

ARAŞTIRMA MAKALESİ

SAĞLIK ALANINDA VERİ ZARFLAMA ANALİZİ VE MALMQUIST TOPLAM FAKTÖR VERİMLİLİK İNDEKSİ İLE ETKİNLİK ÖLÇÜMÜ: TÜRKİYE VE AVRUPA BİRLİĞİ ÜLKELERİ'NDE BİR UYGULAMA ¹

İlayda GÜZEL ^{*}
Ömer GİDER ^{**}

ÖZ

Türkiye, Avrupa Birliği'ne (AB) girmeyi kararlılıkla hedefleyen bir ülke olarak sağlık alanında ilerleme kaydetmeli ve sağlık göstergelerini iyileştirmelidir. Bunun amacı müreffeh bir toplum haline gelmektir. Bu nedenle, AB'ye üye ülkelerin sağlık sistemlerinin etkinlik düzeyleri, referans ülkelerin belirlenmesi ve Türkiye'nin sıralamadaki yerinin belirlenmesi açısından önemlidir. Çalışmanın amacı, Türkiye ve Avrupa Birliği ülkelerinin sağlık alanındaki etkinlik skorlarına ulaşmak ve bu skorların zaman içindeki değişimini ortaya koymaktır. Bu amaçlarla 2010-2019 yılları için ayrı ayrı Veri Zarflama Analizi uygulanarak ülkelerin toplam teknik etkinlik ve saf teknik etkinlik değerleri elde edilmiştir. Bu iki analiz sonucu elde edilen etkinlik skorlarından hareketle ülkelerin ölçek etkinlikleri hesaplanmıştır. Her iki model (CCR ve BCC) için de yapılan analizde etkin ülke sayısının 2010'dan 2019 yılına kadar giderek düştüğü görülmüştür. CCR ve BCC etkinlik skorlarına bakıldığında, her iki modele göre de 1'den küçük değere sahip olan (etkin olmayan) ülkelerin hem global hem de lokal olarak etkin olmadıkları sonucuna ulaşılmıştır. Diğer bir ifade ile ülkelerin sağlık alanındaki göreceli olarak etkin olmama sebepleri, etkin olmayan sağlık hizmeti sunumu (saf teknik etkinlik) ve içinde buldukları dezavantajlı koşullardır (ölçek etkinliği). Ülkelerin etkinlik skorlarında zamanla ortaya çıkan değişimin belirlenebilmesi için ise Malmquist Toplam Faktör Verimlilik İndeksi kullanılmıştır. Bu analizin sonuçlarına bakıldığında ise Fransa, Yunanistan, Macaristan'ın 6 yıl ile en fazla gelişme gösteren ülkeler olduğu görülmektedir. İndeksleri olumlu yönde değişen ülkelerde, artışın kaynağı genellikle teknolojik gelişimdir.

Anahtar Kelimeler: Etkinlik analizi, Veri Zarflama Analizi, Malmquist Toplam Faktör Verimlilik İndeksi, sağlık göstergeleri.

MAKALE HAKKINDA

¹ Bu çalışma, İlayda GÜZEL'in 24.06.2019 tarihinde savunduğu "Türkiye ve Avrupa Birliği'ne Üye Ülkelerin Seçilmiş Sağlık Göstergelerinin Veri Zarflama Analizi ile Değerlendirilmesi" başlıklı yüksek lisans tezi temel alınarak hazırlanmıştır.

*Arş. Gör., Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Sağlık Yönetimi Bölümü, iguzel@windowslive.com, <https://orcid.org/0000-0001-5672-0814>

** Prof. Dr., Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Sağlık Yönetimi Bölümü, omergider@mu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-0838-8754>

Gönderim Tarihi: 11.10.2022

Kabul Tarihi: 15.02.2023

Atıfta Bulunmak İçin:

Güzel, İ. & Gider, Ö. (2023). Sağlık alanında Veri Zarflama Analizi ve Malmquist Toplam Faktör Verimlilik İndeksi ile etkinlik ölçümü: Türkiye ve Avrupa Birliği Ülkeleri'nde bir uygulama. Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi, 26(1): 219-236

EFFICIENCY MEASUREMENT WITH DATA ENVELOPMENT ANALYSIS AND MALMQUIST TOTAL FACTOR PRODUCTIVITY INDEX IN THE HEALTH FIELD: AN APPLICATION IN TURKEY AND THE EUROPEAN UNION COUNTRIES ¹

Ilayda GUZEL *
Omer GIDER **

ABSTRACT


As a country that resolutely aims to join the European Union (EU), Turkey should make progress in the field of health and improve its health indicators. The aim of this is a becoming prosperous society. For this reason, the efficiency levels of the health systems of the member states of the EU are important in terms of determining the reference countries and determining the place of Turkey in the ranking. The aim of the study is to reach the health efficiency scores of Turkey and European Union countries and to reveal the change in these scores over time. For these purposes, countries' total technical efficiency and pure technical efficiency values were obtained by applying Data Envelopment Analysis separately for the years 2010-2019. Based on the efficiency scores obtained from these two analyses, the scale efficiency of the countries was calculated. As a result of the analysis for both models (CCR and BCC), it was seen that the number of efficient countries decreased gradually from 2010 to 2019. When the CCR and BCC efficiency scores are examined, it is concluded that the countries (those with a value less than 1) are not efficient both globally and locally. In other words, the reasons why countries are relatively ineffective in the field of health are: ineffective health service delivery (pure technical efficiency) and their disadvantaged conditions (scale efficiency). Malmquist Total Factor Productivity Index was used to determine the change in the efficiency scores of the countries over time. Looking at the results of this analysis, it is seen that France, Greece, and Hungary are the countries that have shown the most development with 6 years. In countries with positive indices, the source of the increase is usually technological development.

Keywords: Efficiency analysis, Data Envelopment Analysis, Malmquist Total Factor Productivity Index, health indicators.


ARTICLE INFO

¹This study is based on Ilayda Guzel's master's thesis, "An Evaluation of the Selected Health Indicators in Turkey and in the Member States of the European Union with Data Envelopment Analysis", which was defended on 24.06.2019.

*Res. Assist., Mugla Sıtkı Kocman University, iguzel@windowslive.com

 <https://orcid.org/0000-0001-5672-0814>

**Prof., Mugla Sıtkı Kocman University, omergider@mu.edu.tr

 <https://orcid.org/0000-0002-0838-8754>

Received: 11.10.2022

Accepted: 15.02.2023

Cite This Paper:

Guzel, I. & Gider, O. (2023). Efficiency measurement with Data Envelopment Analysis and Malmquist total factor productivity index in the health field: An application in Turkey and the European Union countries. *Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi*, 26(1): 219-236

I. GİRİŞ

Türkiye'nin, batıya entegrasyonu sağlamak ve Avrupa ile Türkiye arasında ortaklık kurmak amacıyla girişimler başlatması 1963 yılında Ankara Antlaşması'nın imzalanmasına ile olmuştur. Bu tarih itibarıyla Karma Protokol başta olmak üzere sonraki dönemlerde yapılan diğer anlaşmalar Türkiye'nin tam üyelik girişimlerini hazırlamıştır. Türkiye'nin aday ülke olması ve katılım ortaklığı süreci 1999 yılında başlamıştır. 2005 yılında müzakerelerin başlaması Türkiye ile Avrupa Birliği ilişkilerinde dönüm noktası olarak görülmektedir. Günümüze kadar toplamda 16 fasıl müzakerelere açılmış, bir tanesi geçici olarak kapatılmıştır. Türkiye, Avrupa Komisyonu (2016) İlerleme Raporunda da değinildiği gibi üç fasılın daha açılabilmesi için hazırlıklarına devam etmektedir. Ülkenin sağlık sistemi ve nüfusun sağlık statüsü göstergelerinde ivme yakalaması, Avrupa Birliği (AB) hedefi için gelişim göstermesi gereken konulardandır. Amacın müreffeh bir toplum olduğu düşünüldüğünde Avrupa Birliği'ne üye ülkelerin sağlık sistemleri, etkinlik düzeyleri de referans alınabilecek ülkeleri belirlemek ve/veya nerede olduğumuzu bilmek açısından önemlidir.

Literatürde yer alan sağlık alanındaki Veri Zarflama Analizi (VZA) çalışmalarının ülkedeki hastaneler, sağlık kurumlarındaki klinikler/ bölümler ve ülkeler bazında uygulandığı görülmüştür. İller bazında hastanelerin analiz edildiği uygulamalara ilk örnek olan çalışmada Şahin (1999), Sağlık Bakanlığı'na bağlı hastanelerin buldukları illere göre karşılaştırmalı olarak görel verimliliklerini analiz etmiş ve verimsiz kullanılan kaynaklar ile ilgili karar vericilere önerilerde bulunmuştur. Hastanelerin kliniklerinin analiz edildiği çalışmalar da bulunmaktadır (Androutsou vd., 2011). Ülkeler bazında yapılan araştırmalara bakıldığında ise, genel olarak belirli uluslararası örgütlere üye olan ülkelerin KVB (Karar Verme Birimi) olarak seçilerek onlar arasına bir etkinlik analizi yapıldığı görülmektedir. Bu çalışmalar arasında Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (Organization for Economic Cooperation and Development [OECD]) ülkeleri üzerine yapılan çalışmaların sayısı fazladır (Afonso ve Aubyn, 2006; Hadad vd., 2013; Kocaman vd., 2012; Şenol vd., 2019; Tokatlıoğlu ve Ertong, 2020).

Avrupa ülkeleri de VZA yöntemi ile karşılaştırılmaktadır (Asandului vd., 2014; Gómez-Gallego vd., 2021). Türkiye'de ilk kez makro düzeyde AB ölçeğinde sağlık sistemleri karşılaştırması ise Yıldırım (2005) tarafından yapılmıştır. Çalışmada, AB'ye üye ve aday ülkelerin sağlık sistemleri karşılaştırılarak verimlilik performansları ölçülmüştür. Türkiye ve AB ülkelerinin etkinliklerinin incelendiği çalışmalar da bulunmaktadır (Timor ve Lorcu, 2010; Teleş vd., 2018).

Malmquist Toplam Faktör Verimliliği analizi kullanılarak ülke karşılaştırmalarına dayalı olan çalışmalar da yapılmıştır. Buna bir örnek olarak BRICS-MT ve G20 Ülkelerinin sağlık sistem performanslarının ölçüldüğü çalışmalar verilebilir (İlgün vd., 2019; Konca ve Demirci, 2019). Sağlık hizmetleri ve kurumları bakımından spesifik KVB'ler de seçilmiştir. Örneğin, Naldöken ve Çıraklı (2019) acil servislerin; Yüksel ve Yiğit (2020) Ağız ve Diş Sağlığı Merkezlerin etkinliklerini ölçmüşlerdir.

VZA ve Malmquist Toplam Faktör Verimliliği analizini bir arada uygulayan çalışmalar incelendiğinde ise, Türkiye'de bankacılık, otomotiv, eğitim, üretim gibi farklı alanlarda yapılan birçok çalışmaya rastlanmıştır (Lorcu, 2010; Aktaş ve Avcı, 2017; Atan ve Şahin, 2017). Sağlık alanındaki çalışmaların farklı düzeylerde yapıldığı görülmüştür. Türkiye'de hastaneler bazında etkinlik ölçen çok sayıda çalışma bulunmaktadır (Sülkü, 2011; Kandemir, 2016; Berk ve Çerçioğlu, 2019). Ülkeler bazında olup spesifik olarak birinci basamak sağlık hizmetleri özelindeki uygulamalara da rastlanmaktadır (Giuffrida, 1999; Rays, 2021; Trakakis vd., 2021).

Makro düzeydeki çalışmalara bakıldığında, OECD ülkeleri (Demirci vd., 2019); Asya ülkeleri (Şengün ve Yiğit, 2021) ve AB ülkeleri (Şener, 2013) için yapılan analizler bulunmaktadır.

AB ülkeleri ve Türkiye'nin sağlık alanındaki etkinliklerini iki analizi birlikte kullanarak retrospektif olarak en güncel verilerle uygulayan bir çalışmaya rastlanmamıştır. Çalışmanın, bugünün sağlık

ekonomisi literatürüne katkı sağlaması ve sağlık yönetimi alanındaki politika üreticilere makro veri sunması nedeniyle önemli olduğu düşünülmektedir.

Bu araştırma ile, en güncel veriler kullanılarak 2010-2019 yılları arasındaki (10 yıllık dönemde) Türkiye ve AB'ye üye ülkelerin (toplam 29 ülke) sağlık alanındaki etkinliklerinin birbirleriyle karşılaştırmalı olarak belirlenerek etkin olmayanların etkin olmama nedenlerinin belirlenmesi, etkinlik değerlerindeki yıllar içindeki değişimin ortaya çıkarılması ve sonuçların sağlık ekonomisi çerçevesinde değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.

II. GEREÇ VE YÖNTEM

Gün geçtikçe endüstriyel alanın genişlemesi ve organizasyonların daha kompleks hale gelmesi, üretim fonksiyonlarının, girdi-çıkıtı sayılarındaki artış sonucunda parametrik yöntemler yetersiz kalmıştır. Bunun sonucunda geliştirilen non-parametrik yöntemlerden biri de VZA'dır. Bu yöntem, üretim sürecinde çok sayıda girdi ve çığıtıya sahip olan ve homojenlik özelliği gösteren birden fazla KVB'nin teknik etkinliklerinin görel olarak ölçülmesinde kullanılan, doğrusal programlama temeline dayalı bir yöntemdir (Ramanathan, 2003: 5; Sherman, 1984: 925).

Üretim sürecinde girdiler çığıtlara dönüştürülür. Bir KVB'nin kullandığı m girdiden i. girdi x_i ve üretilen s çığıttan da y. çığıtı y_r ile gösterildiği durumda VZA'da çok sayıda girdi ve çığıtı tek bir ağırlıklı girdi ve çığıtıya dönüştürülür. Aşağıda matematiksel olarak gösterilen toplam girdi ve çığıtının oranlanmasıyla bir KVB'nin girdileri çığıtlara dönüştürmedeki etkinliği elde edilir (Tütek vd., 2016: 231-232):

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^m v_i x_i & \quad (v_i = i. \text{girdinin ağırlığı}) \\ \sum_{r=1}^s u_r y_r & \quad (u_r = r. \text{çığıtının ağırlığı}) \end{aligned} \quad \text{Etkinlik} = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_r}{\sum_{i=1}^m v_i x_i}$$

VZA'daki ilk model Charnes, Cooper ve Rhodes (CCR Modeli) tarafından (1978) ortaya konulmuştur. Bu modelde herhangi bir KVB'nin etkinliğinin ölçümü her KVB için benzer oranların 1'e eşit veya 1'den küçük olması şartına bağlı olan (kısıtlar) ağırlıklı çığıtların ağırlıklı girdilere oranının maksimum olması ile elde edilmektedir ve ölçüğe göre sabit getiri (Constant Return to Scale-CRS) varsayımına dayanmaktadır.

Banker, Charnes ve Cooper (1984) tarafından geliştirilen ve CCR modelinin dualine konvekslik kısıtının eklenmesi ile elde edilen BCC modeli ise, ölçüğe göre değişken getiri (Variable Return to Scale-VRS) varsayımı altında etkinlik hesaplar. CCR Modeli ile "toplam teknik etkinlik" (TTE); BCC Modeli ile "saf teknik etkinlik" (STE) ortaya çıkarılır. TTE değerinin STE değerine bölünmesiyle Ölçek Etkinliği (ÖE) elde edilir. (Ramanathan, 2003: 78-80; Cingi ve Tarım, 2000: 19; Cooper vd., 2007: 153).

Araştırmanın evreni Almanya, Avusturya, Belçika, Bulgaristan, Birleşik Krallık, Çekya, Danimarka, Estonya, Finlandiya, Fransa, Kıbrıs, Hırvatistan, Hollanda, İrlanda, İspanya, İsveç, İtalya, Letonya, Litvanya, Lüksemburg, Macaristan, Malta, Polonya, Portekiz, Romanya, Slovakya, Slovenya ve Yunanistan ve Türkiye'dir. Bu ülkeler araştırmadaki KVB'ler olarak belirlenmiştir. Dyson ve diğerlerine (2001: 248) göre, KVB sayısının girdi ve çığıtı sayılarının çarpımının iki katı olması gerekmektedir. Cooper ve diğerlerine (2007) göre ise KVB (n), girdi (m) ve çığıtı (s) sayıları $n > \max [3(m + s), m \times s]$ şeklinde olmalıdır. KVB ve değişkenler bu koşula uygun olarak seçilmiştir.

VZA, değişken seçiminde araştırmacıya nispeten esneklik sağlamaktadır. Seçim literatüre dayandırılarak yapılmıştır (Yıldırım, 2005; Afonso ve Aubyn, 2006; Timor ve Lorcu, 2010; Hadad vd., 2013; Kocaman vd., 2012; Sinimole, 2012; Mut vd., 2019). Girdi değişkenleri olarak ülkelerin kişi başı sağlık harcamaları (\$), GSYİH'dan sağlığa ayrılan pay (%), hekim sayısı (yüz bin kişiye düşen), hemşire sayısı (yüz bin kişiye düşen); çıktı değişkenleri olarak ise bebek ölüm hızı (binde- tersi), doğumda beklenen yaşam süresi (ortalama yaşam süresi- yıl) analiz için seçilmiştir. VZA'da, girdi ve çıktıların izotonik oldukları varsayılmaktadır. Bunun anlamı, girdilerin artışının verimliliği azaltması, aynı şekilde çıktılardaki artışın verimliliği artırmasıdır. Bebek ölüm hızı (çıktı olarak) için durum böyle değildir. Yani non-izotonik bir özellik gösteren bebek ölüm hızına ait değerlerin tersi alınarak analize dâhil edilebilmektedir (Scheel, 2001; Dyson vd., 2001; Lewis ve Sexton, 2004; Spinks ve Hollingsworth, 2005: 6).

Bebek ölüm hızı, doğumda beklenen yaşam süresi, hekim ve hemşire sayısı değişkenlerine ait veriler EuroStat veri tabanından; GSYİH'dan sağlığa ayrılan pay DSÖ veri tabanından; kişi başı sağlık harcaması verisi Küresel Sağlık Harcamaları Veri Tabanı'ndan (Global Health Expenditure Database) elde edilmiştir. Eksik veriler için en yakın geçmiş yılın verisi kullanılmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Veri Setine İlişkin Bilgiler

Değişkenler	Temel Veri Kaynakları*	Ülke Verileri
<i>Kişi başı sağlık harcamaları</i>	Küresel Sağlık Harcamaları Veri Tabanı (Global Health Expenditure Database) ¹	Verilerin tamamına ulaşılmıştır.
<i>GSYİH'dan sağlığa ayrılan pay</i>	WHO ²	Verilerin tamamına ulaşılmıştır.
<i>Hekim sayısı³</i>	EuroStat	Danimarka, Portekiz**, Slovakya**, İsveç'in 2019 verisi için 2018 verisi; Lüksemburg ve Polonya'nın 2018 ve 2019 verileri için 2017 verisi kullanılmıştır.
<i>Hemşire sayısı⁴</i>	EuroStat	Birleşik Krallık, Danimarka, İrlanda ve İsveç'in 2019 verileri için 2018 verisi; Lüksemburg ve Polonya'nın 2018 ve 2019 verileri için 2017 verisi; Finlandiya'nın 2015-2019 verileri için 2014 verisi; Polonya'nın 2012 verisi için 2011 verisi kullanılmıştır.
<i>Bebek ölüm hızı</i>	EuroStat	Birleşik Krallık'ın 2019 verisi için 2018 verisi kullanılmıştır.
<i>Doğumda beklenen yaşam süresi</i>	EuroStat	Birleşik Krallık'ın 2019 verisi için 2018 verisi kullanılmıştır.

¹ Kaynak: <https://www.apps.who.int/nha/database/ViewData/Indicators/en>.

² Kaynak: www.apps.who.int/nha/database/Select/Indicators/en.

³ Hollanda'nın 2010-2013 ve Birleşik Krallık'ın 2019 verileri OECD'den alınmıştır** (<https://doi.org/10.1787/4355e1ec-en>). Portekiz ve Slovakya'nın 2010-2018 verileri için kaynak: [www.who.int/data/gho/data/indicators/indicator-details/GHO/medical-doctors-\(per-10-000-population\)](http://www.who.int/data/gho/data/indicators/indicator-details/GHO/medical-doctors-(per-10-000-population))

Yunanistan ve Türkiye verilerinin tamamı için kaynak**: www.data.oecd.org/healthres/doctors.htm#indicator-chart.

⁴ Fransa, Slovakya, İrlanda, Portekiz ve Türkiye verilerinin tamamı; Hollanda'nın 2010-2013 verileri için: OECD (2022): Nurses (indicator) (<https://doi.org/10.1787/283e64de-en>).

*Verilere 1 Ocak 2022-25 Şubat 2022 tarihleri arasında erişilmiştir.

**Veriler yüz bin kişiye düşen hekim sayısına çevrilmiştir.

Veriler CCR ve BCC Modellerine göre girdi odaklı olarak analiz edilmiştir. Girdi odaklı modelin seçilmesinin nedeni, çalışmada sağlık alanına ait verilerin kullanılması nedeniyle girdi değişkenlerinin artış/azalışlarına imkân varken; çıktı değişkenlerini oluşturan verilere müdahalenin zor olmasıdır. CCR

ve BCC modellerinin ikisinin de analiz için seçilmesi ise ölçek etkinliğini hesaplamada bu etkinlik skorlarının kullanılması gerekliliğindedir.

Etkinlik ölçümüne “zaman” boyutu da eklenerek etkinlik değerlerinin zaman içindeki değişimlerinin ölçülmesi için MTFV indeksi geliştirilmiştir. KVB’lerinin iki zaman periyodu arasındaki değişim değerleri olan Malmquist değişim indeksleri (Mİ); Mİ>1 ise t döneminden t+1 dönemine olan ilerleme, Mİ<1 ise t döneminden t+1 dönemine olan gerileme şeklinde yorumlanmaktadır (Yalçın vd., 2005: 180). MTFV, iki KVB arasındaki veya bir KVB’nin iki zaman periyodu arasındaki verimlilik farklarını tanımlamaktadır. Färe ve arkadaşları (1994: 71) tarafından yapılan aşağıdaki matematiksel gösterime bakıldığında, MTFV değişim teknik etkinlik ile teknolojik değişimin çarpımlarından elde edilmektedir:

$$M_0(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)} \times \sqrt{\left[\left(\frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \right) \left(\frac{D_0^t(x^t, y^t)}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)} \right) \right]}$$

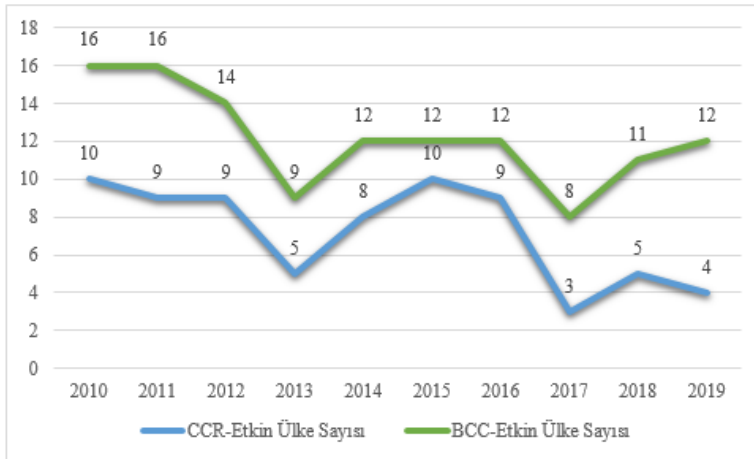
VZA’ya benzer şekilde girdi ve çıktı odaklı olarak hesaplanabilmektedir. MTFV ile ortaya çıkarılan verimlilik değişimlerinin nedeni; teknik etkinlikteki ve teknolojideki değişmeye dayandırılmaktadır (Färe vd., 1994). VZA ile birlikte MTFV indeksinin kullanılması, yapılan etkinlik ölçümüne dinamik bir yaklaşım kazandırmıştır. Bu nedenle bu çalışmada, VZA ve MTFV indeksi bir arada kullanılmıştır.

VZA, 29 KVB’nin girdi ve çıktı değişkenlerine ait veriler her yıl ayrı ayrı olacak şekilde EMS 1.3 paket programı kullanılarak yapılmıştır. Teknik etkinlikteki değişme (TED), teknolojik değişme (TD) ve toplam faktör verimliliğindeki değişme (TFVD) indekslerinin hesaplanmasında ise, Coelli (1996) tarafından geliştirilen DEAP 2.1 paket programı kullanılmıştır.

III. BULGULAR

VZA kapsamında yapılan CCR analizine göre, en fazla etkin ülke sayısına sahip yıl olan 2010 ve 2015 yıllarında 10 ülke (%34,48) toplam teknik etkin olarak bulunmuştur. 2017 yılı ise, 3 ülke (%10,34) ile en az sayıda ülkenin etkin bulunduğu yıldır. BCC analizine göre ise, etkin ülke sayısının 16 ülke (%55,17) ile en fazla olduğu yıllar 2010 ve 2011 yıllarıdır (Şekil 1).

Şekil 1.Yıllara Göre Etkin Olan Ülke Sayısı



Yıllar içerisinde etkin ülke sayısının bazı yıllarda artsa da genel olarak bakıldığında düşüş trendinde olduğu görülmektedir (Şekil 1). BCC skorlarının CCR skorlarından daha düşük çıkmasının nedeni ölçeğe göre getiri türlerinden kaynaklanmaktadır.

Analiz sonucunda, ülkelerin toplam teknik etkinlik (TTE) (CCR modeli ile) ve saf teknik etkinlik (STE) (BCC modeli ile) ve ölçek etkinliği skorları elde edilmiştir (Tablo 2). CCR ve BCC etkinlik

skorlarının ikisi de 1 olan KVB'ler ($\eta \square * CCR = \eta \square * BCC = 1$) optimal ölçek büyüklüğünde üretim yapmaktadırlar. Ölçek etkinliği skoru 1 olan KVB'ler ise, "ölçeğe göre sabit getiri altında" faaliyette bulunmaktadır.

Tablo 2. Ülkelerin Yıllara Göre Etkinlik Skorları

		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Avusturya	<i>CCR</i>	0,596	0,634	0,649	0,538	0,580	0,682	0,668	0,503	0,633	0,534
	<i>BCC</i>	0,638	0,694	0,708	0,605	0,645	0,683	0,673	0,671	0,706	0,651
	<i>ÖE</i>	0,936	0,914	0,916	0,889	0,899	0,999	0,994	0,749	0,897	0,820
Belçika	<i>CCR</i>	0,747	0,811	0,696	0,779	0,754	0,745	0,811	0,780	0,743	0,765
	<i>BCC</i>	0,870	0,912	0,868	0,854	0,904	0,875	0,898	0,925	0,906	0,934
	<i>ÖE</i>	0,859	0,889	0,802	0,912	0,834	0,852	0,904	0,844	0,820	0,819
Bulgaristan	<i>CCR</i>	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
	<i>BCC</i>	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
	<i>ÖE</i>	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Hırvatistan	<i>CCR</i>	0,769	0,780	0,836	0,768	0,746	0,809	0,785	0,686	0,699	0,712
	<i>BCC</i>	0,776	0,782	0,837	0,774	0,751	0,816	0,788	0,695	0,703	0,716
	<i>ÖE</i>	0,991	0,998	0,998	0,993	0,993	0,992	0,996	0,987	0,994	0,995
Kıbrıs	<i>CCR</i>	1,000	1,000	0,935	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,958	0,832
	<i>BCC</i>	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
	<i>ÖE</i>	1,000	1,000	0,935	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,958	0,832
Çekya	<i>CCR</i>	1,000	0,853	0,954	0,741	0,838	0,887	0,841	0,714	0,733	0,719
	<i>BCC</i>	1,000	0,863	0,955	0,748	0,855	0,892	0,855	0,720	0,741	0,723
	<i>ÖE</i>	1,000	0,989	0,999	0,990	0,980	0,995	0,984	0,992	0,989	0,994
Danimarka	<i>CCR</i>	0,668	0,682	0,585	0,628	0,585	0,594	0,673	0,573	0,556	0,621
	<i>BCC</i>	0,670	0,692	0,685	0,669	0,691	0,710	0,737	0,676	0,652	0,723
	<i>ÖE</i>	0,997	0,985	0,854	0,938	0,846	0,837	0,912	0,847	0,852	0,860
Estonya	<i>CCR</i>	1,000	1,000	1,000	1,000	0,989	1,000	1,000	0,809	1,000	1,000
	<i>BCC</i>	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,820	1,000	1,000
	<i>ÖE</i>	1,000	1,000	1,000	1,000	0,989	1,000	1,000	0,987	1,000	1,000
Finlandiya	<i>CCR</i>	0,991	1,000	0,740	0,951	0,801	0,849	0,979	0,668	0,675	0,676
	<i>BCC</i>	1,000	1,000	0,849	0,956	0,847	1,000	1,000	0,709	0,781	0,862
	<i>ÖE</i>	0,991	1,000	0,872	0,995	0,945	0,849	0,979	0,941	0,864	0,784
Fransa	<i>CCR</i>	0,675	0,736	0,633	0,694	0,677	0,664	0,716	0,753	0,747	0,762
	<i>BCC</i>	0,977	1,000	1,000	0,940	1,000	0,974	0,957	1,000	1,000	1,000
	<i>ÖE</i>	0,691	0,736	0,633	0,739	0,677	0,681	0,748	0,753	0,747	0,762
Almanya	<i>CCR</i>	0,639	0,643	0,560	0,586	0,566	0,541	0,581	0,581	0,566	0,577
	<i>BCC</i>	0,700	0,700	0,688	0,627	0,657	0,623	0,637	0,654	0,627	0,647
	<i>ÖE</i>	0,912	0,918	0,814	0,934	0,862	0,869	0,912	0,889	0,904	0,892
Yunanistan	<i>CCR</i>	1,000	1,000	1,000	0,871	1,000	1,000	1,000	0,905	1,000	1,000
	<i>BCC</i>	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
	<i>ÖE</i>	1,000	1,000	1,000	0,871	1,000	1,000	1,000	0,905	1,000	1,000
Macaristan	<i>CCR</i>	0,812	0,767	0,832	0,734	0,760	0,851	0,856	0,698	0,823	0,819
	<i>BCC</i>	0,819	0,777	0,837	0,752	0,770	0,857	0,866	0,718	0,828	0,824
	<i>ÖE</i>	0,991	0,987	0,994	0,976	0,987	0,993	0,989	0,972	0,994	0,993
İrlanda	<i>CCR</i>	0,841	0,877	0,766	0,850	0,804	0,792	0,897	0,792	0,810	0,849
	<i>BCC</i>	1,000	1,000	0,975	0,963	0,954	0,961	0,963	0,968	0,958	1,000
	<i>ÖE</i>	0,841	0,877	0,785	0,882	0,843	0,824	0,931	0,819	0,846	0,849
İtalya	<i>CCR</i>	0,903	0,973	0,870	0,652	0,770	0,907	0,895	0,679	0,751	0,774
	<i>BCC</i>	1,000	1,000	1,000	0,973	0,998	0,973	0,992	0,970	1,000	1,000
	<i>ÖE</i>	0,903	0,973	0,870	0,671	0,772	0,931	0,902	0,700	0,751	0,774
Letonya	<i>CCR</i>	1,000	0,872	0,981	1,000	1,000	1,000	1,000	0,764	0,955	0,875
	<i>BCC</i>	1,000	0,885	0,993	1,000	1,000	1,000	1,000	0,793	0,963	0,882
	<i>ÖE</i>	1,000	0,985	0,988	1,000	1,000	1,000	1,000	0,963	0,993	0,992
Litvanya	<i>CCR</i>	0,864	0,764	1,000	0,854	0,840	0,816	0,760	0,743	0,753	0,730
	<i>BCC</i>	0,875	0,782	1,000	0,879	0,872	0,834	0,791	0,773	0,773	0,748
	<i>ÖE</i>	0,987	0,977	1,000	0,971	0,964	0,978	0,960	0,962	0,975	0,976

Tablo 2. Ülkelerin Yıllara Göre Etkinlik Skorları - devamı

		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Lüksemburg	CCR	0,935	0,901	1,000	0,952	1,000	1,000	1,000	0,960	0,927	0,930
	BCC	0,974	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
	ÖE	0,959	0,901	1,000	0,952	1,000	1,000	1,000	0,960	0,927	0,930
Malta	CCR	0,721	0,644	0,635	0,571	0,585	0,545	0,534	0,515	0,538	0,574
	BCC	0,939	0,899	0,877	0,860	0,878	0,914	0,922	0,886	0,896	0,972
	ÖE	0,768	0,717	0,724	0,664	0,666	0,596	0,579	0,582	0,601	0,590
Hollanda	CCR	0,730	0,744	0,635	0,681	0,647	0,648	0,693	0,669	0,651	0,658
	BCC	0,908	0,920	0,872	0,825	0,846	0,840	0,828	0,827	0,812	0,824
	ÖE	0,804	0,809	0,728	0,826	0,765	0,771	0,836	0,808	0,801	0,799
Polonya	CCR	1,000	1,000	1,000	0,917	0,971	1,000	1,000	0,946	0,955	0,975
	BCC	1,000	1,000	1,000	0,936	0,983	1,000	1,000	0,958	0,968	0,984
	ÖE	1,000	1,000	1,000	0,980	0,987	1,000	1,000	0,987	0,986	0,991
Portekiz	CCR	1,000	0,816	0,688	0,597	0,650	0,784	0,704	0,561	0,563	0,605
	BCC	1,000	0,816	0,759	0,635	0,687	0,785	0,735	0,701	0,628	0,759
	ÖE	1,000	1,000	0,907	0,940	0,947	1,000	0,959	0,800	0,897	0,798
Romanya	CCR	0,991	1,000	1,000	0,994	1,000	1,000	1,000	0,820	0,765	0,777
	BCC	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,849	0,794	0,807
	ÖE	0,991	1,000	1,000	0,994	1,000	1,000	1,000	0,966	0,963	0,964
Slovakya	CCR	0,698	0,687	0,663	0,623	0,690	0,703	0,673	0,666	0,674	0,673
	BCC	0,717	0,691	0,670	0,633	0,700	0,713	0,679	0,679	0,683	0,682
	ÖE	0,973	0,993	0,989	0,985	0,986	0,986	0,991	0,981	0,986	0,987
Slovenya	CCR	1,000	1,000	1,000	0,930	1,000	1,000	1,000	0,962	1,000	0,936
	BCC	1,000	1,000	1,000	0,953	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
	ÖE	1,000	1,000	1,000	0,975	1,000	1,000	1,000	0,962	1,000	0,936
İspanya	CCR	0,864	0,906	0,814	0,672	0,789	0,986	0,936	0,700	0,752	0,765
	BCC	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
	ÖE	0,864	0,906	0,814	0,672	0,789	0,986	0,936	0,700	0,752	0,765
İsveç	CCR	0,921	0,917	0,617	0,614	0,668	0,611	0,666	0,664	0,703	0,714
	BCC	1,000	1,000	0,791	0,713	0,781	0,755	0,758	0,794	1,000	1,000
	ÖE	0,921	0,917	0,780	0,862	0,855	0,808	0,879	0,836	0,703	0,714
Türkiye	CCR	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
	BCC	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
	ÖE	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Birleşik Krallık	CCR	0,786	0,817	0,753	0,823	0,789	0,781	0,844	0,831	0,810	0,811
	BCC	0,978	1,000	1,000	0,970	1,000	0,954	0,973	0,988	0,965	0,945
	ÖE	0,803	0,817	0,753	0,848	0,789	0,818	0,867	0,841	0,839	0,858

KVB'ler için BCC modeline göre etkinken (STE=1), CCR modeline göre etkin olmama (TTE<1) durumu da söz konusudur. Bu durumdaki KVB'ler lokal olarak etkin faaliyet gösterirken; global anlamda etkin faaliyet göstermemektedirler. Buradan yapılacak çıkarım KVB'nin ölçek etkinliğine sahip olmaması nedeniyle TTE'e sahip olamadığıdır. Birleşik Krallık 2011, 2012 ve 2014; Finlandiya 2010, 2015 ve 2016; Fransa 2011, 2012, 2014, 2017-2019; İrlanda 2010 ve 2011, 2019; İtalya 2010-2012, 2018 ve 2019; İsveç 2010, 2011, 2018 ve 2019; Lüksemburg 2011, 2013 ve 2017-2019; Estonya 2014; Kıbrıs 2018 ve 2019; Yunanistan ise 2013 ve 2017; Romanya 2010 ve 2013; Slovenya 2017 ve 2019 yıllarında bu durumdadır.

CCR v BCC modellerine göre yapılan analizlerde etkin olmayan ülkelere ait referans kümelerine ulaşılmış ve etkin ülkeler için ise kaç kez referans kümede yer aldıkları bulgusuna ulaşılmıştır. En az sayıda ülkenin etkin olarak bulunduğu 2017 yılı analizine göre, BCC Modelinde etkin olmayan 21 ülkenin referans kümesinde yer alan ülkeler yoğunluk değerleriyle birlikte Tablo 3'teki gibidir.

Tablo 3. Ülkelerin Referans Kümeleri

KVB No*	Ülke	Referans Ülkeler ve Yoğunluk Değerleri
1	Avusturya	5 (0,32) 12 (0,05) 26 (0,38) 28 (0,25)
2	Belçika	10 (0,27) 18 (0,48) 25 (0,08) 28 (0,16)
3	Bulgaristan	2
4	Hırvatistan	5 (0,21) 28 (0,79)
5	Kıbrıs	20
6	Çekya	5 (0,40) 28 (0,60)
7	Danimarka	5 (0,07) 10 (0,22) 18 (0,22) 26 (0,13) 28 (0,36)
8	Estonya	5 (0,49) 28 (0,51)
9	Finlandiya	5 (0,33) 18 (0,34) 25 (0,28) 28 (0,05)
10	Fransa	7
11	Almanya	5 (0,02) 10 (0,16) 18 (0,33) 25 (0,24) 28 (0,24)
12	Yunanistan	3
13	Macaristan	5 (0,27) 28 (0,73)
14	İrlanda	5 (0,07) 10 (0,15) 18 (0,55) 26 (0,17) 28 (0,06)
15	İtalya	5 (0,21) 12 (0,00) 26 (0,78) 28 (0,01)
16	Letonya	3 (0,02) 5 (0,20) 28 (0,78)
17	Litvanya	5 (0,34) 28 (0,66)
18	Lüksemburg	8
19	Malta	5 (0,10) 26 (0,72) 28 (0,18)
20	Hollanda	5 (0,06) 10 (0,46) 18 (0,16) 26 (0,12) 28 (0,21)
21	Polonya	5 (0,21) 28 (0,79)
22	Portekiz	5 (0,62) 12 (0,05) 26 (0,13) 28 (0,20)
23	Romanya	3 (0,01) 5 (0,07) 28 (0,92)
24	Slovakya	5 (0,17) 28 (0,83)
25	Slovenya	3
26	İspanya	8
27	İsveç	5 (0,27) 10 (0,41) 18 (0,19) 26 (0,13) 28 (0,01)
28	Türkiye	21
29	Birleşik Krallık	5 (0,07) 10 (0,48) 18 (0,14) 28 (0,30)
*Ülkelerin karar verme birimi numaralarını ifade etmektedir.		

Etkin olan ülkenin satırındaki sayı bu ülkelerin kaç ülkenin referans kümesinde yer aldığını göstermektedir. Analizler sonucunda ülkelerin girdi ve çıktı değişkenlerine ait artık değerlere (slacks) ulaşılmıştır. Yine 2017 yılı için girdi değişkenlerindeki artık değerler Tablo 4'te gösterilmektedir.

Tablo 4. Girdi Değişkenlerine Ait Artık Değerler

	CCR				BCC			
	g_1^*	g_2^*	g_3^*	g_4^*	g_1^*	g_2^*	g_3^*	g_4^*
Avusturya	1290,75	0,08	0	15,32	1337,48	0	0	0
Belçika	2430,24	3,51	0	579,85	0	3,01	0	71,63
Hırvatistan	90,45	0	5,2	174,58	92,74	0	5,81	178,14
Çekya	366,56	0	27,25	270,14	370,55	0	27,96	273,45
Danimarka	2349,47	0,92	0	286,45	1072,7	0	0	0
Estonya	274,75	0,05	0	134,45	278,53	0,03	0	137,36
Finlandiya	1627,37	0,43	0	546,73	61,94	0	0	148,24
Fransa	2069,91	3,64	0	500,99				
Almanya	1821,1	1,62	0	455,84	0	0,69	0	0
Yunanistan	255,23	2,41	316,09	0				
Macaristan	34,73	0,06	0	165,54	35,92	0,02	0	171,99
İrlanda	2412,61	0,48	0	639,17	0	0	0	226,99
İtalya	897,33	0,6	0	49,29	465,38	0	0	0
Letonya	0	0	20,71	76,5	0	0	24,02	83,59
Litvanya	62,64	0	92,79	260,78	69,36	0	98,63	275,91
Lüksemburg	4175,59	0	34,66	811,19				
Malta	445,64	0,07	0	178,96	0	0,01	0	206,77
Hollanda	1670,62	1,85	0	434,88	0	0	0	95,36
Polonya	170,72	1,58	0	207,74	172,98	1,59	0	211,03
Portekiz	181,3	0	19,39	33,16	55,43	0	0	0
Romanya	0	0	45,05	345,14	0	0	48,14	359,91
Slovakya	221,45	0	11,54	115,7	227,22	0	12,47	119,54
Slovenya	767,59	2,32	0	562,26				
İspanya	737,5	0,97	0	56,67				
İsveç	2749,42	1,74	0	357,32	1235,7	0	0	0
Birleşik Krallık	2188,34	3,34	0	365,56	666,61	1,74	0	0

* g_1 , g_2 , g_3 ve g_4 sırasıyla girdi değişkenlerini ifade etmektedir.

Malmquist İndeksi (Mİ) analizi 2010-2019 döneminde 29 ülke için her yıl ayrı ayrı olacak şekilde yapılmıştır. Bir KVB'de belli bir zaman periyodunda önceki yıla göre yaşanan değişimler aşağıdaki gibi yorumlanmaktadır (Ateş ve Esmer, 2013):

- TED>1 ise, KVB etkin üretim sınırını yakalama etkisini geliştirmiştir.
- TD>1 ise, KVB etkin üretim sınırında faaliyet gösterirken, teknolojik gelişmeler sonucunda üretim faaliyetini bu sınırın daha da üzerine taşımıştır. Bu durumda üretim sınırı yukarı kaymıştır.
- TED ve TD=1 ise, KVB'de teknik ve teknolojik gelişmede bir değişiklik yaşanmamıştır.
- TED<1 ise, KVB etkin üretim sınırında faaliyette bulunmamaktadır. Ayrıca teknik etkinlikte gerileme yaşanmıştır.
- TD<1 ise, KVB teknolojik gerileme kaynaklı olarak etkin üretim sınırından daha da uzaklaşmıştır.

VRS varsayımına göre ve girdi odaklı olarak yapılan Mİ analiziyle elde edilen TED, TD ve MTFVD indeksi sonuçları sırasıyla Tablo 5'te yer almaktadır.

Tablo 5. Malmquist İndeksi (Mİ) Sonuçları

		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
		↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Avusturya	TED	0,945	0,939	0,975	0,982	0,952	1,042	0,972	0,993	1,042
	TD	2,158	1,57	1,356	1,263	1,261	1,121	1,172	1,140	1,055
	MTFVD	2,039	1,475	1,322	1,240	1,200	1,168	1,139	1,132	1,099
Belçika	TED	1,006	1,012	1,009	0,992	1,014	0,992	1,006	0,993	0,989
	TD	1,988	1,474	1,311	1,250	1,167	1,154	1,133	1,117	1,111
	MTFVD	2,000	1,492	1,323	1,240	1,183	1,145	1,140	1,108	1,099
Bulgaristan	TED	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,759	0,986
	TD	1,839	1,553	1,247	1,125	1,413	1,105	1,047	1,280	1,085
	MTFVD	1,839	1,553	1,247	1,125	1,413	1,105	1,047	0,971	1,070
Hırvatistan	TED	0,966	0,964	1,160	0,963	0,940	1,034	0,986	0,983	1,024
	TD	2,094	1,512	1,333	1,263	1,261	1,121	1,172	1,140	1,055
	MTFVD	2,022	1,458	1,546	1,216	1,185	1,159	1,155	1,121	1,08
Kıbrıs	TED	0,937	0,940	0,928	0,989	0,980	1,061	0,979	0,962	1,017
	TD	2,158	1,570	1,356	1,263	1,261	1,121	1,172	1,140	1,055
	MTFVD	2,021	1,476	1,258	1,249	1,235	1,190	1,147	1,097	1,073
Çekya	TED	0,920	0,948	0,889	1,006	1,005	1,054	0,971	0,936	1,012
	TD	2,158	1,57	1,356	1,263	1,261	1,121	1,172	1,140	1,055
	MTFVD	1,985	1,489	1,205	1,271	1,267	1,181	1,137	1,068	1,067
Danimarka	TED	0,965	1,009	1,018	0,999	1,023	0,996	0,916	0,987	1,000
	TD	2,079	1,474	1,311	1,250	1,167	1,154	1,133	1,117	1,111
	MTFVD	2,006	1,487	1,335	1,249	1,193	1,150	1,038	1,102	1,111
Estonya	TED	1,008	0,951	0,953	0,973	0,912	1,027	0,951	0,973	1,046
	TD	2,158	1,570	1,356	1,263	1,261	1,121	1,172	1,140	1,055
	MTFVD	2,175	1,494	1,291	1,229	1,150	1,152	1,115	1,109	1,104
Finlandiya	TED	1,007	0,990	0,992	0,981	1,001	1,028	0,811	0,997	1,040
	TD	1,988	1,474	1,311	1,250	1,167	1,154	1,152	1,140	1,055
	MTFVD	2,002	1,46	1,3	1,227	1,167	1,186	0,935	1,136	1,097
Fransa	TED	0,994	1,015	1,014	1,000	1,025	1,008	1,076	1,007	0,992
	TD	1,988	1,474	1,311	1,250	1,167	1,154	1,133	1,117	1,111
	MTFVD	1,976	1,495	1,329	1,250	1,196	1,163	1,219	1,124	1,102
Almanya	TED	0,982	1,000	0,986	0,973	1,021	1,000	0,994	0,993	0,981
	TD	2,036	1,474	1,311	1,250	1,167	1,154	1,133	1,117	1,111
	MTFVD	1,999	1,473	1,292	1,216	1,191	1,154	1,126	1,109	1,090
Yunanistan	TED	0,967	1,059	1,037	1,029	1,062	0,977	1,053	1,112	1,021
	TD	2,155	1,465	1,304	1,236	1,138	1,179	1,066	0,995	1,083
	MTFVD	2,085	1,552	1,352	1,273	1,209	1,152	1,122	1,106	1,106
Macaristan	TED	0,923	1,008	1,020	0,959	0,980	1,021	1,010	1,018	1,086
	TD	2,157	1,537	1,270	1,294	1,311	1,121	1,172	1,140	1,055
	MTFVD	1,991	1,550	1,295	1,241	1,284	1,144	1,183	1,161	1,145
İrlanda	TED	0,980	1,001	1,027	0,957	1,006	0,990	0,949	1,016	1,082
	TD	1,988	1,474	1,311	1,250	1,167	1,154	1,152	1,140	1,055
	MTFVD	1,948	1,475	1,346	1,196	1,174	1,143	1,093	1,158	1,141
İtalya	TED	0,942	0,954	0,984	0,979	0,967	1,041	0,981	0,987	1,054
	TD	2,085	1,570	1,356	1,263	1,249	1,129	1,172	1,140	1,055
	MTFVD	1,963	1,498	1,335	1,237	1,207	1,176	1,149	1,125	1,112
Letonya	TED	0,919	1,004	1,024	0,922	0,964	0,964	0,946	0,952	0,991
	TD	1,889	1,547	1,264	1,296	1,317	1,126	1,187	1,140	1,055
	MTFVD	1,737	1,553	1,295	1,195	1,269	1,085	1,122	1,085	1,046
Litvanya	TED	0,973	0,987	1,008	0,979	0,908	1,018	1,000	0,978	0,982
	TD	1,905	1,570	1,339	1,263	1,264	1,121	1,172	1,140	1,055
	MTFVD	1,855	1,551	1,349	1,236	1,148	1,141	1,172	1,115	1,036
Lüksemburg	TED	1,066	1,046	0,993	1,006	0,979	1,059	0,964	0,981	1,037
	TD	1,903	1,570	1,356	1,263	1,261	1,121	1,172	1,140	1,055
	MTFVD	2,029	1,642	1,347	1,271	1,235	1,187	1,129	1,119	1,094

Tablo 5. Malmquist İndeksi (Mİ) Sonuçları - devamı

		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
		↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Malta	<i>TED</i>	0,872	0,963	0,970	0,934	0,995	1,003	0,981	0,997	1,129
	<i>TD</i>	1,852	1,527	1,339	1,258	1,194	1,153	1,153	1,133	1,055
	<i>MTFVD</i>	1,616	1,471	1,299	1,174	1,187	1,156	1,131	1,129	1,192
Hollanda	<i>TED</i>	0,951	0,980	0,999	0,966	1,010	1,008	0,979	0,989	0,988
	<i>TD</i>	1,663	1,424	1,311	1,250	1,167	1,154	1,133	1,117	1,111
	<i>MTFVD</i>	1,582	1,396	1,309	1,208	1,179	1,163	1,109	1,104	1,098
Polonya	<i>TED</i>	0,993	0,996	1,014	0,971	1,019	0,973	1,027	1,008	1,000
	<i>TD</i>	1,660	1,390	1,311	1,250	1,167	1,154	1,133	1,117	1,111
	<i>MTFVD</i>	1,649	1,384	1,329	1,214	1,189	1,122	1,163	1,125	1,111
Portekiz	<i>TED</i>	0,956	0,963	1,010	0,996	0,955	1,032	0,985	0,975	1,040
	<i>TD</i>	1,721	1,447	1,325	1,263	1,261	1,121	1,172	1,140	1,055
	<i>MTFVD</i>	1,645	1,393	1,337	1,258	1,203	1,157	1,154	1,112	1,097
Romanya	<i>TED</i>	1,000	1,000	1,000	1,000	0,991	0,968	0,846	0,914	1,020
	<i>TD</i>	1,652	1,252	1,016	1,210	1,357	1,110	1,184	1,140	1,055
	<i>MTFVD</i>	1,652	1,252	1,016	1,210	1,345	1,075	1,001	1,042	1,076
Slovakya	<i>TED</i>	0,975	0,930	0,989	1,077	0,966	0,994	1,024	0,996	1,015
	<i>TD</i>	1,648	1,385	1,268	1,220	1,243	1,121	1,172	1,140	1,055
	<i>MTFVD</i>	1,607	1,289	1,254	1,314	1,200	1,115	1,200	1,136	1,071
Slovenya	<i>TED</i>	0,980	0,999	0,983	0,949	1,008	0,948	0,980	0,983	0,974
	<i>TD</i>	1,488	1,274	1,201	1,183	1,127	1,131	1,122	1,114	1,111
	<i>MTFVD</i>	1,458	1,272	1,181	1,123	1,137	1,072	1,100	1,095	1,083
İspanya	<i>TED</i>	0,922	0,956	0,993	0,987	0,989	1,017	0,995	0,971	1,028
	<i>TD</i>	1,584	1,331	1,218	1,173	1,140	1,109	1,107	1,099	1,043
	<i>MTFVD</i>	1,460	1,273	1,210	1,157	1,128	1,127	1,101	1,068	1,072
İsveç	<i>TED</i>	0,740	0,957	0,996	0,984	1,012	0,987	1,034	0,996	1,000
	<i>TD</i>	1,554	1,271	1,156	1,139	1,085	1,088	1,079	1,072	1,073
	<i>MTFVD</i>	1,150	1,216	1,151	1,120	1,098	1,074	1,115	1,068	1,073
Türkiye	<i>TED</i>	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
	<i>TD</i>	1,420	1,214	1,141	1,138	1,137	1,064	1,062	1,065	1,027
	<i>MTFVD</i>	1,420	1,214	1,141	1,138	1,137	1,064	1,062	1,065	1,027
Birleşik Krallık	<i>TED</i>	0,994	1,020	1,011	0,988	1,019	1,007	0,999	0,997	0,976
	<i>TD</i>	1,381	1,183	1,115	1,099	1,047	1,050	1,041	1,034	1,036
	<i>MTFVD</i>	1,373	1,206	1,128	1,086	1,066	1,057	1,040	1,031	1,011

Mİ sonuçlarının yer aldığı tabloya bakıldığında, ülkelerin belli yıllarda önceki yıllara göre bakıldığında teknik etkinlik değerlerindeki değişimin 1'den büyük olduğu ($TED > 1$), yani etkin üretim sınırlarını yakalama etkilerini geliştirdikleri görülmektedir. Fransa, Yunanistan, Macaristan 6 yıl ile en fazla gelişme gösteren ülkelerdir. Bulgaristan ilk 7 dönem boyunca, Danimarka ve Polonya son döneminde, Almanya 2 dönem, Fransa 2013-2014 döneminde, Romanya ilk 4 dönem boyunca, Litvanya 2016-2017 döneminde ve Türkiye analiz edilen her döneminde $TED = 1$ olduğundan herhangi bir gelişme göstermemiştir.

Ülkelerin teknolojik değişimlerine bakıldığında ise, bu değer de 1'den büyük olduğu ($TD > 1$) ülkeler için etkin üretim sınırında faaliyet gösterdikleri, gelişen teknolojiyle birlikte üretim faaliyetini

bu sınırın daha da üzerine taşıdıkları söylenebilir. Bu ülkelerde üretim sınırları yukarı kaymıştır. TED ve TD'nin 1 olduğu ülkelerde teknik ve teknolojik olarak gelişme görülmemektedir.

Sonuçlar incelendiğinde, TFVD indeksleri olumlu yönde değişen (TFVD>1) ülkelerde etkinlik artışının kaynağının genellikle teknolojik gelişim olduğu görülmektedir. TD'de herhangi bir ilerleme olmamasına rağmen, teknolojik değişim ile birlikte toplam faktör verimlilikleri artmıştır.

IV. TARTIŞMA

Türkiye'nin AB ile ilişkilerinin zaman zaman gündeme gelmesi, devam eden projeler, yapılan yatırımlar ve teşviklerin devam etmesi AB üye ülkelerinin sağlık alanındaki etkinliklerinin incelenmesi gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Bu çalışmada seçilen sağlık göstergeleri ile Türkiye'nin sağlık alanındaki görece etkinlikler bakımından AB'ye üye ülkeler arasındaki yerinin görülmesi amaçlanmıştır.

KVB ve yıl ölçütleri bakımından benzer çalışmalar incelenmiştir. Asandului ve diğerleri (2014), 30 Avrupa ülkesinin sağlık sistemi etkinliklerini 2010 yılı verilerini analiz ettikleri çalışmalarında, hekim sayısı yatak sayısı ve kamu sağlık harcamalarının GSMH'ya oranını girdi değişkenleri; doğumdan beklenen yaşam süresi, sağlıklı yaşam beklentisi (health adjusted life expectancy-HALE) ve bebek ölüm hızını çıktı değişkenleri olarak belirlemişlerdir. Aynı yılın verileri ile yapılan BCC analizi sonuçlarına göre 28 AB üyesi ülke için Kıbrıs, Bulgaristan, Romanya, İsveç ve Malta benzer şekilde iki çalışmada da etkin çıkmıştır; farklı olarak bu çalışmada Çekya, Estonya, Finlandiya Yunanistan, İrlanda, İtalya, Polonya, Portekiz ve Türkiye de etkin ülkelerdir. Ayrıca Asandului ve diğerleri (2014) çalışmalarında Romanya ve Birleşik Krallık'ı da etkin ülke olarak bulmuşlardır.

Teleş ve diğerleri (2018) çalışmalarında 2014 verileri ile yaptıkları analizde, Avrupa Birliği üye ve aday ülkelerinin (36) sağlık alanındaki etkinliklerini ölçmeyi amaçlamışlardır. Çalışmada, kullanılan girdi değişkenlerine ek olarak yatak sayısı değişkenini; çıktı değişkenlerine ek olarak ortalama yatış süresi (tersi) ve ana ölüm oranı (tersi) değişkenlerini kullanmışlardır. Girdi değişkeni olarak bir fark da GSYİH'dan sağlığa ayrılan payın kullanılmamış olmasıdır. Girdi odaklı BCC yöntemi ile analiz yapılmış olup tam bağlantı yöntemi kullanılarak KVB'ler kümelendirilmiştir. KVB sayısının fazla olması ve homojenlik yaratmak adına kümelere ayırma gereği görülmüştür. Bu çalışmada sadece üye ülkeler ve Türkiye KVB olarak alındığından kümeleme analizi gibi bir yöntem ihtiyacı duyulmamıştır. Bulgular incelendiğinde etkin olan ve olmayan 17 ülke için aynı sonuca ulaşıldığı görülmüştür. Etkin ülkelere bakıldığında 16 ülkenin bulunduğu kümede yer alan Türkiye ile birlikte 9 ülke etkin olduğu görülmektedir. Herhangi bir kümeleme yapılmaksızın 2014 yılı verileri ile yapılan BCC Modelinin uygulandığı bu çalışmadaki analizin sonuçları ile kıyaslandığında iki çalışmada da benzer şekilde, Kıbrıs, Yunanistan, Letonya, Lüksemburg, Slovenya ve İspanya, Birleşik Krallık ve Türkiye etkindir. Farklı sonuçlara ulaşılan (etkin olma ve olmama açısından) ülkelerin etkinlik skorlarına bakıldığında Estonya, İrlanda, İtalya ve Polonya, Teleş ve diğerlerinin (2018) çalışmasındaki skora çok yakın skora (1'e yakın değerler) sahiptirler. Çalışmada Türkiye 15 ülke ile birlikte birinci gruptadır. Etkin ülke sayısının daha yüksek çıkması gruplarda yer alan KVB sayılarının değişken sayısına göre daha düşük olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Türkiye'nin referans ülke olduğu etkin olmayan ülkelere bakıldığında, Teleş ve diğerlerinin (2018) çalışmasındaki 7 ülkeden 4'ü (Litvanya, Macaristan, Slovakya ve Hırvatistan) aynı ülkelerdir. Yaptığımız analiz sonucunda, Türkiye'nin 14 ülkeye referans ülke olması Avrupa Birliği üyeleri ve Türkiye'nin birlikte değerlendirilmesi kaynaklıdır. Farkın temel nedeni, Teleş ve diğerlerinin (2018) çalışmasında AB ülkeleri ve AB'ye aday ülkelerin kümelendirilerek analiz edilmesidir. Diğer neden ise, değişkenlerdeki farklılıklardır. Bu farklılara rağmen, benzerlikler olduğu da yapılan kümelendirme analizini değerlendirmek açısından önemlidir.

Gómez-Gallego ve diğerleri (2021) tarafından yapılan çalışmada geleneksel VZA ile bulanık VZA sonuçları karşılaştırılmıştır. Avrupa Birliği ülkelerinin sağlık alanındaki etkinliklerine ulaşmak için kullanılan girdi değişkenleri toplam sağlık harcamaları, toplam doktor sayısı ve toplam yatak sayıları; çıktı değişkenleri ise yaşam beklentisi, çocuk sağ kalım oranı ve bireyler tarafından algılanan sağlık

durumlarıdır. Bunlara ek olarak iki tür VZA yöntemi arasındaki farkları açıklamak için makroekonomik veriler (Gini katsayısı, kişi başı gayrisafi milli hâsıla, ekonomik özgürlük) de kullanılmışlardır. Araştırmanın bulgularına bakıldığında 8 ülkenin etkin oldukları görülmektedir. 2017 için yapılan analiz sonuçlarındaki etkin ve etkin olmayan ülkeler incelendiğinde 19 ülke için aynı, 9 ülke için farklı sonuçlar elde edilmiştir. Bunun nedeninin değişken seçimindeki farklılıklar, bu çalışmada Türkiye'nin analize dâhil edilmesi olduğu düşünülmektedir.

Bu çalışma ile aynı KVB'lere ait (AB ülkeleri ve Türkiye) veriler ile analiz yapılan çalışmalar incelendiğinde, Şener (2013) tarafından ise VZA ile MTFV indeksi bir arada kullanılarak 2007-2010 yıllarına ait veriler analiz edilmiştir. Seçilen değişkenlere bakıldığında, bu çalışma ile kıyaslandığında bu çalışmadaki değişkenlere ek olarak diş hekimi sayısı, yatak sayısı, yetişkin ölüm oranı değişkenleri kullanılmış; GSYİH yerine Gayri Safi Milli Hâsıla kullanılmış (kişi başı olarak); ayrıca doğumda beklenen yaşam süresi değişkeni kullanılmamıştır.

Çalışmanın sahip olduğu kısıtlılıklar, VZA'nın yöntem olarak sahip olduğu dezavantajlarla paraleldir. Analiz için sınırlı sayıda değişkenin seçilmesi gerekliliği sağlık alanındaki etkinlik analizi için bir sınırlamadır. Ülkelerin refah düzeyleri yüksek olduğunda sağlık çıktıları ile birlikte yapılan yatırımların, kullanılan teknolojinin de etkisiyle girdileri de yükselmekte bu durum da etkin olmamalarına yol açmaktadır. Diğer bir sınırlılık ise, bir KVB'nin etkinliğinin diğer KVB'lerin kullandığı girdi ve ürettiği çıktıya bağlı olmasıdır. Tüm bu sınırlılıklar dolayısıyla analiz bulgularının mutlak etkinliği değil, göreceli etkinliği belirlemeye yönelik olduğu göz önünde tutulmalıdır.

V. SONUÇ

Hem CCR ve hem BCC modellerine göre yapılan analiz sonucunda, etkinlik skorlarına göre Avusturya, Belçika, Hırvatistan, Danimarka, Almanya, Macaristan, Malta, Hollanda, Slovakya 10 yıl için de global ve lokal olarak etkin değillerdir. Bir diğer ifade ile, sağlık alanında (göreceli olarak) etkin olmamaları, sağlık hizmeti sunumunda etkin olmamalarından (STE) ve dezavantajlı koşullarda bulunmalarından (ÖE) kaynaklanmaktadır. ÖE ile STE karşılaştırılarak KVB'lerin etkin olmamalarındaki en temel nedenlerine ışık tutulmaktadır; bunun yanında girdi-çıkıtı değişkenlerinin miktar veya kombinasyonları ile ilgili operasyonel ölçekte gerçekleştirilecek teknik problemlerin de meydana gelebileceği atlanmaması gereken bir konudur (Lee, 2009: 11161).

Sağlık alanında (göreceli) etkin ülke sayısı yıllar içerisinde azalmaktadır. Bu düşüşün temel sebeplerinden birisi, analizin (VZA) temel prensibi ile de bağlantılı olarak girdi değişkenleri olarak analize dâhil edilen kişi başı sağlık harcamaları ve ülkelerin GSYİH'lerinden sağlığa ayırdıkları payların zamanla artmasına karşın; çıktı değişkenlerindeki artışın daha az bir oranda gerçekleşmiş olmasıdır. Türkiye, 10 yıl için de göreceli olarak teknik, saf teknik etkin ve ölçek etkindir. Bunun sebebi ise girdilerinde, özellikle de kişi başı sağlık harcaması ve yüz bin kişiye düşen hekim ve hemşire sayısındaki yetersizliklere rağmen çıktıların nispeten yüksek değerlerde olmasıdır. Etkinlik, matematiksel olarak tanımlandığında aynı miktarda çıktıyı en az girdi kullanarak üretmek olsa da seçilen değişkenler dışında birçok değişken ve faktörden etkilenmektedir. Malmquist Toplam Faktör Verimlilik analiziyle zaman içindeki etkinlik değişiminin nedenlerine ilişkin bilgi elde edilmeye çalışılmıştır. VZA ile analiz edilen yılların hepsi veya çoğunda etkin çıkan Bulgaristan, Kıbrıs, Estonya, Türkiye gibi ülkelerin MTFV indekslerine bakıldığında gelişim gösterme konusunda sınırlı oldukları görülmüştür. İki yöntemin bir arada kullanılmasının önemi bu noktada ortaya çıkmaktadır. Buradan anlaşılacağı üzere etkinliğe etki eden çok sayıda faktör bakımından yıllar bazında daha detaylı değerlendirilmelidir.

Sağlık, yapılan yatırımların geri dönüşünün zaman aldığı bir hizmet türü olarak nitelendirilmektedir. Yatırımların toplum sağlık statüsü göstergelerine ait verilere yansımaları yılları bulmaktadır. Ülkelerde sağlık alanında önemli dönemeçler olarak nitelendirilebilecek sağlık reformları yapılmaktadır. Bu reformların yapısal özellik göstermeleri sistemi derinden etkilemektedir. Ülkemizde de 2003 yılında hayata geçirilen Sağlıkta Dönüşüm Programı'nda sağlık insan gücü ile ilgili olarak bir bileşen bulunmakla birlikte istihdam konusuna nicelik olarak minimal bir artış olarak yansıdığı görülmektedir

(OECD, 2023). Sağlık hizmetlerinde kısa vadede etkinliği arttırmada sağlık insan gücüne yönelik politikalar önemli olup; çalışma koşullarının iyileştirilmesi, ücret politikası, vardiyalı sağlık hizmeti sunumu gibi kararlar bunlar arasında sayılabilir. Sağlık insan gücü planlamalarında etkinlik artırma hedefi göz önünde bulundurularak yapılacak bu düzenlemelerin uygulanması halinde toplumsal sağlık statüsünde iyileşmeler yaratılabileceği düşünülmektedir.

Sağlık alanındaki göstergelere ait veriler kullanılarak yapılan etkinlik analizleri giderek gelişmektedir. Bu çalışma, Avrupa Birliği'ne üye ülkeler ve Türkiye'nin en güncel verileri kullanılarak yapılmıştır ve sağlık alanındaki görece teknik etkinlik ölçümü açısından geliştirilmeye açıktır. Ülkelerin etkinliklerinin yıllar içerisinde değişim yaratması öncesinde yapılmış olan yapısal reformlar, ekonomik koşullar gibi konjonktürel etkiler ile bağlantılı olabilir. Bu nedenle, etkinlik skorları yorumlanırken kişi başına düşen GSYİH, istihdam, işsizlik oranları gibi temel bazı ekonomik göstergeler kullanılması göstergeler arasındaki ilişkiler bakımından anlamlı olabilir. Son olarak, sağlık ekonomisi perspektifiyle bakıldığında, sağlık hizmeti talep edenler açısından yapılacak değerlendirmede hizmetten memnuniyet etkinlikteki artışın hizmet kalitesinde bir iyileşme yaratıp yaratmaması konusu tartışmalıdır. Bununla birlikte, bu alanda yapılan bu çalışmalar sağlık hizmetleri performansı konusundaki ülke karşılaştırmalarında genel bir kanı elde edilmesini sağlamaktadır.

Etik Kurul İzni: Çalışma kapsamında analiz edilen veriler açık veri kaynaklarından elde edildiği için etik kurul iznine gerek bulunmamaktadır.

KAYNAKLAR

- Afonso, A., & St Aubyn, M. (2006). Relative efficiency of health provision: A DEA approach with non-discretionary inputs. *ISEG-UTL Economics Working Paper*, (33).
- Aktaş, M., & Avcı, T. (2017). Performance comparison of the participating banking on a country basis. *International Journal of Social Science Research*, 6(2), 66-82.
- Androutsou, L., Geitona, M., & Yfantopoulos, J. (2011). Measuring efficiency and productivity across hospitals in the regional health authority of Thessaly, in Greece. *Journal of Health Management*, 13(2), 121-140.
- Asandului, L., Roman, M., & Fatulescu, P. (2014). The efficiency of healthcare systems in Europe: A data envelopment analysis approach. *Procedia Economics and Finance*, 10, 261-268.
- Atan, S., & Şahin, E. (2017). Türkiye ile bazı OECD ülkelerinin elektrik üretim sektörleri için verimlilik ve etkinliklerinin karşılaştırmalı analizi. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 19(3), 845-867.
- Ateş, A., & Esmer, S. (2013). *VZA Malmquist Toplam Faktör Verimlilik Endeksi: 2009 küresel finans krizinin Türk konteyner terminallerine etkisi*. II. Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi Bildiriler Kitabı.
- Avrupa Komisyonu. (2016). *Komisyon Çalışma Dokümanı- Türkiye Raporu Ekindeki Komisyon Tarafından Avrupa Parlamentosuna, Konseye, Ekonomik ve Sosyal Komiteye ve Bölgeler Komitesine Sunulan Bildirim AB Genişleme Politikasına İlişkin 2016 Bildirimi*. https://www.ab.gov.tr/files/5%20Ekim/son__2016_ilerleme_raporu_tr.pdf
- Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 30(9), 1078-1092.

- Berk, E., & 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).
- Charnes, A., Cooper, W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429-444.
- Cingi, S., & Tarım, A. (2000). Türk banka sisteminde performans ölçümü: DEA-Malmquist TFP endeksi uygulaması. *Türkiye Bankalar Birliği, Araştırma Tebliği Serisi*, 1, 1-34.
- Coelli, T. J. (1996). *A guide to DEAP version 2.1: A Data Envelopment Analysis (computer) program, Working Paper No. 8*. Centre for Efficiency and Productive Analysis Department of Econometrics University of New England.
- Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Tone, K. (2007). *Data Envelopment Analysis: A comprehensive text with models, applications, references and DEA-Solver software*. Springer.
- Demirci, Ş., Yetim, B., & Konca, M. (2019). OECD ülkelerinde uzun dönemli bakım hizmetlerinin etkinliğinin değerlendirilmesi. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(1), 305-313.
- Dyson, R. G., Allen, R., Camanho, A. S., Podinovski, V. V., Sarrico, C. S., & Shale, E. A. (2001). Pitfalls and protocols in DEA. *European Journal of Operational Research*, 132(2), 245-259.
- Färe, R., Grosskopf, S., Norris, M., & Zhang, Z. (1994). Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries. *The American Economic Review*, 84(1), 66-83. <http://www.jstor.org/stable/2117971>
- Giuffrida, A. (1999). Productivity and efficiency changes in primary care: A Malmquist Index approach. *Health Care Management Science*, 2(1), 11-26.
- Gómez-Gallego, J. C., Gómez-Gallego, M., García-García, J. F., & Faura-Martinez, U. (2021). Evaluation of the efficiency of European health systems using Fuzzy Data Envelopment Analysis. *Healthcare*, 9(1270), 1-14.
- Hadad, S., Hadad, Y., & Simon-Tuval, T. (2013). Determinants of healthcare system's efficiency in OECD countries. *The European Journal of Health Economics*, 14(2), 253-265.
- İlgün, G., Konca, M., & Çakmak, C. (2019). Milenyumda BRICS-MT ülkelerinin sağlık harcamaları performansı: Yıllara göre karşılaştırmalı bir analiz. *Sayıştay Dergisi*, (112), 93-105.
- Kandemir, M. (2016). *Ankara'daki hastanelerin etkinliğinin iki aşamalı Veri Zarflama Analizi ile incelenmesi* [Yüksek Lisans Tezi]. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kocaman, A. M., Mutlu, M. E., Bayraktar D., & Araz, M. (2012). OECD ülkelerinin sağlık sistemlerinin etkinlik analizi. *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 23(4), 14-31.
- Konca, M., & Demirci, Ş. (2019). G20 ülkeleri ve Türkiye'nin sağlık sistemi performansı: Yıllara göre karşılaştırmalı bir analiz. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(4), 175-181.
- Lee, C. C. (2009). Analysis of overall technical efficiency, pure technical efficiency and scale efficiency in the medium-sized audit firms. *Expert Systems with Applications*, 36(8), 11156-11171.

- Lewis, H. F. & Sexton, T. R. (2004). Data Envelopment Analysis with reverse inputs and outputs. *Journal of Productivity Analysis*, 21, 113-132.
- Lorcu, F. (2010). Malmquist Toplam Faktör Verimlilik Endeksi: Türk otomotiv sanayi uygulaması. *Istanbul University Journal of the School of Business Administration*, 39(2), 176-289
- Mut, S., Kutlu, G., & Turgut, M. (2019). Türkiye'de sağlık alanında Veri Zarflama Analizi yöntemi kullanılarak yapılan makalelerin incelenmesi. *Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi*, 22(1), 207-244.
- Naldöken, Ü., & Çıraklı, Ü. (2019). Türkiye'de acil servislerin toplam faktör verimliliklerinin Malmquist İndeksi ile ölçülmesi. *BMIJ*, 7(4), 1870-1887.
- Ramanathan, R. (2003). *An introduction to Data Envelopment Analysis: A tool for performance measurement*. Sage Publications.
- Rays, Y. E. (2021). Data Envelopment Analysis and Malmquist Index application: Efficiency of primary health care in Morocco and Covid-19. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 12(5), 971-983.
- Scheel, H. (2001). Undesirable outputs in efficiency valuations. *European Journal of Operational Research*, 132, 400-410.
- Sherman, H. D. (1984). Hospital efficiency measurement and evaluation-empirical test of a new technique. *Medical Care*, 22(10), 922-938.
- Sinimole, K. R. (2012). Evaluation of the efficiency of national health systems of the members of World Health Organization. *Leadership in Health Services*, 25(2), 139-150.
- Spinks, J., & Hollingsworth, B. (2005). *Health production and the socioeconomic determinants of health in OECD countries: The use of efficiency models*. Monash University Centre for Health Economics.
- Sülkü, S. N. (2011). Performansa dayalı ek ödeme sisteminin kamu hastanelerinin verimliliği üzerine etkileri. *Maliye Dergisi*, 160, 242-268.
- Şahin, İ. (1999). Sağlık kurumlarında göreceli verimlilik ölçümü: Sağlık Bakanlığı hastanelerinin illere göre karşılaştırılmalı verimlilik analizi. *Amme İdaresi Dergisi*, 32(2), 123-145.
- Şener, C. (2013). *Veri Zarflama Analizi ve Malmquist Endeksi ile Avrupa Birliği ülkelerinin sağlık performanslarının incelenmesi* [Yüksek Lisans Tezi]. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Şengün, İ., & Yiğit, V. (2021). Asya ülkeleri sağlık sistemi verimliliğinin parametrik olmayan yöntemler ile analizi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 12(29), 299-316.
- Şenol, O., Kişi, M., & Eroymak, S. (2019). OECD ülkelerinin sağlık göstergelerini veri zarflama analiz yöntemiyle karşılaştırılması. *Journal of Suleyman Demirel University Institute of Social Sciences*, (35), 277-293.
- Teleş, M., Çakmak, Ç., & Konca, M. (2018). Avrupa Birliği döngüsündeki ülkelerin sağlık sistemleri performanslarının karşılaştırılması. *Yönetim ve Ekonomi*, 25(3), 811-835.
- Timor, M., & Lorcu, F. (2010). Türkiye ve Avrupa Birliği'ne üye ülkelerin sağlık sistem performansının kümeleme ve Veri Zarflama Analizi ile karşılaştırılması. *Yönetim*, 21(65).

- Tokatlıoğlu, Y., & Ertong, C. B. (2020). OECD ÷lkelerinin sağlık sekt÷rlerinin etkinliğinin Veri Zarflama Analizi ile değerlendirilmesi. *TESAM Akademi Dergisi*, 7(1), 251-276.
- Trakakis, A., Nektarios, M., Tziaferi, S., & Prezerakos, P. (2021). Total productivity change of Health Centers in Greece in 2016-2018: a Malmquist Index data envelopment analysis application for the primary health system of Greece. *Cost Effectiveness and Resource Allocation*, 19(1), 72.
- T÷tek, H. H., G÷m÷šođlu Ő., & Özdemir, A. (2016). *Sayısal yöntemler- yönetsel yaklaşım*. Beta Yayım Basım.
- OECD. (2023). *Health resources: Physicians by categories*. <https://stats.oecd.org>.
- Yalçınar, K., Atan, M., & Boztosun, D. (2005). Finansal oranlarla hisse senedi getirileri arasındaki ilişki. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, (27), 176-187.
- Yıldırım, H. H. (2005). Avrupa Birliği'ne üye ve aday ÷lke sağlık sistemlerinin karşılaştırmalı performans analizi: Veri Zarflama Analizi'ne dayalı bir uygulama. *Milli Prod÷ktivite Merkezi-Verimlilik Dergisi*, (4), 9-46.
- Yüksel, O., & Yiğit, V. (2020). Malmquist Toplam Faktör Verimlilik Endeksi: Ağız ve diş sağlığı merkezlerinde bir uygulama. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 11(4), 466-474.