



Bingöl Üniversitesi
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi
Bingol University
Journal of Economics and Administrative Sciences

Cilt/Volume: 8, Sayı/Issue: 2
Yıl/Year: 2024, s. 113-129
DOI: 10.33399/biibfad.1455670
ISSN: 2651-3234/E-ISSN: 2651-3307
Bingöl/Türkiye



Makale Bilgisi /Article Info
Geliş/Received: 19/03/2024 Kabul/ Accepted: 10/09/2024
Makale Türü: Araştırma Makalesi

Stokastik Sınır Analizi ile Gelişmekte Olan Ülkelerin Sağlık Sistemlerinde Teknik Etkinlik Ölçümü

Technical Efficiency Measurement in Healthcare Systems of Developing Countries through Stochastic Frontier Analysis

Murat KONCA*

Öz

Bu çalışma, SARS-CoV-2 pandemisinin gelişmekte olan 65 ülkenin sağlık sisteminde teknik etkinliğe nasıl bir etkisinin olduğunu ortaya koyma amacı taşımaktadır. Çalışmada parametrik bir yöntem olan stokastik sınır analizi kullanılmıştır. Bu analizde çıktı değişkeni doğumda beklenen yaşam süresi iken, girdi değişkenleri kişi başına düşen sağlık harcaması ve 1.000 kişiye düşen hekim sayısıdır. Çalışma, 2018, 2019 ve 2020 yıllarını kapsamıştır. Analiz sonuçlarına göre, kişi başına düşen sağlık harcaması ve 1.000 kişiye düşen hekim sayısı doğumda beklenen yaşam süresini artırarak sağlık sistemlerinin teknik etkinliğine olumlu katkıda bulunmaktadır. Çalışmada, ayrıca, SARS-CoV-2 pandemisinin sağlık sistemlerinde teknik etkinliği anlamlı şekilde olumsuz etkilediği görülmüştür. Karar alma mekanizmalarında bulunanların SARS-CoV-2 pandemiden dersler çıkararak gelecekteki muhtemel pandemilere hazırlık yapmaları önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Gelişmekte olan ülkeler, sağlık sistemleri, teknik etkinlik, stokastik sınır analizi

JEL Kodları: C12; C14; H51; I18.

Abstract

This study aimed to reveal how the SARS-CoV-2 pandemic affected the technical efficiency levels of healthcare systems in 65 developing countries. The study utilized stochastic frontier analysis, a parametric method. In this analysis, the output variable was life expectancy at birth, while the input variables were health expenditure per capita and the number of physicians per 1,000 people. The study covered the years 2018, 2019, and 2020. According to the results, per capita health expenditure and the number of physicians per 1,000 people contributed positively to the technical efficiency levels of health systems by increasing life expectancy at birth. The study further demonstrated that the SARS-CoV-2 pandemic had a significant and negative impact on the technical efficiency levels in healthcare systems. It is recommended that those in decision-making mechanisms should be prepared for possible future pandemics by learning lessons from the SARS-CoV-2 pandemic.

Keywords: Developing countries, healthcare systems, technical efficiency, stochastic frontier analysis

JEL Codes: C12; C14; H51; I18.

1. GİRİŞ

Sağlık sistemlerinde etkinlik, her geçen gün artan sağlık harcamaları sebebiyle politika yapıcılar için öncelikli konular arasında yerini almıştır. Etkinliğin sağlanması, mevcut

* Dr. Öğr. Üyesi, Çankırı Karatekin Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Sağlık Yönetimi Bölümü, konca71@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6830-8090>

kaynakların iyi kullanılması ve israfın ortadan kaldırılması yoluyla iyi bir yönetimin göstergesidir (Mbaw vd., 2023: 206). Birçok sektörde tüketici tercihleri, ürünlerin kabul edilebilir kalitede ve nispeten piyasa fiyatlarından satılmasında firmaları zorlayabilir ancak söz konusu sağlık hizmetleri sektörü olduğunda geleneksel piyasa mekanizması çalışmaz ve düşük kaliteli ve/veya gereksiz sağlık bakım hizmetleri yüksek fiyatlardan satılabilir ki bu da piyasa başarısızlığına sebep olur. Bu durum kamu müdahalesini zorunlu kılar. Bu nedenle politika yapıcılar ve yöneticiler, sağlık hizmetlerinde kaynakların etkin kullanılıp kullanılmadığını anlama ve eğer varsa israfı ortaya koyma adına etkinlik ölçümlerine ihtiyaç duyarlar (Cylus vd., 2016: 1).

Bir sağlık sisteminin etkinliği, kavramsal açıdan teknik etkinlikten ve tahsis etkinliğinden meydana gelir. Teknik etkinlik, mevcut girdi ile maksimum çıktının üretilmesi veya mevcut çıktının minimum girdi ile üretilmesi olarak değerlendirilmektedir. Tahsis etkinliği ise, kaynakların maksimum fayda sağlayacak harcamalara ve/veya yatırımlara yönlendirilmesidir (Konca ve Top, 2023: 104-105). Bu çalışma ulusal sağlık sistemlerinin teknik etkinliğini ele almaktadır. Ulusal sağlık sistemlerinde teknik etkinliğin değerlendirilmesi, sıklıkla metodolojik sorunlarla karşılaşılacak zor bir süreçtir (Asandului vd., 2014: 262). Bu noktada, temeli kıyaslamaya dayanan bazı yöntemler kullanılarak sağlık sistemlerinde teknik etkinlik ölçümü yapılabilir. Bu tür ölçümler, sağlık sistemi performansını küresel boyutta ele alma ve gerekli dersler çıkarma yoluyla etkinsizliği en aza indirebilme açısından özellikle önemlidir (Ahmed vd., 2019: 2).

Teknik etkinlik ölçümlerinde kıyaslama esasına dayanan ve yaygın olarak kullanılan iki analiz yöntemi, Veri Zarflama Analizi (VZA) ve Stokastik Sınır Analizi (SSA) yöntemleridir. Bu iki analiz de ekonomik birimlerin girdileri çıktılarına nasıl dönüştürdüğüne dair bilgi sunmaktadır. VZA parametrik olmayan bir yöntem iken, SSA parametrik (ekonometrik) bir yöntemdir. VZA, farklı girdileri birleştirerek elde edilebilecek en yüksek çıktı seviyelerini araştırırken SSA, mevcut üretim teknolojisini göz önüne alarak mümkün olan en yüksek üretim seviyesini belirleme adına ekonometrik yöntemler kullanarak bir üretim fonksiyonu tahmin etmektedir (Holmgren, 2013: 51). Bu noktada SSA'nın VZA'ya üstünlüğü ortaya çıkmaktadır zira VZA etkinliği karar verme birimleri arasında iyi durumda olanlara göre ölçerken ve sonuçları doğrulayacak herhangi bir istatistiksel test sunmazken SSA, karar verme birimlerini etkinlik bakımından üretim fonksiyonuna göre sıralamaktadır (Rezaei vd., 2016: 2026).

Sağlık hizmetlerinin etkinliğinin artırılması, özellikle düşük ve orta gelişmişlik düzeyindeki ülkeler için son derece önemli ve gerekli bir amaçtır (Asandului vd., 2014: 262). Bu sebeple bu çalışmada, verisine ulaşılabilen 65 gelişmekte olan ülkenin sağlık sisteminin teknik etkinliğinin SSA ile ölçülmesi ve SARS-CoV-2 (COVID-19) pandemisinin bu ülkelerin sağlık sistemlerinin etkinliğine anlamlı bir etkisinin olup olmadığının ortaya konulması amaçlanmıştır.

COVID-19, ilk olarak Aralık 2019'da Çin'in Wuhan bölgesinde ortaya çıkan ve hızlı yayılması nedeniyle birçok ülkenin sağlık sistemini zora sokan bulaşıcı bir hastalıktır (Mourad vd., 2021: 301). Bu kapsamda, COVID-19 pandemisinin özellikle gelişmekte olan ülkelerin sağlık sistemlerinde teknik etkinliği nasıl etkilediğinin ortaya konulmasının, bu ülkelerin gelecekteki muhtemel pandemilerle başa çıkma konusunda ders çıkarabilmeleri bakımından önemli olduğu düşünülmektedir. Ayrıca, bahse konu teknik etkinlik ölçümleri ile hangi ülkelerin ulusal sağlık sistemlerinin daha iyi performans gösterdiğini ve referans olarak kabul edilmesi gerektiğini, hangilerinin performansının iyileştirilmesi gerektiğini değerlendirmek mümkün hale gelmektedir. Bu değerlendirmeler sayesinde iyi performans gösteren sağlık

sistemleri hakkında bilgi edinilebilir ve politika yapımcılar bu sağlık sistemlerinden dersler çıkararak kendi ulusal sağlık sistemlerini iyileştirme adına gerekli önlemleri alabilirler (Pereira vd., 2022: 2). Bu sebeplerle bu çalışma, COVID-19 pandemisinin gelişmekte olan ülkelerin sağlık sistemlerinde teknik etkinliğe nasıl bir etkisinin olduğunu ortaya koyma amacı taşımaktadır. Bu kapsamda, ilerleyen başlıklarda literatürde yer alan benzer çalışmalara değinildikten sonra çalışmanın yöntemi ele alınmış ve akabinde bulgular sunulmuştur. Son olarak ise, bulgulara dayalı önerilere yer verilmiştir.

2. LİTERATÜR İNCELEMESİ

Literatür incelendiğinde, sağlık sistemlerinin teknik etkinliğini SSA ile araştıran çeşitli çalışmaların olduğu görülmektedir. Bu çalışmalara örnek olarak verilebilecek bazı çalışmalar aşağıda sunulmuştur.

De Cos ve Moral-Benito (2011), 20 Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD) üyesi ülkenin 2007 yılı verisine dayanarak bu ülkelerde sağlık sistemi etkinliğini SSA ile değerlendirmişlerdir. Yazarlar, sağlık hizmetleri üretimi etkinliğini ortaya koyabilme adına çıktı değişkeni olarak doğumda beklenen yaşam süresini; girdi değişkenleri olarak ise, kişi başına düşen sağlık harcaması ve kişi başına düşen gelir ile nüfusun eğitim düzeyini ve ülkelerin yaşam tarzı özelliklerini kullanmışlardır. Analiz sonuçlarına göre, en yüksek skoru alan ülke Japonya'dır. Buna ek olarak yazarlar, kişi başına düşen sağlık harcamasının doğumda beklenen yaşam süresini 0.06 esneklikle pozitif yönde etkilediğini göstermişlerdir.

Frogner ve diğerleri (2015), 25 OECD ülkesinin 1990-2010 dönemine ait panel veri setini ve SSA'yı kullanarak bu ülkelerin sağlık sistemlerinin teknik etkinliğini araştırdıkları çalışmalarında, çıktı değişkeni olarak farklı yaş gruplarında beklenen yaşam süresi değişkenini tercih etmişlerdir. Yazarlar girdi değişkenleri olarak, aralarında 1.000 kişiye düşen hekim sayısının da bulunduğu 33 farklı değişken kombinasyonunu kullanmışlardır. SSA sonuçlarına göre, doğumda beklenen yaşam yılının çıktı değişkeni olduğu model kapsamında yapılan analizler neticesinde en yüksek teknik etkinlik skorunu Japonya almıştır. Ayrıca, bu modelde, 1.000 kişiye düşen hekim sayısının doğumda beklenen yaşam süresini anlamlı şekilde artırdığı saptanmıştır.

Hamidi ve Akinci (2016), gelişmekte olan 20 Ortadoğu ve Kuzey Afrika ülkesinin 1995-2012 dönemine ait panel veri seti ile bu ülkelerde sağlık sistemleri etkinliğini inceledikleri çalışmalarında, SSA sonuçlarını Cobb-Douglas fonksiyonuna ve parametre tahminlerini maksimum olabilirliğe göre analiz etmişlerdir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre, çalışmada kurulan dört farklı modelin ikisinde kişi başına düşen sağlık harcaması, üçünde de 1.000 kişiye düşen hekim sayısı doğumda beklenen yaşam süresini anlamlı şekilde artırmıştır. Ayrıca dört farklı panel SSA'da ortalama teknik etkinlik skorları sırasıyla; 0.070, 0.079, 0.057 ve 0.069 olarak bulunmuştur. Son olarak, teknik etkinlik skorları bakımından dört farklı SSA'nın ikisinde Katar, birinde Fas ve birinde de Lübnan en yüksek skoru elde eden ülkeler olarak bulunmuştur.

Şenel ve Cengiz (2016), 29 OECD üyesi ülkenin 1997-2009 dönemine ait verilerini kullanarak bu ülkelerde sağlık sistemi etkinliğini SSA ile ele aldıkları araştırmalarında, doğumda beklenen yaşam süresini çıktı değişkeni; kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hasılayı, kişi başına düşen sağlık ve eğitim harcamalarını, tütün ve alkol tüketenlerin oranını, kişi başına düşen meyve-sebze tüketimini ve azot oksit emisyonunu girdi değişkenleri olarak kullanmışlardır. Yazarlar, en yüksek teknik etkinlik skoru alan ülkenin Avustralya; en düşük teknik etkinlik skoru alan ülkenin ise, Türkiye olduğunu ortaya koymuşlardır.

Lawanson ve Novignon (2016), 45 Sahra Altı Afrika ülkesinin 2005-2011 dönemine ait verilerini ve SSA'yı kullanarak bu ülkelerde sağlık sistemi etkinliğini incelemiştir. Analizlerde bebek ölüm hızından elde edilen bebek sağ kalım hızı çıktı değişkeni; kişi başına düşen sağlık harcaması, kamu sağlık harcamalarının toplam kamu harcamaları içerisindeki oranı, kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hasıla, ortaöğretime kayıt yaptırma oranı ve 15-49 yaş aralığında insan bağışıklık yetmezliği virüsü (human immunodeficiency virus, HIV) yaygınlığı girdi değişkenleri olarak kullanılmıştır. Çalışmada dört farklı model kullanılmıştır ve bu dört modelin ikisinde Mauritius; diğerlerinde Cape Verde ve Kamerun en yüksek teknik etkinlik skoruna sahip ülkeler olarak bulunmuştur. Benzer şekilde, söz konusu dört modelin üçünde Ekvator Ginesi ve diğerinde Güney Afrika en düşük etkinlik skoruna sahip ülkeler olmuştur.

Ozgun ve Fuad (2020), Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği'nin dağılmasının ardından 1991 yılında kurulan Bağımsız Devletler Topluluğu ülkelerinin sağlık sistemlerinin teknik etkinliğini SSA ile incelemiştir. Yazarlar, söz konusu ülkelerin 2010-2015 dönemine ait verilerini kullanmışlardır. Çalışmada, 10.000 kişi başına düşen hekim, sağlık personeli ve hastane yatağı sayıları, doğumda beklenen yaşam süresi, beş yaş altı ölüm hızı ve 100.000 kişi başına düşen tüberküloz insidansı dahil olmak üzere çeşitli değişkenler kullanılmıştır. Analiz sonuçlarından, hekim sayısının beş yaş altı ölüm hızının ve tüberküloz vakalarının azaltılmasında etkili olarak sağlık sistemlerinin teknik etkinliğine katkıda bulunduğu anlaşılmıştır.

Ogloblin (2023), 1995-2019 dönemine ve 30 OECD ülkesine ait dengeli bir panel veri setini kullanarak bahse konu 30 OECD üyesi ülkenin sağlık sisteminin teknik etkinliğini SSA ile araştırmıştır. SSA'da yaşa göre ayarlanmış sağ kalım hızı çıktı değişkeni; kişi başına düşen sağlık harcaması, kişi başına düşen tıbbi olmayan harcamalar, obezite oranı ve 50 yaş ve üzeri nüfus oranı girdi değişkenleri olarak kullanılmıştır. Analiz sonuçlarına göre, çalışma kapsamındaki ülkelerin ortalama teknik etkinlik skoru; 1995-2004 döneminde 0.899, 2005-2014 döneminde 0.925 ve son olarak 2015-2019 döneminde 0.927 bulunmuştur.

Yapılan literatür taraması sonucunda, ulusal sağlık sistemlerinin teknik etkinliğini COVID-19 pandemisi öncesi ve sonrası şeklinde ele alarak SSA ile inceleyen bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu açıdan literatürde ilk defa bu çalışma ile ulusal sağlık sistemlerinin teknik etkinliğinde COVID-19 pandemisinin etkisi parametrik bir yöntem olan SSA ile ortaya konmuştur.

3. YÖNTEM

3.1. Evren ve Örneklem

Çalışmada gelişmekte olan ülkelerin tümüne yer verilmek istenmesine karşın 65 gelişmekte olan ülkenin verisine ulaşılabildiğinden, çalışma bu ülkelere ait veriler üzerinden gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında verisine ulaşılabilen ülkeler; Afganistan, Birleşik Arap Emirlikleri, Arjantin, Azerbaycan, Benin, Burkina Faso, Bangladeş, Belarus, Brezilya, Bhutan, Şili, Çin, Fildişi Sahili, Kolombiya, Güney Kıbrıs Rum Kesimi, Çekya, Dominik, Mısır, Eritre, Estonya, Gürcistan, Gana, Gambia, Hırvatistan, Macaristan, Endonezya, Hindistan, İran, Irak, Kazakistan, Lübnan, Sri Lanka, Litvanya, Letonya, Maldivler, Meksika, Myanmar, Karadağ, Mozambik, Moritanya, Moritus, Malavi, Malezya, Nijer, Nikaragua, Nepal, Umman, Pakistan, Panama, Papua Yeni Gine, Paraguay, Rusya, Ruanda, Singapur, Surinam, Slovakya, Slovenya, Esvatini, Seyşeller, Çad, Togo, Tayland, Doğu Timor, Türkiye ve Güney Afrika Cumhuriyeti ülkeleridir.

3.2. Değişkenler

Çalışmada tek çıktı ve iki girdi değişkeni kullanılmıştır. Çalışma kapsamında oluşturulan SSA modelinde çıktı değişkeni olarak doğumda beklenen yaşam süresi (yıl olarak) ($\text{doğumda_beklenen_yaşam}$) seçilmiştir. Bu değişken, sağlık sistemlerinin etkinliğinin SSA ile incelendiği birçok çalışmada çıktı değişkeni olarak kullanılmıştır (De Cos ve Moral-Benito, 2011: 14; Frogner vd., 2015: 2; Hamidi ve Akinci, 2016: 341). Çalışmanın SSA modelinin girdi değişkenleri ise, 1.000 kişiye düşen hekim sayısı (hekim_sayısı) ve satın alma gücü paritesine göre Amerikan doları olarak kişi başına düşen sağlık harcamasıdır (sağlık_harcaması). Bir girdi değişkeni olan ve üretimde emeği temsil eden hekim sayısı, sağlık sistemlerinin etkinliğini SSA ile araştıran çeşitli çalışmalarda kullanılmıştır (Hamidi ve Akinci, 2016: 341; Kinfu, 2013: 1007). Benzer şekilde, bir girdi değişkeni olan ve üretimde sermayeyi temsil eden sağlık harcaması da sağlık sistemlerinin etkinliğini SSA ile araştıran birçok çalışmada kullanılmıştır (Greene, 2004: 965; Hamidi ve Akinci, 2016: 341; Kinfu, 2013: 1007; Novignon ve Lawanson, 2014: 11).

Analizlerden önce yukarıda bahsi geçen değişkenlerin doğal logaritmaları alınarak $\text{Ln}(\text{doğumda_beklenen_yaşam})$, $\text{Ln}(\text{hekim_sayısı})$ ve $\text{Ln}(\text{sağlık_harcaması})$ değişkenleri elde edilmiştir. Çalışma; 2018, 2019 ve 2020 yılları bazında yapılmıştır ve çalışmada kullanılan değişkenlere ait veriler Dünya Bankası (2024) veri tabanından alınmıştır. Çalışma, ikincil veriler üzerinden yapıldığından, etik kurul izni gerektirmemektedir.

3.3. Analiz

Çalışma iki aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada parametrik bir etkinlik ölçüm yöntemi olan SSA kullanılmıştır. İkinci aşamada ise, ülkelere ait SSA skorlarının; 2018, 2019 ve 2020 yılları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini saptama adına bağımlı gruplarda fark testleri kullanılmıştır. Aşağıda, SSA ve çalışma kapsamında kullanılan istatistiksel fark testlerine ilişkin bilgiler sunulmuştur.

SSA, olasılığa dayalı yaklaşım ile etkinlik sınırının belirlendiği parametrik bir performans ölçüm tekniğidir (Pavlyuk ve Balash, 2004: 59). Parametrik bir teknik olmasının bir sonucu olarak SSA'da, aralarında fonksiyonel bir ilişki olduğu bilinen ya da varsayılabilen girdi ve çıktı değişkenleri kullanılmaktadır (Yüksel, 2022: 364). Bu analiz tekniğinde, istatistiksel olarak açıklanamayan varyasyonu ve teknik etkinsizlik sınırına olan uzaklığı gösteren iki farklı hata terimi bulunmaktadır ve SSA bu yönüyle geleneksel en küçük kareler regresyonundan ayrılmaktadır (O'Neill vd., 2008: 163). Bu üstünlüğü sayesinde SSA, teknik etkinsizlik hakkında bilgi sunmanın yanı sıra karşılaştırılan karar verme birimlerinin kontrol alanı dışındaki rastgele şokların etkilerini de saptayabilmektedir (Varabyova ve Schreyögg, 2013: 72). Görüldüğü gibi SSA, üretim fonksiyonun içsel hatalarının yanı sıra kontrol dışı çevresel faktörleri de dikkate almaktadır (Yüksel, 2022: 364)

SSA, eş anlı olarak Aigner ve diğerleri (1977) ile Meeusen ve Broeck (1977) tarafından tanıtılmıştır. SSA'nın temel matematiksel gösterimi aşağıda sunulmuştur:

$$y = g(X, \beta) + \varepsilon \quad (1)$$

$$\varepsilon = v - u \quad (2)$$

$$u \sim N^+(\mu, \sigma_u^2), v \sim N(0, \sigma_v^2)$$

Eşitlik (1)'de; y çıktı parametresini, X girdi parametreleri vektörünü, g üretim fonksiyonunu, β bilinmeyen katsayılar vektörünü ve ε hata terimlerini göstermektedir. Eşitlik

2 incelendiğinde, SSA'da hata teriminin v ve u şeklinde iki parçadan meydana geldiği görülebilmektedir. Bu parçalardan v ; ölçüm hatalarını, karar verme birimlerinin kontrol alanı dışındaki şokları ve modelde yer verilmeyen değişkenleri temsil ederken, pozitif bir değer alan u ; üretimde yaşanan etkinsizliği temsil etmektedir (Yalçın, 2018: 88).

Bir SSA modelinde teknik etkinsizliğin varlığı ya da yokluğu olabilirlik oranı istatistiği (LR) ile saptanmaktadır. Bu istatistiğe ait değer bir kısıtlanmalı Kodde-Palm (1986: 1246) Tablo Değerinden (%95 güven düzeyinde 2,71) büyükse, modelde istatistiksel olarak anlamlı bir teknik etkinsizlik olduğu; küçükse, modelde istatistiksel olarak anlamlı bir teknik etkinsizlik olmadığı yorumu yapılmaktadır (Coelli, 1995: 252). LR istatistiği, Eşitlik 3'teki formül ile hesaplanmaktadır (Rezaei vd., 2016: 2026):

$$LR = -2L(H_0) - \ln[L(H_1)] \quad (3)$$

Eşitlik 3'te $L(H_0)$ boş hipotez olabilirlik fonksiyonudur ve $L(H_1)$, asimptotik olarak karışık ki-kare dağılımına sahip olduğu varsayılan alternatif hipotezdir.

SSA ile analiz edilebilecek çeşitli modeller olmakla birlikte bu modeller arasında çoğunlukla, kesikli normal dağılım (translog) ya da yarı normal dağılım (Cobb-Douglas) modeli seçilmektedir (Yüksel, 2022: 364). Çünkü bu iki model doğrusal dönüşüme yatkındır ve bu durum araştırmacılara analizlerde avantaj sağlamaktadır (Tutulmaz ve Şahin, 2014: 57). Translog formu, Cobb-Douglas formunun genelleştirilmiş hali olup (Kutlar ve Salamov, 2018: 58), translog formunda girdilerin kareleri ve birbirleri ile çapraz çarpımları da analize dahil edilirken, Cobb-Douglas formunda böyle bir ekleme söz konusu değildir. Translog ve Cobb-Douglas modelleri sırasıyla Eşitlik 4'te ve Eşitlik 5'te sunulmuştur (Tutulmaz ve Şahin, 2014: 57):

$$\text{Translog formu; } \ln Y_{it} = \beta_0 + \sum_{j=1}^N \beta_j X_{jit} + \sum_{j \leq k} \sum_{k=1}^N \beta_{jk} X_{jit} X_{kit} + v_i - u_i \quad (4)$$

$$\text{Cobb - Douglas formu; } \ln Y_{it} = \beta_0 + \sum_{j=1}^N \beta_j X_{jit} + v_i - u_i \quad (5)$$

Yukarıdaki eşitliklerde; Y , çıktıyı; X , logaritması alınmış girdiyi; N , girdi sayısını; v_i , iki taraflı normal dağılım gösteren bir değişken olarak kabul edilen gürültü bileşenini; u_i , negatif olmayan teknik etkinsizlik bileşenini; i , i 'nci karar verme birimini; j, j' 'inci girdiyi ve son olarak t ise, t 'inci zaman birimini göstermektedir.

Bu çalışmada, LR test istatistiği sonuçlarına dayanarak çalışma kapsamındaki tüm yıllar için Cobb-Douglas fonksiyonu maksimum olabilirlik tahmini ile analiz edilmiştir. Cobb-Douglas fonksiyonu farklı sektörlerde ve alanlarda kullanılmaya oldukça müsait olduğundan, araştırmacılar tarafından sıklıkla tercih edilmektedir (Sultana vd., 2023: 3). Bu çalışmanın bulgular kısmında SSA ile elde edilen parametre tahminlerine, gamma (γ) değerlerine, sigma-kare (σ^2) değerlerine ve ülkelerin teknik etkinlik skorlarına yer verilmiştir. Analiz sonucunda, gamma ve sigma-kare değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı çıkması, etkinsizliğin tesadüfi olmadığını ve dışsal bazı değişkenlerin etkisinin olduğunu göstermektedir (Kadakoğlu, 2021: 108).

SSA'da teknik etkinlik skorları, ilgili karar verme birimine ait çıktının üretilebilecek maksimum çıktı sınırına oranlaması ile elde edilmektedir (Coelli vd., 2005: 243) ve sıfır (0) ile bir (1) arasında değerler almaktadır (Aboaba, 2020: 425). Eşitlik 6'da teknik etkinlik skorlarının hesaplanmasında kullanılan formülasyon sunulmuştur (Sultana vd., 2023: 4):

$$\text{Teknik etkinlik skoru (TE)} = \frac{y_i}{y_i^*} = \frac{f(x_i\beta)e^{v_i u_i}}{f(x_i\beta)e^{v_i}} = e^{-u_i}, \quad 0 \leq TE \leq 1 \quad (6)$$

Eşitlik (6)'da, y_i , i. karar verme biriminin çıktısını; y_i^* , sınır çıktısını ve pozitif bir değer alan $u_i \sim (N(\mu, \sigma_i^2; \mu = z_i \delta_i; z_i$, etkinliği etkileyen değişkenlerin ($k \times 1$) vektörü ve δ_i , ($1 \times k$) vektör parametreleri olmak üzere), etkisizliği göstermektedir.

Bu çalışmada SSA'dan önce tüm değişkenlerin doğal logaritmaları alındığından, çalışmada bir log-log modeli kullanılmıştır ve bu sebeple bulgularda, girdi değişkenlerindeki yüzdesel (%) değişimin çıktı değişkeni üzerindeki yüzdesel (%) etkisi ortaya konmuştur. SSA sonuçları, Frontier 4.1 ile elde edilmiştir ve bulgular %95 güven düzeyi üzerinden yorumlanmıştır.

İstatistiksel Fark Testi

Bu çalışmada, SSA teknik etkinlik skorlarının 2018, 2019 ve 2020 yılları arasında istatistiksel olarak anlamlı şekilde değişip değişmediğini saptayabilme adına bağımlı gruplarda fark testlerinden yararlanılmıştır. Parametrik test varsayımları sağlanamadığından, parametrik olmayan istatistiksel fark testleri kullanılmıştır. Bu kapsamda, öncelikle, Friedman Testi kullanılmış ve bu test sonucunda istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunduğu, farklılığın hangi yıllar arasında olduğunun tespitinde Wilcoxon Testi ile ikili karşılaştırmalardan faydalanılmıştır. İstatistiksel fark testleri %95 güven düzeyinde gerçekleştirilmiştir ve bu testler için SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) 22 kullanılmıştır.

3.4. Kısıtlılıklar ve Varsayımlar

Bu çalışmanın barındırdığı ilk kısıtlılık, çalışmanın kapsadığı yıllarla ilgilidir. Çalışmanın daha uzun ve özellikle daha güncel yılları kapsamaması amaçlanmış ancak bu amaç veri yokluğu sebebiyle gerçekleştirilememiştir. Çalışma kapsamındaki ülkeler için en güncel veri seti 2020 yılına ait olduğundan, çalışmada daha güncel veriler kullanılamamıştır.

Çalışmanın bir diğer kısıtlılığı yöntem ile ilgilidir. Bu çalışmada SSA, belirli bazı değişkenler ve ülkeler bazında gerçekleştirilmiştir ve bunun sonucunda görece etkinlik skorları elde edilmiştir. Buna bağlı olarak farklı ülkelerin, değişkenlerin ve/veya yöntemlerin kullanıldığı farklı çalışmalarda farklı sonuçlar elde edilebileceği unutulmamalıdır.

Mevcut çalışma kısıtlılıklarının yanı sıra bazı varsayımları da içermektedir. Bu kapsamda çalışmanın en temel varsayımı, SSA'da kullanılan girdi ve çıktı değişkenlerinin çalışmanın amacını karşılamada yeterli olduğu varsayımdır. Bu çalışmanın değişkenlerinin literatürde yer alan benzer çalışmalarda da kullanılması, bu varsayımı desteklemektedir.

Çalışmanın son varsayımı, çalışmanın verilerinin doğruluğu ile ilgilidir. Çalışmada kullanılan veriler Dünya Bankası (2024) veri tabanından alınmıştır ve bu verilerin doğru olduğu varsayılmıştır.

4. ANALİZ SONUÇLARI

Çalışma kapsamında, ilk olarak, değişkenlere ilişkin tanımlayıcı istatistiklere yer verilmiştir ve sonuçlar Tablo 1'de sunulmuştur. Buna göre doğumda beklenen yaşam yılı; 2018 yılında 71.74 ± 6.84 ortalama \pm standart sapma ile $83.30-52.83$ aralığında; 2019 yılında 72.02 ± 6.71 ortalama \pm standart sapma ile $83.60-53.26$ aralığında ve 2020 yılında 71.22 ± 6.69 ortalama \pm standart sapma ile $84.47-52.78$ aralığında değerler almıştır. Kişi başına düşen sağlık harcaması; 2018 yılında $1049,96 \pm 961,30$ ortalama \pm standart sapma ile $3984,67-64,80$ aralığında;

2019 yılında $1113,96 \pm 1036,08$ ortalama \pm standart sapma ile $4415,93-68,58$ aralığında ve 2020 yılında $1214,58 \pm 1204,66$ ortalama \pm standart sapma ile $5827,57-54,69$ aralığında değerler almıştır. Hekim sayısı; 2018 yılında 1.72 ± 1.51 ortalama \pm standart sapma ile $7.12-0.02$ aralığında; 2019 yılında 1.76 ± 1.53 ortalama \pm standart sapma ile $7.08-0.04$ aralığında ve 2020 yılında 1.75 ± 1.45 ortalama \pm standart sapma ile $5.11-0.03$ aralığında değerler almıştır.

Tablo 1: Tanımlayıcı İstatistikler

	doğumda beklenen yaşam			sağlık harcaması			hekim sayısı		
	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020
Ortalama	71.74	72.02	71.22	1049.96	1113.96	1214.58	1.72	1.76	1.75
Standart sapma	6.84	6.71	6.69	961.30	1036.08	1204.66	1.51	1.53	1.45
Maksimum	83.30	83.60	84.47	3984.67	4415.93	5827.57	7.12	7.08	5.11
Minimum	52.83	53.26	52.78	64.80	68.58	54.69	0.02	0.04	0.03

Tanımlayıcı istatistiklerden sonra yıllar bazında değişkenler arası korelasyon katsayıları elde edilmiştir ve sonuçlar Tablo 2’de sunulmuştur. Tablo 2 incelendiğinde, çalışmanın iki girdi değişkeni olan kişi başına düşen sağlık harcaması ve hekim sayısı değişkenleri arasındaki korelasyon katsayısı; 2018 yılında 0.66; 2019 yılında 0.67 ve 2020 yılında 0.69 bulunmuştur. Buradan hareketle, çalışmanın bağımsız değişkenleri arasında çoklu bağlantı sorunu olmadığı ifade edilebilir.

Tablo 2: Değişkenler Arası Korelasyon

2018			
	doğumda beklenen yaşam	sağlık harcaması	hekim sayısı
doğumda beklenen yaşam	1		
sağlık harcaması	0.76	1	
hekim sayısı	0.65	0.66	1
2019			
	doğumda beklenen yaşam	sağlık harcaması	hekim sayısı
doğumda beklenen yaşam	1		
sağlık harcaması	0.76	1	
hekim sayısı	0.67	0.67	1
2020			
	doğumda beklenen yaşam	sağlık harcaması	hekim sayısı
doğumda beklenen yaşam	1		
sağlık harcaması	0.74	1	
hekim sayısı	0.67	0.69	1

2018 yılına ait SSA sonuçları Tablo 3’te sunulmuştur. Buna göre, kişi başına düşen sağlık harcamasında yaşanacak %1’lik bir artış, doğumda beklenen yaşam süresini istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde %0.03 artıracaktır ($p < 0.05$). Hekim sayısında yaşanacak %1’lik bir artış ise, doğumda beklenen yaşam süresini istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde %0.02 artıracaktır ($p < 0.05$). Çalışmanın modelinde LR test istatistiği 3.74 bulunmuştur ve bu değer tek kısıtlamalı Kodde Palm tablo değerinden (2.71) büyük olduğundan, modelde anlamlı bir teknik etkisizlik olduğu yorumu yapılabilir. Modelin gamma değeri 0.86 olup bu değer, modeldeki artık varyansın, %86’lık kısmının sağlık sistemlerinin teknik bakımdan etkin işlememesinden; geri kalan %14’lük kısmının ise rassal hatalardan kaynaklandığını işaret etmektedir.

Tablo 3: 2018 Sonuçları

Değişkenler	Katsayı	Standart hata	t oranı
Sabit	4.07	0.06	62.92**
Ln(sağlık_harcaması)	0.03	0.01	4.08**
Ln(hekim_sayısı)	0.02	0.01	2.75**
sigma-kare	0.05	0.01	3.69**
gamma	0.86	0.09	8.91**
log likelihood		107.25	
LR		3.74	

** %1 anlamlılık seviyesinde anlamlı; * %5 anlamlılık seviyesinde anlamlı

2019 yılına ait SSA sonuçları Tablo 4'te sunulmuştur. Buna göre, kişi başına düşen sağlık harcamasında yaşanacak %1'lik bir artış, doğumda beklenen yaşam süresini istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde %0.03 artıracaktır ($p < 0.05$). Benzer şekilde, hekim sayısında yaşanacak %1'lik bir artış da doğumda beklenen yaşam süresini istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde %0.03 artıracaktır ($p < 0.05$). Çalışmanın modelinde LR test istatistiği 3.90 bulunmuştur ve bu değer tek kısıtlamalı Kodde Palm tablo değerinden (2.71) büyük olduğundan, modelde anlamlı bir teknik etkinsizlik olduğu yorumu yapılabilir. Modelin gamma değeri 0.84 olup bu değer, modeldeki artık varyansın, %84'lük kısmının sağlık sistemlerinin teknik bakımdan etkin işlememesinden; geri kalan %16'luk kısmının ise rassal hatalardan kaynaklandığını işaret etmektedir.

Tablo 4: 2019 Sonuçları

Değişkenler	Katsayı	Standart hata	t oranı
Sabit	4.12	0.06	66.21**
Ln(sağlık_harcaması)	0.03	0.01	3.38**
Ln(hekim_sayısı)	0.03	0.01	3.60**
sigma-kare	0.01	0.01	3.55**
gamma	0.84	0.11	7.51**
log likelihood		111.90	
LR		3.90	

** %1 anlamlılık seviyesinde anlamlı; * %5 anlamlılık seviyesinde anlamlı

2020 yılına ait SSA sonuçları Tablo 5'te sunulmuştur. Buna göre, kişi başına düşen sağlık harcamasında yaşanacak %1'lik bir artış, doğumda beklenen yaşam süresini istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde %0.05 artıracaktır ($p < 0.05$). Hekim sayısının etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > 0.05$). Çalışmanın modelinde LR test istatistiği 3.80 bulunmuştur ve bu değer tek kısıtlamalı Kodde Palm tablo değerinden (2.71) büyük olduğundan, modelde anlamlı bir teknik etkinsizlik olduğu yorumu yapılabilir. Modelin gamma değeri 0.81 olup bu değer, modeldeki artık varyansın, %81'lük kısmının sağlık sistemlerinin teknik bakımdan etkin işlememesinden; geri kalan %19'lük kısmının ise rassal hatalardan kaynaklandığını işaret etmektedir.

Tablo 5: 2020 Sonuçları

Değişkenler	Katsayı	Standart hata	t oranı
Sabit	3.97	0.05	75.39**
Ln(sağlık_harcaması)	0.05	0.01	6.85**
Ln(hekim_sayısı)	0.01	0.01	1.33
sigma-kare	0.01	0.01	3.51**
gamma	0.81	0.12	6.75**
log likelihood		101.35	
LR		3.80	

** %1 anlamlılık seviyesinde anlamlı; * %5 anlamlılık seviyesinde anlamlı

SSA teknik etkinlik skorları Tablo 6’da sunulmuştur. Buna göre ortalama teknik etkinlik skoru; 2018 yılında 0.9495, 2019 yılında 0.9539 ve 2020 yılında 0.9488 bulunmuştur. 2018 yılında en yüksek teknik etkinlik skorunu Tayland (0.9892) alırken en düşük teknik etkinlik skorunu Esvatini (0.8360) almıştır. 2019 yılında da en yüksek teknik etkinlik skorunu Tayland (0.9901) alırken en düşük teknik etkinlik skorunu Çad (0.8518) almıştır. 2020 yılında da en yüksek teknik etkinlik skorunu Tayland (0,9871) alırken en düşük teknik etkinlik skorunu, 2019 yılında olduğu gibi Çad (0.8364) almıştır.

SSA teknik etkinlik skorları Türkiye özelinde değerlendirildiğinde, Türkiye’nin 2018 yılında 0.9762, 2019 yılında 0.9785 ve 2020 yılında 0.9690 olarak çalışma kapsamındaki üç yılda da ortalamanın üzerinde skorlar elde ettiği görülmektedir (Tablo 6).

Tablo 6: Teknik Etkinlik Skorları

Ülkeler	2018	2019	2020
Afganistan	0.8992	0.9168	0.9000
Birleşik Arap Emirlikleri	0.9670	0.9710	0.9578
Arjantin	0.9447	0.9503	0.9529
Azerbaycan	0.9495	0.9450	0.9077
Benin	0.9289	0.9418	0.9275
Burkina Faso	0.9166	0.9169	0.9021
Bangladeş	0.9887	0.9879	0.9869
Belarus	0.9364	0.9324	0.9384
Brezilya	0.9501	0.9536	0.9498
Bhutan	0.9738	0.9743	0.9695
Şili	0.9746	0.9783	0.9723
Çin	0.9812	0.9806	0.9817
Fildişi Sahili	0.8605	0.8849	0.8771
Kolombiya	0.9693	0.9688	0.9601
Güney Kıbrıs Rum Kesimi	0.9768	0.9786	0.9755
Çekya	0.9543	0.9590	0.9518
Dominik	0.9580	0.9604	0.9266
Mısır	0.9583	0.9611	0.9629
Eritre	0.9870	0.9885	0.9832
Estonya	0.9562	0.9621	0.9309
Gürcistan	0.9192	0.9164	0.9462
Gana	0.9416	0.9595	0.9343
Gambia	0.9587	0.9693	0.9670
Hırvatistan	0.9611	0.9647	0.9646
Macaristan	0.9399	0.9451	0.9461

Ülkeler	2018	2019	2020
Endonezya	0.9700	0.9710	0.9531
Hindistan	0.9773	0.9761	0.9783
İran	0.9703	0.9762	0.9741
Irak	0.9677	0.9654	0.9503
Kazakistan	0.9391	0.9347	0.9377
Lübnan	0.9812	0.9811	0.9798
Sri Lanka	0.9835	0.9842	0.9841
Litvanya	0.9264	0.9323	0.9322
Letonya	0.9301	0.9375	0.9441
Maldivler	0.9834	0.9836	0.9811
Meksika	0.9448	0.9481	0.9211
Myanmar	0.9332	0.9309	0.9511
Karadağ	0.9563	0.9569	0.9526
Mozambik	0.9227	0.9363	0.9344
Moritanya	0.9497	0.9572	0.9444
Moritus	0.9484	0.9404	0.9550
Malavi	0.9472	0.9707	0.9669
Malezya	0.9653	0.9650	0.9713
Nijer	0.9802	0.9772	0.9498
Nikaragua	0.9703	0.9747	0.9685
Nepal	0.9661	0.9658	0.9727
Umman	0.9778	0.9777	0.9519
Pakistan	0.9394	0.9327	0.9577
Panama	0.9644	0.9686	0.9560
Papua Yeni Gine	0.9782	0.9820	0.9745
Paraguay	0.9548	0.9598	0.9582
Rusya	0.9093	0.9126	0.9065
Ruanda	0.9711	0.9763	0.9690
Singapur	0.9818	0.9849	0.9778
Surinam	0.9455	0.9422	0.9533
Slovakya	0.9513	0.9564	0.9584
Slovenya	0.9737	0.9768	0.9684
Esvatini	0.8360	0.8667	0.8484
Seyşeller	0.9245	0.9426	0.9691
Çad	0.8395	0.8518	0.8364
Togo	0.9158	0.9316	0.9227
Tayland	0.9892	0.9901	0.9871
Doğu Timor	0.9536	0.9538	0.9549
Türkiye	0.9762	0.9785	0.9690
Güney Afrika	0.8720	0.8849	0.8759
Ortalama	0.9495	0.9539	0.9488

Çalışmanın ikinci aşama analiz kısmında, ülkelere ait SSA teknik etkinlik skorlarının yıllara göre anlamlı bir değişim gösterip göstermediğini ortaya koyma adına bağımlı gruplarda fark testleri kullanılmıştır. Bu kapsamda, öncelikle, çalışmanın yılları arasında istatistiksel bir farklılığın olup olmadığı Friedman Testi ile sınanmıştır. Bu test sonucunda anlamlı bir farklılık bulunması halinde, bu farklılığın hangi iki yıl arasında olduğunu saptamak için Wilcoxon Testi kullanılmıştır.

Friedman Testi sonuçlarına göre; 2018, 2019 ve 2020 yıllarından en az ikisine ait teknik etkinlik skorları arasında anlamlı bir farklılık vardır ($Ki \text{ kare} = 19.600$; $p < 0.05$). Wilcoxon Testi sonuçlarına göre; 2018 yılına ait teknik etkinlik skorları ile 2019 yılına ait teknik etkinlik

skorları ($Z=-4.411$; $p<0.05$) ve 2019 yılına ait teknik etkinlik skorları ile 2020 yılına ait teknik etkinlik skorları ($Z=-3.535$; $p<0.05$) arasında anlamlı bir farklılık vardır. 2018 yılına ait teknik etkinlik skorları ile 2020 yılına ait teknik etkinlik skorları arasında ise, anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($Z=-0.258$; $p>0.05$).

5. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Bu çalışmada, gelişmekte olan 65 ülkenin sağlık sisteminin teknik etkinliği, 2018, 2019 ve 2020 yılları bazında parametrik bir yöntem olan SSA ile kıyaslanmış ve COVID-19 pandemisinin ulusal sağlık sistemlerinin teknik etkinliğine herhangi bir etkisi olup olmadığı araştırılmıştır. Çalışmanın bulgularına göre, 2018 ve 2019 yıllarında kişi başına düşen sağlık harcaması ve 1.000 kişiye düşen hekim sayısı, doğumda beklenen yaşam süresini anlamlı şekilde artırarak sağlık hizmetleri üretimine katkıda bulunmuştur ve bu da sağlık sistemlerinin teknik etkinliğinin artmasını sağlamıştır. 2020 yılı sonuçlarına göre ise, sadece kişi başına düşen sağlık harcaması doğumda beklenen yaşam süresini anlamlı şekilde artırarak sağlık hizmetleri üretimine ve dolayısıyla sağlık sistemlerinin teknik etkinliğine katkıda bulunmuştur.

Literatür incelendiğinde, kişi başına düşen sağlık harcamasının ve belirli bir nüfus başına düşen hekim sayısının doğumda beklenen yaşam süresi üzerinde çoğunlukla olumlu etkileri olduğu görülmektedir. Literatürdeki çalışmaların bazılarında kişi başına düşen sağlık harcaması ve belirli bir nüfus başına düşen hekim sayısı doğumda beklenen yaşam süresini anlamlı şekilde artırırken, diğer bazılarında ilgili değişkenlerin olumlu etkileri anlamlı bulunmamıştır. Örneğin, Mondal ve Shitan (2013) 91 düşük ve düşük orta gelirli ülkenin 2012 yılı verisini kullanarak bu ülkelerde doğumda beklenen yaşam süresinin belirleyicilerini araştırmışlardır. Yazarlar çalışmalarında üç farklı model kurmuşlardır ve bu üç modelin ikisinde bağımsız değişkenler arasında 1.000 kişiye düşen hekim sayısına da yer vermişlerdir. Analiz sonuçlarına göre her ne kadar 1.000 kişiye düşen hekim sayısı doğumda beklenen yaşam süresini olumlu etkilese de bu etki istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Mondai ve diğerleri (2015) çalışması, belirli bir nüfus başına düşen hekim sayısının doğumda beklenen yaşam süresini anlamlı şekilde artırdığını saptayan çalışmalara örnek gösterilebilir. Mondai ve diğerleri (2015) çalışmasında 48 az gelişmiş ülkenin verisi kullanılarak bu ülkelerde doğumda beklenen yaşam süresinin belirleyicileri incelenmiştir. Analiz sonuçlarında göre, 1.000 kişiye düşen hekim sayısı doğumda beklenen yaşam süresini anlamlı şekilde artırmıştır.

Gilligan ve Skrepnek (2015) çalışmasında, Doğu Akdeniz Bölgesinde yer alan 21 ülkenin 1995-2010 dönemi verileri kullanılmış ve bu ülkeler dört kümeye ayrılarak aralarında kişi başına düşen sağlık harcaması ve 1.000 kişiye düşen hekim sayısı da olmak üzere çeşitli göstergelerin doğumda beklenen yaşam süresine etkileri araştırılmıştır. Analiz sonuçlarına göre, birinci ve ikinci kümede nispeten daha az gelişmiş ülkeler, üçüncü ve dördüncü kümede görece daha gelişmiş ülkeler yer almıştır. 1.000 kişiye düşen hekim sayısı, birinci kümede yer alan ülkelerde doğumda beklenen yaşam süresini anlamlı şekilde artırırken kişi başına düşen sağlık harcaması dördüncü kümede yer alan ülkelerde doğumda beklenen yaşam süresini anlamlı şekilde artırmıştır. Bu çalışmanın bulgusundan hareketle doğumda beklenen yaşam süresini artırmada, nispeten daha az gelişmiş ülkelerde hekim sayısının; görece daha gelişmiş ülkelerde ise, sağlık harcamasının artırılmasının önemli olduğu söylenebilir.

Yukarıdaki çalışmaların bulgularından farklı olarak Ahmed (2022) çalışmasında, 1.000 kişiye düşen hekim sayısının 20 Ortadoğu ve Kuzey Afrika ülkesinde doğumda beklenen yaşam süresini azalttığı ancak bu etkinin anlamlı olmadığı bulunmuştur. Her ne kadar 1.000

kişiye düşen hekim sayısında Ahmet (2022) literatür ile farklı bir sonuç bulmuş olsa da kişi başına düşen sağlık harcamasının doğumda beklenen yaşam süresini anlamlı şekilde artırdığı görüşü, Ahmet (2022) çalışmasının sonuçlarıyla da desteklenmiştir.

Sağlık hizmetlerinin bulunabilirliği ve bu hizmetlere erişim, hastalıkların başlamasına karşı korunmada ve hastalık ve sakatlık sonrasında iyileşmenin hızlandırılmasında önemli roller üstlenerek doğumda beklenen yaşam süresine katkı sunmaktadır (Mondai, 2015: 7). Sağlık harcaması ve belirli bir nüfus başına düşen hekim sayısı, sağlık hizmetlerinin yeterli miktarda ve kalitede üretilebilmesi adına önemli iki üretim faktörüdür. Bu faktörlerin eksikliğinde, sağlık hizmetleri yeterli kalitede ve miktarda üretilemeyecek ve bu da sağlık hizmetlerine erişimi ve bu hizmetlerin etkililiğini olumsuz etkileyerek toplumların sağlık statüsünün gerilemesine zemin hazırlayacaktır. Bu nedenle, sağlık hizmetleri üretiminde önemli olan bu iki girdi faktörünün varlığının sürdürülebilirliği, toplumların sağlık statüsünün korunması ve/veya ilerletilmesi adına elzemdir. Bu noktada karar alma mekanizmalarında bulunanlara önemli görevler düşmektedir zira bu kişiler sağlık hizmetleri üretiminde yer alan bu faktörlerinin sürdürülebilirliğinde ve ülke geneline adil bir şekilde dağıtılmasında kilit rol üstlenmektedirler. Bu sebeple, karar alma mekanizmalarında yer alanlar, söz konusu üretim faktörlerinin devamlılığını ve ülke geneline adil dağılımını sağlama adına gerekli önlemleri almalıdırlar.

Bu çalışmanın diğer temel bulgusu, COVID-19 pandemisinin sağlık sistemlerinin teknik etkinliğini azalttığıdır. COVID-19 pandemisinin sağlık sistemlerinin teknik etkinliği üzerindeki etkisi incelendiğinde, söz konusu pandeminin teknik etkinlik skorlarında bir önceki yıla göre anlamlı; iki yıl öncesine göre ise, anlamsız bir azalmaya sebep olduğu görülmüştür. Literatür incelendiğinde, parametrik bir yöntemle olmasa da parametrik olmayan yöntemlerle COVID-19 pandemisinin sağlık sistemlerinin teknik etkinliğine etkisini araştıran çeşitli çalışmalar olduğu görülmektedir. Bu çalışmalarda VZA'nın ya da VZA temelli analizlerin tercih edildiği görülmektedir. OECD ülkeleri özelinde yapılan Kıdak (2023) çalışmasında, sağlık sistemi etkin işleyen ülke sayısının COVID-19 pandemiden sonra öncesine kıyasla ciddi şekilde azaldığı ortaya konmuştur. OECD ülkeleri özelinde yapılan başka bir çalışmada da bu ülkelerin sağlık sistemlerinin etkinlik skorlarının COVID-19 pandemiden sonra öncesine kıyasla ciddi şekilde azaldığı ortaya konmuştur (Manavgat ve Audibert, 2024: 4-5). Güneydoğu Asya Ülkeleri Birliği'ne üye ülkelerin sağlık sistemleri özelinde yapılan farklı bir çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiş olup COVID-19 pandemisinin bu ülkelerin çoğunda sağlık sistemi etkinliğe olumsuz etkileri olduğu görülmüştür (Kang vd., 2023: 5).

Mevcut çalışmanın bulguları ile yukarıda bahsedilen çalışmaların bulguları birlikte ele alındığında, belirli bir dönem küresel sağlığı tehdit eden COVID-19 pandemisinin sağlık sistemlerinin teknik etkinliğinde gerilemeye neden olduğu belirtilebilir. COVID-19 pandemisinin yaşandığı dönemde ölüm oranlarındaki hızlı artışın bir sonucu olarak ülkelerin sağlık statüleri gerilemeler yaşamıştır ve bu da ulusal sağlık sistemlerinin teknik etkinliğini olumsuz etkilemiştir. Karar alma mekanizmalarında yer alanlar, bu pandemiden dersler çıkarma adına pandemi sürecinde attıkları doğru ve yanlış adımları detaylı bir şekilde analiz etmeli ve gelecekteki muhtemel salgınlar için hazırlık yapmalıdırlar.

Kaynakça

- Aboaba, K. (2020). Economic efficiency of rice farming a stochastic frontier analysis approach. *Journal of Agribusiness and Rural Development*, 58(4), 423-435.
- Ahmed, H. (2022). The determinants of life expectancy: A case of study the MENA region https://www.academia.edu/87210207/determinants_of_life_expectancy_a_case_study_from_the_MENA_region (Erişim Tarihi: 19.03.2024).
- Ahmed, S., Hasan, M. Z., MacLennan, M., Dorin, F., Ahmed, M. W., Hasan, M. M., ... & Khan, J. A. (2019). Measuring the efficiency of health systems in Asia: a data envelopment analysis. *BMJ open*, 9(3), e022155.
- Aigner, D., Lovell, C. K., & Schmidt, P. (1977). Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. *Journal of Econometrics*, 6(1), 21-37.
- 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.
- Coelli, T. J. (1995). Estimators and hypothesis tests for a stochastic frontier function: A monte carlo analysis. *Journal of Productivity Analysis*, 6, 247-268.
- Coelli, T. J., Rao, D. S. P., O'Donnell, C. J., & Battese, G. E. (2005). An introduction to efficiency and productivity analysis. Springer Science and Business Media Publishings.
- Cylus, J., Papanicolas, I., Smith, P. C., & World Health Organization. (2016). Health system efficiency: how to make measurement matter for policy and management. World Health Organization Publishings.
- De Cos, P. H., & Moral-Benito, E. (2011). Health care expenditure in the OECD countries: efficiency and regulation. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1974882 (Erişim tarihi: 16.03.2024).
- Dünya Bankası (2024). Open data. <https://data.worldbank.org/> (Erişim tarihi: 15.03.2024)
- Frogner, B. K., Frech, H. E., & Parente, S. T. (2015). Comparing efficiency of health systems across industrialized countries: a panel analysis. *BMC health services research*, 15, 1-12.
- Gilligan, A. M., & Skrepnek, G. H. (2015). Determinants of life expectancy in the Eastern Mediterranean Region. *Health Policy and Planning*, 30(5), 624-637.
- Greene, W. (2004). Distinguishing between heterogeneity and inefficiency: stochastic frontier analysis of the World Health Organization's panel data on national health care systems. *Health economics*, 13(10), 959-980.
- Hamidi, S., & Akinci, F. (2016). Measuring efficiency of health Systems of the Middle East and North Africa (MENA) region using stochastic frontier analysis. *Applied health economics and health policy*, 14, 337-347.
- Holmgren, J. (2013). The efficiency of public transport operations—An evaluation using stochastic frontier analysis. *Research in Transportation Economics*, 39(1), 50-57.
- Kadakoğlu, B. (2021). Afyonkarahisar İlinde Patates Üretiminin Teknik ve Ekonomik Etkinliğinin Analizi (Yüksek Lisans Tezi), Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi.

- Kang, J., Peng, R., Feng, J., Wei, J., Li, Z., Huang, F., ... & Feng, Q. (2023). Health systems efficiency in China and ASEAN, 2015-2020: A DEA-Tobit and SFA analysis application. *BMJ Open*, 13(9), e075030.
- Kıdak, Ş. M., Arapoğlu, R. A., & Demirtaş, E. A. (2023). Efficiency analysis of OECD countries during COVID-19 pandemic using multi-stage DEA. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 29(5), 426-439.
- Kinfu, Y. (2013). The efficiency of the health system in South Africa: evidence from stochastic frontier analysis. *Applied Economics*, 45(8), 1003-1010.
- Kodde, D. A., & Palm, F. C. (1986). Wald criteria for jointly testing equality and inequality restrictions. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 1243-1248.
- Kutlar, A., & Salamov, F. (2018). Azerbaycan devlet hastanelerinin stokastik sınır analizi metodu ile değerlendirilmesi. *Balkan ve Yakın Doğu Sosyal Bilimler Dergisi*, 4(2), 55-64.
- Lawanson, A. O., & Novignon, J. (2016). Efficiency of health systems in Sub-Sahara Africa: a comparative analysis of time varying stochastic frontier models. *Asian Journal of Humanities and Social Studies*, 4(3), 210-222.
- Manavgat, G., & Audibert, M. (2024). Healthcare system efficiency and drivers: re-evaluation of OECD countries for COVID-19. *SSM-Health Systems*, 2, 100003.
- Mbau, R., Musiega, A., Nyawira, L., Tsofa, B., Mulwa, A., Molyneux, S., ... & Barasa, E. (2023). Analysing the efficiency of health systems: a systematic review of the literature. *Applied health economics and health policy*, 21(2), 205-224.
- Meeusen, W., & van den Broeck, J. (1977). Efficiency estimation from Cobb-Douglas production functions with composed error. *International Economic Review*, 18(2), 435-444.
- Mondai, M. N. I., Ullah, M. M. M. N., Islam, M. R., Rahman, M. S., Khan, M. N., Ahmed, K. M., & Islam, M. S. (2015). Sociodemographic and health determinants of inequalities in life expectancy in least developed countries. *International Journal of MCH and AIDS*, 4(1), 57-66.
- Mondal, M. N. I., & Shitan, M. (2013). Impact of socio-health factors on life expectancy in the low and lower middle income countries. *Iranian Journal of Public Health*, 42(12), 1354.
- Mourad, N., Habib, A., & Tharwat, A. (2021). Appraising healthcare systems' efficiency in facing COVID-19 through data envelopment analysis. *Decision Science Letters*, 10(3), 301-310.
- Novignon, J., & Lawanson, A. (2014). Efficiency of health systems in Sub-Sahara Africa: a comparative analysis of time varying stochastic frontier models. <https://mpr.ub.uni-muenchen.de/56897/> (Erişim tarihi: 16.03.2024).
- O'Neill, L., Raune, M., Heidenberge, K., & Krau, M. (2008). A cross-national comparison and taxonomy of DEA-based hospital efficiency studies. *Socio-Economic Planning Sciences*, 42, 158-189.
- Ogloblin, C. (2023). Health care financing and productivity of health care in OECD countries: a stochastic frontier analysis. *Eurasian Economic Review*, 13(2), 259-283.
- Ozgur, Y., & Fuad, S. (2020). Measuring CIS health systems using the stochastic frontier analysis (SFA). *Экономика региона*, 16(1), 59-68.

- Pavlyuk, D., & Balash, V. (2004). An efficiency analysis of Russian banks. Warwick Print.
- Pereira, M. A., Dinis, D. C., Ferreira, D. C., Figueira, J. R., & Marques, R. C. (2022). A network data envelopment analysis to estimate nations' efficiency in the fight against SARS-CoV-2. *Expert systems with applications*, 210, 118362.
- Rezaei, S., Zandian, H., Baniasadi, A., Moghadam, T. Z., Delavari, S., & Delavari, S. (2016). Measuring the efficiency of a hospital based on the econometric Stochastic Frontier Analysis (SFA) method. *Electronic physician*, 8(2), 2025.
- Sultana, S., Hossain, M. M., & Haque, M. N. (2023). Estimating the potato farming efficiency: A comparative study between stochastic frontier analysis and data envelopment analysis. *Plos one*, 18(4), e0284391.
- Şenel, T., & Cengiz, M. A. (2016). A bayesian approach for evaluation of determinants of health system efficiency using stochastic frontier analysis and beta regression. *Computational and Mathematical Methods in Medicine*, 2016(1), 2801081.
- Tutulmaz, O., & Şahin, H. (2014). Türk havayolu ulaştırmasının açılım dönemine yönelik teknik etkinlik analizi: Bir stokastik sınır yöntemi uygulaması. *Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18(2), 49-73.
- Varabyova, Y., & Schreyögg, J. (2013). International comparisons of the technical efficiency of the hospital sector: Panel data analysis of OECD countries using parametric and non-parametric approaches. *Health Policy*, 112, 70-79.
- Yalçın, E. (2018). Stokastik sınır analizi ile havalimanlarının etkinliklerinin ölçülmesi: Türkiye örneği. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 15(42), 82-105.
- Yüksel, O. (2022). Türkiye'deki bazı sağlık göstergelerinin stokastik sınır analizi yöntemi ile değerlendirilmesi. *Uluslararası Sağlık Yönetimi ve Stratejileri Araştırma Dergisi*, 8(3), 362-375.

Etik Beyanı: Bu çalışmanın tüm hazırlanma süreçlerinde etik kurallara uyulduğunu yazarlar beyan eder. Aksi bir durumun tespiti halinde BİİBFAD Dergisinin hiçbir sorumluluğu olmayıp, tüm sorumluluk çalışmanın yazarlarına aittir.

Yazar Katkıları: Makale tek yazarlı bir makaledir ve yazarın katkı oranı %100'dür.

Çıkar Beyanı: Yazarlar arasında çıkar çatışması yoktur.

Teşekkür: Gösterdikleri yoğun ilgi ve emeklerinde dolayı BİİBFAD Dergisi Editör Kurulu'na ve sağladıkları katkılarında dolayı hakemlere teşekkür ederiz.

**Technical Efficiency Measurement in Healthcare Systems of Developing Countries
through Stochastic Frontier Analysis**

Extended Abstract

Aim: This study aimed to reveal how the SARS-CoV-2 pandemic affected technical efficiency in the healthcare systems of 65 developing countries.

Method: The study utilized stochastic frontier analysis, a parametric method. In this analysis, the output variable was life expectancy at birth, while the input variables were health expenditure per capita and the number of physicians per 1,000 people. The variables were included in the study by taking their natural logarithms. The Friedman Test and Wilcoxon Signed Ranks Test were employed as the second stage of stochastic frontier analysis. The study covered the years 2018, 2019, and 2020.

Findings: According to the results, per capita health expenditure and the number of physicians per 1,000 people contributed positively to the technical efficiency of health systems by increasing life expectancy at birth. Mean technical efficiency scores by study years were found to be 0.9495 in 2018, 0.9539 in 2019, and 0.9488 in 2020. In 2018, Thailand (0.9892) had the highest technical efficiency score, while Eswatini (0.8360) had the lowest. In 2019, Thailand (0.9901) had the highest technical efficiency score, while Chad had the lowest (0.8518). In 2020, Thailand (0.9871) had the highest technical efficiency score, while Chad (0.8364) had the lowest, as in 2019. The study further demonstrated that the SARS-CoV-2 pandemic had a significant and negative impact on the technical efficiency in healthcare systems. The lowest mean technical efficiency score emerged in 2020, the outbreak year. According to Wilcoxon Test results, there was a significant difference between the technical efficiency scores of 2018 and the technical efficiency scores of 2019 ($Z=-4.411$; $p<0.05$), and also between the technical efficiency scores of 2019 and the technical efficiency scores of 2020 ($Z=-3.535$; $p<0.05$).

Conclusion and Discussion: The availability of healthcare services and access to them contribute to life expectancy at birth. Health expenditure and the number of physicians per capita are two important production factors in producing healthcare services sufficiently and with quality. In the absence of these factors, health services will not be produced in sufficient quality and quantity, which will negatively affect access to healthcare services and the effectiveness of these services, paving the way for a decline in the health status of societies. Therefore, the sustainability of these two input factors is essential to protect and/or improve the health status of societies. At this point, those in decision-making mechanisms have important duties because these people play a key role in the sustainability of these factors and their fair distribution throughout the country. For this reason, those in decision-making mechanisms must take the necessary measures to ensure the continuity of the production factors in question and their fair distribution throughout the country. Another key finding of this study was that the COVID-19 pandemic reduced the technical efficiency of healthcare systems. Hence, it is recommended that those in decision-making mechanisms prepare for possible future pandemics by learning lessons from the SARS-CoV-2 pandemic.