 57% of SMEs fail within the first five years of their establishment and it has been observed that raw material suppliers are not desired to open a loan account thinking that they will go bankrupt during the first five years of their establishment (Ceylan and Korkmaz, 2012:389-390). Mahmud and Akın (2019), stated in their study that SMEs turn to banks even for their working capital needs. For these reasons, newly established and even at the phase of establishment SMEs depend of hugely, banking loans. As a result, the relationship between bank loans and SMEs is crucial and worth studying.

According to the study of Demirci (2017) by using 1999-2015 data; the author found that manufacturing industry sector production and bank loans are cointegrated and in the long run, there is causality from industry sector production to banking loans. Hacıevliyagil and Eksi (2019) used monthly data between 1999

to 2015 and analyzed the relationship from banking sector loans to Industrial Production Index in all sub-segments except machinery and concluded that banking sector loans increase Industrial Production Index. In this study, the sub-segmentation of the Industrial Production Index is not used.

Mhadhbhi et al. (2019) empirically tested the impact of banking sector loans on economic growth in 40 developing countries and found a positive relation between banking sector loans to growth. Moreover, John and Lawal (2019) conducted a similar study for Nigeria and stated that banking sector loans have positive effect on economic growth. Cernhorsky's (2017) similar study on Czech Republic found the same positive relation between banking sector loans and economic growth.

Cetorelli and Gambera's (2001) empirical study shows the positive impact of government supported programs on the welfare of SMEs in 41 countries. Tongurai and Vithessonthi (2018) studied on the world countries between the dates of 1960-2016 and found a negative relationship between the impact of bank loans on agricultural development and a positive impact on industrial development. However, Leitao's (2012) study on EU-27 countries found negative relationship from banking sector loans to economic growth. Moreover, Drozdowska et al. (2019), realized negative relationship for the same subject on the East, Middle and South European countries between 1995-2015.

The literature on Turkish SMEs shows that banking sector credits generate growth (Zortuk and Celik, 2014; Koc, 2015; Turgut and Ertay, 2016; Karahan et al., 2018; Sahin and Durmus, 2019). Zortuk and Celik (2014) found cointegration between banking sector loans and economy. According to Koc (2015), loans granted to the top ten industries generate long term growth by SMEs to economy. Karahan et al. (2018) discuss the cyclic relationship between banking loans and economy. Sahin and Durmus (2019) showed that 1% increase in the banking sector loans boost economic growth by 0,37%. However, in times of recession, an increase in non-performing loans has adverse consequences in the economic growth, Kucukkocaoglu and Daver's (2019) study discusses the origins of loans whether they are originated from state or private banks and their quality mechanisms. They stated that the reason of non-performing loans may be the credits that are not monitored carefully and they are granted without considering the quality of the receivables. It is thought that monitoring the credits would increase the productivity and performance of SMEs, thus contribute to their survival.

In this study, it is assumed that SMEs access to financing whether it is directly or indirectly, total credits granted by any bank groups may affect the number of net SME formation. Moreover, Alicioglu and Kucukkocaoglu (2020) further analyses this effect on a circular relationship; from banking sector total loans to SME formation and from SME formation to Industrial Production Index and from Industrial Production Index to net SME formation.

This paper is a further study to Alicioglu and Kucukkocaoglu (2020). In the mentioned study, the theoretical framework was set, but in this one, practical analysis for productivity is made. In these terms, this study is distinguished from the other studies in the literature.

### 3. METHODOLOGY

The model is searching for the practical relation between the channeling of banking sector credits to net SME formation in different segmentations. The segmentations used in this study are statistical region segmentation, city segmentation and sectorial segmentation. Three main hypotheses are graphed in Figure 1.

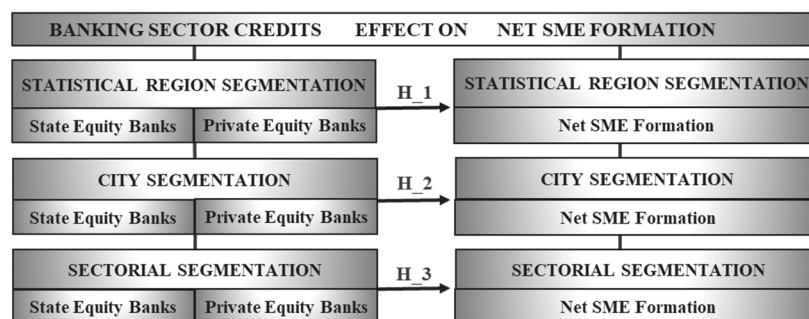


Figure 1. Banking sector credits effect on net SME formation

H<sub>1</sub>: State-equity bank group credits affect net SME formation more than private-equity bank group credits in Turkey for statistical regions.

H<sub>2</sub>: State-equity bank group credits affect net SME formation more than private-equity bank group credits in Turkey for city segmentation.

H<sub>3</sub>: State-equity bank group credits affect net SME formation more than private-equity bank group credits in Turkey for sectoral segmentation.

The list of abbreviations used to analyze all the hypotheses are given in Table 2.

**Table.2 Main list of abbreviations**

Description	Abbreviation		Log. Abbreviation	
	Private-Eq. Bank Group	State-Eq. Bank Group	Private-Eq. Bank Group	State-Eq. Bank Group
H <sub>1</sub> Net Change in the Number of SME at the Date	SME		-	
Total Credits at the Date	PRT	SRT	LPRT	LSRT
TR n Statistical Region Total Credits at the Date	PRn	SRn	LPRn	LSRn
H <sub>2</sub> Net Change in the Number of SME at the Date	SME		-	
Total Credits at the Date	PCT	SCT	LPCT	LSCT
Number n City Total Credits at the Date	PCn	SCn	LPCn	LSCn
H <sub>3</sub> Net Change in the Number of SME	SME		-	
Total Credits	PST	SST	LPST	LSST
Number n Sector Total Credits	PSn	SSn	LPSn	LSSn

LSRT: State equity bank group region based logarithmic total credits; LPRT: Private equity bank group region based logarithmic total credits; LSCT: State equity bank group city based logarithmic total credits; LPCT: Private equity bank group city based logarithmic total credits; LSST: State equity bank group sector based logarithmic total credits; LPST: Private equity bank group sector based logarithmic total credits. State-equity bank group credits in TRL and private-equity bank group credits in TRL and the net SME data are transformed into logarithmic values.

The dependent variable in this study is the growth rate of SME's while the explanatory variables are the banking sector credits. The functional form of the model is expressed as in Equations 1 and 2.

Private-Equity Bank Group Credits in Segment *i* Model:

$$SME = \beta_1 + LP_{in} * \beta_2 + e_n \tag{1}$$

State-Equity Bank Group Credits in Segment *i* Model:

$$SME = \beta_3 + LS_{in} * \beta_4 + e_n \tag{2}$$

For all the hypotheses, Pesaran Cross Sectional Dependence Tests, Extended Fisher ADF Unit Root Statistics, Swamy S Tests, Westerlund Panel Cointegration Tests, Westerlund Panel Error Correction Model Tests, Westerlund Long- and Short-Term Results and Dumitrescu-Hurlin Causality Tests are performed for achieving Panel Cointegration Model.

**3.1. Testing the Statistical Region Hypothesis**

To begin with; Pesaran Cross Sectional Dependence Test is performed for testing cross-sectional dependence. All the variables are cross-sectional dependent at 99% confidence interval (Table 3). Cross-sectional dependence forces the analysis to continue with second generation unit-root tests. Secondly, ADF Unit Root Statistics are performed. For statistical region segmentation, SME variable is stationary at level, but all the other variables are stationary at first level. To sum up, the stationarity of variables is; SME I (0), LSRT I (1) and LPRT I (1) (private equity bank group region based logarithmic total credits). Thirdly, Swamy S Test is used to test heterogeneity for panel data. For statistical region segmentation, LSRT and LPRT variables are heterogeneous at 99% confidence interval. Heterogeneity enables this study to perform Dumitrescu-Hurlin statistics.

When the cross dependence and heterogeneity are observed between the variables, Westerlund Panel Cointegration test is performed to check the cointegration. All the variables are cointegrated at 99% confidence interval for their Ga and Gt statistics. For Dumitrescu-Hurlin Causality Test, at 99% confidence

interval; there are causal relationships from LSRT to SME and from LPRT to SME (Table 1). The panel error correction model is working at 99% confidence Interval, because error correction term has a negative sign, and its absolute value is under 2. The model is assigned to the equilibrium by correcting the deviations throughout the periods.

In long-term, for statistical region segmentation, at 95% confidence interval, LSRT has a statistically significant and positive-sign coefficient ( $\beta=246.7284$  and  $p<0.05$ ). LPRT has a statistically significant and positive-sign coefficient at 95% confidence interval ( $\beta=420.0521$  and  $p<0.05$ ). In addition, LPRT (variable has a higher coefficient than LSRT variable (Table 3). The formulated statistical region hypotheses reveal that private-equity bank credits have significant impact on the growth of small and medium enterprises in the long-term.

In short-term, for statistical region segmentation, at 90% confidence interval, LSRT has a positive and statistically significant coefficient ( $\beta=280.6355$  and  $p<0.10$ ). At 95% confidence interval, LPRT has a positive and statistically significant coefficient ( $\beta=525.902$  and  $p<0.05$ ). In addition, LSRT variable has a smaller coefficient than LPRT variable (Table 3). The formulated statistical region hypotheses reveal that private-equity bank credits have significant impact on the growth of small and medium enterprises in the short-term as well.

### 3.2. Testing the City Segmentation Hypothesis

In Table 4, the results for the panel cointegration model; Pesaran Cross Sectional Dependence Tests, Extended Fisher ADF Unit Root Statistics, Swamy S Tests, Westerlund Panel Cointegration Tests, Westerlund Panel Error Correction Model Tests, Westerlund long- and short-term results and Dumitrescu-Hurlin Causality Tests; for City Segmentation Hypothesis can be found.

To begin with, Pesaran cross-sectional dependence test is performed for testing cross-sectional dependence. All the variables are cross-sectional dependent at 99% Confidence Interval. Cross-sectional dependence forces the analysis to continue with second generation unit-root tests. Secondly, for unit root testing, all the variables except LSCT are stationary at level, LSCT is stationary at level. The stationarity of variables can be summed up as: SME I (0), LSCT I (1), LPCT I (0). Thirdly, Swamy S homogeneity tests are performed. LSCT and LPCT variables are heterogeneous at 99% confidence interval. In addition, all the variables are cointegrated at 99% confidence interval for their  $G_a$  and  $G_t$  statistics. Moreover, error correction term is negatively signed, and its absolute value is less than two, which shows model is statistically working at 99% confidence interval.

For Dumitrescu-Hurlin Causality Test, at 99% confidence interval; there are causal relationships from LSCT (state equity bank group city based logarithmic total credits) to SME and from LPCT to SME. (see Appendix)

In long-term, for city segmentation, at 95% confidence interval, LSCT (state equity bank group city based logarithmic total credits) has a statistically significant and positive-sign coefficient ( $\beta=36.11014$  and  $p<0.05$ ). LPCT also has a statistically significant and positive-sign coefficient at the same confidence interval ( $\beta=59.5665$  and  $p<0.05$ ). Moreover, LPCT variable has a higher coefficient than LSCT (state equity bank group city based logarithmic total credits) variable.

In short-term, for city segmentation, at 90% confidence interval, both LSCT and LPCT have positive and statistically significant coefficients (LSCT  $\beta=39.79041$  and  $p<0.10$ ), (LPCT  $\beta=70.47963$  and  $p<0.10$ ). And, LSCT variable has a smaller coefficient than LPCT variable. For city segmentation, there are causal relationships from LSCT to SME and from LPCT to SME; at 99% confidence interval. (see Appendix).

**Table.3 Statistical region hypothesis test results**

<i>CD Test</i>	<i>Variable</i>	<i>CD-Test</i>	<i>p</i>	<i>Corr.</i>	<i>Abs(corr.)</i>		
	SME	25,70***	0,000	0,513	0,513		
	LSRT	49,66***	0,000	0,992	0,992		
	LPRT	49,86***	0,000	0,996	0,996		
<i>Extended Fisher ADF Unit Root</i>	<i>Variable</i>	<i>Constant</i>		<i>Trend and Constant</i>			
	SME	-20,7556***	(0,0000)	-22,1149***	(0,0000)		
	LSRT	-0,4425	(0,3298)	-2,6054***	(0,0057)		
	$\Delta$ LSRT	-26,4973***	(0,0000)	-24,1275***	(0,0000)		
	LPRT	-2,5110**	(0,0073)	-1,5985*	(0,0574)		
	$\Delta$ LPRT	-34,6166***	(0,0000)	-32,1657***	(0,000)		
<i>Heterogeneity</i>	<i>Model</i>	<i>X<sup>2</sup></i>			<i>P</i>		
	LSRT	1482,18***			0,0000		
	LPRT	1160,66***			0,0000		
<i>Panel Cointegration</i>	<i>Model</i>	<i>Gt</i>	<i>Ga</i>	<i>Z (gt)</i>	<i>Z (ga)</i>	<i>p(Gt)</i>	<i>P(Ga)</i>
	LSRT	-	-	-14,564***	-16,32***	0,000	0,000
	LPRT	5,53	32,73	-16,149***	-17,28***	0,000	0,000
<i>Panel Error Correction Model</i>	<i>Model</i>	$\beta$		<i>s. e.</i>	<i>Z</i>	<i>P</i>	
	LSRT	-1,096003		,0574783	-19,07***	0,000	
	LPRT	-1,183002		,0703482	-16,82***	0,000	
<i>Long-Term Parameters</i>	<i>Variable</i>	$\beta$		<i>s. e.</i>	<i>Z</i>	<i>P</i>	
	LSRT	246,7284		113,7785	2,17**	0,030	
	Constant	-2743,629		1669,789	-1,64*	0,100	
	LPRT	420,0521		190,5582	2,20**	0,028	
	Constant	-6129,502		3262,646	-1,88*	0,060	
<i>Short-Term Parameters</i>	<i>Variable</i>	$\beta$		<i>s. e.</i>	<i>Z</i>	<i>P</i>	
	LSRT	280,6355		147,9072	1,90*	0,058	
	Constant	-3016,754		2172,396	-1,39	0,165	
	LPRT	525,902		235,1506	2,08**	0,038	
	Constant	-7655,126		4326,031	-1,77*	0,077	
<i>Dumitrescu-Hurlin Causality</i>	<i>Causality</i>	<i>Z</i>			<i>P</i>		
	LSRT $\rightarrow$ SME	5,4025***			0,0000		
	LPRT $\rightarrow$ SME	4,0796***			0,0000		

CD Test: \*\*\* Cross-sectional dependence at 99% confidence interval.

Extended Fisher ADF Unit Root: Stationarity at \*90%, \*\*95%, \*\*\*99% confidence interval. ADF Optimal lag Schwarz information criterion and Akaike information criterion (Max.Lag:4).

Heterogeneity: \*\*\*heterogeneity present at 99% confidence interval.

Panel Cointegration: Cointegration present at \*\*\*99% confidence interval. Gt, Ga are the estimates that give robust statistics in heterogeneity.

Panel Error Correction Model: \*\*\* Statistically significant at 99% confidence interval.

Long-Term Parameters: Statistically significant at \*\*\*99%, \*\*95%, \*90% confidence interval.

Short-Term Parameters: Statistically significant at \*\*\*99%, \*\*95%, \*90% confidence interval.

Dumitrescu-Hurlin Causality: Statistically significant at \*\*\*99%, \*\*95%, \*90% confidence interval.

### 3.3. Testing the Sectoral Segmentation Hypothesis

In testing the hypothesis on sectoral segmentation, first Pesaran Cross Sectional Dependence test is conducted. As all the variables are cross-sectional dependent at 99% confidence interval, ADF Unit-Root tests are performed to find out, all the variables except SSME (sector-based SME) are unstationary at level, SSME is stationary at level. The stationarity of variables can be summed up as SSME I (0), LSST I (1) and LPST I (1).

Next Swamy S Homogeneity Tests are performed, LSST and LPST variables are heterogeneous at 99% confidence interval. All the variables are cointegrated at 99% confidence interval for their Ga and Gt statistics. Error correction terms are negatively signed, and their value is less than two, which shows that they are statistically working at 99% confidence Interval.



In long-term, for sectoral segmentation, even at 90% confidence interval, both LSST and LPST have unmeaningful parameters, showing that there is not any long-term relationship. In short-term, even at 90% confidence interval, both LSST and LPST have unmeaningful parameters, showing that there is not any short-term relationship. For sectoral segmentation, there is a causal relationship from LPST to SME formation at 99% confidence interval. (see Appendix).

**Table.4 City segmentation hypothesis test results**

<i>CD Test</i>	<i>Variable</i>	<i>CD-Test</i>	<i>p</i>	<i>Corr.</i>	<i>Abs(corr.)</i>		
	SME	89,90***	0,000	0,256	0,282		
	LSCT	345,80***	0,000	0,986	0,986		
	LPCT	344,63***	0,000	0,982	0,982		
<i>Extended Fisher ADF Unit Root</i>	<i>Variable</i>	<i>Constant</i>	<i>Trend and Constant</i>				
	SME	-52,0862***	(0,0000)	-53,7089***	(0,0000)		
	LSCT	-1,3955	(0,0818)	-2,6685***	(0,0040)		
	$\Delta$ LSCT	-72,0209***	(0,0000)	-63,9441***	(0,0000)		
	LPCT	-11,9448***	(0,0000)	-7,4433***	(0,0000)		
<i>Heterogeneity</i>	<i>Model</i>	<i>X<sup>2</sup></i>		<i>P</i>			
	LSCT	7364.02***		0.0000			
	LPCT	6785.65***		0.0000			
<i>Panel Cointegration</i>	<i>Model</i>	<i>Gt</i>	<i>Ga</i>	<i>Z (gt)</i>	<i>Z (ga)</i>	<i>p(Gt)</i>	<i>P(Ga)</i>
	LSCT	-	-	-44,376***	-51,50***	0,000	0,000
	LPCT	6,17	38,21	-43,492***	-49,17***	0,000	0,000
<i>Panel Error Correction Model</i>	<i>Model</i>	<i>B</i>		<i>s.e.</i>	<i>z</i>	<i>P</i>	
	LSCT	-1,016267		0,0266945	-38,07***	0,000	
	LPCT	-1,006870		0,0281525	-35,76***	0,000	
<i>Long-Term Parameters</i>	<i>Variable</i>	<i>B</i>		<i>s. e.</i>	<i>z</i>	<i>P</i>	
	LSCT	36,11014		17,26558	2,09**	0,036	
	Constant	-353,8055		240,975	-1,47	0,142	
	LPCT	59,5665		28,37678	2,10**	0,036	
	Constant	-793,0789		470,6836	-1,68*	0,092	
<i>Short-Term Parameters</i>	<i>Variable</i>	<i>B</i>		<i>s. e.</i>	<i>z</i>	<i>P</i>	
	LSCT	39,79041		21,93264	1,81*	0,070	
	Constant	-388,4353		301,5322	-1,29	0,198	
	LPCT	70,47963		36,93392	1,91*	0,056	
	Constant	-954,1458		608,8583	-1,57	0,117	
<i>Dumitrescu-Hurlin Causality</i>	<i>Variable</i>	<i>z</i>			<i>P</i>		
	LSCT→SME	4,3819***			0,0000		
	LPCT→SME	4,0799***			0,0000		

CD Test: \*\*\* Cross-sectional dependence at 99% confidence interval.

Extended Fisher ADF Unit Root: Stationarity at \*90%, \*\*95%, \*\*\*99% confidence interval. ADF Optimal lag Schwarz information criterion and Akaike information criterion (Max.Lag:4).

Heterogeneity: \*\*\*heterogeneity present at 99% confidence interval.

Panel Cointegration: Cointegration present at \*\*\*99% confidence interval. Gt, Ga are the estimates that give robust statistics in heterogeneity.

Panel Error Correction Model: \*\*\* Statistically significant at 99% confidence interval.

Long-Term Parameters: Statistically significant at \*\*\*99%, \*\*95%, \*90% confidence interval.

Short-Term Parameters: Statistically significant at \*\*\*99%, \*\*95%, \*90% confidence interval.

Dumitrescu-Hurlin Causality: Statistically significant at \*\*\*99%, \*\*95%, \*90% confidence interval.

**Table.5 Sectoral segmentation hypothesis test results**

<i>CD Test</i>	<i>Variable</i>	<i>CD-Test</i>	<i>p</i>	<i>corr.</i>	<i>Abs(corr.)</i>		
	SSME	11.31***	0.000	0.167	0.251		
	LSST	43.19***	0.000	0.640	0.743		
	LPST	48.10***	0.000	0.712	0.830		
<i>Extended Fisher ADF Unit Root</i>	<i>Variable</i>	<i>Constant</i>		<i>Trend and Constant</i>			
	SSME	-15.5902***	(0.0000)	-15.2077***	(0.0000)		
	LSST	-1.2980	(0.0989)	-0.9688	(0.1677)		
	$\Delta$ LSST	-25.5058***	(0.0000)	-20.0522***	(0.0000)		
	LPST	-0.1160	(0.5461)	-2.4246***	(0.0087)		
	$\Delta$ LPST	-41.8825***	(0.0000)	-36.0249***	(0.0000)		
<i>Heterogeneity</i>	<i>Model</i>	<i>X<sup>2</sup></i>			<i>P</i>		
	LSST	6141.45***			0.0000		
	LPST	6763.57***			0.0000		
<i>Panel Cointegration</i>	<i>Model</i>	<i>Gt</i>	<i>Ga</i>	<i>Z (gt)</i>	<i>Z (ga)</i>	<i>p(Gt)</i>	<i>P(Ga)</i>
	LSST	-4.719	-23.517	-13.163***	-12.043***	0.000	0.000
	LPST	-4.706	-24.630	-13.105***	-12.865***	0.000	0.000
<i>Panel Error Correction Model</i>	<i>Model</i>	$\beta$		<i>s.e.</i>	<i>z</i>	<i>P</i>	
	LSST	-.7971064		.1102605	-7.23***	0.000	
	LPST	-.8446786		.1007976	-8.38***	0.000	
<i>Long-Term Parameters</i>	<i>Variable</i>	$\beta$		<i>s. e.</i>	<i>z</i>	<i>P</i>	
	LSST	94.19326		107.1172	0.88	0.379	
	Constant	-551.9225		1657.809	-0.33	0.739	
	LPST	210.8926		165.7728	1.27	0.203	
	Constant	-2712.938		2777.045	-0.98	0.329	
<i>Short-Term Parameters</i>	<i>Variable</i>	$\beta$		<i>s. e.</i>	<i>z</i>	<i>P</i>	
	LSST	144.6766		91.93261	1.57	0.116	
	Constant	1464.707		1294.335	-1.13	0.258	
	LPST	252.9775		155.5357	1.63	0.104	
	Constant	-3525.328		2536.138	-1.39	0.165	
<i>Dumitrescu-Hurlin Causality</i>	<i>Causality</i>	<i>z</i>			<i>P</i>		
	LSST→SME	0.8762			0.3809		
	LPST→SME	5.0212***			0.0000		

CD Test: \*\*\* Cross-sectional dependence at 99% confidence interval.

Extended Fisher ADF Unit Root: Stationarity at \*90%, \*\*95%, \*\*\*99% confidence interval. ADF Optimal lag Schwarz information criterion and Akaike information criterion (Max.Lag:4).

Heterogeneity: \*\*\*heterogeneity present at 99% confidence interval.

Panel Cointegration: Cointegration present at \*\*\*99% confidence interval. Gt, Ga are the estimates that give robust statistics in heterogeneity.

Panel Error Correction Model: \*\*\* Statistically significant at 99% confidence interval.

Long-Term Parameters: Statistically significant at \*\*\*99%, \*\*95%, \*90% confidence interval.

Short-Term Parameters: Statistically significant at \*\*\*99%, \*\*95%, \*90% confidence interval.

Dumitrescu-Hurlin Causality: Statistically significant at \*\*\*99%, \*\*95%, \*90% confidence interval.

#### 4. CONCLUSION and DISCUSSION

The aim of this study is to analyze whether state-equity bank group or private-equity bank group credits have significant impact on the growth of net small and medium enterprise formation on different regions, cities and sectors. The first hypothesis tests whether state-equity bank group credits affect net SME formation more than private-equity bank group credits for statistical regions. The second hypothesis tests whether state-equity bank group credits affect net SME formation more than private-equity bank group credits for city segmentation. The last hypothesis tests whether state-equity bank group credits affect net SME formation more than private-equity bank group credits for sectoral segmentation.

For the first hypothesis, TR1 region outweighs the other regions, with the highest values, showing that, each amount of credit given in that region, has a higher productivity in terms of net SME formation, than other regions. This rationale behind this might be the dense industrialization in that region. On the other hand, the analysis may result in different conclusions, depending on the time and structure of the data. For the second hypothesis, Giresun city has the highest productivity, in terms of credits turning into net SME

formation. Some other cities in the list, for example Siirt, might be outlier, because their huge credit productivity cannot be observable with their industry in daily life. For the third hypothesis, human health and social work activities seem to be more productive than the other sectoral segments. Education sectoral segment comes second in terms of productivity of credits on net SME formation.

The formulated hypotheses reveal that private-equity bank credits have significant impact on the growth of small and medium enterprises in Turkey. For statistical region segmentation, cities segmentation and sectoral segmentation, private equity bank group credit coefficient is higher than state equity bank group.

The findings of this study is consistent with the literature from Turkey, Alicioglu and Kucukkocaoglu (2020); banking loans effect net SME formation positively, Zortuk and Celik (2014); there is a cointegration between banking sector loans and economic growth, Koc (2015); banking loans granted to top ten sectors effect the economic growth positively, Turgut and Ertay (2016) and Sahin and Durmus (2019); show a positive relationship from banking sector loans to the economic growth, Karahan, et al. (2018); found two-way causality between banking sector loans and economic growth.

In addition, the findings of this study are partially or fully consistent with the world literature, Cetorelli and Gambera (2001); stated that government support to SMEs through bank credits contributes to economic growth, Cernhorsky (2017), John and Lawal (2019), Mhadhbhi et al. (2019); found the positive relationship from banking loans to the economic growth, Tongurai and Vithessonthi (2018); found a negative relationship between the impact of bank loans on agricultural development and a positive impact on industrial development.

However, there are also some studies, Tuna and Bektas (2013), Leitao (2012) and Drozdowska et al. (2019) found negative relationship between sector credits and growth. The only constriction of this study is the assumption that 99% of newly established firms are SMEs, as it can be seen at Table 1. For future studies, same practical analysis can be done for different banking segmentations, such as Islamic Banking-Conventional Banking segmentation.

This study tries to help state decision makers in deciding the channel and priority of statistical regions in terms of net SME formation. In this regard, the state officials should start thinking of why private-equity bank groups are more productive than state-equity bank groups in all areas of this study.

## REFERENCES

- Alıcioglu, Y. (2020). "Turkey Bank Loans Effect on Net SME Formation", Doctorate Thesis, Baskent University, Institute of Social Sciences, Ankara.
- Alıcioglu, Y and Kucukkocaoglu, G. (2020). "Effects of Bank Credit on Industrial Performance in Turkey", *World Finance Banking Symposium*, 34-35.
- Apan, M. and Islamoglu, M. (2014). "Financial Management in SMEs", *International Journal of Science Culture and Sport*, SI (1), 208-218.
- Berger, A., and Udell, G. (2006). "A More Complete Conceptual Framework for SME Finance", *Journal of Banking & Finance*, 30(11), 2945-2966.
- BRSA, Banking Regulation and Supervision Agency (2020). "Monthly Banking Sector Data", <https://www.bddk.org.tr/BultenAylık/en>, (Accessed Date: 25.05.2020).
- Cernohorsky, J. (2017). "Types of Bank Loans and their Impact on Economic Development: A Case Study of Czech Republic", *Economics and Management*, 20(4), 34-48.
- Cetorelli, N. and Gambera, M., (2001). "Banking Market Structure, Financial Dependence and Growth: International Evidence from Industry Data", *The Journal of Finance*, 56(2), 617-648.
- Ceylan A. and Korkmaz T. (2012). "İşletmelerde Finansal Yönetim", Ekin Yayınevi, Bursa.
- De la Torre, A., Peria, M.S., and Schmukler, S.L. (2010). "Bank involvement with SMEs: Beyond Relationship Lending", *Journal of Banking & Finance*, 34(9), 2280-2293.
- Demirci, N.S., (2017). "İmalat Sanayi Sektöründe Üretim ve Banka Kredileri İlişkisi: Türkiye için Eşbütünleşme ve Nedensellik Analizi", *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 19(1), 35-61.
- Drozdowska, M.I., Bongini, P., Smaga, P. and Witkowski, B. (2019). "The Role of Banks in CESEE Countries: Exploring Non-Standard Determinants of Economic Growth", *Post-Communist Economies*, 31(3), 349-382.
- Green, A. (2003). "Credit Guarantee Schemes for Small Enterprises: An Effective Instrument to Promote Private Sector-Led Growth?", *SME Technical Working Paper Series*, UNIDO Working Paper, 1-88.
- Hacıevliyagil, N. and Eksi, I.H. (2019). "A Micro Based Study on Bank Credit and Economic Growth: Manufacturing Sub-Sectors Analysis", *South East European Journal of Economics and Business*, 14(1), 72-91.
- John, S.A. ve Lawal R.Y. (2019). "Impact of Sectoral Allocation of Banks' Credit on Economic Growth in Nigeria", *International Journal of Accounting and Finance*, 8(2), 96-113.
- Karahan, Ö., Yılıgör, M., and Ozekin, A.A. (2018). "The Relationship Between Bank Credits and Economic Growth in Turkey", *Finans Politik ve Ekonomik Yorumlar*, 55(636), 25-36.
- Koç, S. (2015). "Türkiye'deki Bankaların Sektörler Bazında Kullandırdıkları Krediler ile Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: 1999-2011", *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, Temmuz 2015, 135-156.
- Kucukkocaoglu, G. and Daver, G. (2019). "Turkish Banking Sector Performance Analyses", *KAUJEASF*, 10(19), 382-402.
- Leitao, N.C. (2012). "Bank Credit and Economic Growth: A Dynamic Panel Data Analysis", *The Economic Research Guardian*, 2(2), 256-267.
- Mahmud, S.F. and Akın, T. (2019). "SME's Access to Finance and Choice of Capital Structure in Turkey", *Ege Akademik Bakış*, 19(2), 277-291.
- Mhadhbi, K., Terzi, C. and Bouchrika, A. (2019). "Banking Sector Development and Economic Growth in Developing Countries: A Bootstrap Panel Granger Causality Analysis", *Emprical Economics, Journal of the Institute for Advanced Studies*, 2019, 1-20.
- SGK (2021). "Aylık İstatistik Bilgileri", [http://www.sgk.gov.tr/wps/portal/sgk/tr/kurumsal/istatistik/aylik\\_istatistik\\_bilgileri](http://www.sgk.gov.tr/wps/portal/sgk/tr/kurumsal/istatistik/aylik_istatistik_bilgileri), (Accessed Date: 29.05.2021).
- Sahin, D. and Durmus, S. (2019). "Yapısal Kırılmalı Testlerle, Türkiye'de Bankacılık Sektörü Kredileri ve Ekonomik Büyüme İlişkisinin Analizi", *Mali Çözüm Dergisi*, 29(151), 33-54.
- OECD (2020). "Turkey", <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/8d33927c-en/index.html?itemId=/content/component/8d33927c-en>, (Accessed Date: 9.12.2020).
- Ozdemir, S., Ersoz, H.Y., Sarioglu, İ. (2007). "Küçük Girişimciliğin Artan Önemi ve KOBİ'lerin Türkiye Ekonomisindeki Yeri", *Sosyal Siyaset Konferansları Dergisi*, 53, 173-230.
- TOBB (2020). "Company Establishment and Liquidation Statistics", <https://tobb.org.tr/BilgiErisimMudurlugu/Sayfalar/Eng/KurulanKapananSirketistatistikleri.php>, (Accessed Date: 10.09.2020).
- Tongurai, J. and Vithhessonhi, C. (2018). "The Impact of the Banking Sector on Economic Structure and Growth", *International Review of Financial Analysis*, 56, 193-207.

- Tuna, K. and Bektas, H. (2013). "Examining the Role of Credit Volume on Economic Growth: The Case of Turkey", *Journal of Financial Researches and Studies*, 2013, 139-150.
- Turgut, A. and Ertay, H.İ. (2016). "Effects of Banking Sector on Economic Growth: Causal Analysis on Turkey", *Aksaray Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8(4), 114-128.
- Zortuk, M. and Celik, M.Y. (2014). "The Relationship Between Bank Loans and Economic Growth in Turkey:1995-2010", *Alphanumeric Journal*, 2(2), 51-60.

## APPENDIX

**Table A1. List of Abbreviations and Regression Map for Statistical Region Hypothesis**

<i>Description</i>	<i>Abbreviation</i>		<i>Logarithmic Abbreviation</i>	
	<i>Private-Equity Bank Group</i>	<i>State-Equity Bank Group</i>	<i>Private-Equity Bank Group</i>	<i>State-Equity Bank Group</i>
Net Change in the Number of SME at the Date	SME		-	
Total Credits at the Date	PRT	SRT	LPRT	LSRT
TR1 Statistical Region Total Credits at the Date	PR1	SR1	LPR1	LSR1
TR2 Statistical Region Total Credits at the Date	PR2	SR2	LPR2	LSR2
TR3 Statistical Region Total Credits at the Date	PR3	SR3	LPR3	LSR3
TR4 Statistical Region Total Credits at the Date	PR4	SR4	LPR4	LSR4
TR5 Statistical Region Total Credits at the Date	PR5	SR5	LPR5	LSR5
TR6 Statistical Region Total Credits at the Date	PR6	SR6	LPR6	LSR6
TR7 Statistical Region Total Credits at the Date	PR7	SR7	LPR7	LSR7
TR8 Statistical Region Total Credits at the Date	PR8	SR8	LPR8	LSR8
TR9 Statistical Region Total Credits at the Date	PR9	SR9	LPR9	LSR9
TRA Statistical Region Total Credits at the Date	PRA	SRA	LPRA	LSRA
TRB Statistical Region Total Credits at the Date	PRB	SRB	LPRB	LSRB
TRC Statistical Region Total Credits at the Date	PRC	SRC	LPRC	LSRC

**Table A2. Results for statistical region segmentation hypothesis**

<i>Description</i>	<i>Private-Equity Bank Group</i>		<i>State-Equity Bank Group</i>	
TR1 Statistical Region Total Credit at the Date	LPR1	379.1544	LSR1	403.9744
TR2 Statistical Region Total Credit at the Date	LPR2	28.19081	LSR2	28.895
TR3 Statistical Region Total Credit at the Date	LPR3	114.9708	LSR3	118.3406
TR4 Statistical Region Total Credit at the Date	LPR4	89.27477	LSR4	92.53491
TR5 Statistical Region Total Credit at the Date	LPR5	127.977	LSR5	131.7569
TR6 Statistical Region Total Credit at the Date	LPR6	101.7588	LSR6	104.8589
TR7 Statistical Region Total Credit at the Date	LPR7	31.94264	LSR7	32.30003
TR8 Statistical Region Total Credit at the Date	LPR8	25.24163	LSR8	25.54423
TR9 Statistical Region Total Credit at the Date	LPR9	15.13731	LSR9	15.38404
TRA Statistical Region Total Credit at the Date	LPRA	7.705881	LSRA	7.531505
TRB Statistical Region Total Credit at the Date	LPRB	19.99258	LSRB	19.92686
TRC Statistical Region Total Credit at the Date	LPRC	70.44015	LSRC	72.59325

100+: Highest contribution to SME formation and thus economy, 50-100: High contribution to SME formation and thus economy, 26-50: Moderate contribution to SME formation and thus economy, 11-25: Low contribution to SME formation and thus economy, 0-10: Lowest contribution to SME formation and thus economy, Higher values represent greater contribution to SME formation and thus economy.

**Table A3. List of abbreviations and regression map for city segmentation hypothesis**

<i>Description</i>	<i>Abbreviation</i>		<i>Logarithmic Abbr.</i>	
	<i>Private-Eq. Bank Group</i>	<i>State-Eq. Bank Group</i>	<i>Private-Eq. Bank Group</i>	<i>State-Eq. Bank Group</i>
Net Change in the Number of SME at the Date	SME		-	
Total Credits at the Date	PCT	SCT	LPCT	L SCT
Adana City Total Credit at the Date	PC1	SC1	LPC1	LSC1
Adıyaman City Total Credit at the Date	PC2	SC2	LPC2	LSC2
Afyonkarahisar City Total Credit at the Date	PC3	SC3	LPC3	LSC3
Ağrı City Total Credit at the Date	PC4	SC4	LPC4	LSC4
Amasya City Total Credit at the Date	PC5	SC5	LPC5	LSC5
Ankara City Total Credit at the Date	PC6	SC6	LPC6	LSC6
Antalya City Total Credit at the Date	PC7	SC7	LPC7	LSC7
Artvin City Total Credit at the Date	PC8	SC8	LPC8	LSC8
Aydın City Total Credit at the Date	PC9	SC9	LPC9	LSC9
Balıkesir City Total Credit at the Date e	PC10	SC10	LPC10	LSC10
Bilecik City Total Credit at the Date	PC11	SC11	LPC11	LSC11
Bingöl City Total Credit at the Date	PC12	SC12	LPC12	LSC12
Bitlis City Total Credit at the Date	PC13	SC13	LPC13	LSC13
Bolu City Total Credit at the Date	PC14	SC14	LPC14	LSC14
Burdur City Total Credit at the Date	PC15	SC15	LPC15	LSC15
Bursa City Total Credit at the Date	PC16	SC16	LPC16	LSC16
Çanakkale City Total Credit at the Date e	PC17	SC17	LPC17	LSC17
Çankırı City Total Credit at the Date	PC18	SC18	LPC18	LSC18
Çorum City Total Credit at the Date	PC19	SC19	LPC19	LSC19
Denizli City Total Credit at the Date	PC20	SC20	LPC20	LSC20
Diyarbakır City Total Credit at the Date	PC21	SC21	LPC21	LSC21
Edirne City Total Credit at the Date	PC22	SC22	LPC22	LSC22
Elazığ City Total Credit at the Date	PC23	SC23	LPC23	LSC23
Erzincan City Total Credit at the Date	PC24	SC24	LPC24	LSC24
Erzurum City Total Credit at the Date	PC25	SC25	LPC25	LSC25
Eskişehir City Total Credit at the Date	PC26	SC26	LPC26	LSC26
Gaziantep City Total Credit at the Date	PC27	SC27	LPC27	LSC27
Giresun City Total Credit at the Date	PC28	SC28	LPC28	LSC28
Gümüşhane City Total Credit at the Date	PC29	SC29	LPC29	LSC29
Hakkari City Total Credit at the Date	PC30	SC30	LPC30	LSC30
Hatay City Total Credit at the Date	PC31	SC31	LPC31	LSC31
Isparta City Total Credit at the Date	PC32	SC32	LPC32	LSC32
Mersin City Total Credit at the Date	PC33	SC33	LPC33	LSC33
İstanbul City Total Credit at the Date	PC34	SC34	LPC34	LSC34
İzmir City Total Credit at the Date	PC35	SC35	LPC35	LSC35
Kars City Total Credit at the Date	PC36	SC36	LPC36	LSC36
Kastamonu City Total Credit at the Date	PC37	SC37	LPC37	LSC37
Kayseri City Total Credit at the Date	PC38	SC38	LPC38	LSC38
Kırklareli City Total Credit at the Date	PC39	SC39	LPC39	LSC39

**Table A3. (Continued)**

<i>Description</i>	<i>Abbreviation</i>		<i>Logarithmic Abbr.</i>	
	<i>Private-Eq. Bank Group</i>	<i>State-Eq. Bank Group</i>	<i>Private-Eq. Bank Group</i>	<i>State-Eq. Bank Group</i>
Kırşehir City Total Credit at the Date	PC40	SC40	LPC40	LSC40
Kocaeli City Total Credit at the Date	PC41	SC41	LPC41	LSC41
Konya City Total Credit at the Date	PC42	SC42	LPC42	LSC42
Kütahya City Total Credit at the Date	PC43	SC43	LPC43	LSC43
Malatya City Total Credit at the Date	PC44	SC44	LPC44	LSC44
Manisa City Total Credit at the Date	PC45	SC45	LPC45	LSC45
Kahramanmaraş City Total Credit at the Date	PC46	SC46	LPC46	LSC46
Mardin City Total Credit at the Date	PC47	SC47	LPC47	LSC47
Muğla City Total Credit at the Date	PC48	SC48	LPC48	LSC48
Muş City Total Credit at the Date	PC49	SC49	LPC49	LSC49
Nevşehir City Total Credit at the Date	PC50	SC50	LPC50	LSC50
Niğde City Total Credit at the Date	PC51	SC51	LPC51	LSC51
Ordu City Total Credit at the Date	PC52	SC52	LPC52	LSC52
Rize City Total Credit at the Date	PC53	SC53	LPC53	LSC53
Sakarya City Total Credit at the Date	PC54	SC54	LPC54	LSC54
Samsun City Total Credit at the Date	PC55	SC55	LPC55	LSC55
Siirt City Total Credit at the Date	PC56	SC56	LPC56	LSC56
Sinop City Total Credit at the Date	PC57	SC57	LPC57	LSC57
Sivas City Total Credit at the Date	PC58	SC58	LPC58	LSC58
Tekirdağ City Total Credit at the Date	PC59	SC59	LPC59	LSC59
Tokat City Total Credit at the Date	PC60	SC60	LPC60	LSC60
Trabzon City Total Credit at the Date	PC61	SC61	LPC61	LSC61
Tunceli City Total Credit at the Date	PC62	SC62	LPC62	LSC62
Şanlıurfa City Total Credit at the Date	PC63	SC63	LPC63	LSC63
Uşak City Total Credit at the Date	PC64	SC64	LPC64	LSC64
Van City Total Credit at the Date	PC65	SC65	LPC65	LSC65
Yozgat City Total Credit at the Date	PC66	SC66	LPC66	LSC66
Zonguldak City Total Credit at the Date	PC67	SC67	LPC67	LSC67
Aksaray City Total Credit at the Date	PC68	SC68	LPC68	LSC68
Bayburt City Total Credit at the Date	PC69	SC69	LPC69	LSC69
Karaman City Total Credit at the Date	PC70	SC70	LPC70	LSC70
Kırıkkale City Total Credit at the Date	PC71	SC71	LPC71	LSC71
Batman City Total Credit at the Date	PC72	SC72	LPC72	LSC72
Şırnak City Total Credit at the Date	PC73	SC73	LPC73	LSC73
Bartın City Total Credit at the Date	PC74	SC74	LPC74	LSC74
Ardahan City Total Credit at the Date	PC75	SC75	LPC75	LSC75
Iğdır City Total Credit at the Date	PC76	SC76	LPC76	LSC76
Yalova City Total Credit at the Date	PC77	SC77	LPC77	LSC77
Karabük City Total Credit at the Date	PC78	SC78	LPC78	LSC78
Kilis City Total Credit at the Date	PC79	SC79	LPC79	LSC79
Osmaniye City Total Credit at the Date	PC80	SC80	LPC80	LSC80
Düzce City Total Credit at the Date	PC81	SC81	LPC81	LSC81



**Table A4. Results for city segmentation hypothesis**

<i>Description</i>	<i>Private-Equity Bank Group</i>		<i>State-Equity Bank Group</i>	
Adana City Total Credit at the Date	LPC1	18.7601	LSC1	19.47672
Adıyaman City Total Credit at the Date	LPC2	7.802594	LSC2	8.016398
Afyonkarahisar City Total Credit at the Date	LPC3	1.90983	LSC3	1.908841
Ağrı City Total Credit at the Date	LPC4	2.243832	LSC4	2.073534
Amasya City Total Credit at the Date	LPC5	-0.9617418	LSC5	-0.9897563
Ankara City Total Credit at the Date	LPC6	2.871794	LSC6	2.922037
Antalya City Total Credit at the Date	LPC7	2.297768	LSC7	2.298976
Artvin City Total Credit at the Date	LPC8	35.33872	LSC8	36.8206
Aydın City Total Credit at the Date	LPC9	3.798306	LSC9	3.824713
Balıkesir City Total Credit at the Date e	LPC10	1.105801	LSC10	1.0811355
Bilecik City Total Credit at the Date	LPC11	4.869615	LSC11	4.90041
Bingöl City Total Credit at the Date	LPC12	3.588076	LSC12	3.623735
Bitlis City Total Credit at the Date	LPC13	15.16818	LSC13	15.70274
Bolu City Total Credit at the Date	LPC14	13.05915	LSC14	13.55752
Burdur City Total Credit at the Date	LPC15	1.848771	LSC15	1.879877
Bursa City Total Credit at the Date	LPC16	5.336319	LSC16	5.419289
Çanakkale City Total Credit at the Date e	LPC17	1.678781	LSC17	1.672413
Çankırı City Total Credit at the Date	LPC18	2.905046	LSC18	2.821328
Çorum City Total Credit at the Date	LPC19	15.48175	LSC19	15.97891
Denizli City Total Credit at the Date	LPC20	27.60965	LSC20	28.72872
Diyarbakır City Total Credit at the Date	LPC21	2.742207	LSC21	2.752455
Edirne City Total Credit at the Date	LPC22	0.9772734	LSC22	0.9259654
Elazığ City Total Credit at the Date	LPC23	5.915582	LSC23	5.90953
Erzincan City Total Credit at the Date	LPC24	1.491403	LSC24	1.385726
Erzurum City Total Credit at the Date	LPC25	14.71684	LSC25	15.19957
Eskişehir City Total Credit at the Date	LPC26	3.395116	LSC26	3.45774
Gaziantep City Total Credit at the Date	LPC27	22.70992	LSC27	23.8548
Giresun City Total Credit at the Date	LPC28	379.1544	LSC28	403.9477
Gümüşhane City Total Credit at the Date	LPC29	60.24314	LSC29	62.39363
Hakkari City Total Credit at the Date	LPC30	1.396669	LSC30	1.371982
Hatay City Total Credit at the Date	LPC31	1.841487	LSC31	1.861153
Isparta City Total Credit at the Date	LPC32	16.76727	LSC32	17.36883
Mersin City Total Credit at the Date	LPC33*	3.415966*	LSC33*	3.480956*
İstanbul City Total Credit at the Date	LPC34	1.654747	LSC34	1.619847
İzmir City Total Credit at the Date	LPC35	1.274747	LSC35	1.23436
Kars City Total Credit at the Date	LPC36	24.32384	LSC36	25.56685
Kastamonu City Total Credit at the Date	LPC37	23.39528	LSC37	23.83986
Kayseri City Total Credit at the Date	LPC38	4.113841	LSC38	4.167899
Kırklareli City Total Credit at the Date	LPC39	6.507599	LSC39	6.621084
Kırşehir City Total Credit at the Date	LPC40	10.93862	LSC40	11.15844
Kocaeli City Total Credit at the Date	LPC41	10.40065	LSC41	10.55694
Konya City Total Credit at the Date	LPC42	7.457494	LSC42	7.63399
Kütahya City Total Credit at the Date	LPC43*	16.19104*	LSC43*	17.05055*
Malatya City Total Credit at the Date	LPC44	0.1264203	LSC44	0.1354449
Manisa City Total Credit at the Date	LPC45	2.182343	LSC45	2.188344

**Table A4. (Continued)**

<i>Description</i>	<i>Private-Equity Bank Group</i>		<i>State-Equity Bank Group</i>	
Kahramanmaraş City Total Credit at the Date	LPC46	2.922543	LSC46	2.974034
Mardin City Total Credit at the Date	LPC47	2.488314	LSC47	2.495348
Muğla City Total Credit at the Date	LPC48	3.807779	LSC48	3.877779
Muş City Total Credit at the Date	LPC49	1.637876	LSC49	1.662774
Nevşehir City Total Credit at the Date	LPC50	11.18721	LSC50	11.51655
Niğde City Total Credit at the Date	LPC51*	9.101476*	LSC51*	9.290811*
Ordu City Total Credit at the Date	LPC52	0.2958046	LSC52	0.3411452
Rize City Total Credit at the Date	LPC53	0.8000124	LSC53	0.7758758
Sakarya City Total Credit at the Date	LPC54	4.94611	LSC54	4.875761
Samsun City Total Credit at the Date	LPC55	13.93755	LSC55	14.55886
Siirt City Total Credit at the Date	LPC56	105.8838	LSC56	109.3132
Sinop City Total Credit at the Date	LPC57	3.414946	LSC57	3.423541
Sivas City Total Credit at the Date	LPC58	6.489502	LSC58	6.733877
Tekirdağ City Total Credit at the Date	LPC59	0.6529015	LSC59	0.6216737
Tokat City Total Credit at the Date	LPC60*	16.18391*	LSC60*	16.67374*
Trabzon City Total Credit at the Date	LPC61	1.136934	LSC61	1.153386
Tunceli City Total Credit at the Date	LPC62	7.120789	LSC62	7.077699
Şanlıurfa City Total Credit at the Date	LPC63	1.935667	LSC63	1.876158
Uşak City Total Credit at the Date	LPC64	2.945552	LSC64	3.035173
Van City Total Credit at the Date	LPC65	3.559777	LSC65	3.540123
Yozgat City Total Credit at the Date	LPC66	0.441257	LSC66	0.421236
Zonguldak City Total Credit at the Date	LPC67	36.84018	LSC67	38.13092
Aksaray City Total Credit at the Date	LPC68	2.994944	LSC68	3.00041
Bayburt City Total Credit at the Date	LPC69	1.694851	LSC69	1.715539
Karaman City Total Credit at the Date	LPC70	5.452501	LSC70	5.786833
Kırıkkale City Total Credit at the Date	LPC71	3.866405	LSC71	3.913925
Batman City Total Credit at the Date	LPC72	1.078614	LSC72	1.088212
Şırnak City Total Credit at the Date	LPC73*	0.4428498*	LSC73*	0.3987314*
Bartın City Total Credit at the Date	LPC74	0.2340226	LSC74	0.2408092
Ardahan City Total Credit at the Date	LPC75	4.991101	LSC75	5.185479
Iğdır City Total Credit at the Date	LPC76	1.432481	LSC76	1.47976
Yalova City Total Credit at the Date	LPC77	1.734195	LSC77	1.720505
Karabük City Total Credit at the Date	LPC78	1.161297	LSC78	1.140973
Kilis City Total Credit at the Date	LPC79	3.90872	LSC79	3.956427
Osmaniye City Total Credit at the Date	LPC80	2.709486	LSC80	2.787343
Düzce City Total Credit at the Date	LPC81	12.58489	LSC81	12.86857

100+: Highest contribution to SME formation and thus economy. 50-100: High contribution to SME formation and thus economy. 26-50: Moderate contribution to SME formation and thus economy. 11-25: Low contribution to SME formation and thus economy. 0-10: Lowest contribution to SME formation and thus economy. \*: Undefined. Higher values represent greater contribution to SME formation and thus economy

**Table A5. List of abbreviations and regression map for sectoral segmentation hypothesis**

<i>Description (at the date value)</i>	<i>Abbreviation</i>		<i>Logarithmic Abbreviation</i>	
	<i>Private-Equity Bank Group</i>	<i>State-Equity Bank Group</i>	<i>Private-Equity Bank Group</i>	<i>State-Equity Bank Group</i>
Net Change in the NUMBER of SME	SSME		-	
Total credits	PST	SST	LPST	LSST
Agriculture, Forestry and Fisheries Sector Total Credits	PS1	SS1	LPS1	LSS1
Mining and Quarrying Sector Total Credits	PS2	SS2	LPS2	LSS2
Production Sector Total Credits	PS3	SS3	LPS3	LSS3
Electricity, Gas, Steam and Air Conditioning Production and Distribution Sector Total Credits	PS4	SS4	LPS4	LSS4
Construction Sector Total Credits	PS5	SS5	LPS5	LSS5
Wholesale and Retail Trade; Repair of Motor Vehicles and Motorcycles Sector Total Credits	PS6	SS6	LPS6	LSS6
Transportation, Storage and Communication (Info. And Communication) Sector Total Credits	PS7	SS7	LPS7	LSS7
Accommodation and Food Service Activities Sector Total Credits	PS8	SS8	LPS8	LSS8
Finance and Insurance Activities Sector Total Credits	PS9	SS9	LPS9	LSS9
Retail Commercial. Rental and Management Operational. Sector Total Credits	PS10	SS10	LPS10	LSS10
Public Administration and Defense; Compulsory Social Security Sector Total Credits	PS11	SS11	LPS11	LSS11
Education Sector Total Credits	PS12	SS12	LPS12	LSS12
Human Health and Social Work Activities Sector Total Credits	PS13	SS13	LPS13	LSS13
Other Services Sector Total Credits	PS14	SS14	LPS14	LSS14
Private Persons Employing Workers Sector Total Credits	PS15	SS15	LPS15	LSS15
International Organizations Sector Total Credits	PS16	SS16	LPS16	LSS16

**Table A6. Results for sectoral segmentation hypothesis**

<i>Description</i>		<i>Private-Equity Bank Group</i>		<i>State-Equity Bank Group</i>
Agriculture, Forestry and Fisheries Sector total credit	LPS1	14.54674	LSS1	13.92672
Mining and Quarrying Sector total credit	LPS2	143.6524	LSS2	150.411
Production Sector total credit	LPS3	1.954686	LSS3	1.819487
Electricity, Gas, Steam and Air Conditioning Production and Distribution Sector total credit	LPS4	23.69192	LSS4	25.72604
Construction Sector total credit	LPS5	18.75458	LSS5	20.14737
Wholesale and Retail Trade; Repair of Motor Vehicles and Motorcycles Sector total credit	LPS6	24.70013	LSS6	25.48245
Transportation, Storage and Communication (Info. And Communication) Sector total credit	LPS7	-0.0080879	LSS7	-0.0119075
Accommodation and Food Service Activities Sector total credit	LPS8	-0.0099482	LSS8	-0.0029447
Finance and Insurance Activities Sector total credit	LPS9	8.106159	LSS9	8.797485
Retail Comm. Rental and Management Operations Sector total credit	LPS10	137.3913	LSS10	143.2743
Public Administration and Defense; Compulsory Social Security Sector total credit	LPS11	14.97586	LSS11	16.14402
Education Sector total credit	LPS12	213.1023	LSS12	226.6084
Human Health and Social Work Activities Sector total credits	LPS13	280.167	LSS13	292.7038
Other Services Sector total credits	LPS14	92.8218	LSS14	97.44895
Private Persons Employing Workers Sector total credits	LPS15	69.62978	LSS15	73.83044
International Organizations Sector total credits	LPS16	6.520545	LSS16	6.936338

100+: Highest contribution to SME formation and thus economy. 50-100: High contribution to SME formation and thus economy. 26-50: Moderate contribution to SME formation and thus economy. 11-25: Low contribution to SME formation and thus economy. 0-10: Lowest contribution to SME formation and thus economy. \*: Undefined. Higher values represent greater contribution to SME formation and thus economy





STRATEJİK ARAŞTIRMALAR VE VERİMLİLİK GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

