

Türkiye ve AB Ülkelerinin Sağlık Ar-Ge Faaliyetlerinin Etkinlik Analizi

Fazıl GÖKGÖZ¹
İsa YILDIRIM²

Geliş Tarihi: 01.04.2024

Kabul Tarihi: 16.05.2024

ÖZ

Yaşlanan nüfuslara ve artan sağlık problemlerine bağlı olarak sürekli artış eğiliminde olan sağlık harcamalarının ekonomik yükü ülkeler için zorlayıcı durumlardandır. Bu durumun üstesinden gelebilmek amacıyla, birçok ülke, sağlık Ar-Ge faaliyetlerine insan kaynağı ayırmakta ve finansal yatırımlar yapmaktadır. Ülkeler, sağlık Ar-Ge faaliyetlerine yapılan yatırımlar neticesinde katma değerli çıktılar üretebilmeyi ve diğer ülkelere kıyasla etkin konumda olabilmeyi hedeflemektedir. Bu sebeple, ülkelerin sağlık Ar-Ge faaliyetlerindeki etkinliklerini genel kabul görmüş gösterge değişkenleri kullanarak, başka ülkelere kıyasla ölçebilmek oldukça önemlidir. Bu çalışmanın amacı, ekonomik ve sosyal yapıları benzer olan AB ülkeleri ile aday ülke Türkiye'nin sağlık Ar-Ge faaliyetlerinin etkinliğini yakın dönem sağlık Ar-Ge girdi-çıkıtı değişkenleri kullanarak karşılaştırmalı olarak analiz etmektir. VZA yöntemlerinden çıktı odaklı CCR ve BCC modelleri kullanılan çalışmada, girdi değişkenleri olarak milyon kişiye düşen sağlık Ar-Ge harcaması ve TZE araştırmacı sayısı kullanılırken, çıktı değişkenleri olarak milyon kişiye düşen yayın sayısı ve patent başvuru sayısı kullanılmıştır. Çıktı odaklı CCR modelinde ortalama teknik etkinlik değeri 0,6703 ve çıktı odaklı BCC modelinde ortalama saf teknik etkinlik değeri 0,7374 olarak bulunmuştur.

Anahtar Sözcükler: Sağlık Ar-Ge, Etkinlik Analizi, VZA

1 Ankara Üniversitesi, Ankara, Turkey, e-mail:fgokgoz@ankara.edu.tr. Orcid: 0000-0002-9228-7699

2 Ankara Üniversitesi, Ankara, Turkey, e-mail:isa_yildirim@yahoo.com. Orcid: 0009-0006-1473-0903

Efficiency Analysis of Health R&D Activities in Türkiye and EU Countries

ABSTRACT

Due to ageing populations and increasing health problems, the economic burden of health expenditures, which tend to increase continuously is one of the challenging situations for countries. In order to overcome this situation, many countries allocate human resources and make financial investments in health R&D activities. The countries aim to produce value-added outputs as a result of investments in health R&D activities and to be in an efficient position compared to other countries. For this reason, it is very important to measure the efficiency of countries in health R&D activities compared to other countries by using generally accepted indicator variables. The aim of this study is to comparatively analyse the efficiency of health R&D activities of EU countries and candidate country Türkiye, which have similar economic and social structures, by using recent health R&D input-output variables. In this study, output-oriented CCR and BCC models were used as input variables, while health R&D expenditure per million people and number of FTE researchers used as input variables, and number of publications per million people and number of patent applications used as output variables. The average technical efficiency score in the output-oriented CCR model was found to be 0.6703 and the mentioned score in the output-oriented BCC model was 0.7374.

Key Words: Health R&D, Efficiency Analysis, DEA

1. GİRİŞ

Ulusal önceliklere ve ihtiyaçlara göre kaynakların etkin kullanabilmesi, ülkeler için önem arz eder. Ülkelerce bazı alanlardaki Ar-Ge faaliyetlerine verilen önemin, diğer alanlara kıyasla daha fazla olması da ulusal öncelikler ve ihtiyaçlar ile ilişkilidir. Ortalama yaşam sürelerinin artması ve Dünya genelinde yaşanan önemli, yaygın sağlık sorunları ülkelerin ekonomilerine olumsuz etki etmektedir. Son 30 yıllık dönemde, sağlık harcamaları sürekli artış gösterme eğilimindedir ve Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla (GSYİH) içindeki oranı artmaktadır (DSÖ, 2024a). Bu tür sorunlar için sağlık hizmetlerinin her yönünü kapsayan yenilikçi çözümler gerekmektedir (Herzlinger, 2006).

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ)'nün 66. Asamblesi'nde WHA66.22 sayılı karar ile Sağlık Araştırma ve Geliştirme (Ar-Ge) Küresel Gözlemevi kurulmasının kabul edilmesi, sağlık Ar-Ge faaliyetlerinin ülkeler için ne kadar önemli olduğuna uluslararası alanda somut bir kanıt olmuştur.

Sağlık Ar-Ge Küresel Gözlemevi, ülkelerin sağlık alanındaki “Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri” ile uyumlu hareket edebilmeleri amacıyla, sağlık Ar-Ge faaliyetleri kapsamındaki girdi-çıkıtı göstergelerinin değerlerini takip etmektedir. Ancak sağlık Ar-Ge faaliyetlerinin sadece tanımlayıcı istatistiki veriler ve literatürde genel kabul görmüş göstergeler üzerinden takip edilmesi ülkelerin faaliyetleri bakımından diğer ülkelere kıyasla ne seviyede olduğunu net bir şekilde gösterememektedir.

Ülkeler, sağlık Ar-Ge faaliyetleri kapsamında Ar-Ge harcamaları, insan gücü kaynağı vb. gibi yatırımlar yapmakta, sonucunda da hem akademik hem de teknolojik alanlarda çıktılar üretmeye çalışmaktadır. Küresel rekabette geride kalmamak hatta mümkünse rakiplerinden avantajlı durumda olmak isteyen ülkeler, sağlık Ar-Ge faaliyetleri için kullanılan kaynaklar ile ne kadar katma değerli çıktı ürettiğini önemsemektedir. Bu aşamada, Cooper vd. (2006) tarafından, mevcut girdi ile mümkün olan en yüksek çıktıyı oluşturmayı ya da mevcut çıktıyı koruyup girdi kullanımını en düşük seviyeye düşürme olarak tarif edilen “etkinlik” kavramının önemi ortaya çıkmaktadır. Özetle, ülkelerin sağlık Ar-Ge faaliyetlerinin diğer ülkelere göre kıyaslamalı olarak etkinliğinin ölçülebilmesi karar vericilere önemli avantajlar sağlayacaktır. Waters ve Urquhart (2019) çalışmalarında, devasa

boyutlardaki sağlık Ar-Ge harcamaları ve önemli stratejik riskler sebebiyle sağlık Ar-Ge etkinliğinin ölçülebilmesinin sektör için önemi üzerinde durmaktadır.

Bahsedilenlere ilave olarak, literatürde ülkelerin gelir gruplarına göre sağlık araştırmaları finansmanı, kaynak tahsisi ve kapasite açısından ciddi farklılıklar olduğundan bahsedilmektedir. Bu bağlamda, sağlık Ar-Ge faaliyetlerinin etkinliği kıyaslanacak ülkelerin gelir ve gelişmişlik seviyeleri bakımından homojen durumda olması ile daha anlamlı sonuçlar elde edilebileceği ifade edilebilir.

Bu sebeple, bu çalışmada belirli ortak standartların söz konusu olduğu Avrupa Birliği üye ülkeleri ve Türkiye'nin sağlık Ar-Ge faaliyetlerinin etkinliklerini literatürde kabul görmüş göstergeler üzerinden karşılaştırmalı olarak analiz etmek ve analiz sonuçlarına göre sağlık Ar-Ge faaliyetlerine ilişkin göstergelerde ne gibi iyileştirmeler yapıldığı takdirde ülkelerin etkin duruma gelebilecekleri üzerine çıkarımlar elde edebilmek amaçlanmıştır.

2. SAĞLIK AR-GE FAALİYETLERİNE GENEL BAKIŞ

Sağlık Ar-Ge Küresel Gözlemevi kurulması neticesinde, sağlık Ar-Ge faaliyetleri hakkında DSÖ tarafından daha kapsamlı bilgiler sunulmaya başlanmıştır. Çeşitli veri kaynaklarından elde edilen konu özelindeki veriler/göstergeler ile sağlık Ar-Ge faaliyetlerinin izlenmesine yardımcı olunmuştur. DSÖ, ülkelerin sağlık Ar-Ge faaliyetlerine ilişkin yayımlar yaparken, temel olarak Ar-Ge faaliyetleri harcamaları ile bu alanda görev alan araştırmacı sayılarını, sağlık Ar-Ge faaliyetleri girdi değişkenleri olarak kullanmaktadır. Ülkelerin sağlık Ar-Ge yatırımları neticesinde doğrudan ya da dolaylı olarak üretilen sağlık alanı bilimsel yayın sayısı/patent sayısı/yüksek teknoloji ihracat miktarı vb. gibi değişkenler de genel kabul gören çıktı göstergeleridir. Bahsedilen değişkenlerden sağlık Ar-Ge faaliyetleri ile ilgili en çok kullanılan 4 göstergeye ait kısa tanımlar ve ilgili göstergeye ait ile bazı detaylar aşağıdaki gibidir;

Sağlık Alanı Ar-Ge Harcamaları: Sağlık ve tıp bilimlerinde Ar-Ge için yapılan harcamalardır. DSÖ Sağlık Ar-Ge Küresel Gözlemevi 2024 Şubat raporunda (DSÖ, 2024c), Avrupa Birliği İstatistik Ofisi (EUROSTAT), İbero-Amerikan ve Amerikalılar Arası Bilim ve Teknoloji Göstergeleri Ağı

ve Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü İstatistik Enstitüsü (UNESCO- UIS) gibi kurum/kuruluşlardan toplanan ve derlenen veriler ile 85 ülkenin GSYİH içindeki sağlık alanı Ar-Ge harcamaları oranlarını yayımlamıştır. Bu rapora göre (DSÖ, 2024c), 2019 yılında Danimarka'nın GSYİH içindeki sağlık alanı Ar-Ge harcamasının oranı %0,93 (46,49 milyon Amerikan Doları) gerçekleşerek 85 ülke arasında en yüksek değeri almıştır. Aynı raporda, GSYİH içindeki sağlık alanı Ar-Ge harcamalarının oranı Avrupa Bölgesi için ortalama %0,03 iken, Türkiye için bu oran 2021 yılında %0,17 (819,87 milyon Amerikan Doları) gerçekleştiği belirtilmiştir.

Sağlık Alanı Ar-Ge Personel Sayısı: Ülkelerin, ilgili alanlarda bilimsel ve teknik potansiyeli olan personel sayısı hesaplamalarında daha çok sağlık Ar-Ge personelinin Tam Zaman Eşdeğeri (TZE)¹ verileri kullanılmaktadır. DSÖ Sağlık Ar-Ge Küresel Gözlemevi 2023 Mart raporunda (DSÖ, 2024d), benzer şekilde çeşitli kurum/kuruluşlardan toplanan ve derlenen veriler ile 82 ülkeye ait sağlık alanında TZE Ar-Ge personel sayılarını yayımlamıştır. Raporda, Avrupa Bölgesinde ortalama milyon nüfus başına 244 TZE sağlık Ar-Ge personeli olduğu belirtilmiştir. Raporda yer alan Avrupa Birliği üyeleri ülkeler arasında milyon nüfus başına 685 TZE sağlık Ar-Ge personeli ile Hollanda en yüksek değere sahiptir. Türkiye için söz konusu değer 176 düzeyindedir.

Sağlık Alanı Bilimsel Yayın Sayısı: Sağlık Ar-Ge faaliyetleri sonuçlarının, bilimsel açıdan değerlendirilebilmesi ve diğer ülkeler ile kıyaslanabilmesi için önemli bir göstergedir. Literatürdeki çalışmalarda genel olarak uluslararası veri tabanlarında yer alan ilgili kategorideki yayın sayıları dikkate alınmaktadır. TÜBİTAK ULAKBİM Bibliyometrik (2024) tarafından 2016 yılında yapılan çalışmada 54 adet konu kategorisindeki yayın sayıları üzerinden hesaplamalar yapılarak “Tıbbi Bilimler” ana başlığı altında 51 ülkenin bilimsel yayın performansları 2010-2015 dönemi için incelenmiştir. Çalışmadan, 54 adet konu kategorisi arasından ilgili dönemde dünya genelinde en çok yayın olan 4 kategorinin yayın sayısının 1,5 milyondan fazla olduğu anlaşılmaktadır.

Sağlık Alanı Patent Başvuru Sayısı: Ar-Ge faaliyetlerinde olduğu gibi ülkelerin sağlık Ar-Ge faaliyetlerine yapılan yatırımların da ne gibi çıktılar ürettiğini ölçebilmek önemlidir.

¹ Ar-Ge personelinin tam zamanlı eşdeğeri (TZE), belirli bir referans periyodunda (genellikle bir takvim yılı) Ar-Ge için harcanan çalışma saatlerinin, bir kişinin aynı dönemde geleneksel olarak çalıştığı toplam saat sayısına bölünmesiyle elde edilen oranı ifade eder.

Bu kapsamda, patent ofislerine alanlarla doğrudan ya da dolaylı ilgili başlıklarda yapılan patent başvuru sayıları, çıktı göstergesi olarak tercih edilmektedir. Avrupa Patent Ofisi (EPO) patent başvuru sayılarına ait raporlarında 10 ana teknoloji grubunu kullanmaktadır. Tıbbi teknoloji ve ilaç başlıkları, sağlık alanı Ar-Ge faaliyetleri ile doğrudan ilişkili olanlardır. EPO patent başvuru sayıları, doğrudan Avrupa başvurularını ve raporlama döneminde Avrupa aşamasına giren Patent İşbirliği Antlaşması (Patent Cooperation Treat (PCT)) başvurularını dikkate alarak raporlanmaktadır. EPO (2024) verilerine göre 2020 yılında EPO üyesi ülkeler tarafından tıbbi teknoloji ana teknoloji grubundan toplam 14.295 adet ve ilaç ana teknoloji grubundan toplam 8.589 adet patent başvurusu yapılmıştır. Bu başvuruların, tıbbi teknoloji ana teknoloji grubunda 5.519 adedi ve ilaç ana teknoloji grubunda ise 3.359 adedi Amerika Birleşik Devletleri (ABD) tarafından gerçekleştirilmiştir. ABD, her iki ana başlıkta en fazla patent başvurusu yapan ülke konumundadır.

3. YÖNTEM VE KAPSAM

Ar-Ge etkinliğinin ölçüldüğü çalışmalarda, ağırlıklı olarak belli sektörlerdeki işletmelerin ulusal ölçekte değerlendirildiği ya da uluslararası boyutta ülkelerin genel Ar-Ge etkinliklerinin ölçüldüğü görülmektedir. Ülkelerin sağlık, bilişim, tarım vb. gibi alanlarda karşılaştırmalı olarak Ar-Ge etkinliklerinin analiz edildiği sınırlı sayıda kaynağa erişilebilmektedir. Bu sebeple, ülkelerin tüm sektörler üzerinden Ar-Ge etkinlikleri analiz eden yakın dönem çalışmaları, yöntem ve kapsamın belirlenmesinde referans kaynaklar olarak kullanılmıştır. Çalışma detaylarına Tablo 1’de yer verilmiştir.

Tablo 1. Özet Literatür Bilgisi

Yazarlar	Karar Verme Birimleri	Etkinlik Ölçme Yöntemi	Çalışmada Kullanılan Değişkenler
Cai (2011)	22 ülke (BRICS ve G7 ülkeleri)	VZA (Çıktı Odaklı CCR)	Girdi(ler): Ar-Ge Harcamaları ve Ar-Ge Personeli Sayısı Çıktı(lar): WIPO Patent Kabul Sayısı, Bilimsel ve Teknik Yayın Sayısı ve Yüksek Teknoloji İhracat Miktarı

Yıldırım (2015)	29 Avrupa ülkesi	VZA (CCR ve BCC)	Girdi(ler): Toplam Ar-Ge Harcamaları ve Toplam Araştırmacı Sayısı Çıktı(ler): EPO Patent Sayısı, Bilimsel Yayın Sayısı, İleri Teknoloji İhracat Tutarı
Dobrzanski ve Bobowski (2020)	Güneydoğu Asya Uluslar Birliği (ASEAN)	VZA (CCR ve BCC)	Girdi(ler): Yıllık Kamu ve Özel Sektör Ar-Ge Harcamaları Çıktı(ler): İhracatının Yüzdesi Olarak Yüksek Teknoloji İhracatı, Milyon Kişi Başına WIPO Patent Başvuru Sayısı, Milyon Kişi Başına Ticari Marka Başvuru Sayısı ve Bilgi-İletişim Teknolojisi İhracatının İmalat Sanayi İhracatına Oranı

Cai (2011) çalışmasında, toplam 22 ülkenin Ar-Ge etkinliklerini VZA modellerinden çıktı odaklı CCR modeli ile Tablo 1’de yer alan girdi ve çıktı değişkenlerini kullanarak analiz etmiştir. Analiz bulguları ile ülkeler arasında teknik etkinlik durumları bakımından kıyaslamalar yapmıştır.

Yıldırım (2015) çalışmasında, VZA modellerinden CCR ve BCC modellerini kullanarak 29 Avrupa ülkesinin teknik ve saf teknik etkinlik değerlerini hesaplamış, ülkelerin ölçek etkinliği ve potansiyel iyileştirme oranları hakkında bilgilere yer vermiştir. Çalışmasında, Tablo 1’de yer alan girdi değişkenleri farklı çıktı değişkenleri üzerine kurgulanan 2 farklı model kapsamında analiz edilirken, 29 Avrupa ülkesi KBV olarak kullanılmıştır.

Dobrzanski ve Bobowski (2020) çalışmalarında, VZA modellerinden CCR yöntemi ile analizleri sonucunda Hong Kong ve Filipinler’i teknik etkin bulduklarını belirtmişlerdir. Ayrıca, BCC yöntemi analiz sonuçlarına Hong Kong, Endonezya, Singapur ve Filipinler saf teknik etkin bulunduğu belirtilen ülkelerdir. Çalışmalarında, Tablo 1’de yer alan girdi ve çıktı

değişkenlerini kullanarak analizlerin gerçekleştirildiği ve Güneydoğu Asya Uluslar Birliği (ASEAN) üyesi 15 ülkenin Ar-Ge faaliyetleri için harcanan fonların verimli kullanılıp kullanılmadığının belirlenmesi amaçlandığı vurgulanmıştır.

Görüldüğü üzere, ülkelerin Ar-Ge etkinliği analizi üzerine yapılan çalışmalarda Ar-Ge harcamalarına ve Ar-Ge insan gücüne ilişkin veriler girdi değişkenleri olarak kullanılırken, bilimsel yayınlara, patentlere vb. gibi farklı değişkenlere ilişkin veriler de çıktı değişkenleri olarak kullanılmıştır. Bahsedilen, çalışmalarda, girdi-çıktı değişkenleri üzerinden etkinlik hesaplamaları yapılabilen çeşitli VZA yöntemlerinin yaygın şekilde tercih edildiği görülecektir. Literatürde etkinlik ölçümü için VZA modelleri haricinde stokastik sınır analizi ve Malmquist toplam faktör verimliliği gibi kullanılan yöntemler olduğu ve araştırmacılar tarafından çalışmaların yapısına uygun olarak tercih edilebildiği bilinmektedir. Fakat bu çalışmada, Türkiye ile Avrupa Birliği ülkelerinin sağlık alanı Ar-Ge faaliyetlerinin etkinlikleri analiz edilmesi amaçlandığı için benzer çalışmalara uyumlu şekilde VZA yöntemleri tercih edilmiştir.

3.1. Veri Zarflama Analizi ve Uygun Model Seçimi

VZA, bir dizi eş varlığın performansını değerlendirmek ve çoklu sayıda girdinin çoklu sayıda çıktıya dönüştürüldüğü nispeten yeni "veri odaklı" bir yaklaşımdır (Gökgöz, 2010). Doğrusal programlama tabanlı ve parametrik olmayan VZA yönteminde, Karar Verme Birimleri (KVB)'nin kendi aralarındaki karşılaştırmalı etkinliğini çok sayıda girdi ve çok sayıda çıktı değişkenleri üzerinden ölçmek mümkündür. Dyson vd. (2001) KVB'lerin homojen birimler olmasına dikkat edilmesi gerekliliğini ve homojen KVB'lerin sayısının toplam değişken sayısının (girdiler ile çıktılar) en az iki katı olması gerektiğini belirtmiştir.

Ramanathan (2003) çalışmasında, KVB'lerin etkinlik düzeylerinin, organizasyonun ya da üretimin ölçeğine bağlı değilse, ölçeğe göre sabit getiri varsayımı ile etkinlik ölçümü yapılan CCR modelleri daha uygun olacağından; ölçeğin etkinlik düzeyi üzerinde etkili olduğu varsayılan durumlar için ise ölçeğe göre değişken getiri varsayımı ile etkinlik ölçümü yapılan BCC modellerinin tercih edilmesi gerektiğinden bahsetmektedir.

Bu çalışmada, etkin bulunmayan KVB'lerin etkin hale gelebilmeleri çıktılarının ne kadar iyileştirmeleri gerektiğini ifade eden hedef değerleri belirleyebilmek ve ölçek etkinlik değerlerini hesaplayabilmek için çıktı odaklı CCR ve BCC modellerinin kullanılmasına karar verilmiştir.

3.2. Karar Verme Birimlerinin Seçilmesi ve Kısıtlar

VZA ile her bir KVB'nin göreceli etkinliğinin ölçülmesi amaçlandığı için KVB'lerin homojen birimler olması, uygulanma açısından önemlidir. Bu sebeple, ülkelerin sağlık Ar-Ge faaliyetleri etkinliğinin analiz edildiği bu çalışmada, girdi-çıktı değişkenleri verilerine ulaşılabilen benzer yapıda, ülke standartları yakın olan 15 AB ülkesi ile aday ülke olan Türkiye KVB'ler olarak seçilmiştir.

3.3. Girdi ve Çıktı Değişkenlerinin Belirlenmesi

Bahsedildiği üzere, literatürde ülkelerin genel Ar-Ge etkinliği üzerine yapılan çalışmaların ağırlıkta olması, sınırlı sayıda sektör bazlı çalışma bulunmasından dolayı DSÖ yayınlarında da kullanılan göstergelerle aynı ya da benzer girdi-çıktı değişkenleri kullanılmıştır. Çalışma için belirlenen değişkenler Tablo 2'de yer almaktadır.

Tablo 2. VZA Yönteminde Kullanılan Girdi-Çıktı Değişkenleri

Girdi Değişkenleri	Çıktı Değişkenleri
Milyon Kişiye Düşen Sağlık Ar-Ge Harcaması (milyon \$)	Milyon Kişiye Düşen Bilimsel Yayın Sayısı (adet)
Milyon Kişiye Düşen Sağlık Ar-Ge TZE Araştırmacı Sayısı (kişi)	Milyon Kişiye Düşen Patent Başvuru Sayısı (adet)

Tablo 2'de görüleceği üzere “Milyon Kişiye Düşen Sağlık Ar-Ge Harcaması (milyon \$)” ve “Milyon Kişiye Düşen Sağlık Ar-Ge TZE Araştırmacı Sayısı” girdi değişkenleridir. Girdi değişkenlerine ait veriler, DSÖ Sağlık Ar-Ge Küresel Gözlemevi Ocak 2020 Raporu'nda yer alan verilerin EUROSTAT veri tabanından ilgili yıllara ait nüfus bilgilerinin temin edilmesi ve beraber işlenmesi neticesinde elde edilmiştir.

Girdi değişkenlerine ait veriler 2 ülke için 2016 yılı, 2 ülke için 2018 yılı verileri iken diğer ülkeler için 2017 yılı verileridir. “Milyon Kişiyeye Düşen Bilimsel Yayın Sayısı” çıktı değişkeni SciVal (2024) raporlarında sağlık alanına ilişkin 4 ana alt başlıktaki ASJC (All Science Journal Classifications) kodlarına göre 2020-2021 yıllarındaki tüm yayın türleri için elde edilmiştir. Sonrasında ülkelerin ilgili yıllara göre EUROSTAT verileri ile yıllık ortalama “Milyon Kişiyeye Düşen Bilimsel Yayın Sayısı (adet)” hesaplanmıştır. Diğer çıktı değişkeni olan “Milyon Kişiyeye Düşen Patent Başvuru Sayısı” ise OECD veri tabanından 2019 yılına ait olanlar temin edilerek, hesaplanmıştır. Böylelikle, Ar-Ge girdilerinin ortalama 2-5 yıl içinde çıktılara dönüştüğü genel kabulüne uygun girdi-çıkı değişkenleri kullanılmıştır. Tablo 3’te yıl bazlı düzenlenen model değişkenlerine ait tanımlayıcı istatistiksel bilgiler yer almaktadır.

Tablo 3. Girdi-Çıkı Değişkenlerine İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler

İstatistik Türü	Girdiler		Çıkıtlar	
	Milyon Kişiyeye Düşen Sağlık Ar-Ge Harcaması (milyon \$)	Milyon Kişiyeye Düşen Sağlık Ar-Ge TZE Araştırmacı Sayısı	Milyon Kişiyeye Düşen Bilimsel Yayın Sayısı	Milyon Kişiyeye Düşen Patent Başvuru Sayısı
Ortalama	31,03	302,19	1.118,30	7,37
Standart Sapma	39,51	170,38	694,78	12,31
En Küçük Değer	2,54	93,00	407,65	0,35
En Büyük Değer	160,76	755,00	2.960,81	52,69

Tablo 3’te görüleceği üzere, çalışmaya dâhil edilen 16 ülke arasında milyon kişi başına düşen sağlık Ar-Ge harcaması için 160,76 milyon \$ en yüksek değer iken 2,54 milyon \$ en düşük değerdir. Milyon kişi başına düşen sağlık Ar-Ge TZE araştırmacı sayısının en yüksek olduğu ülkedeki sayı 755 kişi iken en düşük olduğu ülkedeki sayı 93 kişidir. Tablo 3’te, milyon kişiyeye düşen bilimsel yayın sayısı için en büyük değer en küçük değer yaklaşık 7,5 katı olduğu görülecektir. Milyon kişiyeye düşen patent başvuru sayısı incelendiğinde ise en küçük değer ile en büyük değer arasındaki farkın yaklaşık 150 kat olduğu görülecektir.

4. BULGULAR

Çalışmanın bu bölümünde Türkiye ve 15 AB ülkesinin sağlık Ar-Ge faaliyetlerinin görelî etkinliklerini ölçebilmek için VZA modellerinden çıktı odaklı ölçüğe göre sabit getiri (Constant Returns to Scale- CRS) ve çıktı odaklı ölçüğe göre değişken getiri (Variable Returns to Scale -VRS) varsayımlarına göre gerçekleştirilen analiz bulgularına yer verilmiştir.

4.1. Çıktı Odaklı CCR Modeli Analiz Sonuçları

Çalışmada yer alan 16 ülkenin, CRS varsayımına göre gerçekleştirilen çıktı odaklı CCR analiz sonuçlarına göre elde edilen teknik etkinlik değerleri Tablo 4’te yer almaktadır.

Tablo 4. Çıktı Odaklı CCR Modeli Analiz Sonuçları

No.	KVB	Teknik Etkinlik Değeri	Sıralama	No.	KVB	Teknik Etkinlik Değeri	Sıralama
1	Bulgaristan	0,2756	16	9	Malta	0,836	6
2	Çekya	0,5617	9	10	Polonya	0,3175	15
3	Estonya	0,635	8	11	Portekiz	0,5454	10
4	Hollanda	1	1	12	Romanya	0,9346	5
5	Letonya	1	1	13	Slovakya	0,5234	11
6	Litvanya	0,7445	7	14	Slovenya	1	1
7	Lüksemburg	1	1	15	Türkiye	0,4701	12
8	Macaristan	0,4579	13	16	Yunanistan	0,4237	14
Ortalama Teknik Etkinlik Değeri				0,6703			

Tablo 4 incelendiğinde, çalışmada yer alan 16 ülke arasından 4 ülkenin teknik etkinlik değerinin çıktı odaklı CCR modeline göre “1” olduğu görülecektir. Diğer bir ifadeyle, Hollanda, Letonya, Lüksemburg ve Slovenya’nın teknik etkin ülkeler olduğu görülmektedir. Türkiye ile diğer 11 AB ülkesinin teknik etkinlik değerleri “1” den küçüktür ve teknik etkin çıkmamıştır. Teknik etkinlik değeri 0,2756 olan Bulgaristan çıktı odaklı CCR modeline göre sıralamada son sırada olan ülkedir. Türkiye’nin teknik etkinlik değeri ise 0,4701 olarak bulunmuştur. Teknik etkin olan, Hollanda, Letonya, Lüksemburg ve Slovenya dışında Litvanya ve Romanya ise 0,6703 olarak hesaplanan ortalama teknik etkinlik değerinin üzerinde değerlere sahip

ülkelerdir. Bulgaristan'dan sonra sırasıyla en düşük teknik etkinlik değerine sahip ülkeler Polonya ve Yunanistan'dır.

4.2. Çıktı Odaklı BCC Modeli Analiz Sonuçları

Çalışmada yer alan 16 ülkenin, VRS varsayımına göre gerçekleştirilen çıktı odaklı BCC modeli analiz sonuçlarına göre saf teknik etkinlik değerleri Tablo 5'te yer almaktadır.

Tablo 5. Çıktı Odaklı BCC Modeli Analiz Sonuçları

No.	KVB	Saf Teknik Etkinlik Değeri	Sıralama	No.	KVB	Saf Teknik Etkinlik Değeri	Sıralama
1	Bulgaristan	0,2991	16	9	Malta	0,8619	7
2	Çekya	0,5813	11	10	Polonya	0,3958	15
3	Estonya	0,6442	10	11	Portekiz	0,9446	6
4	Hollanda	1	1	12	Romanya	1	1
5	Letonya	1	1	13	Slovakya	0,5645	12
6	Litvanya	0,7446	9	14	Slovenya	1	1
7	Lüksemburg	1	1	15	Türkiye	0,5092	13
8	Macaristan	0,4659	14	16	Yunanistan	0,788	8
Ortalama Saf Teknik Etkinlik Değeri				0,7374			

Tablo 5 incelendiğinde, çıktı odaklı BCC modeline göre çalışmada yer alan 16 ülke arasından 5 ülkenin saf teknik etkinlik değerinin “1” olduğu görülmektedir. Hollanda, Letonya, Lüksemburg, Romanya ve Slovenya saf teknik etkin ülkelerdir. Bahsedilen saf teknik ülkeler haricinde Türkiye ile diğer 10 AB ülkesinin saf teknik etkinlik değerleri ise “1” den küçüktür. Saf teknik olmayan bu ülkeler arasında saf teknik etkinlik skoru 0,2991 olan Bulgaristan çıktı odaklı BCC modeline göre sıralamada son sıradaki ülkedir. Saf teknik etkin olan Hollanda, Letonya, Lüksemburg, Romanya ve Slovenya dışında Litvanya, Malta ve Portekiz 0,7374 olarak hesaplanan ortalama saf teknik etkinlik değeri üzerinde değerlere sahiptir. Ortalama saf teknik etkinlik sıralamasının son sırasında olan Bulgaristan haricinde ortalama saf teknik etkinlik değerinin altında kalan ülkeler Çekya, Estonya, Macaristan, Polonya, Slovakya ve Türkiye'dir.

4.3. Ölçek Etkinliği Sonuçları

Çalışmada yer alan ülkelerin teknik ve saf teknik etkinlik değerleri arasında meydana gelen ölçek farklarının belirlenebilmesi için Tablo 6'da ölçek etkinliği değerlerine yer verilmiştir.

Tablo 6. Ölçek Etkinliği Sonuçları

No.	KVB	Ölçek Etkinlik Değeri	No.	KVB	Teknik Etkinlik Değeri
1	Bulgaristan	0,9214	9	Malta	0,9700
2	Çekya	0,9663	10	Polonya	0,8022
3	Estonya	0,9857	11	Portekiz	0,5774
4	Hollanda	1	12	Romanya	0,9346
5	Letonya	1	13	Slovakya	0,9272
6	Litvanya	0,9999	14	Slovenya	1
7	Lüksemburg	1	15	Türkiye	0,9232
8	Macaristan	0,9828	16	Yunanistan	0,5377
Ortalama Ölçek Etkinlik Değeri			0,9080		

Her bir KVB için saf teknik etkinlik değerinin teknik etkinlik değerine oranlanmasıyla hesaplanan ölçek etkinliği değerinin sadece Hollanda, Letonya, Lüksemburg ve Slovenya için farklılaşmadığı Tablo 6'da görülmektedir. Geriye kalan ülkelerde Yunanistan 0,5377 ölçek etkinliği değeri ile en düşük değere sahipken, Litvanya 0,9999 ölçek etkinliği değeri ile en yüksek değere sahiptir. Bulgaristan, Çekya, Estonya, Litvanya, Macaristan, Malta, Romanya, Slovakya ve Türkiye, 0,9080 olan ortalama ölçek etkinlik değeri üzerinde değerlere sahipken, Polonya, Portekiz ve Yunanistan ise ortalama ölçek etkinlik değeri altında değerlere sahiptir.

4.4. İyileştirme Oranları İçin Sonuçlar

Çıktı odaklı CCR ve BCC modelleriyle yapılan analizlerin sonuçları dikkate alınarak 13 ülkenin (iki modelde de etkin çıkan Hollanda, Letonya, Lüksemburg ve Slovenya hariç) çıktı olarak kabul edilen gösterge değerlerine ilişkin potansiyel yüzdesel iyileştirme projeksiyon değerleri Tablo 7'de yer almaktadır.

Tablo 7. Potansiyel Yüzdesel İyileştirme Projeksiyon Değerleri

No.	KVB	CCR		BCC	
		Milyon Kişiyeye Düşen Yayın Sayısı (%)	Milyon Kişiyeye Düşen Patent Başvuru Sayısı (%)	Milyon Kişiyeye Düşen Yayın Sayısı (%)	Milyon Kişiyeye Düşen Patent Başvuru Sayısı (%)
1	Bulgaristan	262,81	796,84	234,38	860,15
2	Çekya	78,04	159,84	72,02	162,62
3	Estonya	57,49	115,73	55,23	103,75
4	Litvanya	34,31	76,98	34,31	76,98
5	Macaristan	118,40	238,69	114,63	216,61
6	Malta	19,62	259,99	16,02	263,41
7	Polonya	214,98	655,48	152,64	553,63
8	Portekiz	83,36	286,62	5,87	190,73
9	Romanya	7,00	671,04	0,00	0,01
10	Slovakya	91,07	478,41	77,16	519,81
11	Türkiye	112,70	682,19	96,39	453,04
12	Yunanistan	136,04	1.003,26	26,91	675,48
	Ortalama İyileştirme Oranı	75,99	339,07	55,35	254,76

Çıktı odaklı CCR modeli analiz sonuçlarına göre yayın sayısı bakımından en yüksek iyileştirme oranı öngörülen ülke %262,81 değeri ile Bulgaristan iken patent başvuru sayısı bakımından en yüksek iyileştirme oranı öngörülen ülke %1.003,26 değeri ile Yunanistan'dır. Bu modelde, yayın sayısı bakımından ortalama iyileştirme oranı %75,99 iken patent başvuru sayısı bakımından ortalama iyileştirme oranı % 339,07'dir. Çıktı odaklı BCC modeli analiz sonuçlarına göre ise yayın sayısı bakımından en yüksek iyileştirme oranı öngörülen ülke % 234,38 değeri ile Bulgaristan iken patent başvuru sayısı bakımından en yüksek iyileştirme oranı öngörülen ülke % 860,15 değerleri yine Bulgaristan'dır. Çıktı odaklı BCC modelinde, yayın sayısı bakımından ortalama iyileştirme oranı %55,35 iken patent başvuru sayısı bakımından ortalama iyileştirme oranı %254,76'dır.

4.5. Bulgular Genel Değerlendirme

Önceki bölümlerde ayrı ayrı değerlendirilen analiz bulguları, çalışmanın bu bölümünde birlikte değerlendirilmektedir ve elde edilen sonuçlara Tablo 8’de özet şeklinde yer verilmiştir.

Tablo 8. Modellere Göre Elde Edilen Bulgular

No.	KVB	Çıktı Odaklı CCR			Çıktı Odaklı BCC		
		Etkinlik Değeri	İyileştirme Oranı		Etkinlik Değeri	İyileştirme Oranı	
			Milyon Kişiyeye Düşen Yayın Sayısı (%)	Milyon Kişiyeye Düşen Patent Başvuru Sayısı (%)		Milyon Kişiyeye Düşen Yayın Sayısı (%)	Milyon Kişiyeye Düşen Patent Başvuru Sayısı (%)
1	Bulgaristan	0,2756	262,81	796,84	0,2991	234,38	860,15
2	Çekya	0,5617	78,04	159,84	0,5813	72,02	162,62
3	Estonya	0,6350	57,49	115,73	0,6442	55,23	103,75
4	Hollanda	1	-	-	1	-	-
5	Letonya	1	-	-	1	-	-
6	Litvanya	0,7445	34,31	76,98	0,7446	34,31	76,98
7	Lüksemburg	1	-	-	1	-	-
8	Macaristan	0,4579	118,40	238,69	0,4659	114,63	216,61
9	Malta	0,8360	19,62	259,99	0,8619	16,02	263,41
10	Polonya	0,3175	214,98	655,48	0,3958	152,64	553,63
11	Portekiz	0,5454	83,36	286,62	0,9446	5,87	190,73
12	Romanya	0,9346	7,00	671,04	1	-	-
13	Slovakya	0,5234	91,07	478,41	0,5645	77,16	519,81
14	Slovenya	1	-	-	1	-	-
15	Türkiye	0,4701	112,70	682,19	0,5092	96,39	453,04
16	Yunanistan	0,4237	136,04	1.003,26	0,788	26,91	675,48
	Ortalama	0,6703	101,32	452,09	0,7374	73,80	339,69

Tablo 8’de görüleceği üzere, çıktı odaklı CCR modeli teknik etkinlik değerlerine göre Hollanda, Letonya, Lüksemburg ve Slovenya teknik etkin ülkeler çıkarken, çıktı odaklı BCC modeli saf teknik etkinlik değerine göre ise bu ülkelere ilave olarak Romanya saf teknik etkin ülke olarak bulunmuştur. Her iki model birlikte değerlendirildiğinde, teknik etkinlik skoru 0,9346 iken saf teknik etkinlik skoru 1 değeri alan Romanya’nın etkin ülke durumu farklılaşmıştır. Ayrıca, Yunanistan ve Portekiz’in teknik etkinlik skoru ile saf teknik etkinlik değerleri arasında farkın fazla olduğu söylenebilir. Geriye kalan 13 ülkenin çıktı odaklı CCR modeli teknik etkinlik değerleri ile çıktı odaklı BCC modeli saf teknik etkinlik değerleri arasında çok büyük farklılıklar söz konusu değildir ve BCC modelinin yapısı gereği ülkelerin saf teknik etkinlik skorları daha yüksek seviyedir.

Çıktı odaklı CCR modeli sonuçlarına göre “Milyon Kişiyeye Düşen Bilimsel Yayın Sayısı” çıktı değişkeni için iyileştirme oranı en yüksek ülke Bulgaristan’dır ve bu çıktı değişkeninde yaklaşık 2,5 kat kadar bir iyileştirme yapması öngörülmektedir. Sonrasında ise sırasıyla Polonya ve Yunanistan bu çıktı değişkeninde en fazla iyileştirmeye ihtiyacı olan ülkelerdir. Çıktı odaklı BCC modeli sonuçlarına göre “Milyon Kişiyeye Düşen Bilimsel Yayın Sayısı” çıktı değişkeni için en yüksek seviyede iyileştirme yapması gereken ülke yine Bulgaristan’dır ve neredeyse yine 2,5 kat kadar bir iyileştirmeye ihtiyacı vardır. Sonrasında sırasıyla yaklaşık 1,5 kat ve 1 kat iyileştirmeye ihtiyaç duyan ülkeler Polonya ve Macaristan’dır.

Diğer çıktı değişkeni olan “Milyon Kişiyeye Düşen Patent Başvuru Sayısı” için çıktı odaklı CCR modeli sonuçlarına göre iyileştirme oranı en yüksek tespit edilen ülke %1.003,26 oranı ile Yunanistan’dır. Yunanistan’ı sırasıyla %796,84 ve % 682,19 seviyelerinde ihtiyaç duyulan iyileştirme oranları ile Bulgaristan ve Türkiye takip etmektedir. Çıktı odaklı BCC modeli sonuçlarına göre iyileştirme oranı en yüksek tespit edilen ülke ise, % 860,15 oranı ile Bulgaristan’dır. Sonrasında, Yunanistan “Milyon Kişiyeye Düşen Bilimsel Yayın Sayısı” çıktı değişkeni için yaklaşık 7 kat iyileştirmeye ihtiyaç duyan ülkedir.

5. TARTIŞMA

Sağlık alanında dışa bağımlılığı en az seviyeye indirebilmek özellikle yaşlanan nüfus ve artan sağlık harcamaları sebebiyle ülkelerin ekonomik yükünü azaltabilmek, gün geçtikte daha da önemli hale gelmektedir. Ülkelerin sağlık alanı Ar-Ge faaliyetlerinde kapasitesini arttırması ve sağlık alanında katma değerli çıktılar üretmesi, sağlık alanında dışa bağımlılığın asgari seviyeye indirilebilmesi ve hatta küresel anlamda lider konuma gelinebilmesi için en temel çözümlerinden biridir. Küçük (2019) çalışmasında, sağlık sektöründeki Ar-Ge faaliyetlerinin gelişmiş ülkeler için ekonomik kalkınmada temel itici güç olmasına, sağlık hizmetlerindeki etkinlik ve verimlilik üzerine etkisine değinirken, Türkiye'nin de dış ticaret açığını azaltmak ve teknolojik yetkinliği arttırmak için Ar-Ge'ye önem vermesi gerektiğini belirtmektedir.

Bu bağlamda çalışmalar yürütülürken tüketilen kaynaklar (girdiler) ile üretilen çıktılar bakımından rakiplere göre etkinlik kıyaslanmasının yapılması ve çıkan sonuçlara göre gerekli iyileştirmelerin yapılması önemlidir. Benzer ülkelerin birbirleriyle kıyaslanmasının daha sağlıklı bulgular sağlayabileceği varsayımıyla bu çalışmada Türkiye ve 15 Avrupa Birliği ülkenin sağlık Ar-Ge faaliyetlerindeki etkinlikleri çıktı odaklı CCR ve çıktı odaklı BCC modelleri ile analiz edilmiştir.

Elde edilen bulgulara göre, ülkelerin büyük bir bölümünün çıktı odaklı CCR modeli teknik etkinlik değerleri ile çıktı odaklı BCC modeli saf teknik etkinlik değerleri ve sıralamaları arasında yöntemlerin doğasından kaynaklanan (her ülkenin saf teknik etkinlik değerinin teknik etkinlik değerinden büyük olması) durumlar haricinde aykırı bir durum tespit edilmemiş ve literatürde genel Ar-Ge faaliyetlerini analiz eden çalışmalardaki bulgulara uyumlu sonuçlar gözlemlenmiştir. Fakat kullanılan girdi-çıkıtı değişkelerinin farklı olduğu, KVB sayısının arttığı ya da azaldığı ve hatta verilerin dönemleri değiştiği durumlarda farklı bulgular elde edilmesi mümkündür. Örneğin, Yıldırım (2015) tarafından ülkelerin genel Ar-Ge etkinliği üzerine yapılan çalışmada, sonuçların literatürdeki çalışmalardan farklılaşabildiği görülmüştür. Bahsedildiği gibi KVB'lerin farklılığı, dönemsel farklılıklar ve girdi-çıkıtı değişkenleri bakımından oluşturulan model farklılıkları bulgu sonuçlarında diğer çalışmalara göre farklar ortaya koyabilmektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ülkeler tarafından sağlık alanı Ar-Ge faaliyetlerinin kapasitesinin artırılması ve sağlık alanında katma değerli çıktılar üretilebilmesi, yaşlanan dünya nüfusu ve her geçen gün artan sağlık harcamaları nedeniyle önemli bir hedef olmalıdır. Avrupa Komisyonu yayınlarında, 2030 yılı projeksiyonuna göre AB ülkelerinin toplam bütçesinin yaklaşık % 12 ile %15'lik bölümünü sağlık harcamalarının oluşturacağını ve son 30 yıllık dönemde sağlık harcamalarının ekonomik büyüme rakamlarından daha hızlı büyüdüğünü belirterek, ısrarla sağlık Ar-Ge faaliyetlerinin önemine işaret etmektedir. Bu bağlamda, Ar-Ge faaliyetlerine insan kaynağı ve finansal yatırımlar yapılırken karşılığında neler üretilebildiği ve ne seviyede üretildiği de ülkelerin avantajlı ya da dezavantajlı konumda olmalarını belirleyecektir. Bu sebeple, bu çalışmada ülkelerin sağlık Ar-Ge faaliyetlerinin belirli girdi-çıkıtı değişkenleri üzerinden etkinlik kıyaslamasının tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu çalışma kapsamında, aşağıdaki hususlar hakkında önerilerde bulunmaktadır.

Çalışma kapsamında verisine ulaşamayan AB üyesi ülkelere daha fazlasının KVB olarak modele eklenebileceği, artan KVB sayısına göre ülkelerin ayrı gruplar halinde analiz edilebileceği ya da girdi-çıkıtı değişkenleri için ağırlıklandırmalar yapılabileceği vb. gibi senaryolarda farklı sonuçlar elde edilebileceği unutulmamalıdır.

Ülkelerinin sağlık Ar-Ge etkinlik analizleri üzerine gelecekte yapılabilecek çalışmalarda uzun dönem verileri ile farklı girdi-çıkıtı değişkeni gibi değişiklikler ile çalışmalar çeşitlendirilirse, bu çalışmanın literatüre katacağı katkının yanında başka potansiyel katkılar da eklenecektir.

Ayrıca, İnsani Gelişme Endeksi (İGE) boyutları ve göstergeleri gibi bazı çevresel faktörlerin ülkelerin sağlık Ar-Ge faaliyetlerinin etkinliği üzerine olumlu ya da olumsuz etkilerinin ölçülebilmesinin sağlık Ar-Ge faaliyetlerinin etkinliğini arttırabilmeyi hedefleyen ülkeler adına avantajlar sağlayabileceği düşünülmektedir.

Sonuç olarak, çalışma kapsamında, Türkiye ile girdi-çıkıtı değişkenleri bakımından verisine ulaşılabilen 15 AB ülkenin sağlık alanı Ar-Ge faaliyetlerinin etkinliğinin karşılaştırmalı olarak analizi doğrusal programlama tabanlı bir karar analizi yaklaşımı olan VZA yönteminin başarılı sonuçlar verebildiği görülmüştür.

Çıkar Çatışması ve Etik Beyan: Makalede hiçbir suç unsuru veya kanuna aykırı ifade bulunmadığını, araştırma yapılırken kanuna aykırı herhangi bir malzeme ve yöntem kullanılmamış ve etik kurallara uygun hareket edilmiştir.

KAYNAKLAR

- Cai, Y. (2011). Factors affecting the efficiency of the BRICSS' national innovation systems: A comparative study based on DEA and Panel Data Analysis. Economics Discussion Paper, (2011-52).
- Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Tone, K. (2006). Introduction to data envelopment analysis and its uses: With DEA-solver software and references. Springer Science and Business Media.
- Dobrzanski, P., and Bobowski, S. (2020). The efficiency of R and D expenditures in ASEAN countries. Sustainability, 12(7), 2686.
- DSÖ. (2024a). R and D indicators. Erişim Adresi: <https://www.who.int/observatories/global-observatory-on-health-research-and-development/indicators/health-researchers-in-full-time-equivalent-per-million-inhabitants-by-income-group-second-set-of-charts-jan-2020> internet adresi. Erişim tarihi: 19.01.2024.
- DSÖ. (2024b). R and D indicators. Erişim Adresi: <https://www.who.int/observatories/global-observatory-on-health-research-and-development/indicators/gross-domestic-r-d-expenditure-on-health-as-a-percent-of-gross-domestic-product-gdp-Jan-2020> internet adresi. Erişim tarihi: 05.01.2024.
- DSÖ. (2024c). Benchmarking gross domestic R and D expenditure on health and medical sciences (health GERD) across countries against global targets. Erişim Adresi: <https://www.who.int/observatories/global-observatory-on-health-research-and-development/benchmarking/benchmarking-gross-domestic-r-d-expenditure-on-health-and-medical-sciences-across-countries-against-global-targets#data-sources> internet adresi. Erişim tarihi: 02.03.2024.
- DSÖ. (2024d). Health researchers (in full-time equivalent) per million inhabitants, by income group (second set of charts). Erişim Adresi: <https://www.who.int/observatories/global-observatory-on-health-research-and-development/indicators/health-researchers-in-full-time-equivalent-per-million-inhabitants-by-income-group-second-set-of-charts> internet adresi. Erişim tarihi: 07.01.2024.
- 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), 245-2.
- EPO. (2024). European patent applications. Erişim Adresi <https://report-archive.epo.org/about-us/annual-reports-statistics/statistics/2021/statistics/patent-applications.html> internet adresi. Erişim tarihi: 09.01.2024.

- EUROSTAT. (2024). Population and demography. Erişim Adresi <https://ec.europa.eu/eurostat/web/population-demography/demography-population-stock-balance/database> internet adresi. Erişim tarihi: 02.02.2024.
- Gökgöz, F. (2010). Measuring the financial efficiencies and performances of Turkish funds. *Acta Oeconomica*, 60(3), 295-320.
- Herzlinger, R. E. (2006). Why innovation in health care is so hard. *Harvard Business Review*, 84(5), 58.
- Küçük, A. (2019). Türkiye'nin Sağlık Ar-Ge Politikasında Kamu-Özel Ortaklığı (KÖO) Modelinin Önemi. *Social Sciences*, 14(6), 3211-3229.
- OECD.Stat. (2024). Patents by technology. Erişim Adresi https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=GERD_TORD internet adresi. Erişim tarihi: 02.03.2024.
- Ramanathan, R. (2003). An introduction to data envelopment analysis: A tool for performance measurement. Sage. Yeni Delhi. Waters, SciVal. (2024). Overview. Erişim Adresi: <https://www.scival.com/overview/countries> Erişim tarihi: 21.01.2024.
- SciVal. (2024). Overview. Erişim adresi: <https://www.scival.com/overview/countries>. Erişim tarihi: 21.01.2024.
- TÜBİTAK ULAKBİM Bibliyometrik. (2024). Bilim dallarında dünya, ülkeler ve gruplara ait veriler: tıbbi bilimler (2010-2015). Erişim Adresi: <http://cabim.ulakbim.gov.tr/wp-content/uploads/sites/4/2016/11/2010-2015-T%C4%B1bbi-Bilimler.pdf> Erişim tarihi: 05.01.2024.
- Waters, R., & Urquhart, L. (2019). World Preview 2019, Outlook to 2024. *Eval Pharma*, 1-26.
- Yıldırım, İ. (2015). Avrupa Ülkelerinin Ar-Ge Etkinlik Analizi (Yüksek Lisans Tezi). Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.