

Seçili OECD Ülkelerinde Kamu AR-GE Harcamalarının Etkinliğinin Analizi Analysis of the Effectiveness of Public R&D Expenditures in Selected OECD Countries

Erdem Utku EKE,¹ Emine AYRANCI BAĞRIAÇIK²

Öz

Kısıtlı kamu kaynağının tüm alanlarla birlikte AR-GE faaliyetleri açısından etkin kullanımının sağlanması devlet bütçeleri ve ülke ekonomileri için önemlidir. Bu doğrultuda çalışmada Türkiye'nin de aralarında yer aldığı 29 OECD ülkesinin 2019 yılı kamu AR-GE harcamalarının göreceli etkinliği çıktı odaklı ölçeğe göre değişen getirili VZA modeli ile analiz edilmektedir. Yapılan analiz sonuçlarına göre; Kanada, Danimarka, Finlandiya, İzlanda, İrlanda, Japonya, Letonya, Litvanya, Lüksemburg, Meksika, Norveç, Portekiz, Slovakya ve İngiltere görece teknik etkinliğe sahip olan ülkelerdir. Görece teknik etkinlik değeri en düşük olan ülkeler sırasıyla Macaristan, Çek Cumhuriyeti, Fransa ve Yunanistan'dır. Türkiye ise etkinlik sınırını yakalayamayan ülkeler arasında yer almaktadır. Türkiye'nin görece teknik etkinlik sınırını yakalayamamasının en büyük nedeni ise patent sayısının az olmasıdır.

Jel Kodları: C14, D60, H50, O38

Anahtar Kelimeler: Kamu Ar-Ge Harcamaları, Veri Zarflama Analizi, Etkinlik Analizi

Abstract

Ensuring the effective use of limited public resources in terms of R&D activities, together with all fields, is important for state budgets and national economies. Accordingly, this study analyzes the relative efficiency of public R&D expenditures of 29 OECD countries, including Turkey in 2019, with the DEA model with variable returns according to the output-oriented scale. According to the results of the analysis, countries with relative technical efficiency are Canada, Denmark, Finland, Iceland, Ireland, Japan, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Mexico, Norway, Portugal, Slovakia and England. The countries with the lowest relative technical efficiency value are Hungary, the Czech Republic, France and Greece. On the other hand, Turkey is one of the countries that cannot reach the efficiency limit. The biggest reason is that the number of patents in Turkey is low.

Jel Codes: C14, D60, H50, O38

Keywords: Public R&D Expenditures, Data Envelopment Analysis, The Efficiency Analysis

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, utkueke@nohu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-9602-6242

² Dr. Öğr. Üyesi, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, emine.ayranci@gmail.com, ORCID: 0000-0001-6258-4214



Eke, E. E. & Ayrancı Bağrıaçık, E. (2022). Seçili OECD Ülkelerinde Kamu AR-GE Harcamalarının Etkinliğinin Analizi. *Fiscaoeconomia*, 6(2), 699-725.
Doi: 10.25295/fsecon.1098193

1. Giriş

Bir ülke ekonomisinin gelişimi, günümüzde sadece üretim miktarının artması, daha fazla işgücü potansiyeline sahip genç bir nüfusun mevcudiyeti veya sermaye birikiminin yeterli düzeyde sağlanması gibi geleneksel üretim faktörlerinin çokluğuna dayalı olmaktan çıkmıştır. Üretim faktörlerinin niceliğinden çok niteliği önemli bir hal almış ve nitelikli iş gücü, nitelikli sermaye gibi kavramlar üretim miktarının artışından daha çok katma değeri yüksek bir üretimin gerçekleşmesi için temel koşula dönüşmüş durumdadır.

En basit tanım itibarıyla bir ürünün nihai olarak ortaya çıkan fiyatından o ürünün ortaya çıkış sürecindeki katlanılan maliyetlerinin tümünün çıkarılması sonucu oluşan aradaki fark katma değeri oluşturmaktadır (Coltrain, Barton ve Boland, 2000, s. 5). Kısaca girdi ve çıktı arasındaki farkın yüksek olması katma değer miktarını belirlemektedir.

Milli gelir açısından olaya yaklaşıldığında, katma değeri yüksek ürün üretimi tek başına milli gelirin artışını sağlamada yeterli olmayıp; üretilen ürünün her aşamasında ithal ara malı yerine yerli ürüne dayalı bir üretimin gerçekleşmesi dış ticaret açığının artmasını da engelleyerek ekonomik anlamda daha fazla fayda sağlayacaktır (Güneş, Togay ve Güneş, 2015, s. 100).

İhracat açısından yüksek teknoloji ile üretilmiş elektronik bir ürünün ekonomi içinde yaratacağı fayda tarımsal üretim ile karşılaştırıldığında sadece dış ticaret açığını kapamadaki özelliği ile değil; aynı zamanda iç pazarda ülke ekonomisinin gelişmesi adına daha somut bir adım atılmasını sağlamaktadır.

Gelişen ve küreselleşen piyasa koşullarında rekabetin gittikçe zorlaşması ve daha önemli bir hal alması üretim aşamasında firmalar açısından yeni teknolojilerin kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. Ürün farklılaştırmasına gidilmesi rekabette firmaları bir adım öne taşırken aynı zamanda üretim maliyetlerinin düşmesi açısından da yüksek teknolojinin kullanılması için bu alanda ciddi yatırımlar gerçekleştirilmektedir.

Daha ucuza daha değerli üretimin gerçekleşmesi, günümüzde özel sektör açısından yüksek teknolojiye sahip üretim için araştırma-geliştirme çalışmalarına yönelmeyi ve yatırımların bu alanda yapılmasını zorunlu kılmaktadır. Bu noktada, özel sektörün araştırma-geliştirme faaliyetlerine (Ar-Ge) ayırdıkları bütçelerin yanında ülke ekonomisi açısından bakıldığında devletin de kamu harcamaları içerisinde bu alana yönelik harcamaları arttırmaya başladığı görülmektedir.

Kamu bütçesinden Ar-Ge faaliyetlerine yönelik yapılan harcamaların etkinliği ise özellikle bütçe açığı veren ve cari açık sorunu yaşayan Türkiye gibi gelişmekte olan ülkeler açısından büyük önem taşımaktadır. Ar-Ge faaliyetlerinin desteklenmesi özel sektöre sağlanan teşvik ve sübvansiyonlar, yükseköğretim kurumları tarafından yapılan bilimsel çalışmalara katkı ve nihayetinde doğrudan kamunun yaptığı harcamaların bir birleşimi şeklinde gerçekleşmektedir.

Ar-Ge faaliyetleri için yapılan harcamaların etkinliğini farklı yöntemler kullanarak ölçmek mümkündür. Günümüzde özel sektör içerisinde birçok firmanın departmanlarını oluşturarak yatırım bütçelerinden pay verdiği Ar-Ge çalışmalarının yanında kamunun da sürekli bütçelerinden ayırdığı paylar artış göstermektedir. OECD ülkelerine ilişkin kamunun Ar-Ge harcamalarının etkinliğini ölçmek adına göreceli etkinlik ölçüm yöntemi olan Veri Zarflama



Eke, E. E. & Ayrancı Bağrıaçık, E. (2022). Seçili OECD Ülkelerinde Kamu AR-GE Harcamalarının Etkinliğinin Analizi. *Fiscaoeconomia*, 6(2), 699-725.
Doi: 10.25295/fsecon.1098193

Analizi çerçevesinde araştırma geliştirme faaliyetlerine yönelik yapılan kamu harcamalarının etkinlik analizi ise bu çalışmanın konusunu oluşturmaktadır. Çalışmada, Türkiye'nin de aralarında bulunduğu 29 OECD ülkesinin kamu Ar-Ge harcamalarının etkin kullanımı 2019 yılı için Veri Zarflama Analizi ile değerlendirilmektedir. Bu çerçevede çalışma sırasıyla giriş, Ar-Ge'nin tanımı ve kapsamı, Veri Zarflama Analizi, kamu Ar-Ge harcamalarının etkinlik analizi, bulgular ve sonuç başlıklarından oluşmaktadır.

2. Araştırma-Geliştirme tanımı ve kapsamı

Kavramsal olarak Ar-Ge faaliyeti, günümüzde üretimde karşılaşılan yüksek maliyetlerin düşürülmesi, daha yenilikçi üretim teknolojilerinin ortaya çıkabilmesi ve insan faktörü açısından değerlendirildiğinde beşeri sermayenin gelişimi gibi birçok farklı unsuru bünyesinde barındırmaktadır.

Literatürde yer alan farklı tanımlamalara değinmeden önce Türkiye için yasal mevzuata bakıldığında 5746 sayılı "Araştırma ve Geliştirme Faaliyetlerinin Desteklenmesi Hakkında Kanun Genel Tebliğ" 2. Maddesinde Ar-Ge faaliyetini:

"...kültür, insan ve toplumun bilgisinden oluşan bilgi dağarcığının artırılması ve bunun yeni süreç, sistem ve uygulamalar tasarlamak üzere kullanılması için sistematik bir temelde yürütülen yaratıcı çalışmaları, çevre uyumlu ürün tasarımı veya yazılım faaliyetleri ile alanında bilimsel ve teknolojik gelişme sağlayan, bilimsel ve teknolojik bir belirsizliğe odaklanan, çıktıları özgün, deneysel, bilimsel ve teknik içerik taşıyan faaliyetler..."

şeklinde tanımlamaktadır (Ar-Ge ve Tasarım Faaliyetlerinin Desteklenmesi, 2016). Bu tanım Ar-Ge için OECD tarafından oluşturulan ve Ar-Ge faaliyetinin içeriğine ilişkin bir standardı belirleyen "Frascati Belgesi"ndeki tanıma benzerlik göstermektedir. Ar-Ge faaliyetinin içeriğine ilişkin ortak bir tanımın ilk olarak, OECD üyesi ülkelerin katılımı ile oluşturulan ve ilk baskısı 1963 yılında yayınlanmış "Frascati Belgesi"³nde yer aldığı görülmektedir. Burada yer alan tanım Avrupa Birliği başta olmak üzere UNESCO gibi diğer uluslararası teşkilatlarda ve OECD üyesi olan ve olmayan ülkelerin istatistik kurumları tarafından da kullanılmaktadır (Ertan, 2010, s. 34).

Frascati Belgesi'nde yer alan tanıma göre Ar-Ge, toplumsal hafızayı ve beşeri sermayeyi oluşturan insan, kültür ve toplum bilgisinin artırılması adına gerçekleştirilen her türlü yaratıcı ve sistematik çalışmayı kapsamaktadır (Frascati, 2015, s. 44).

Yerli literatürde yer alan bir başka tanımda ise Ar-Ge, ekonomik ihtiyaçların giderilmesi adına mevcut bilgi birikiminin ve beşeri sermaye stokunun kullanılarak yeni hizmetlerin ve ürünlerin geliştirilip pazara sunulması olarak açıklanmaktadır (Karagöl ve Karahan, 2014, s. 9).

³ Frascati Belgesi, OECD'ye üye olan ülkelerin uzmanlarının katılımı ile İtalya'nın Frascati kentinde hazırlanan bir belge olması nedeniyle bu şekilde adlandırılmış olup günümüzde Avrupa Birliği ve diğer uluslararası kuruluşların birçoğu için Ar-Ge tanımlamalarında standardı belirleyici bir belge özelliğini de taşımaktadır. Farklı yıllarda belge üzerinde revizyonlara gidilmekle beraber en son 2015 yılında yayınlanmış hali mevcuttur. Ayrıntı için bkz. "Frascati Manual 2015: Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development".



Eke, E. E. & Ayrancı Bağrıaçık, E. (2022). Seçili OECD Ülkelerinde Kamu AR-GE Harcamalarının Etkinliğinin Analizi. *Fiscaoeconomia*, 6(2), 699-725.
Doi: 10.25295/fsecon.1098193

Bu çalışmadan farklı bir yöntem seçilerek Stokastik Sınır Etkinsizlik Modeli'nin kullanıldığı bir başka çalışmada ise Türkiye'nin de içinde yer aldığı 23 OECD ülkesinde kamu harcamalarının etkinliği analiz edilmiştir (Aybarç ve Selim, 2017).

Bir başka Stokastik Sınır Yaklaşımı modelinin kullanıldığı yabancı literatüre ait çalışmada ise 30 farklı ülkenin oluşturduğu örneklem çerçevesinde Ar-Ge faaliyetlerinin görelî etkinlik analizi gerçekleştirilmiştir (Wang, 2007).

Veri Zarflama Analizi ile Türkiye'nin bulunmadığı, 22 ülkenin dâhil edildiği bir çalışmada ise Ar-Ge harcamalarının görelî etkinliğinin analizi tescilli patent sayısı üzerinden değerlendirilmiştir (Sharma ve Thomas, 2008).

2.1. Frascati Belgesi'ne Göre Ar-Ge Kriterleri

Uluslararası literatür açısından genel geçer bir standart oluşturduğu için Ar-Ge faaliyetlerinin incelemesinde esas alınan tanım "Frascati Belgesi"nde yer alan tanımdır. Bu belge 1963 yılından itibaren OECD üye ülkelerinin katılımı ile altı defa revize edilmiş⁴ ve son haline 2015 yılında kavuşmuştur.

Bir faaliyetin Ar-Ge faaliyeti olarak nitelendirilmesi için beş temel kriteri karşılması ve Ar-Ge faaliyetinin üç temel aktiviteyi metodolojik olarak kapsaması gerekmektedir (Frascati, 2015, s. 45).

Beş temel kriter; yeni, yaratıcı, kesin olmayan (belirsiz), sistematik ve aktarılabılır veya yeniden üretilebilir bir faaliyetin gerçekleşmesi gerektiğini söylemektedir. Prensipte bir Ar-Ge faaliyeti bu beş kriteri her zaman karşılamalıdır.

Burada yenilik kriteri orijinalliği, daha önce bulunmamış bir şeyi ortaya çıkarmayı ifade etmektedir. Yeni bir bilgi, bir Ar-Ge projesi için beklenen bir hedef olmalıdır. Yükseköğretim tarafından gerçekleştirilen Ar-Ge faaliyetlerinde yenilikçi ilerlemelerin kaydedilmesi beklenmektedir. Aynı şekilde özel sektör açısından da bir proje kapsamındaki Ar-Ge faaliyetinin bir işletme için yeni olan ve hâlihazırda kullanılmayan bulgular içermesi gerekmektedir. Yaratıcılık kriteri de yenilikçilik kriteri gibi orijinallikle alakalı olup; aynı zamanda sıradan olmamayı içermektedir. Mutlaka bir Ar-Ge projesinin objektif olarak mevcut bilgiyi geliştiren yeni kavramlara veya fikirlere sahip olması gerektiğini ifade etmektedir. Kesin olmama kriteri, nihai çıktı açısından belirsizliği temsil etmektedir. Bir Ar-Ge projesinin başlangıç aşamasında sonuç önceden kestirilemeyeceği için süresi ve proje maliyetinin hedeflere göre kesin olarak belirlenmesi mümkün olmamaktadır. Belirsizliğin ortaya çıkardığı olumsuz durumu bir diğer kriter olan sistematiklik telafi etmektedir. Sistematiklik ilkesi planlı ve bütçelenmiş bir Ar-Ge çalışması gerekliliğini ileri sürmektedir. Son olarak ise ortaya çıkan sonuçların taşınabilmesi ve tekrar üretilebilmesi gerekmektedir. Yani ortaya çıkan yeni bilginin

⁴ 1963 yılından sonra 1970, 1976, 1981, 1994 ve 2002 yıllarında yayınlanan belgenin son hali 2015 yılında yayınlanmış olup, teknolojik gelişmelere paralel bir şekilde günümüzde Ar-Ge faaliyetlerinin kapsam alanı ve bir faaliyetin Ar-Ge olarak sayılması için gerekli koşulların revize edilmesi ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Bu değişiklikler son revizyonda gerçekleştirilmiştir. Belgenin diğer versiyonları için bkz. <https://www.oecd.org/sti/inno/frascati-manual.htm>



Eke, E. E. & Ayrancı Bağrıaçık, E. (2022). Seçili OECD Ülkelerinde Kamu AR-GE Harcamalarının Etkinliğinin Analizi. *Fiscaoeconomia*, 6(2), 699-725.
Doi: 10.25295/fsecon.1098193

transferi mümkün olmalı ve bu bilgi tekrar tekrar kullanılabilir olmalıdır (Frascati, 2015, s. 47-48).

Ar-Ge faaliyetinin kapsamı gereken üç aktiviteden ilki ise “Temel Araştırma”dır. Temel araştırma, gerçekleştirilen deneysel veya teorik çalışmanın, öncelikle hâlihazırda herhangi bir özel uygulama veya kullanım alanı olmayan olgular ve gözlemlenebilir olayların altında yatan temeller hakkında yeni bilgiler elde etmeyi amaçlaması gerekmektedir. Yani temel araştırma aktivitesi ile hipotezleri, teorileri veya yasaları test etmek amacıyla özellikler, yapılar ve ilişkiler analiz edilmektedir. İkinci aktivite, “Uygulamalı Araştırma”dır. Yeni bilgi edinmek için yapılan orijinal araştırma öncelikle belirli, pratik bir amaca yönelik olmalıdır. Uygulamalı araştırma, ya temel araştırma bulgularının olası kullanımlarını belirlemek ya da belirli ve önceden belirlenmiş hedeflere ulaşmanın yeni yöntemlerini veya yollarını belirlemek için yapılmaktadır. Kapsam dâhilindeki son aktivite ise “Deneysel Gelişim”i içermektedir. Bu, araştırmalardan ve pratik deneyimlerinden elde edilen bilgilerden yararlanılarak yeni ürünler üretmeyi veya mevcut ürün ve süreçleri iyileştirmeyi sağlayan ek bilgilerin üretildiği sistematik çalışmaları ifade etmektedir. Yeni ürün veya süreçlerin geliştirilmesi Ar-Ge faaliyetlerini belirleme kriterlerini karşılıyorsa deneysel geliştirme olarak nitelendirilmektedir (Frascati, 2015, s. 50-51).

Son olarak Ar-Ge projelerinin belirlenmesinde Frascati Belgesi’nde tanımlanan sorular ve bu sorulara ilişkin açıklama tablo olarak verilmiştir. Bu tabloda gerçek anlamda bir Ar-Ge faaliyetinin etkin bir şekilde yürütülmesinin gerektirdiği beş temel kriterin işlevini görmek mümkün olmaktadır.



Eke, E. E. & Ayrancı Bağrıaçık, E. (2022). Seçili OECD Ülkelerinde Kamu AR-GE Harcamalarının Etkinliğinin Analizi. *Fiscaoeconomia*, 6(2), 699-725.
Doi: 10.25295/fsecon.1098193

Tablo 1: Ar-Ge Projelerinin Belirlenmesinde Kullanılan Soru Örnekleri

Soru	Açıklama
Projenin hedefleri nelerdir?	Yenilik kriteri ile ilişkilendirilen bu soruya cevap olarak mutlaka” yeni bir bilginin yaratılması” şeklinde cevap aramak gerekmektedir. Ar-Ge için yenilikçi, önceden keşfedilmemiş, orijinal ve zorlu hedefleri belirlemek kilit önem taşımaktadır.
Projede yeni olan nedir?	Bu soruya cevabı yaratıcılık kriteri ile vermek mümkündür. Bir Ar-Ge projesinin yeni bilginin geliştirilmesine ek olarak mevcut bilginin de yeni uygulamalarını tasarlaması yani yaratıcı bir yaklaşıma sahip olması beklenmektedir.
Projenin yürütülmesinde hangi yöntemler kullanılmaktadır?	Cevap belirsizlik ve yaratıcılık kriteri ile ilişkilidir. Ar-Ge araştırmalarında kullanılan yöntemler projelerin sonucuna ilişkin belirsizliği ele almaları halinde kabul edilebilir hale gelir. Buradaki belirsizlik faaliyet süresince zaman ve maliyetlerle ilgilidir. Seçilen yöntem projenin ne kadar yaratıcı olduğuna ve belirsizliği ne kadar giderebildiğine göre başarılı olacaktır.
Proje bulgu ve sonuçları genelde ne kadar uygulanabilir?	Ar-Ge projesinin bulgularının uygulanabilirliği dört kriter ek olarak nihai kriter olan aktarılabilir ve tekrarlanabilirlik kriterine de bağlıdır. Ortaya çıkan proje sonuçlarının aktarılabilmesi çıktı olarak bilimsel literatürde kullanılabilmesi önemlidir.

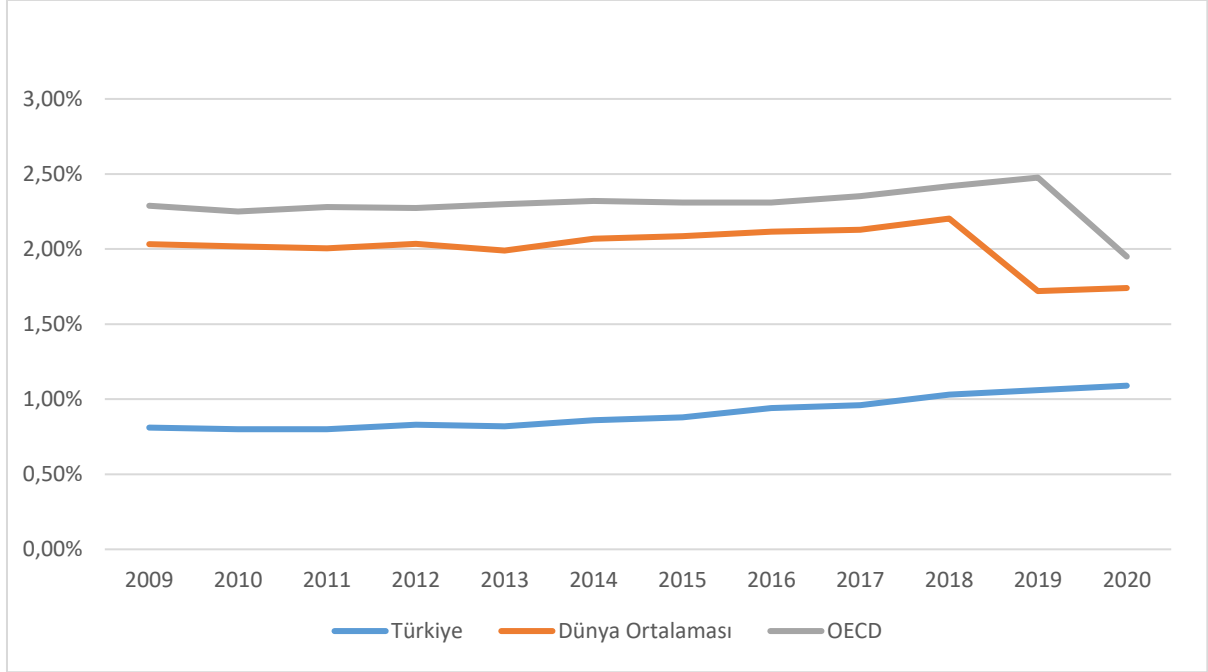
Kaynak: Frascati, 2015, s. 49.

Tablo 1’deki dört soru Ar-Ge faaliyetinin standardını belirleyen beş temel kriteri içerecek şekilde cevaplanmıştır. Bu açıdan bir Ar-Ge faaliyetinin mutlaka soruların cevabını verecek nitelikte olması çalışmanın etkinliği için önem taşımaktadır.

2.2. Ar-Ge’ye İlişkin Göstergeler ve Verilerin Karşılaştırılması

Veri Zarflama Analizi (VZA) ile çalışmada kamu Ar-Ge harcamalarının Türkiye’yi de içerecek şekilde OECD ülkeleri içerisindeki etkinliği analiz edilmektedir. Ancak çalışmada daha önce belirtilen kriterler ve koşullar dikkate alınarak seçili OECD ülkelerinde ve Türkiye’deki Ar-Ge faaliyetlerine ilişkin veriler üzerinden bir karşılaştırmaya yer verilmesi konunun anlaşılması adına faydalı olacaktır.

Grafik 1: Ar-Ge Harcamalarının GSYH içindeki Payının Değişimi (2009-2020)



*Dünya ortalaması 2019 ve 2020 yılı için, OECD ortalaması ise 2020 yılı için tahmini değerler içermektedir. TÜİK, Dünya Bankası ve OECD verilerinden düzenlenmiştir.

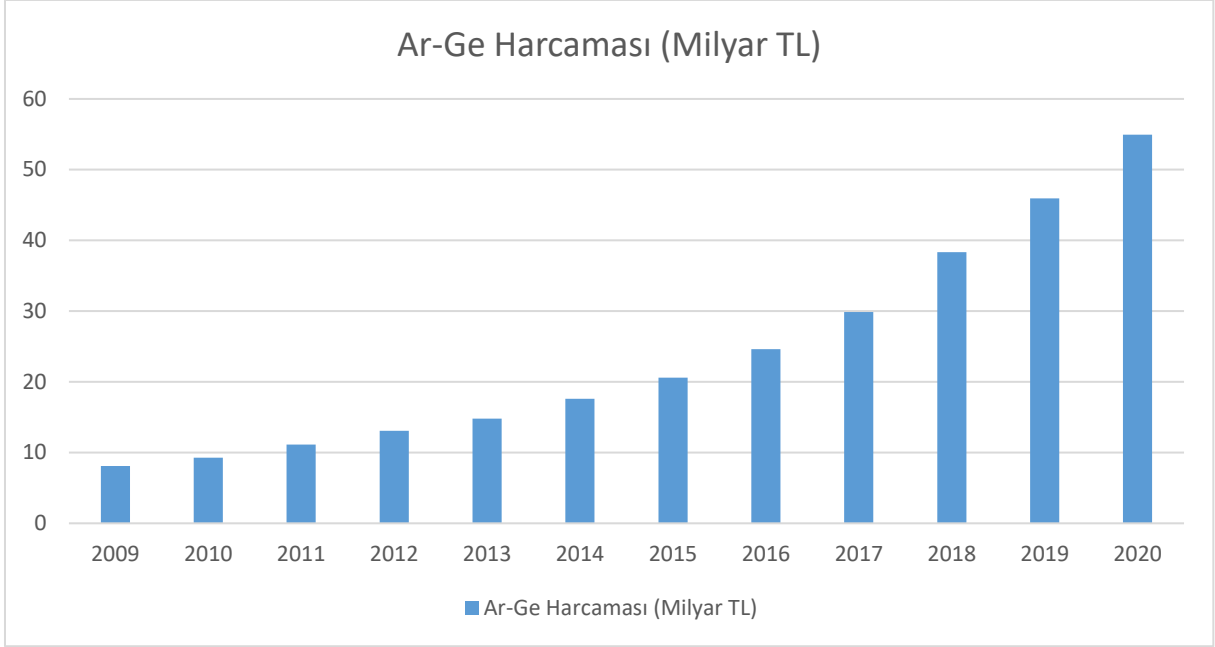
Kaynak: TÜİK, 2022; Dünya Bankası, 2022, OECD, 2022.

İlk olarak Türkiye’de Ar-Ge faaliyetlerine ilişkin bilgilere bakıldığında TÜİK tarafından 2020 yılına kadarki süre zarfında on iki yıllık verilere ulaşılabilmektedir. 2009-2020 yılı aralığı Ar-Ge faaliyetlerine ilişkin ortak verilerin karşılaştırılması için seçilmiş dönemi temsil etmektedir.

Grafik 1’de Türkiye’de Ar-Ge faaliyetlerinin GSYH içindeki payını dünya ve OECD ortalamaları ile kıyaslayarak gözlemlemek mümkün iken; Türkiye’de nominal bir değer olarak Ar-Ge harcamalarının büyüklüğü Grafik 2’de ele alınmıştır.

Türkiye açısından duruma bakıldığında Ar-Ge harcamalarının GSYH hasıla içindeki payı 2009 yılından itibaren artış göstermiş ve %0,8 lik pay 2020 yılı itibariyle %1,09’a yükselmiştir. Bu oran 2019 ve 2020 yılı tahmini dünya ortalaması analiz dışı bırakıldığında dünya ortalamasının yarısından daha az bir oranı temsil etmektedir. OECD ortalamaları da Türkiye’deki Ar-Ge harcamalarının iki katının üzerinde seyretmekte, 2019 yılına ait gerçekleşen ortalama %2,48’e ulaşmaktadır.

Grafik 2: Yıllara Göre Türkiye’de Ar-Ge Harcamalarının Büyüklüğü (2009-2020)



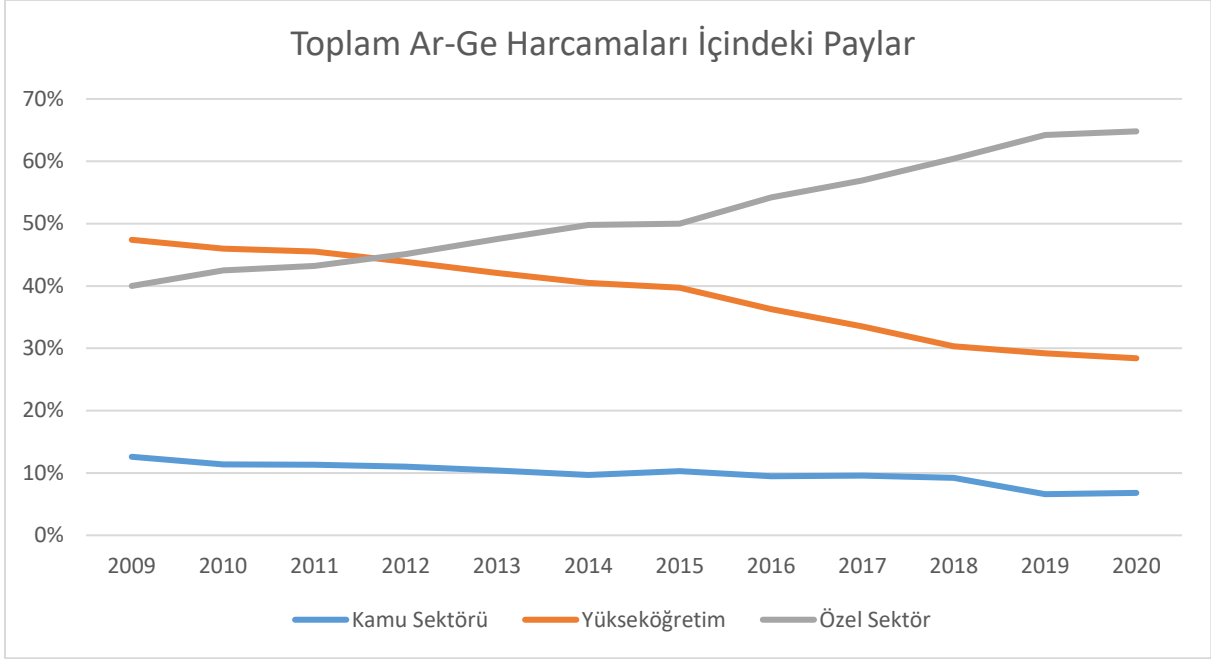
Kaynak: TÜİK, 2022.

Ar-Ge harcamalarının Türkiye’deki nominal büyüklüklerine bakıldığında ise GSYH’ya oranındaki istikrarlı artışın rakamlara da yansımakta olduğu görülmektedir. 2009 yılında 10 milyar TL’nin altında olan Ar-Ge harcama tutarı 2020 yılı verisine göre 55 milyar TL’nin üzerine çıkmıştır.

Türkiye için Ar-Ge harcamalarının sektörel dağılımı incelendiğinde Grafik 3’te 2012 yılına kadar yükseköğretimin en yüksek payı aldığı, sonrasında ise üstünlüğü özel sektör tarafından gerçekleştirilen Ar-Ge harcamalarının sağladığı görülmektedir.

Kamu sektörü ve yükseköğretim tarafından gerçekleştirilen Ar-Ge harcamalarının payı 2009 yılından itibaren istikrarlı bir azalış kaydetmekte iken; özel sektörde ise düzenli bir artış mevcuttur.

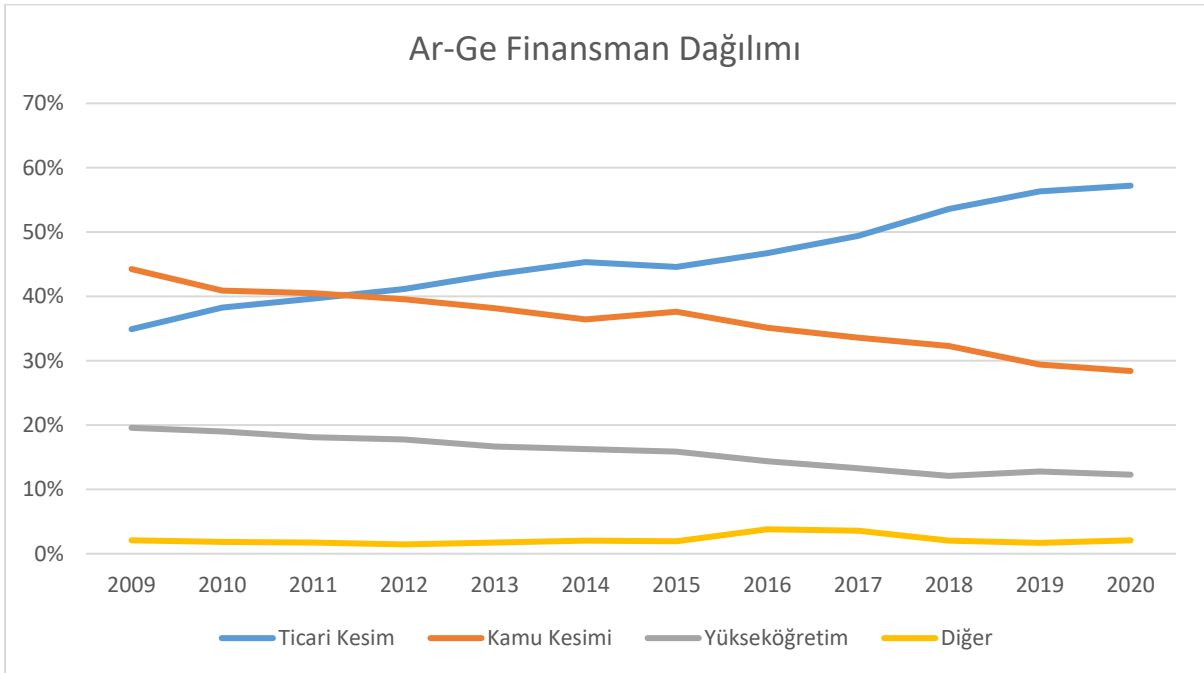
Grafik 3: Yıllara Göre Türkiye’de Ar-Ge Harcamalarının Sektörel Dağılımı (2009-2020)



Kaynak: TÜİK, 2022.

2020 yılına gelindiğinde özel sektörün Ar-Ge harcamalarındaki payı %65’e ulaşmış durumda iken; yükseköğretim %28’lik bir pay almaktadır. Kamu sektörü ise %7’lik pay ile son sırada yer almaktadır.

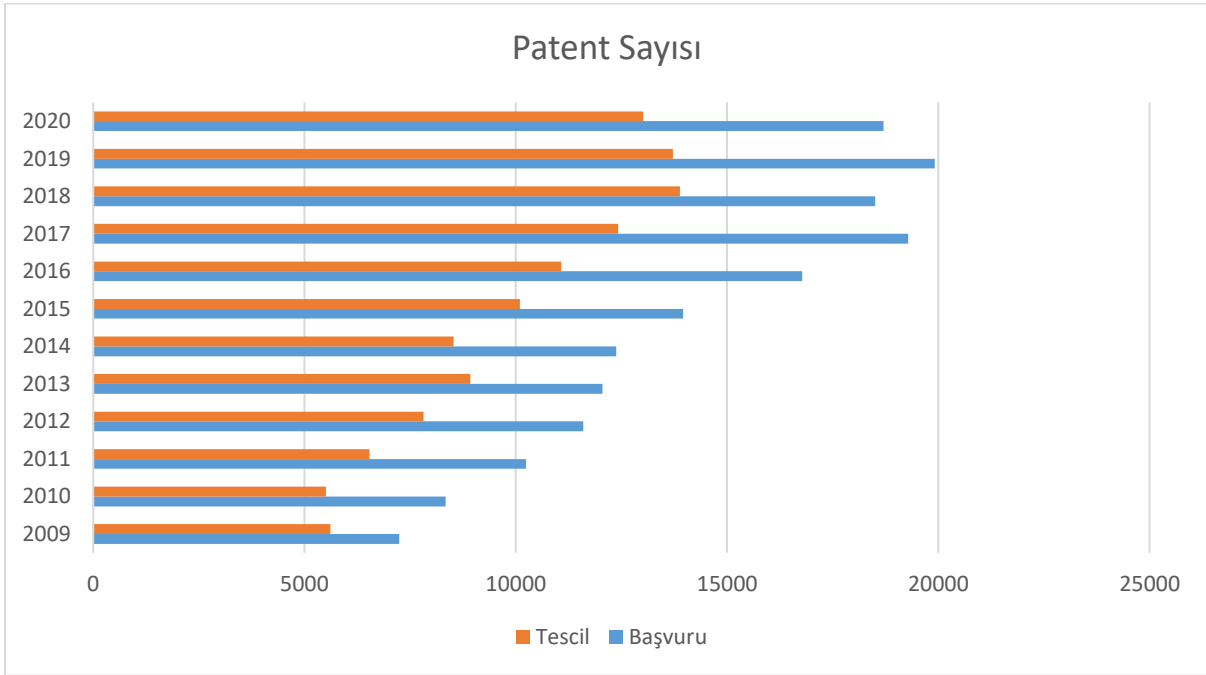
Grafik 4: Yıllara Göre Türkiye’de Ar-Ge Harcamalarının Finansman Dağılımı (2009-2020)



Kaynak: TÜİK, 2022.

Ar-Ge harcamalarının finansman kaynaklarına bakıldığında ise harcamaların gerçekleştiği sektörel dağılım ile farklı bir tablo ortaya çıkmaktadır. Kamu sektörünün finansmanı 2011 yılına kadar en büyük paya sahip iken; azalma eğilimi istikrarlı bir şekilde devam etmiş ve 2012 yılından itibaren ticari kesimin finansman payı ilk sıraya yükselmiş kamu sektörü ise ikinci sırada yer almıştır. Yükseköğretim ise üçüncü sırada yer almakta; iç ve dış kaynakları ifade eden “diğer” başlığı ise Grafik 4’te görüldüğü üzere en düşük pay ile son sırada bulunmaktadır.

Grafik 5: Türkiye’de Patent Başvuru ve Tescil Sayısının Yıllara Göre Gelişimi (2009-2020)



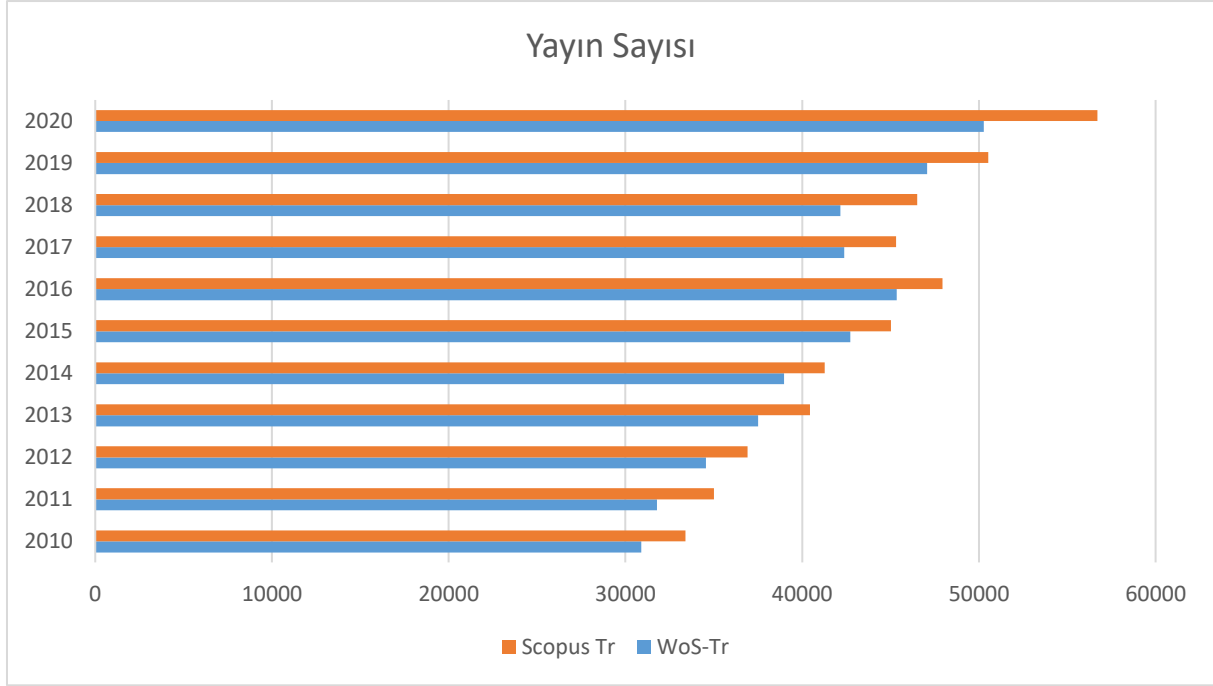
Kaynak: Türkpate, 2022.

Çalışmadaki analizde önemli bir yer teşkil eden çıktılardan biri ise mevcut patent sayılarıdır. Grafik 5’te Türkiye’de tescil edilmiş patent sayılarının 2009 yılından itibaren artış trendinde olduğu görülmektedir. Bir önceki yıla göre bir düşüş yaşansa da 2020 yılı itibarıyla Türkiye’de tescil edilmiş patent sayısı on üç bini aşmış durumdadır.

Ar-Ge harcamalarının etkinliğini ölçmek adına bir diğer önemli çıktı ise bilimsel yayın sayısı olarak karşımıza çıkmaktadır. Web of Science (Wos) ve Scopus indekslerine göre taranan yayın sayısı incelendiğinde de veriye ulaşılabilen 2010 yılından itibaren bilimsel yayın sayısında artış trendi mevcuttur.

2010 yılında Scopus indeksinde taranan bilimsel yayın sayısı 33.397 iken 2020 yılında bu sayı 56.709 ulaşmıştır. Aynı şekilde Web of Science indeksinde taranan bilimsel yayın sayısı 30.905’ten 2020 yılı itibarıyla 50.280’e yükselmiştir.

Grafik 6: Türkiye’de WoS ve Scopus Dizinlerine Göre Bilimsel Yayın Sayısının Değişimi (2010-2020) *



*WIPO ve SJR ülke dereceleri verilerinden oluşturulmuştur.

Kaynak: WIPO, 2022; SJR, 2022.

Sonuç olarak 2009 yılından itibaren Türkiye açısından Ar-Ge harcamalarının miktarı ve GSYH içindeki payı artış göstermektedir. Bu artış dünya ve OECD ortalamalarının altında seyretse de Ar-Ge çıktısı açısından bilimsel yayın ve patent sayılarında da artış şeklinde sonuca yansımaktadır. Bununla birlikte 2009-2018 yılları için hem dünya ortalamasının hem de OECD ortalamalarının sabit bir seyir izlediği de göz önüne alındığında Türkiye’deki artış daha fazla önem kazanmaktadır.

2.3. Seçili OECD Ülkelerinde Ar-Ge’ye İlişkin Verilerin Karşılaştırılması

Türkiye için Ar-Ge’ye ilişkin verilere baktıktan sonra çalışmanın içeriğinde yer alan OECD ülkelerinin Ar-Ge verileri bu başlık altında ele alınmıştır. VZA için en çok OECD ülkesine ait Ar-Ge verilerinin bulunduğu en son yıl 2019 yılı olup bu yıla ilişkin Ar-Ge harcamalarının GSYH içindeki payları Türkiye’nin de dâhil olduğu Tablo 2’de gösterilmiştir.

GSYH’lar içerisinde Ar-Ge’ye ayrılan en yüksek pay %4,63 ile Kore’ye ait iken, Türkiye Meksika, Letonya ve Slovakya’dan sonra en düşük dördüncü pay ile listede son sıralarda yer almaktadır. En düşük pay %0,3 ile Meksika’ya aittir. Meksika’yı %0,66 ile Letonya, %0,84 ile de Slovakya takip etmektedir. 2019 yılı itibarıyla Türkiye’nin Ar-Ge payı ise %1,03 olarak hesaplanmıştır.



Eke, E. E. & Ayrancı Bağrıaçık, E. (2022). Seçili OECD Ülkelerinde Kamu AR-GE Harcamalarının Etkinliğinin Analizi. *Fiscaoeconomia*, 6(2), 699-725.

Doi: 10.25295/fsecon.1098193

Tablo 2: Seçili OECD ülkelerinde Ar-Ge Harcamalarının GSYH içindeki payı (2019)

Ülkeler	GSYH (milyar \$) *	Ar-Ge (bin \$)	Ar-Ge/GSYH
Avusturya	495,797	16.297,40	3,29%
Belçika	596,785	19.938,16	3,34%
Kanada	1.848,909	30.312,65	1,64%
Çek Cumhuriyeti	437,344	8.911,23	2,04%
Danimarka	332,362	10.216,21	3,07%
Estonya	48,298	829,96	1,72%
Finlandiya	268,253	7.956,43	2,97%
Fransa	3.094,645	68.617,87	2,22%
Almanya	4.481,173	148.149,80	3,31%
Yunanistan	318,409	4.218,26	1,32%
Macaristan	318,086	4.902,53	1,54%
İzlanda	20,528	503,73	2,45%
İrlanda	427,560	5.420,02	1,27%
İtalya	2.550,911	39.279,40	1,54%
Japonya	5.305,966	173.267,15	3,27%
Kore	2.213,390	102.521,44	4,63%
Letonya	59,351	393,00	0,66%
Litvanya	103,847	1.078,52	1,04%
Lüksemburg	72,241	849,55	1,18%
Meksika	2.510,338	7.407,71	0,30%
Hollanda	984,911	22.609,35	2,30%
Yeni Zelanda	213,502	3.159,43	1,48%
Norveç	344,324	7.869,35	2,29%
Portekiz	359,460	5.303,76	1,48%
Slovakya	174,137	1.468,58	0,84%
Slovenya	81,335	1.761,19	2,17%
İspanya	1.923,218	24.874,16	1,29%
Türkiye	2.352,485	24.243,40	1,03%
İngiltere	3.165,942	54.234,30	1,71%

* Satın alma gücüne göre GSYH'lar (PPP) hesaplanmıştır. Dünya Bankası ve OECD verileri kullanılarak oluşturulmuştur.

Kaynak: Dünya Bankası, 2022; OECD, 2022

Tablo 3'te ise 2019 yılına ait Ar-Ge harcamalarının seçili OECD ülkelerinde ticari, kamu ve yükseköğretim kesimlerince finansmandaki payları yer almaktadır. Yükseköğretimin finansmandaki payı, tabloda yer alan tüm ülkeler için son sırada yer alırken ticari kesimin payı Meksika, Letonya ve Norveç dışında ilk sırada yer almaktadır.



Eke, E. E. & Ayrancı Bağrıaçık, E. (2022). Seçili OECD Ülkelerinde Kamu AR-GE Harcamalarının Etkinliğinin Analizi. *Fiscaoeconomia*, 6(2), 699-725.
Doi: 10.25295/fsecon.1098193

Tablo 3: Seçili OECD Ülkelerinde Ar-Ge Harcamalarının Sektörel Finansman Dağılımı (2019)

Ülkeler	Ticari Kesim	Kamu Kesimi	Yüksek Öğretim
Avusturya	54,85%	26,97%	0,94%
Belçika	64,29%	17,82%	2,62%
Kanada	41,67%	33,04%	11,29%
Çek Cumhuriyeti	38,18%	33,67%	1,04%
Danimarka	59,56%	28,70%	-
Estonya	49,11%	37,23%	0,16%
Finlandiya	54,33%	27,79%	0,71%
Fransa	60,48%	33,42%	3,09%
Almanya	64,46%	27,80%	-
Yunanistan	41,43%	41,14%	2,18%
Macaristan	52,90%	33,28%	0,22%
İzlanda	38,89%	29,79%	0,76%
İrlanda	62,63%	21,30%	0,65%
İtalya	55,94%	32,32%	0,71%
Japonya	78,91%	14,67%	5,19%
Kore	76,95%	20,68%	0,48%
Letonya	24,28%	35,40%	1,69%
Litvanya	34,00%	32,28%	2,97%
Lüksemburg	52,58%	44,25%	1,40%
Meksika	18,16%	76,74%	3,11%
Hollanda	57,60%	29,40%	0,20%
Yeni Zelanda	49,95%	31,13%	7,08%
Norveç	43,23%	46,97%	0,46%
Portekiz	48,26%	40,24%	3,49%
Slovakya	46,76%	40,45%	1,77%
Slovenya	61,51%	24,72%	0,47%
İspanya	49,09%	37,89%	4,19%
Türkiye	56,34%	29,35%	12,78%
İngiltere	37,46%	17,73%	0,39%

Kaynak: Dünya Bankası, 2022; OECD, 2022.

Finansmanda ticari kesimin payı en yüksek %78,91 ile Japonya'ya ait iken; en düşük pay %18,16 ile Meksika'nındır. Türkiye'de ise 2019 yılı verilerine göre Ar-Ge harcamalarının finansmanında ticari kesim %56,34'lük paya, kamu kesimi %29,35'lik paya yükseköğretim ise %12,78 ile tabloda yer alan diğer ülkelere kıyasla en yüksek Türkiye içinde ise en düşük paya sahip kesim olarak yer almaktadır.

Çıktıların analizi açısından ise son olarak Tablo 4'de 2019 yılına ait seçili OECD ülkelerinin tescilli patent sayıları ve "Scopus" indeksinde taranan bilimsel yayın sayıları gösterilmektedir.



Eke, E. E. & Ayrancı Bağrıaçık, E. (2022). Seçili OECD Ülkelerinde Kamu AR-GE Harcamalarının Etkinliğinin Analizi. *Fiscaoeconomia*, 6(2), 699-725.
Doi: 10.25295/fsecon.1098193

Tescil edilen patent sayısında 2019 yılı verilerine göre üç milyonun üzerinde patent sayısı ile Japonya ilk sırada yer almaktadır. Bilimsel yayın sıralamasında ise birincilik 250 bine yakın yayın sayısı ile İngiltere'ye aittir.

Türkiye ise bilimsel yayın sayısında 2019 yılı için 51.289 adet Scopus indeksinde taranan yayına ulaşırken, tescilli patent sayısı ise aynı yıl için 16.828 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 4: Seçili OECD Ülkelerinde Patent ve Bilimsel Yayın Sayısı (2019)

Ülkeler	Tescilli Patent Sayısı	Bilimsel Yayın Sayısı (Scopus)
Avusturya	90.110	31.573
Belçika	81.864	38.045
Kanada	154.848	124.312
Çek Cumhuriyeti	10.283	28.702
Danimarka	68.317	32.756
Estonya	1.080	4.284
Finlandiya	85.525	24.778
Fransa	517.228	136.312
Almanya	975.120	210.340
Yunanistan	6.192	22.157
Macaristan	6.091	13.755
İzlanda	1.638	2.036
İrlanda	31.796	17.776
İtalya	405.306	138.520
Japonya	3.033.587	144.883
Kore	1.177.356	94.142
Letonya	933	2.755
Litvanya	523	4.554
Lüksemburg	19.046	2.611
Meksika	10.601	30.234
Hollanda	206.770	69.994
Yeni Zelanda	13.204	18.364
Norveç	34.708	26.920
Portekiz	5.261	31.121
Slovakya	1.264	9.993
Slovenya	2.811	7.574
İspanya	70.017	108.478
Türkiye	16.828	51.289
İngiltere	255.932	234.637

Kaynak: WIPO, 2022; SJR, 2022.

3. Veri Zarflama Analizi

Veri Zarflama Analizi (VZA), parametrik olmayan göreceli etkinlik ölçümü yapılmasına olanak sağlayan bir etkinlik ölçüm yöntemidir. VZA herhangi bir varsayım kısıtı olmadan farklı birimlerle ifade edilen girdi ve çıktı değişkenlerine sahip olan karar verme birimlerinin göreceli etkinliğinin ölçümünü mümkün kılmaktadır. Göreceli etkinlik ölçümünün yanı sıra etkin olmayan karar verme birimlerinin etkin sınırı yakalayabilmesi için gerekli olan değişimlerin analizini sağlamaktadır.

CCR model ve BCC model olmak üzere iki temel modele sahip olan VZA, kar amacı gütmeyen kuruluşların göreceli etkinliğinin analizinde kullanılırken zamanla özel sektörün faaliyet gösterdiği alanların etkinlik ölçümünde de kullanımı yaygınlaşmıştır.

Temelleri çok daha eskiye eski çalışmalara (Farrell (1957), Farrell ve Fieldhouse (1962)) dayansa da VZA ilk olarak Charnes, Cooper ve Rhodes (1978, s. 435-440) tarafından ölçeğe göre sabit getiri varsayımı ile kar amacı gütmeyen karar verme birimlerinin etkinliğini iyileştirme amacıyla geliştirilmiştir. Yazar isimlerinin baş harfleri nedeniyle CCR model olarak adlandırılan bu modelin girdiye yönelik kesirli programlama modeli şu şekilde tanımlanmaktadır (Tarım, 2001, s. 62):

VZA-CCR Model

Max.

$$\emptyset_k = \sum_{r=1}^s \mu_{rk} Y_{rk}$$

s.t.

$$\sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ik} = 1$$

$$\sum_{r=1}^s \mu_{rk} Y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ij} \leq 0$$

$$j = 1, \dots, N$$

$$\mu_{rk} \geq 0, \quad v_{ik} \geq 0 \quad r = 1, \dots, s ;$$

$$i = 1, \dots, m$$

Bu modelin duali;

Min.

$$\emptyset_k$$

s.t.

$$\sum_{j=1}^N Y_{rj} \lambda_{jk} \geq Y_{rk} \quad r = 1, \dots, s$$

$$\emptyset_k X_{ik} - \sum_{j=1}^N X_{ij} \lambda_{jk} \geq 0 \quad i = 1, \dots, m$$

$$\lambda_{jk} \geq 0 \quad j = 1, \dots, N$$

Banker, Charnes ve Cooper (1984, s. 1083-1088) ölçeğe göre sabit getiriye dayanan CCR modeli temel olarak ölçeğe göre değişen getiriye sahip olan karar verme birimlerinin göreceli etkinliğinin ölçümünü mümkün kılan yine yazar isimlerine ithafen BCC model olarak adlandırılan modeli geliştirmişlerdir (Tarım, 2001, s. 89).

VZA-BCC Model

Max.

$$\theta_k = \sum_{r=1}^s \mu_{rk} Y_{rk} - \mu_0$$

s.t.

$$\sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ik} = 1$$

$$\sum_{r=1}^s \mu_{rk} Y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ij} - \mu_0 \leq 0$$

$$\mu_{rk} \geq 0, \quad v_{ik} \geq 0 \quad j = 1, \dots, N \quad r = 1, \dots, s; \quad i = 1, \dots, m$$

Bu modelin duali;

Min.

$$\theta_k$$

s.t.

$$\theta_k X_{ik} - \sum_{j=1}^N X_{ij} \lambda_{jk} \geq 0$$

$$\sum_{j=1}^N Y_{rj} \lambda_{jk} \geq Y_{rk}$$

$$\sum_{j=1}^N \lambda_{jk} = 1$$

$$\lambda_{jk} \geq 0 \quad r = 1, \dots, s \quad i = 1, \dots, m \quad j = 1, \dots, N$$

CCR model ölçeğe göre sabit getiri varsayımına dayandığı için karar verme birimlerinin etkinlikleri ile ölçek büyüklüğü arasında bir bağlantı kurmayarak tüm karar verme birimlerinin optimal ölçekte üretim yaptığını varsaymaktadır. Ölçeğe göre değişen getiriye dikkate alan BCC model ise karar verme birimlerinin etkinlikleri ile ölçek büyüklükleri arasında anlamlı bir ilişki olduğunu varsaymaktadır. Dolayısıyla VZA yaparken her iki modelin çözümünden elde edilen etkinlik değerleri farklılık gösteriyorsa ölçeğe göre değişen getiri varsayımına dayanan BCC model sonuçlarının dikkate alınması önerilmektedir (Avkiran, 2001, s. 66-67).



Eke, E. E. & Ayrancı Bağrıaçık, E. (2022). Seçili OECD Ülkelerinde Kamu AR-GE Harcamalarının Etkinliğinin Analizi. *Fiscaoeconomia*, 6(2), 699-725.
Doi: 10.25295/fsecon.1098193

BCC ve CCR Veri Zarflama Analizi modellerinin her ikisi de girdi ve çıktı odaklı olmak üzere iki farklı şekilde uygulanabilmektedir. Çıktı odaklı VZA'da bir karar verme birimi girdi değerlerinde herhangi bir değişim olmaksızın çıktılardan herhangi birini diğer çıktıları azaltmadan artırabiliyorsa etkinliği yakalayamamış demektir. Girdi odaklı VZA'da ise bir karar verme birimi çıktı değerlerinde herhangi bir değişim olmadan diğer girdi değerlerinde herhangi bir değişim olmadan girdilerden birini azaltarak faaliyetine devam edebiliyorsa etkinliği yakalayamamıştır (Charnes, Cooper ve Rhodes, 1981, s. 669). VZA'da 1'e eşit değer elde eden karar verme birimleri etkin, 1'den küçük değer elde eden karar verme birimleri ise etkin olmayan şeklinde ifade edilmektedir (Charnes, vd. 1978, s. 430).

Güvenilir bir Veri Zarflama Analizi'nde analizin yapıldığı sektörün performans göstergelerini ifade eden girdi ve çıktı değişkenlerinin seçimi ve analizde kullanılan girdi çıktı değişkeni sayısı önem taşımaktadır (Özden, 2008, s. 176). Girdi sayısı ile çıktı sayısının yüksekliği görelilik analizini yapan VZA'da etkin karar verme birimlerinin tespitini güçleştirmektedir. Dolayısıyla analizde kullanılacak girdi çıktı sayısı belirlenirken karar verme birimi sayısına dikkat edilmelidir. Ancak literatürde girdi çıktı ve karar verme birimi sayısı arasındaki bağlantıya ilişkin genel kabul görmüş bir yaklaşım yoktur. Bu konudaki farklı görüşler; karar verme birimi sayısı girdi çıktı sayısı toplamının en az iki katı kadar (Golany & Roll (1989, s. 239), karar verme birimi sayısı girdi çıktı sayısının toplamının en az üç katı kadar (Bowlin, 1998, s. 18) ve karar verme birimi sayısı girdi ve çıktı sayısı çarpımının en az iki katı kadar olmalıdır şeklindedir.

4. Kamu AR-GE Harcamalarının Etkinlik Analizi

Veri Zarflama Analizi, mümkün olduğu kadar birbirine benzeyen ya da benzer bir amaç için faaliyet gösteren karar birimlerinin görelilik analizinde kullanılan görelilik etkinliği analiz yöntemidir. Bu nedenle çalışmada, ekonomik kalkınma ve işbirliği amacı çerçevesinde bir araya gelen 29 OECD ülkesinin kamu AR-GE harcamalarının görelilik etkinliği Veri Zarflama Analizi yardımıyla incelenmektedir. Söz konusu ülkelerin kamu AR-GE harcamalarına ilişkin değerlendirme verileri ulaşılabilen günümüze en yakın yıl olan 2019 yılı için yapılmıştır. Analiz sonuçlarının güvenilirliği açısından kamu AR-GE harcaması faaliyetini tüm yönleri ile değerlendirme olanağı sağlayan ve verilerine ulaşılabilen girdi çıktı seti Tablo 5'deki şekilde belirlenmiştir. Çalışmada kamu AR-GE harcamalarının görelilik etkinliği değerlendirildiği için özel sektöre verilen AR-GE teşvikleri, devlet ya da vakıf yükseköğretim kurumları tarafından yapılan ancak devlet tarafından finanse edilen AR-GE harcamaları ve doğrudan kamu tarafından yapılan AR-GE harcamaları olmak üzere kamu tarafından finanse edilen AR-GE harcamalarının GSYH içerisindeki payları ve bu kapsamda istihdam edilen personel sayısı girdi değişkeni olarak kullanılmıştır. Çıktı değişkenleri ise ilgili ülkelerin aldıkları tescilli patent sayısı ve Scopus veri tabanında taranan bilimsel makale sayısıdır.



Eke, E. E. & Ayrancı Bağrıaçık, E. (2022). Seçili OECD Ülkelerinde Kamu AR-GE Harcamalarının Etkinliğinin Analizi. *Fiscaoeconomia*, 6(2), 699-725.
Doi: 10.25295/fsecon.1098193

Tablo 5: Çalışmada Kullanılan Girdi Çıktı Değişkenleri

Girdiler	Çıktılar
Kamu AR-GE Harcamasının GSYH İçerisindeki Payı	Patent Sayısı
Yükseköğretim AR-GE Harcamasının GSYH İçerisindeki Payı	Bilimsel Yayın Sayısı (Scopus)
Özel Sektör AR-GE Harcamasının GSYH İçerisindeki Payı	
AR-GE Personeli Sayısı	

Çalışmada 4 girdi 2 çıktı değişkeni kullanılarak 29 OECD ülkesinin göreceli teknik etkinliği çıktı odaklı BCC model Veri Zarflama Analizi ile analiz edilmektedir. Bu doğrultuda çalışma Veri Zarflama Analizi literatüründe yer alan girdi çıktı değişkeni ve karar verme sayısı arasında olması beklenen tüm yaklaşımları karşılamaktadır. Bu durum analiz sonuçlarının güvenilirliği açısından önem taşımaktadır. Ayrıca sonuçların güvenilirliği açısından Veri Zarflama Analizi uygulaması için Tim Coelli (1996) tarafından geliştirilen DEAP 2.1 programı kullanılmıştır.

Literatürde OECD ülkeleri kamu AR-GE harcamalarının etkinliğini değerlendiren çalışmalar yer almaktadır. Ancak çalışmamız değerlendirmeye aldığı ülke grubu, kullandığı Veri Zarflama Analizi yöntemi ve günümüze en yakın verilerine ulaşılabilen yıl olan 2019 yılını dikkate alması açısından diğer çalışmalardan farklılık göstermektedir. Bu nedenle çalışmanın OECD ülkeleri kamu AR-GE harcamalarının etkinliğine ilişkin literatüre katkı sağlaması beklenmektedir.

5. Bulgular

29 OECD ülkesinin 2019 yılında kamu AR-GE harcamalarındaki göreceli etkinliğini ölçmek amacıyla çıktı odaklı veri zarflama modeli hem ölçeğe göre değişen getiri hem de ölçeğe göre sabit getirili olarak uygulanmıştır. Söz konusu iki uygulamadan elde edilen etkinlik değerlerinin oranı ölçek etkinliğini vermektedir. Elde edilen sonuçlar Tablo 6'da yer almaktadır. BCC model etkinlik değeri ortalaması 0.919 iken, CCR model etkinlik değeri ortalaması 0.860 olmaktadır. BCC modele göre 14 ülke, CCR model sonuçlarına göre 8 ülke etkin sınırdaki faaliyetlerini gerçekleştirmektedir.



Eke, E. E. & Ayrancı Bağrıaçık, E. (2022). Seçili OECD Ülkelerinde Kamu AR-GE Harcamalarının Etkinliğinin Analizi. *Fiscaoeconomia*, 6(2), 699-725.
Doi: 10.25295/fsecon.1098193

Tablo 6: Çıktı Odaklı VZA Sonuçları

Ülkeler	CCR Değeri	BCC Değeri	Ölçek Etkinliği	Ülkeler	CCR Değeri	BCC Değeri	Ölçek Etkinliği
Avusturya	0.794	0.794	1.000	Güney Kore	0.791	0.795	0.996
Belçika	0.824	0.824	1.000	Letonya	0.382	1.000	0.382
Kanada	1.000	1.000	1.000	Litvanya	1.000	1.000	1.000
Çek Cumhuriyeti	0.679	0.684	0.993	Lüksemburg	1.000	1.000	1.000
Danimarka	1.000	1.000	1.000	Meksika	1.000	1.000	1.000
Estonya	0.934	0.942	0.991	Hollanda	0.983	0.986	0.997
Finlandiya	1.000	1.000	1.000	Yeni Zelanda	0.861	0.887	0.971
Fransa	0.765	0.766	0.999	Norveç	0.990	1.000	0.990
Almanya	0.800	0.996	0.804	Portekiz	0.959	1.000	0.959
Yunanistan	0.759	0.766	0.991	Slovakya	0.856	1.000	0.856
Macaristan	0.459	0.506	0.908	Slovenya	0.779	0.883	0.883
İzlanda	0.944	1.000	0.944	İspanya	0.946	0.962	0.984
İrlanda	0.937	1.000	0.937	Türkiye	0.563	0.919	0.612
İtalya	0.945	0.955	0.989	İngiltere	1.000	1.000	1.000
Japonya	1.000	1.000	1.000				

Kanada, Danimarka, Finlandiya, Japonya, Litvanya, Lüksemburg, Meksika ve İngiltere her iki modelde de etkin faaliyet gösteren ülkelerdir. Bu ülkeler için en üretken ölçekte faaliyet gösterdikleri ifade edilebilir. Avusturya ve Belçika ise her iki modelde de aynı etkinlik değerine sahiptir. Bu nedenle bu ülkelerin etkinsizliğinin kaynağı faaliyet ölçeği değil de teknik nedenler olmaktadır.

Veri Zarflama Analizi başlığı altında da belirtildiği gibi eğer analizde CCR model ve BCC model uygulama sonuçları farklı ise ölçeğe göre değişen getiri varsayımına dayanan BCC model sonuçlarını dikkate almak gerekmektedir. BCC model sonuçlarına göre 29 ülkenin kamu AR-GE harcamalarındaki teknik etkinlik değerleri Tablo 6'da yer almaktadır. Bu sonuçlara göre; Kanada, Danimarka, Finlandiya, İzlanda, İrlanda, Japonya, Letonya, Litvanya, Lüksemburg, Meksika, Norveç, Portekiz, Slovakya ve İngiltere görece teknik etkinliğe sahip olan ülkelerdir. Türkiye'nin de aralarında bulunduğu analiz kapsamında yer alan diğer 15 ülkenin ise görece teknik etkinliği yakalayamadığı görülmektedir. Görece teknik etkinlik değeri en düşük olan ülkeler sırasıyla Macaristan, Çek Cumhuriyeti, Fransa ve Yunanistan'dır.

Ülkelerin kamu AR-GE harcamalarının etkinliğini değerlendirirken, ülkelerin girdileri azaltmak amacından ziyade çıktıları artırma amacıyla hareket ettikleri varsayımı daha rasyonel olmaktadır. Bu nedenle çalışmada çıktı odaklı Veri Zarflama Analizi modeli kullanılmaktadır. Çıktı odaklı BCC VZA Modelin sonuçlarına göre 15 ülke etkin sınırı yakalayamamıştır. Etkin sınırı yakalayamayan ülkelerin etkin sınırı yakalayabilmeleri için çıktı değerlerinde yapacakları



Eke, E. E. & Ayrancı Bağrıaçık, E. (2022). Seçili OECD Ülkelerinde Kamu AR-GE Harcamalarının Etkinliğinin Analizi. *Fiscaoeconomia*, 6(2), 699-725.
Doi: 10.25295/fsecon.1098193

değişikliklerin etkinlik değerlerindeki potansiyel iyileştirme yüzdelerini incelemek uygun olacaktır. Potansiyel iyileştirme yüzde değerleri etkin sınırdaki faaliyet göstermeyen ülkelerin çıktı veya girdi değişkenlerinde yapacakları değişikliklerin etkinlik değerleri üzerinde yüzde kaç etki göstereceğini ifade etmektedir.

Tablo 7: Etkin Olmayan Ülkeler için Patent Sayısı ve Potansiyel İyileştirme Yüzdesi

Ülkeler	Patent Sayısı	Hedef	Değişim	Potansiyel İyileştirme
Avusturya	90110	113508	23398	25,96
Belçika	81864	99290	17426	21,29
Çek Cumhuriyeti	10283	53949	43666	424,6
Estonya	1080	1505	425	39,35
Fransa	517228	674964	157736	30,49
Almanya	975120	979385	4265	0,44
Yunanistan	6192	36755	30563	493,58
Macaristan	6091	16812	10721	176,01
İtalya	405306	424499	19193	4,74
Güney Kore	1177356	1481865	304509	25,86
Hollanda	206770	209689	2919	1,41
Yeni Zelanda	13204	32308	19104	144,68
Slovenya	2811	24980	22169	788,65
İspanya	70017	116350	46333	66,17
Türkiye	16828	58946	42118	250,29



Eke, E. E. & Ayrancı Bağrıaçık, E. (2022). Seçili OECD Ülkelerinde Kamu AR-GE Harcamalarının Etkinliğinin Analizi. *Fiscaoeconomia*, 6(2), 699-725.
Doi: 10.25295/fsecon.1098193

Tablo 8: Etkin Olmayan Ülkeler için Yayın Sayısı ve Potansiyel İyileştirme Yüzdesi

Ülkeler	Yayın Sayısı	Hedef	Değişim	Potansiyel İyileştirme
Avusturya	31573	39771	8198	25,96
Belçika	38045	46143	8098	21,28
Çek Cumhuriyeti	28702	41947	13245	46,14
Estonya	4284	4546	262	6,11
Fransa	136312	177882	41570	30,49
Almanya	210340	211260	920	0,44
Yunanistan	22157	28922	6765	30,53
Macaristan	13755	27205	13450	97,78
İtalya	138520	145079	6559	4,74
Güney Kore	94142	118490	24348	25,86
Hollanda	69994	70982	988	1,41
Yeni Zelanda	18364	20710	2346	12,77
Slovenya	7574	8581	1007	13,29
İspanya	108478	112736	4258	3,93
Türkiye	51289	55810	4521	8,81

Teknik etkin olmayan ülkelerin etkin sınırı yakalayabilmeleri için çalışmada kullanılan patent sayısı ve bilimsel yayın sayısı değerlerindeki hedeflenen artış ve bu artışın etkinlik değerleri üzerinde yüzde kaç etkiye sahip olacağı Tablo 7 ve Tablo 8’de yer almaktadır. Bu değerlere göre teknik etkinliği en düşük ülke olan Macaristan 6091 olan patent sayısını 16812’ye çıkarırsa teknik etkinlik değeri üzerinde %176,01’lik bir artış sağlayabilecektir. Aynı şekilde 13755 olan yayın sayısını 27205’e çıkarırsa teknik etkinlik değerinde %97,78 oranında bir iyileşme gerçekleştirebilecektir. Almanya ise teknik etkin olmayan ancak teknik etkinlik sınırına görece en yakın faaliyet gösteren ülkedir. Bu nedenle Almanya patent sayısında ve yayın sayısında %0,44’lük bir potansiyel iyileştirme sağlayacak değişim gerçekleştirirse görece teknik etkinlik sınırını yakalayabilecektir.

Türkiye 29 OECD ülkesi içerisinde görece teknik etkinliği yakalayamayan 15 ülke arasında yer almaktadır. BCC değerlerine göre Türkiye teknik etkinliği sağlayamayan ülkeler arasında etkinlik sınırına en yakın altıncı ülkedir. Türkiye’nin görece teknik etkinlik sınırını yakalayamamasının en büyük nedeni patent sayısıdır. Dolayısıyla etkinlik sınırına ulaşabilmesi için patent sayısında gerçekleştirmesi gereken potansiyel iyileştirme yüzdesi %250,29 olmaktadır. Yayın sayısında ise %8,81 değerinde potansiyel iyileştirme sağlayacak olan değişimi gerçekleştirirse etkinlik sınırına ulaşabilecektir.



Eke, E. E. & Ayrancı Bağrıaçık, E. (2022). Seçili OECD Ülkelerinde Kamu AR-GE Harcamalarının Etkinliğinin Analizi. *Fiscaoeconomia*, 6(2), 699-725.
Doi: 10.25295/fsecon.1098193

6. Sonuç

Gelişen ve küreselleşen piyasa koşullarında rekabetin gittikçe zorlaşması ve daha önemli bir hal alması üretim aşamasında firmalar açısından yeni teknolojilerin kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. Ürün farklılaştırmasına gidilmesi rekabette firmaları bir adım öne taşırken aynı zamanda üretim maliyetlerinin düşmesi açısından da yüksek teknolojinin kullanılması için bu alanda ciddi yatırımlar gerçekleştirilmektedir.

Daha ucuza daha değerli üretimin gerçekleşmesi, günümüzde özel sektör açısından yüksek teknolojiye sahip üretim için araştırma geliştirme çalışmalarına yönelmeyi ve yatırımların bu alanda yapılmasını zorunlu kılmaktadır. Bu noktada özel sektörün araştırma geliştirme faaliyetlerine ayırdıkları bütçelerin yanında ülke ekonomisi açısından bakıldığında kamu harcamaları içerisinde bu alana yönelik harcamalarının artmaya başladığı görülmektedir.

Kamu bütçesinden araştırma geliştirme faaliyetlerine yönelik yapılan harcamaların etkinliği ise özellikle bütçe açığı veren ve cari açık sorunu yaşayan Türkiye gibi gelişmekte olan ülkeler açısından büyük önem taşımaktadır. Araştırma- geliştirme faaliyetlerinin desteklenmesi özel sektöre sağlanan teşvik ve sübvansiyonlar, yükseköğretim kurumları tarafından yapılan bilimsel çalışmalara katkı ve nihayetinde doğrudan kamunun yaptığı harcamaların bir birleşimi şeklinde gerçekleşmektedir.

Kısıtlı kamu kaynağının tüm alanlarla birlikte AR-GE faaliyetleri açısından etkin kullanımının sağlanması devlet bütçeleri ve ülke ekonomileri için önemlidir. Bu doğrultuda çalışmada, Türkiye'nin de aralarında yer aldığı 29 OECD ülkesinin 2019 yılı kamu AR-GE harcamalarının göreceli etkinliği çıktı odaklı ölçeğe göre değişen getirili VZA modeli ile analiz edilmektedir. Yapılan analiz sonuçlarına göre; Kanada, Danimarka, Finlandiya, İzlanda, İrlanda, Japonya, Letonya, Litvanya, Lüksemburg, Meksika, Norveç, Portekiz, Slovakya ve İngiltere görece teknik etkinliğe sahip olan ülkelerdir. Görece teknik etkinlik değeri en düşük olan ülkeler sırasıyla Macaristan, Çek Cumhuriyeti, Fransa ve Yunanistan'dır. Türkiye ise etkinlik sınırını yakalayamayan ülkeler arasında yer almaktadır. Türkiye'nin görece teknik etkinlik sınırını yakalayamamasının en büyük nedeni patent sayısının az olmasıdır. Türkiye'nin etkinlik sınırına ulaşabilmesi için patent sayısını %250,29; yayın sayısını ise %8,81 oranında artırması gerekmektedir.

Kaynakça

Ar-Ge & Tasarım Faaliyetlerinin Desteklenmesi Hakkında Kanun. (2016, 30 Eylül). *Resmi Gazete* (Sayı: 29843 (Mükerrer)). Erişim adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2016/09/20160930-13.htm>

Avkiran, N. K. (2001). Investigating Technical and Scale Efficiencies of Australian Universities Through Data Envelopment Analysis. *Socio-Economic Planning Sciences*, 35, 57-80 .

Aybarç, S. & Selim, S. (2017). Seçilmiş OECD Ülkelerinde Ar-Ge Faaliyetlerine Yönelik Kamu Harcamalarının Karşılaştırmalı Etkinlik Analizi. *Girişimcilik ve Kalkınma Dergisi*, 12(2), 1-15.



Eke, E. E. & Ayrancı Bağrıaçık, E. (2022). Seçili OECD Ülkelerinde Kamu AR-GE Harcamalarının Etkinliğinin Analizi. *Fiscaoeconomia*, 6(2), 699-725.
Doi: 10.25295/fsecon.1098193

- Banker, R. D., Charnes, A. & Cooper, W. W. (1984). Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 30(9), 1078-1092.
- Bowlin, W. F. (1998). Measuring Performance: An Introduction to Data Envelopment Analysis (DEA). *The Journal of Cost Analysis*, 15(2), 3-27.
- Charnes, A., Cooper, W. W. & Rhodes, E. (1978). Measuring the Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*, 2, 429-444.
- Charnes, A., Cooper, W. W. & Rhodes, E. (1981). Evaluating Program and Managerial Efficiency: An Application of Data Envelopment. *Management Science*, 27(6), 668-697.
- Coelli, T. J. (1996). *A Guide to Deap Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Program*. Department of Econometrics, University of New England, Armidale, Australia.
- Coltrain, D., Barton, D. G. & Boland, M. A. (2000). *Value Added: Opportunities and Strategies*. Arthur Capper Cooperative Center, Kansas State University, 2000.
- Dünya Bankası. (2022). World Bank Data Bank: World Development Indicators. <https://databank.worldbank.org/reports.aspx?source=2&series=NY.GDP.MKTP.PP.KD&country=TUR> Erişim tarihi: 12 Aralık 2021.
- Ertan, F. (2020). *Teknoloji, İnovasyon ve Ar-Ge'ye Yönelik Devlet Politikaları ve Tübitak Tarafından Verilen Ar-Ge Desteklerinin Firmalar Üzerindeki Etkisine Yönelik Analiz*. (Doktora Tezi). A.Ü Sosyal Bilimler Enstitüsü, Maliye Anabilim dalı, Ankara 2020.
- Farrell, M. J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*, 120(3), 253-290.
- Farrell, M. J. & Fieldhouse, M. (1962). Estimating Efficient Production Functions under Increasing Returns to Scale. *Journal of the Royal Statistical Society*, 125(2), 252-267.
- Frascati. (2015). *Frascati Manual 2015: Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities*. OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/9789264239012-en>.
- Golany, B. & Roll, Y. (1989). An Application Procedure for DEA. *Omega*, 17(3), 237-250.
- Güneş, S., Togay, A. & Güneş, Ç. (2005). Katma Değer ve Kalkınma Bağlamında Ürün Tasarımı. *Sanat ve Tasarım Dergisi*, 16(2), 97-112.
- Karagöl, E. T. & Karahan, H. (2014). Yeni Ekonomi Ar-Ge ve İnovasyon. *Siyaset, Ekonomi ve Toplum Araştırmaları Vakfı (SETA)*, Şubat 2014, Sayı: 82.
- Maloney, W. & Lederman, D. (2004). *R&D and Development*. World Bank Research Working Paper 3024. World Bank.
- OECD, (2022). OECD Stats. <https://stats.oecd.org/index.aspx?lang=en#> Erişim Tarihi: 17 Ocak 2022.



Eke, E. E. & Ayrancı Bağrıaçık, E. (2022). Seçili OECD Ülkelerinde Kamu AR-GE Harcamalarının Etkinliğinin Analizi. *Fiscaoeconomia*, 6(2), 699-725.
Doi: 10.25295/fsecon.1098193

Özden, Ü. H. (2008). Veri Zarflama Analizi (VZA) ile Türkiye'deki Vakıf Üniversitelerinin Etkinliğinin Ölçülmesi. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 37(2), 167-185.

Sharma S. & Thomas V.J. (2008). Inter-Country R&D Efficiency Analysis: An Application of Data Envelopment Analysis. *Scientometrics*, 76(3), 483-501.

SJR, (2022). SJR Country Rank. <https://www.scimagojr.com/countryrank.php?order=itp&ord=desc&year=2019>
Erişim Tarihi: 10 Ocak 2022.

Stokey, N. L. (1995). R&D and Economic Growth. *Review of Economic Studies*, 62(3), 469-489, Oxford University Press.

Tarım, A. (2001). *Veri Zarflama Analizi: Matematiksel Programlama Tabanlı Görelî Etkinlik Ölçüm Yaklaşımı*. Ankara : Sayıştay Yayınları.

TÜİK. (2022). Araştırma Geliştirme Faaliyetleri Araştırması. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=bilgi-teknolojileri-ve-bilgi-toplumu-102&dil=1> Erişim Tarihi: 1 Mart 2022.

Türkpatent. (2022). Patent, Faydalı Model Yıllık İstatistikleri. <https://www.turkpatent.gov.tr/TURKPATENT/statistics/> Erişim Tarihi: 5 Şubat 2022.

Wang, E. C. (2007). R&D Efficiency and Economic Performance: A Cross-Country Analysis Using the Stochastic Frontier Approach. *Journal of Policy Modeling*, 29, 345-360.

WIPO, (2022). WIPO IP Portal. <https://www3.wipo.int/ipstats/IpsStatsResultvalue> Erişim Tarihi: 2 Şubat 2022.

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

Ethics Statement: The authors declare that ethical rules are followed in all preparation processes of this study. In case of detection of a contrary situation, *Fiscaoeconomia* has no responsibility and all responsibility belongs to the authors of the study.



Eke, E. E. & Ayrancı Bağrıaçık, E. (2022). Seçili OECD Ülkelerinde Kamu AR-GE Harcamalarının Etkinliğinin Analizi. *Fiscaoeconomia*, 6(2), 699-725.
Doi: 10.25295/fsecon.1098193

Analysis of the Effectiveness of Public R&D Expenditures in Selected OECD Countries

Erdem Utku EKE & Emine AYRANCI BAĞRIAÇIK

Extended Abstract

The development of a country's economy has ceased to be based on the multiplicity of traditional production factors, such as the increase in the amount of production, the availability of a young population with more labor potential, or the adequate level of capital accumulation. The quality of the factors of production has become more important than the quantity, and concepts such as qualified labor force and qualified capital have become the basic condition for the realization of production with high added value rather than an increase in the amount of production.

In the simplest definition, the difference between the final price of a product and the subtraction of all the costs incurred in the process of the emergence of that product constitutes the added value (Coltrain et al., 2000:5). In short, the high difference between input and output determines the amount of added value.

When the issue is approached in terms of national income, the production of products with high added value is not sufficient to increase the national income alone, and the realization of production based on domestic products instead of imports of intermediate goods at every stage of the product will prevent the increase in the foreign trade deficit and will provide more economic benefits (Güneş et al. 2015:100).

Compared to agricultural production, the benefit of an electronic product produced with high technology in terms of export in the economy is not only for closing the foreign trade deficit, but also provides a more concrete step for the development of the country's economy in the domestic market.

In developing and globalizing market conditions, competition has become more challenging and important, making it necessary for companies to use new technologies in the production phase. While product differentiation takes the companies one step ahead of the competition, serious investments are made in this field for the use of high technology in terms of reducing production costs at the same time.

The realization of more valuable production at a lower cost makes it necessary for the private sector to focus on research and development studies for high-tech production and make investments in this field. At this point, in addition to the budgets allocated by the private sector for research and development activities, from the point of view of the country's economy, it is seen that the government's expenditures in this area within the public expenditures have started to increase.

The effectiveness of the expenditures made from the public budget for research and development activities is of great importance, especially for developing countries such as Turkey, which have budget deficits and current account deficit problems. Supporting research and development activities takes place in the form of a combination of incentives and subsidies provided to the private sector, contributions to scientific studies by higher education institutions, and ultimately direct public expenditures.



Eke, E. E. & Ayrancı Bağrıaçık, E. (2022). Seçili OECD Ülkelerinde Kamu AR-GE Harcamalarının Etkinliğinin Analizi. *Fiscaeconomia*, 6(2), 699-725.
Doi: 10.25295/fsecon.1098193

It is possible to measure the effectiveness of expenditures made for R&D activities by using different methods. Today, in addition to R&D studies, in which many companies in the private sector form their departments and share from their investment budgets, the shares of the public are constantly increasing. The efficiency analysis of public expenditures for research and development activities within the framework of Data Envelopment Analysis, which is a relative efficiency measurement method in order to measure the efficiency of public R&D expenditures for OECD countries, is the subject of this study. In the study, the effective use of public R&D expenditures of 29 OECD countries, including Turkey, is evaluated with Data Envelopment Analysis for 2019. In this framework, the study consists of the titles of introduction, definition and scope of R&D, Data Envelopment Analysis, efficiency analysis of public R&D expenditures, findings and conclusions, respectively.

Data Envelopment Analysis is an efficiency measurement method that allows non-parametric relative efficiency measurement. DEA makes it possible to measure the relative efficiency of decision-making units, which have input and output variables expressed in different units, without any assumption constraints. In addition to the measurement of relative efficiency, it provides the analysis of the changes necessary for ineffective decision-making units to catch the effective limit.

DEA, which has two basic models, the CCR model and the BCC model, has been used in the analysis of the relative effectiveness of non-profit organizations, and over time, its use has become widespread in the efficiency measurement of the areas in which the private sector operates.

Data Envelopment Analysis is a relative efficiency analysis method used to measure the relative efficiency of decision units that are as similar as possible or operate for a similar purpose. For this reason, in this study, the relative efficiency of public R&D expenditures of 29 OECD countries, which came together for the purpose of economic development and cooperation, is examined with the help of a Data Envelopment Analysis. Evaluation data on public R&D expenditures of the aforementioned countries were made for 2019, which is the closest year available.

In the literature, there are studies evaluating the efficiency of public R&D expenditures in OECD countries. However, our study differs from other studies because considers the country group it evaluates, the Data Envelopment Analysis method it uses, and the year 2019, the year in which the most recent data can be accessed. For this reason, it is expected that the study will contribute to the literature on the efficiency of public R&D expenditures in OECD countries.

In developing and globalizing market conditions, competition is becoming more challenging and important, making it necessary for companies to use new technologies in the production phase. While product differentiation takes the companies one step ahead of the competition, serious investments are made in this field for the use of high technology in terms of reducing production costs at the same time.

The realization of a more valuable production at lower costs makes it necessary for the private sector to focus on research and development studies for high-tech production and to make



Eke, E. E. & Ayrancı Bağrıaçık, E. (2022). Seçili OECD Ülkelerinde Kamu AR-GE Harcamalarının Etkinliğinin Analizi. *Fiscaeconomia*, 6(2), 699-725.
Doi: 10.25295/fsecon.1098193

investments in this field. At this point, in addition to the budgets allocated by the private sector for research and development activities, from the point of view of the country's economy, it is seen that the government's expenditures in this area within the public expenditures have started to increase.

The effectiveness of the expenditures made from the public budget for research and development activities is of great importance, especially for developing countries such as Turkey, which have budget deficits and current account deficit problems. Supporting research and development activities takes place in the form of a combination of incentives and subsidies provided to the private sector, contributions to scientific studies by higher education institutions and ultimately direct public expenditures.

Ensuring the effective use of limited public resources in terms of R&D activities, together with all fields, is important for state budgets and national economies. In this direction, in this study, the relative efficiency of 2019 public R&D expenditures of 29 OECD countries, including Turkey, is analyzed with the DEA model with varying returns according to the output-oriented scale. According to the results of the analysis, Countries with relative technical efficiency are Canada, Denmark, Finland, Iceland, Ireland, Japan, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Mexico, Norway, Portugal, Slovakia and England, while countries with the lowest relative technical efficiency value are Hungary, Czech Republic, France and Greece. On the other hand, Turkey is among the countries that cannot reach the efficiency limit. The biggest reason why Turkey has not been able to reach the limit of relative technical efficiency is the low number of patents. Turkey needs to increase the number of patents by 250.29% and the number of publications by 8.81% in order to reach the efficient frontier.