

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI

OECD ÜLKELERİNİN SAĞLIK ALANI AR-GE YATIRIMLARININ
TİCARİLEŞME PERFORMANSLARININ ANALİZİ

Doktora Tezi

İsa YILDIRIM

Ankara, 2024

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI

OECD ÜLKELERİNİN SAĞLIK ALANI AR-GE YATIRIMLARININ
TİCARİLEŞME PERFORMANSLARININ ANALİZİ

Doktora Tezi

İsa YILDIRIM

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Fazıl GÖKGÖZ

Ankara, 2024

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI**

**OECD ÜLKELERİNİN SAĞLIK ALANI AR-GE YATIRIMLARININ
TİCARİLEŞME PERFORMANSLARININ ANALİZİ**

Doktora Tezi

**Tez Danışmanı:
Prof. Dr. Fazıl GÖKGÖZ**

TEZ JÜRİSİ ÜYELERİ

Adı ve Soyadı

- 1-) Prof. Dr. Fazıl GÖKGÖZ**
- 2-) Prof. Dr. Güven SAYILGAN**
- 3-) Prof. Dr. Kadir GÜRDAL**
- 4-) Prof. Dr. Güray KÜÇÜKKOCAOĞLU**
- 5-) Prof. Dr. Ayşe YILDIZ**

**Tez Savunma Tarihi:
03.12.2024**

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Prof. Dr. Fazıl GÖKGÖZ danışmanlığında hazırladığım “**OECD Ülkelerinin Sağlık Alanı Ar-Ge Yatırımlarının Ticarileşme Performanslarının Analizi**” (**Ankara, 2024**) başlıklı doktora tezimdeki bütün bilgilerin akademik kurallara ve etik davranış ilkelerine uygun olarak toplanıp sunulduğunu beyan ederim. Bu kural ve ilkelerin gereği olarak, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce ve sonuçları andığımı ve kaynağını gösterdiğimi ayrıca beyan ederim.

03/02/2025

İsa YILDIRIM

TEŞEKKÜR

Tez hazırlama sürecimde yaşadığım tüm olumsuzluklara ve sağlık problemlerine rağmen desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen, çalışmalarım için önemli katkılarıyla bana yol gösteren danışman Hocam Sn. Prof. Dr. Fazıl GÖKGÖZ'E çok teşekkür ediyorum.

Çalışmalarım süresince büyük fedakârlıklar gösteren, en büyük destekçim, sevgili eşim Yasemen Yıldırım'a sonsuz teşekkür ediyorum. Ayrıca, oğlum Kerem'e, kızım Zehra'ya ve de çalışmalarına gönülden destek veren bütün aileme sevgilerimi sunuyorum.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
TABLOLAR LİSTESİ	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ	v
SİMGELER ve KISALTMALAR.....	vi
GİRİŞ.....	1

BİRİNCİ BÖLÜM

SAĞLIK AR-GE FAALİYETLERİ ve TİCARİLEŞME

1.1. AR-GE FAALİYETLERİNE GENEL BİR BAKIŞ	6
1.2. SAĞLIK AR-GE FAALİYETLERİ.....	15
1.2.1. Genel Kabul Görmüş Sağlık Ar-Ge Göstergeleri.....	17
1.2.2. OECD Ülkelerinde Sağlık Ar-Ge Faaliyetlerinin Durumu	22
1.3. AR-GE FAALİYETLERİNİN TİCARİLEŞMESİ	32

İKİNCİ BÖLÜM

PERFORMANS ÖLÇME YAKLAŞIMLARI VE AR-FAALİYETLERİ İÇİN PERFORMANS ANALİZ YÖNTEMLERİ

2.1. PERFORMANS KAVRAMI VE GENEL YAKLAŞIMLAR.....	35
2.1.1. Verimlilik.....	35
2.1.2. Etkililik	36
2.1.3. Etkinlik	36
2.2. AR-FAALİYETLERİNİN ETKİNLİĞİNİN ÖLÇÜLMESİ.....	36
2.2.1. Etkinlik Ölçme Temel Kavramları ve Yaklaşımları	37
2.2.2. Ar-Faaliyetleri İçin Etkinlik Ölçülme Yöntemleri	39
2.2.3. Veri Zarflama Analizi (VZA)Yöntemleri.....	44
2.2.3.1. Genel Veri Zarflama Analizi Modelleri.....	44
2.2.3.2. Ağ Veri Zarflama Analizi Yaklaşımları ve Modeller	47
2.2.4. İki Aşamalı Ağ Veri Zarflama Analizi	51
2.2.4.1. Kesirli İki Aşamalı Ağ VZA Modelleri	52
2.2.4.1.1. Çarpımsal Etkinlik Modelleri	52

2.2.4.1.2. Toplamsal Etkinlik Modelleri	54
2.3. ETKİNLİĞE ETKİ EDEN FAKTÖRLERİN BELİRLENMESİ.....	55
2.3.1. Lojistik ve Tobit Regresyon Analizleri	56
2.3.1.1. Tobit Regresyon Analizi	57
2.3.1.1.1. Kesikli Tobit Regresyon Analizi	58

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ANALİZ ve BULGULAR

3.1. ARAŞTIRMANIN AMACI, KAPSAMI VE ÖNEMİ.....	59
3.2. YÖNTEM VE KISITLAR	59
3.2.1. Geleneksel VZA Yaklaşımları ve İki Aşamalı (Two Stage) Ağ VZA	61
3.2.2. Tobit Regresyon Analizi.....	63
3.3. DEĞİŞKENLER VE TANIMLAYICI İSTATİSTİKLER.....	64
3.4. ANALİZ SONUÇLARI	66
3.4.1. Alt Süreçler İçin Geleneksel VZA Yöntemleri Bulguları	66
3.4.2. Ticarileşme Performansı Etki Eden Faktörlerin Analizi.....	77
SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	81
KAYNAKÇA.....	86
ÖZET	93
ABSTRACT	94

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1.	OECD Ülkeleri 2022 Yılı Küresel İnovasyon Endeksi (GII) Değerleri.....	14
Tablo 2.	Bilimsel Yayınların Alanlara Göre Oransal Dağılımı (%) (2022).....	21
Tablo 3.	Tıp ve Sağlık Bilimleri Alanı TZE Ar-Ge Personel Sayısı (OECD Ülkeleri).....	24
Tablo 4.	Sağlık Bilimleri Alanında Yıllara Göre Bilimsel Yayın Sayısı (OECD Ülkeleri).....	25
Tablo 5.	Yayımlanmış Patent Başvurularının Patent Tesciline Dönüşme Tahmini (%).....	31
Tablo 6.	Ar-Ge Yatırımlarının Ticarileşme Performanslarının Analizine Yönelik Çalışmalar	41
Tablo 7.	Kesikli Tobit Regresyon Analizi Değişkenleri.....	63
Tablo 8.	VZA Yöntemleri İçin Değişkenleri ve Tanımlayıcı İstatistikler (Milyon Nüfus İçin)	65
Tablo 9.	İnovasyon Aşaması Geleneksel VZA Sonuçları (1.Dönem)	67
Tablo 10.	İnovasyon Aşaması Geleneksel VZA Sonuçları (2.Dönem)	69
Tablo 11.	Ticarileşme Aşaması Geleneksel VZA Sonuçları (1.Dönem).....	71
Tablo 12.	Ticarileşme Aşaması Geleneksel VZA Sonuçları (2.Dönem).....	72
Tablo 13.	Alt Süreçlere Ait Ölçek Etkinlik Değerleri	73
Tablo 14.	Ağ VZA Modeli Değişkenlerine Ait Korelasyon Katsayıları	75
Tablo 15.	İlişkisel Ağ VZA Sonuçları	76
Tablo 16.	Kesikli Tobit Regresyon Model-1 Değişkenleri ve Açıklamalar	77
Tablo 17.	Kesikli Tobit Regresyon Analiz Sonuçları (Model-1).....	78
Tablo 18.	Kesikli Tobit Regresyon Model-2 Değişkenleri ve Açıklamalar	79
Tablo 19.	Kesikli Tobit Regresyon Analiz Sonuçları (Model-2).....	79

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.	Ülkeye/Ekonomik Bölgeye Göre Bilimsel Yayın Sayısı (2022).....	9
Şekil 2.	WIPO Patent Başvuru Süreci (öncelikli PCT).....	11
Şekil 3.	OECD Ülkelerinin Sağlık Alanı 2022 Yılı Patent Tescil Sayısı	27
Şekil 4.	OECD Ülkelerinin Sağlık Alanı 2020 Yılı Yayımlanmış Patent Başvuru Sayısı	29
Şekil 5.	Model Girdi Çıktı Değişkenleri Arasındaki İlişki	42
Şekil 6.	2-Aşamalı Ar-Ge Performans Analizi Modeli.....	43
Şekil 7.	İki Alt Süreç Üzerine Kurgulanan Bir Sistem	47
Şekil 8.	İki Alt Süreç Üzerine Kurgulanan Sistemler İçin İlişkisel Ağ VZA Yaklaşımları.....	50
Şekil 9.	İki Aşamalı Ağ VZA Modeli ve Değişkenleri.....	61
Şekil 10.	İnovasyon Aşaması Modeli	67
Şekil 11.	Ticarileşme Aşaması Modeli	70
Şekil 12.	Genel Aşama ve Değişkenler.....	74

SİMGELER ve KISALTMALAR

Simgeler	Açıklama
----------	----------

€	Euro
\$	ABD Doları

Kısaltmalar	Açıklama
-------------	----------

AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
Ar-Ge	Araştırma Geliştirme
BCC	Banker, Charles, Cooper
BTYK	Bilim Teknoloji Yüksek Kurulu
CCR	Charles, Cooper, Rhode
CRS	Constant Returns To Scale
DSÖ	Dünya Sağlık Örgütü
EPO	European Patent Office
GII	Global Innovation Index
GSYİH	Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla
KVB	Karar Verme Birimi
NSF	National Science Foundation
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
PCT	Patent Cooperation Treaty
VZA	Veri Zarflama Analizi
WIPO	World Intellectual Property Organization

GİRİŞ

Ülkelerin ulusal önceliklerini ve ihtiyaçlarını doğru şekilde değerlendirebilmesi ve Ar-Ge altyapı yatırımlarını belirli alanlara yoğunlaştırması, kaynakların etkin kullanılmasıyla küresel rekabette avantajlar elde edilebilmesi için önemlidir. Küresel boyuttaki salgın hastalıklar, ortalama yaşam sürelerindeki artış ve kronik hasta sayısının ülke popülasyonları içindeki oranının artması başta olmak üzere çeşitli sebeplerle, sağlık harcamaları önemli ölçüde artış göstermiş ve ülkelerin ekonomilerine ilave yükler getirmiştir. OECD Bilim, Teknoloji ve İnovasyona Genel Bakış Raporunda (2023a), ülkelerin araştırma ve inovasyon kabiliyetlerinin ekonomilerini ve toplumlarını daha dirençli kılacağı, ancak Ar-Ge ve beceri odaklı altyapılara uzun vadeli yatırımlar yapılmasını gerektiği ana mesajlar başlığı altında yer almaktadır.

Pandemi döneminde de görüldüğü üzere, hem küresel şoklara karşı dayanıklılık ve adaptasyon kapasitesinin oluşturulması hem de bilinen risklere ve şoklara yanıt verebilmek için Ar-Ge'ye yapılması gereken uzun vadeli yatırımların, yeterli izleme ve değerlendirme kapasitesine sahip olmayı da gerektirdiği bilinmelidir (OECD, 2023a).

Birçok ülke için ekonomik refahın arttırılmasının önünde en önemli engellerden biri artan sağlık harcamalarıdır ve çözülmesi gereken başlıca sorunlardan biridir. Pandemi öncesinde, 2013 ile 2019 yılları arasında çok fazla değişkenlik göstermeyen bir şekilde, OECD ülkeleri GSYH'lerinin ortalama %8,8'ini sağlık hizmetlerine harcamıştır ve 2021 yılına bu oran %9,7'ye yükselmiştir. Sonrasında, salgınla mücadele için harcama ihtiyacının neredeyse tamamen ortadan kalktığı 2023 yılında bu oran %9,2 olarak tespit edilmiştir. 2008 yılında %6,1 olan Türkiye'de diğer OECD ülkelerinden farklı olarak son dönemlerde azalma söz konusudur ve 2023 yılı için %4,3 oran ile son sıradadır. OECD

lkeleri arasında, Türkiye haricinde sadece Meksika ve Lüksemburg için toplam sağlık harcamasının GSYİH'ye oranı %6'nın altında kalmaktadır (OECD, 2023b).

Ekonomik koşullardaki iyileşmeler, sağlık hizmetlerin gelişmesi, erişebilirliğinin artması vb. gibi etmenlere bağlı olarak (COVID-19 pandemi dönemi hariç) OECD lkelerinde doğumda beklenen yaşam süresi sürekli artış göstermektedir. Doğumda beklenen yaşam süresi OECD lkeler ortalaması 2021 yılında 80,3 yıl iken Türkiye 78,6 yıl ile ortalamanın altında kalmaktadır fakat son 10 yılda 4,3 yıl artış göstererek OECD lkeleri arasında en fazla artış gösteren ülke konumundadır. OECD ortalamasının üstünde yer alan bazı ülkeler ise İngiltere (80,4 yıl), Almanya (80,7 yıl), İspanya (83,2 yıl), Kore (83,6 yıl) ve Japonya (84,5 yıl- en yüksek değer) şeklindedir (OECD, 2023b). Beklenen yaşam süresi artan ülkelerdeki sağlık harcamaları da bu duruma bağlı olarak sürekli artış göstermektedir.

Ong (2023), Ar-Ge alanındaki ilerlemelerin küresel sağlık sorunlarını ele alma potansiyeline sahip olduğundan fakat özellikle piyasa başarısızlığının yaşandığı sağlık benzeri alanlarda inovasyona erişimin önünde çok sayıda engel bulunduğundan bahsetmektedir. Ayrıca, söz çeşitli engellerin tanımlanması konusunda da ortak bir fikir birliği bulunamadığından bahsetmektedir.

Yaklaşık 20 yıl öncesinde Chirac ve Torreele (2006) tarafından yapılan çalışmada dahi, dünya ilaç endüstrisinde özelindeki araştırma ve geliştirme alanında yaşanan kriz üzerinde durulmuştur. Ayrıca, en yakın Dünya Sağlık Asamblesi'nde temel sağlık araştırma ve geliştirmesine ilişkin küresel bir ereve hakkında karar alması zorunluluğu oluştuğu belirtilmiştir.

Bu kapsamda, sağlık alanındaki Ar-Ge yatırımların koordinasyonu, önceliklendirilmesi, konu hakkında bilgi sağlanması ve sağlık Ar-Ge çalışmalarına ilişkin

ilgili bilgilerin bir araya getirilerek, izlenmesi ve analiz edilmesi konularında hissedilen eksikliğe bağlı olarak, DSÖ üyesi ülkeler tarafından yapılan çağrı ve girişimler neticesinde, 2017 yılında Sağlık Ar-Ge Küresel Gözlemevi kurulmuştur.

Bilginin hızlı ve sürekli değişimi, küresel piyasa koşulları vb. gibi başlıca önemli faktörlere bağlı olarak, inovasyon yeteneği ve Ar-Ge faaliyetlerine yapılan yatırımlar, ülkelerin kalkınmalarına ve rekabet gücüne olumlu etkisi sağlamaktadır (Eren ve Gelmez, 2022).

Ülkeler sağlık Ar-Ge faaliyetleri neticesinde halihazırdaki sağlık teknolojileri birikimlerini daha iyi seviyelere çıkarabilmenin yanında, vatandaşlarının sağlıklı yaşam haklarının korunması ve geliştirilmesi için kazanımlar elde ederler. Sağlık Ar-Ge faaliyetlerine yeterli önem verilmez ise, sadece geçmişte kazanılan sağlık alanı bilgi-birikimleriyle, önlenebilir çocuk ölümleri, AIDS, tüberküloz, sıtma vb. gibi bilindik salgınların dahi 2030 yılına kadar sonlandırmak mümkün olmayacaktır (WHO, 2024). Bu kapsamda, DSÖ tarafından 2030 yılı hedeflerinden biri olarak, bütün ülkelerde (özellikle gelişmekte olan ülkelerde) sağlık alanında, bilimsel araştırmalarının geliştirilmesi, halihazırdaki teknolojik olanaklarının yükseltilmesi, yeniliğin özendirilmesi ve milyon kişi başına düşen sağlık alanı araştırmacı sayısının önemli ölçüde artırılması hedeflenmektedir.

Sağlık hizmetlerindeki etkinlik ve verimliliği artırabilmek, yaşlanan nüfuslara ve artan kronik hastalıklara bağlı gerçekleşen yüksek sağlık harcamalarının önüne geçebilmek gibi çeşitli amaçlara bağlı olarak da, sağlık alanındaki Ar-Ge yatırımları ve bunlara bağlı faaliyetleri ülkeler adına daha da önemli hale getirmiştir. Bu kapsamda, DSÖ tarafından da sağlık Ar-Ge alanında kamu, özel ve üniversite sektörlerindeki araştırma kapasitesinin artırılmasına yönelik çalışmalar yürütülmekte, GSYİH içindeki

sağlık Ar-Ge harcamalarının oranı ve milyon kişi başına düşen sağlık alanı araştırmacı sayısı gibi iki temel gösterge üzerinden ülkelerin gelişim durumları takip edilmektedir.

Ar-Ge faaliyetlerinin ticarileştirmesi konusu da politika yapıcılar tarafından Ar-Ge faaliyetlerinin geliştirilmesine yönelik destekleyici politikalar oluşturmak üzere kullanılabileceğinden, Karaveg vd. (2014) tarafından yürütülen çalışmada “araştırma ve geliştirmenin ticarileştirme kabiliyeti için değerlendirme modeli” bulguları paylaşmıştır. Ancak yine de kaynakların erimesini önlemek için başka başarılı ve kapsamlı değerlendirme modellerine de ihtiyaç olduğundan bahsedilmiştir.

Hem insan kaynağı hem de finansal bakımdan sağlık Ar-Ge faaliyetlerine önemli yatırımlar yapan ülkelerin, söz konusu sağlık Ar-Ge yatırımlarının karşılığında ne seviyede çıktı üretebildiklerinin bilimsel temele dayalı olarak gerçekleştirilen çalışmalar sonucunda modellenebilmesi, sağlık alanına yönelik Ar-Ge yatırım politikaları üretilmesi için gerekli ve önemli bir durumdur. Bilim Teknoloji Yüksek Kurulu’nun (BTYK) 25. Toplantısında, hem sağlık alanının öncelikli alan olması hem de biyoteknoloji alanıyla birlikte bu alandaki araştırma altyapılarının kurulması/geliştirilmesi/desteklenmesi kararlarının alınması, Türkiye için de sağlık alanı Ar-Ge faaliyetlerinin ve sonuçlarının gelişmiş ve gelişmekte olan diğer ülkelerde olduğu gibi önemli bir konu olduğuna kanıt olmuştur.

Bu kapsamda, bu çalışmada OECD ülkelerin sağlık Ar-Ge yatırımlarının ticarileşme performansının analiz edilebilmesi asıl amaç olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte, ülkelerin farklı dönemlerdeki ve alt süreçlerdeki etkinlik durumlarının genel etkinlikten bağımsız olarak belirlenmesi ve varsa etkinliğe etki eden çevresel faktörlerin tespit edebilmesi de amaçlanmıştır. Çalışmada sağlık Ar-Ge faaliyetlerinin ticarileşme performanslarını ölçebilmek için iki aşamalı Ağ VZA yöntemi kullanılmıştır. Kesikli Tobit regresyon analizi ile ise etkinliğe etki eden faktörlerin belirlenmesine çalışılmıştır.

Araştırmanın birinci bölümünde Ar-Ge ve sağlık Ar-Ge yatırımları ile çıktıları bakımından OECD ülkelerinin genel durumuyla, Ar-Ge faaliyetleri çıktılarının ticarileşme konusu üzerinde durulmuştur. İkinci bölümde, performans ölçümü genel kavramları ve Ar-Ge faaliyetlerinde performans ölçüm yöntemleri hakkında detaylı bilgiler yer almaktadır. Daha sonra çalışmanın yöntemine, kısıtlarına, değişkenlerine, tanımlayıcı istatistiklere ve analiz sonuçlarına yer verilmiştir. Alt süreçler için iki döneme ait genel VZA modelleri analiz bulgularına ve sonrasında genel süreç için iki aşamalı Ağ VZA etkinlik değerlerine yer verilmiştir. Üçüncü bölümde ayrıca etkinliğe etki eden faktörlerin belirlenmesi ve etkisi üzerine bulunan sonuçlar paylaşılmıştır. Son olarak, çalışmada elde edilen bulgular birlikte değerlendirilerek sonuç ve önerilerde bulunulmuştur.

BİRİCİ BÖLÜM

SAĞLIK AR-GE FAALİYETLERİ ve TİCARİLEŞME

1.1. AR-GE FAALİYETLERİNE GENEL BİR BAKIŞ

OECD Frascati Kılavuzu (2002) tarafından Ar-Ge çalışmaları kısaca, sistematik bir şekilde yürütülen ve insanoğlunun bilgi dağarcığına inovatif katkıları olan yaratıcı çalışmalar olarak tanımlanmaktadır. Parham (2009)'a göre Ar-Ge girdileri ve çıktıları olan bir süreçtir ve bu süreçte çıktıların artırılması, girdilerinin aynı kalması veya azaltılması yeteneğine bağlıdır. Bu kapsamda, küresel rekabette önemli avantajlar elde etmek isteyen ülkeler de Ar-Ge faaliyetlerine önem verirler fakat OECD (2008) raporunda belirtildiği üzere, ülkelerin genel Ar-Ge süreçleri ve dengeleri üzerinde tasarrufta bulunma imkanları genelde sınırlı, etkilerini yalnızca uzun dönemde gösterebilen ve yavaş yavaş gelişen şekildedir.

Ar-Ge faaliyetlerinin doğasındaki belirsizlik ve benzeri durumlara bağlı olarak, faaliyetlerin performansı için 21. yüzyıl başlarına kadar belirli performans boyutları üzerinde durulamamış olsa da sonrasında literatürde bu konu özelinde daha ayrıntılı çalışılmalar yapılmıştır. Bu çalışmalardan biri Sánchez ve Perez (2002) tarafından gerçekleştirilen çalışmadır ve Ar-Ge performansına yönelik olarak aşağıdaki boyutlara yer verilmiştir;

Girdiler: Faaliyet alanına tahsis edilen harcamalar, insan kaynağı, teknolojiler vb. gibi miktar olarak Ar-Ge performansını temsil edebilecek şekilde ilişkilendirilebilen değişkenlerdir.

Süreç: Faaliyet alanındaki süreçlerin etkinlik vb. şekilde analiz edilebilir durumda olmasıdır (ör; kavram geliştirmeler ve teknolojik kazanımlar).

Çıktı: Faaliyet alanında gerçekleşen sonuçların gözlenmesidir (ör; bilimsel yayınlar, fikri mülkiyet hakları, ilk defa geliştirilen ürünler).

Ar-Ge faaliyetleri için ülkeler tarafından yatırımlar yapılmakta ve bu yatırımların sonucu olarak, ara ya da nihai çıktılar üretebilmek hedeflenmektedir. Bu kapsamda, OECD Frascati Klavuzu'na (2002) ve literatürdeki ilgili çalışmalara göre ülkelerin Ar-Ge faaliyetleri için yaptıkları yatırımlar, iki ana başlık altında toplanmış ve detaylarına yer verilmiştir.

Ar-Ge Harcamaları: Ar-Ge personeli yıllık işçilik maliyetleri, cari dönem Ar-Ge maliyetleri (çalışmalar için satın alınan materyaller, sarf malzemeleri vb.), cari dönem dolaylı Ar-Ge maliyetleri (kira, güvenlik vb. masraflar) ile vergi masrafları dikkate alınarak hesaplanmaktadır. Ar-Ge harcamalarına Ar-Ge çalışmaları haricinde gerçekleştirilen “eğitim ve öğretim”, “ilgili diğer bilimsel ve teknolojik faaliyetler”, “diğer sınai faaliyetler” ve “yönetim ve diğer destek faaliyetleri” için yapılan harcamaların dahil edilmemesi gerekir (OECD, 2002).

Dünya genelinde, 1996 yılında yaklaşık 555 milyar \$, 2005 yılında ise yaklaşık bir trilyon \$ seviyesinde olan Ar-Ge harcamalarının, 2021 yılında ise yaklaşık 2,35 trilyon \$ olarak gerçekleştiği (sadece COVID-19 salgınına bağlı 2020 yılında bir miktar azalmıştır) ve genel olarak sürekli artmış eğiliminde olduğu görülmektedir (NSF, 2024).

Ar-Ge harcamalarının uluslararası karşılaştırılmasında ilk sırada yer alan ülke ABD'dir. ABD'nin harcamaları 2021 yılında 806,0 milyar \$ seviyesine ulaşarak, 2020 yılına göre %10 artış göstermiştir. İkinci sırada en fazla harcama yapan Çin'in ise 2021 yılındaki Ar-Ge harcaması toplam 667,6 milyar \$ seviyesiyle, 2020 yılına göre %14 artış göstermiştir (OECD, 2024).

Özetle, ülkeler tarafından Ar-Ge faaliyetleri için artan miktarda harcamaların olduğu ve bu harcamaların “toplam Ar-Ge harcamaları”, “GSYİH içinde Ar-Ge harcamalarının yüzdesi” vb. gibi göstergeler ile takibinin ve uluslararası karşılaştırmaların yapıldığı söylenebilir.

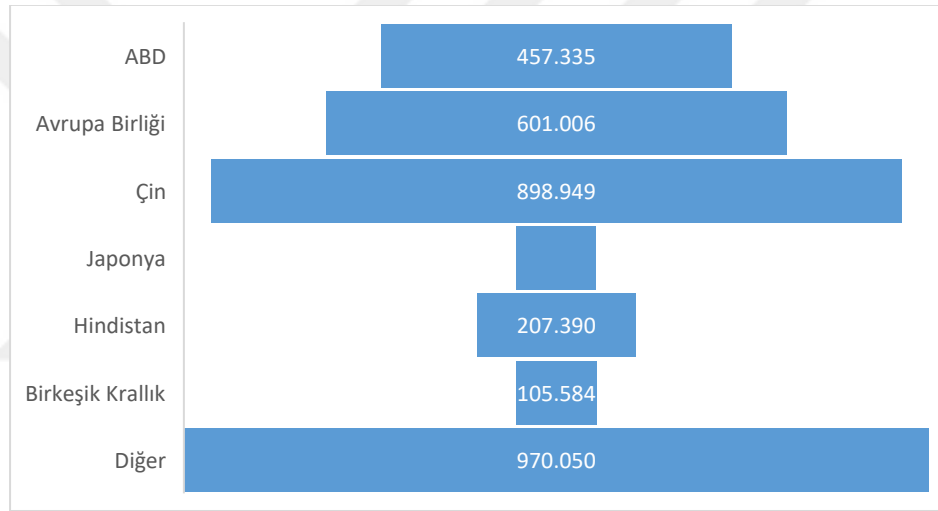
Ar-Ge İnsan Kaynağı: OECD Frascati Klavuzu’na (2002) göre Ar-Ge çalışmalarında yer alan “araştırmacılar”, “destek personelleri” ve “teknisyenler ve dengi personeller” olarak üç grup altında tanımlanır ve söz konusu gruplardaki personel sayısının toplanması ile hesaplanır.

AB üyesi ülkelerdeki TZE¹ araştırmacı sayısı 2013 ile 2023 yılları arasında %45'ten fazla artarak 1,48 milyondan 2,15 milyona yükselmiştir. Çin'deki TZE araştırmacı sayısının da 2023 yılında 2,64 milyona ulaştığı ve 2013 yılına kıyasla % 77,7 oranında bir artışla hızlı AB ortalamasının da üzerinde bir büyüme kaydedildiği görülmektedir. Yine 2013 yılı baz alındığında, Güney Kore (2023 verisine göre) ve ABD (2021 verisine göre) için sırasıyla %51,9 ve %38,1 oranında artışlar söz konusudur. Türkiye'deki araştırmacı sayısı ise 2013 yılına göre 2022 yılında iki kattan fazla artmış ve önemli bir gelişme göstermiştir (EUROSTAT, 2024). Ülkelerin Ar-Ge faaliyetlerine yönelik insan kaynağı yatırımları da Ar-Ge harcamalarına benzer şekilde genel olarak sürekli artış göstermektedir. Ar-Ge insan kaynağı yatırımları, “toplam Ar-Ge personel sayısı”, “milyon nüfusa düşen Ar-Ge personel sayısı” vb. gibi göstergelerle (sektör, eğitim seviyesi, cinsiyet vb. detayıyla) takip edilmekte, uluslararası karşılaştırmalar yapılmaktadır.

¹ TZE, referans alınan belirli bir dönemde (bir takvim yılı seçilmektedir genellikle) Ar-Ge için harcanan çalışma süresinin, normal olarak çalışılan toplam süreye bölünmesiyle elde edilen orandır.

Ülkelerin Ar-Ge faaliyetlerine yaptıkları yatırımlar sonucunda ürettikleri ara/nihai çıktılar (literatürdeki çalışmalarda en çok tercih edilen) için ise bilimsel yayın ve patent ana başlıklardan bahsetmek mümkündür.

Bilimsel Yayınlar: Thomas vd. (2011), bilimsel yayınları kısaca akademik üretkenliğin ve mükemmelliğin bir göstergesi olarak tarif etmişler ve Ar-Ge etkinliği üzerine yaptıkları çalışmalarında kullanmışlardır. Ülkelerin bilimsel alandaki üretkenliğini ölçebilmek için de bilimsel yayın sayısı ve bu yayınlar için atıf sayısı verisi üzerinden genel ya da daha detaylı değerlendirmeler yapılabilmektedir.



Şekil 1. Ülke/Ekonomik Bölgeye Göre Bilimsel Yayın Sayısı (2022)

Kaynak: (NSF, 2024).

Science-Metrix, Elsevier ve Scopus verisinden elde edildiği belirtilen NSF (2024) Ulusal Bilim ve Mühendislik İstatistikleri Merkezi raporlarına göre², 2022 yılında dünyada en fazla bilimsel yayın sayısına sahip ülke/ekonomik bölge verisi Şekil 1’de yer

² Scopus’taki ilgili alanlarındaki konferans bildirileri ve hakemli dergilerden seçilen yayınların yayın yıllarına göre sınıflandırıldığı ve makalede listelenen yazar (lar)ın kurumsal adres (ler)i temelinde bir bölge, ülke veya ekonomiye atandığı açıklanmıştır. Ayrıca, yayınların kesirli sayı esasına göre kredilendirildiği (birden fazla ülkeden yazarı olan makalelerde, her ülkeye katılımcı yazarlarının oranına göre kesirli kredi verilir) belirtilmiştir.

almaktadır. Çin, 898.949 adet yayın ile (Dünya toplamı 3.344.037 adet) 2022 yılında ilk sırada yer alırken, 27 AB üyesi ülkenin toplam yayın sayısı 601.006 adet olarak raporlanmıştır. Çin, ABD ve AB üyesi ülkeler tarafından yapılan yayın sayısı toplamının, dünyanın geriye kalan ülkeleri tarafından yapılan toplam yayın sayısından fazla olduğu Şekil 1’de görülecektir.

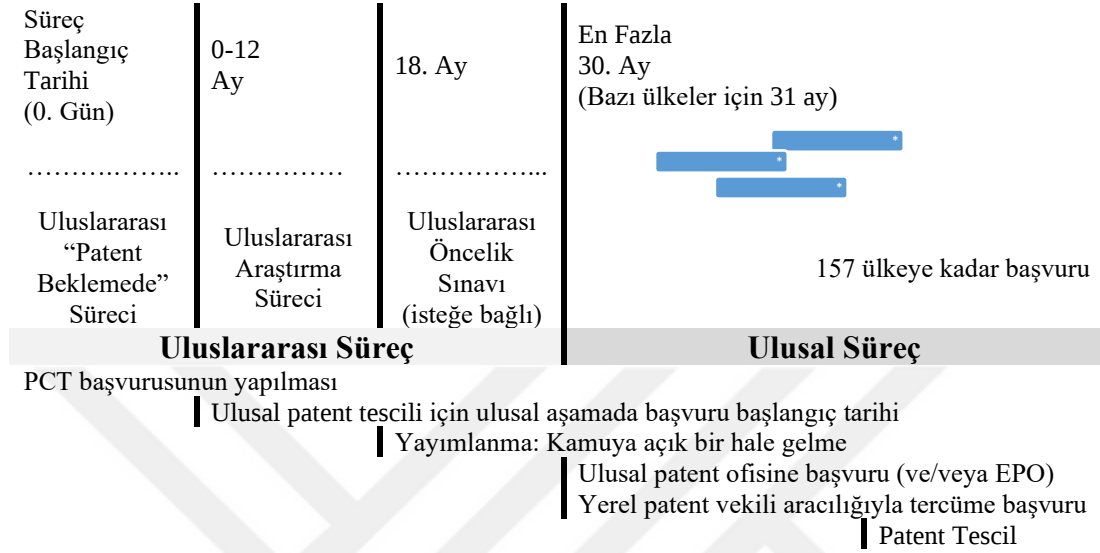
Patentler: Thomas vd. (2011) patenler hakkında ülkeler ve bölgeler için uzun dönemlere ait patent istatistiklerinin yaygın olarak bulunabilmesi sebebiyle, Ar-Ge faaliyetlerine yönelik önemli bir gösterge olarak kullanıldığını ifade ederken, Griliches (1990), patentlerin daha sağlam göstergelerin yokluğunda genellikle inovasyon ve Ar-Ge sürecinin göstergeleri olarak kabul edildiğinin altını çizmektedir.

Ar-Ge faaliyetlerine daha fazla yatırımların yapıldığı gelişmiş ülkelerdeki patent sayısının diğer ülkelere kıyasla daha yüksek seviyelerde olması da Ar-Ge ile patent ilişkisi için önemli bir kanıttır. WIPO (2023) raporuna göre, toplam patent başvuru sayısı 1995'te yaklaşık 1 milyon iken 2010'da bu rakam iki katına çıkarak yaklaşık 2 milyona ulaşmış ve 2022'de 3,5 milyon sınırını aşmıştır.

Patent başvurularının patent tesciline dönmesi durumu incelendiğinde, WIPO (2023) raporuna göre, Asya'nın dünya çapındaki patent tescilindeki payı 2022 yılında %67,3'e ulaşarak, 2011 yılındaki küresel payına göre 10,3 puanlık önemli bir artış göstermiştir. Bu durum, patent tesciline onay veren ilk beş otoriteden üçünün (Çin, Japonya ve Kore Cumhuriyeti) Asya bölgesinde yer alması ve Çin'in tek başına patent tescili sayısında dünya toplamının %43,8'ini oluşturması gerçeğiyle açıklanabilir.

Genel olarak bir patent ofisi başvuruları inceler ve patent hakkı verilip verilmeyeceğine karar verir. İnceleme süreçleri ofisler arasında farklılık gösterir, bu da ülkeler arası karşılaştırmaları zorlaştırır. WIPO ülkelere ait uluslararası patent başvuru ve diğer süreç verisini Patent İş Birliği Anlaşması (Patent Cooperation Treaty- PCT)

kapsamına göre yayımlamaktadır. PCT kapsamında yapılan patent başvuruları (öncelikli) için güncel süreç Şekil 2’de olduğu gibi yürütülmektedir.



Şekil 2. WIPO Patent Başvuru Süreci (öncelikli PCT)

Kaynak: (WIPO, 2023).

Şekil 2’de görüleceği üzere PCT kapsamında yapılan patent başvurularının, başvurunun yapıldığı tarihten başvurunun yayımlanmasına kadar geçen süre 18 ay olarak öngörülmektedir. Sonrasındaki 1 yıl içerisinde uluslararası süreç tamamlanmakta ve başvuru sahipleri için istedikleri patent ofislerine patent tescil taleplerine yönelik başvuru süreci başlamaktadır. Özetle, ilk başvuru tarihi anından itibaren 30 aylık bir süre içerisinde, başvurusu sahibi veya vekili için PCT kapsamına dahil olan ülkelerin her birine başvuruda bulunma hakkı doğar ve istenilen patent ofislerine ayrı ayrı patent tescil hakkı için başvurulabilir.

Bu çerçevede, Ar-Ge faaliyetlerinin etkinliği üzerine yapılan birçok çalışmada patent verisi çıktı değişkeni olarak kullanılmaktadır ancak PCT kapsamında yapılan başvurular için, her ne kadar patent ofislerince ortak tanımlar /kavramlar temelinde inceleme ve sonuç verisi derleniyor olsa da “yapılan başvuru sayısı”, “ilgili başvurunun

tescil /reddedilmesi/geri çekilmesi” gibi dünya çapındaki istatistikler için tahminlerin söz konusu olduğu unutulmamalıdır.

Başka bir ifadeyle WIPO tarafından her yıl için yayımlanan patent verisi, herhangi bir uluslararası patent ofisinin kendi yayımladığı verilerde mevcut olmayabilir. Uluslararası patent ofisleri tarafınca temin edilemeyen eksik veriler söz konusu ofisler ya da WIPO tarafından doğrusal ekstrapolasyon ve bitişik veri noktalarının ortalamasının alınması gibi bazı ilgili ofislerin tercih ettiği yöntemler kullanılarak tahmin edilmektedir. Örneğin bir patent başvurusunun menşei ile ilgili bilgi patent ofisi tarafından sağlanmadığında, WIPO ilgili konu istatistiklerini yayımlarken geçmiş dönem oranları üzerinden tahmini değerleri yayımlamaktadır. Fakat büyük patent ofislerinin çoğunda patent vb. hususlarda genel olarak veri detayları tutulmakta ve mevcuttur. Dünya geneli için yayımlanan toplam patent başvuru sayısının 162 ofisi kapsamadığı ve bu ofislerden 140'ı için veri mevcut olduğu, tahmin edilen toplam sayının ise dünya toplamının %99,7'sini oluşturduğu bilinmelidir (WIPO, 2024).

Küresel İnovasyon Endeksi

Mani (2001), inovasyon için Ar-Ge faaliyetlerinin önemli bir unsur olduğundan fakat Ar-Ge faaliyetlerinin yararlı sonuçlar oluşturabilmesi için insan kaynaklarının geliştirilmesi gibi tamamlayıcı nitelikteki çeşitli araçların ve politikaların kullanılması gerekliliğinden bahsetmektedir. Bu kapsamda, ülkelerin güncel inovasyon yeteneklerinin ve sonuçlarının bir sıralamasını, 5 adet girdi ve 2 adet çıktı alt endeks değişkenlerine göre sunan Küresel İnovasyon Endeksi (Global Innovation Index – GII), ülkelerin Ar-Ge ilişkili altyapı durumlarını anlayabilmek adına da önemli bir endekstir.

Dünya Fikri Mülkiyet Örgütü tarafından yayımlanan söz konusu endeks ile “İnovasyon Girdi Alt Endeksi” ve “İnovasyon Çıktı Alt Endeksi” olarak iki ana başlığa göre de ülke sıralamaları yayımlanmaktadır.

WIPO (2023) raporuna göre, 38 OECD ülkesinden Türkiye, Meksika, Kolombiya ve Kosta Rika üst-orta gelir grubuna giren ülkelerdir, diğer 34 ülke yüksek gelir grubunda yer almaktadır. OECD ülkelerinin bölgelere gruplandırılmasında ise 26 ülke ile Avrupa bölgesi en çok üye ülkenin yer aldığı bölgedir. Sonrasında ise sırasıyla Latin Amerika ve Karayipler bölgesinde 4 ülke; Güney Doğu Asya, Doğu Asya ve Okyanusya bölgesinde 4 ülke; Kuzey Afrika ve Batı Asya bölgesinde 2 ülke (Türkiye ve İsrail) ve Kuzey Amerika bölgesinde iki ülke (ABD ve Kanada) bulunmaktadır.

Tablo 1. OECD Ülkeleri 2022 Yılı Küresel İnovasyon Endeksi (GII) Değerleri

Ülkeler	Endeks Bileşenleri		Girdi Endeksi Bileşenleri					Çıktı Endeksi Bileşenleri (Çıktıları)		GII Değeri	Ülkeler	Endeks Bileşenleri		Girdi Endeksi Bileşenleri					Çıktı Endeksi Bileşenleri		GII Değeri
	Giridler	Çıktılar	Beşeri Sermaye ve Araştırma	Kurumlar	Altyapı ve Pazar Ölçeği	Pazar Gelişmişliği	İş Gelişmişliği	Bilgi ve Teknoloji	Yaratıcı			Giridler	Çıktılar	Beşeri Sermaye ve Araştırma	Kurumlar	Altyapı ve Pazar Ölçeği	Pazar Gelişmişliği	İş Gelişmişliği	Bilgi ve Teknoloji Çıktıları	Yaratıcı	
ABD	2	5	9	13	19	1	3	3	12	2	Japonya	11	12	21	21	12	9	8	11	19	13
Almanya	12	7	2	20	23	14	19	9	7	8	Kanada	9	23	12	15	30	6	20	24	20	15
Avustralya	19	32	5	17	18	20	24	37	27	25	Kolombiya	63	70	79	72	59	66	42	67	75	63
Avusturya	17	21	11	8	9	38	18	19	26	17	Kore	16	4	1	31	13	21	9	10	4	6
Belçika	26	24	16	29	37	45	11	18	32	26	Kostarika	67	71	77	44	66	88	60	61	81	68
Birleşik Krallık	7	3	6	24	8	5	22	8	3	4	Letonya	39	42	48	35	52	65	36	44	42	41
Çekya	33	27	33	43	20	76	28	17	37	30	Litvanya	34	47	44	26	45	32	37	48	47	39
Danimarka	8	10	10	9	5	15	15	12	14	10	Lüksemburg	20	18	32	5	40	31	4	33	9	19
Estonya	15	22	34	12	10	3	25	21	24	18	Macaristan	36	34	3	48	35	67	30	23	46	34
Finlandiya	6	9	8	11	3	17	5	4	18	9	Meksika	70	55	58	93	63	54	76	58	50	58
Fransa	13	11	15	18	17	10	17	15	6	12	Norveç	14	29	19	3	2	28	21	25	30	22
Hollanda	10	6	14	4	14	18	10	5	10	5	Polonya	41	36	36	65	43	61	38	38	38	38
İrlanda	25	19	23	16	15	55	13	14	29	23	Portekiz	32	31	22	47	39	42	34	35	25	32
İspanya	28	26	26	38	16	30	32	27	28	29	Slovakya	54	45	59	68	41	70	45	28	70	46
İsrail	22	16	24	41	42	7	6	7	36	16	Slovenya	30	35	25	37	24	68	29	26	56	33
İsveç	4	2	3	19	1	13	1	2	8	3	Şili	43	57	57	39	47	46	57	54	55	50
İsviçre	3	1	4	2	4	8	7	1	1	1	Türkiye	49	33	41	101	48	37	47	47	15	37
İtalya	31	15	28	58	26	35	33	16	16	28	Yeni Zelanda	23	28	18	7	21	24	31	29	22	24
İzlanda	24	17	29	14	22	41	14	22	13	20	Yunanistan	44	49	31	69	46	64	55	46	54	44

Kaynak: (WIPO, 2024).

Tablo 1’de 38 OECD üyesi ülkenin 2022 yılı için yayımlanan Küresel İnovasyon Endeksi (GII) detayları yer almaktadır. GII ülke sıralamasına göre OECD ülkeleri genelinde sırasıyla ilk 5 sırada olan İsviçre ABD, İsveç, Birleşik Krallık ve Hollanda, endekse dahil edilen 132 ülke arasında da ilk 5 sırayı oluşturmaktadır. İnovasyon Girdi Alt Endeksi’ne göre OECD ülkeleri arasında ilk sırada olan ABD, genelde ise 2. sırada yer almaktadır. İnovasyon Çıktı Alt Endeksi için OECD ülkeleri arasında ilk sırada olan İsviçre, genel sıralamada da yine ilk sıradadır.

Türkiye kendisi gibi üst-orta gelir sınıfındaki Meksika, Kolombiya ve Kosta Rika arasında GII sıralaması en iyi olan ülkedir. Türkiye için söz konusu sıralama, GII İnovasyon Girdi ve Çıktı Alt Endeksleri için de aynı şekildedir.

Tablo 1’de görüleceği üzere İnovasyon Girdi Alt Endeksi için alt bileşenler, “Beşerî Sermaye ve Araştırma”, “Kurumlar”, “Altyapı ve Pazar Ölçeği”, “Pazar Gelişmişliği” ve “İş Gelişmişliği” şeklindedir. Bu bileşenler için sırasıyla en iyi genel sıralamaya sahip OECD ülkeleri Güney Kore (1.), İsviçre (2.), İsveç (1.), ABD (1.) ve İsveç (1.) şeklindedir. İnovasyon Çıktı Alt Endeksi için alt bileşenler ise “Bilgi ve Teknoloji Çıktıları” ve “Yaratıcı Çıktılar” şeklindedir. Söz konusu bileşenlerin her ikisi için en iyi genel sıralamaya sahip OECD ülkesi İsviçre (1.)’dir.

1.2. SAĞLIK AR-GE FAALİYETLERİ

Son dönemlerde gerek Avrupa Birliği’nin küresel konulardaki girişimleri gerekse de diğer uluslararası girişimler tarafından, dijitalleşme, iklim, enerji, ulaştırma, sağlık ve eğitim gibi başlıklarda araştırma alanlarına odaklanılmakta ve bu alanlardaki çalışmalara destekler sağlanmaktadır (Liao ve Beal, 2022). Stratejik önemi sebebiyle sağlık alanındaki Ar-Ge çalışmaları bahsedilen başlıklarla birlikte önemli bir politika konusu haline gelmiş ve bu konuda birçok uluslararası araştırma gerçekleştirilmiştir.

“Tıbbi Bilimler” başlığı OECD Frascati Klavuzu (2002) kapsamında bilim ve teknoloji için yer verilen 6 ana başlıktan biridir ve bu ana başlığın altında ise detaylarıyla birlikte “temel tıp”, “klinik tıp” ve “sağlık bilimleri” alt başlıklarına yer verilmiştir.

Sağlık alanı Ar-Ge harcama verisine sahip olmak, politika yapıcılara sağlık alanı genel Ar-Ge durumu ve faaliyetleri bakımından ülkeler arasında karşılaştırma imkânı veren, önemli bir araçtır. Bu bağlamda, OECD Frascati Klavuzu (2002) tarafından Ar-Ge harcamalarının sosyo-ekonomik amaçlara göre sınıflandırılması yapılmaktadır ve insan sağlığı koruma, iyileştirme ve yeniden sağlama amaçlı yapılan Ar-Ge harcamaları sağlık alanı Ar-Ge harcamaları olarak kabul edilmektedir.

Kamu ve özel sektör tarafından yapılan sağlık harcamaları ve sonradan sağlığa tahsis edilen üniversitelerin genel fonları hariç, tıbbi ve sosyal bakımın tüm yönleri de dahil olmak üzere insan sağlığını korumayı, geliştirmeyi ve iyileştirmeyi amaçlayan Ar-Ge harcamaları da sağlık Ar-Ge harcamaları olarak hesaplanmaktadır. İlaç, biyomedikal, sağlık teknolojileri vb. gibi birçok sağlık alanı ile ilişkili sektör için hükümetler, yüksek öğretim kurumları, özel kuruluşlar ile kâr amacı gütmeyen endüstri dışı kuruluşlardan tarafından sağlanan fonlar, bu kapsamda değerlendirilmektedir (OECD, 2002).

Sağlık Ar-Ge faaliyetleri ve çıktılarına yönelik verinin toplanması, doğrulanması ve ilgili veri tabanlarında yayımlanması için uluslararası kuruluşlar tarafından kontrol edilip, onaylanması uzun sürede gerçekleşebilmektedir. Ulusal uygulamalarda bazı farklılıklar bulunsa da OECD Frascati Klavuzu’na (2002) göre ulusal istatistik kurumları tarafından sağlık Ar-Ge harcamalarına yönelik veriler ağırlıklı olarak anketler ve saha araştırmaları yoluyla toplanmaktadır. Elde edilen veriler belli merkezlerde toplanarak birleştirilmekte, analiz ve yorumlama kolaylığı sağlayabilmesi amacıyla alt kategoriler için derlenebilmektedir.

Sağlık Ar-Ge harcamaları örneğinde olduğu gibi, uzun ve meşakkatli süreçlere bağlı olarak, ülkelerin sağlık Ar-Ge faaliyetlerinin karşılaştırılmasında kullanılacak değişkenlere ait veriye aynı dönemler için ulaşabilmek genellikle mümkün olmamaktadır. Sağlık Ar-Ge faaliyetleri verisin yayımlandığı ilgili uluslararası veri tabanlarındaki güncel raporlarda, güncel veri olarak, önceki yıllara ait verilerden istatistiki yöntemlere göre tahmin edilmiş verilere yer verilmektedir.

Ayrıca, elde edilen deneyimler neticesinde sağlık Ar-Ge faaliyetlerinin sadece sosyo-ekonomik hedeflerin ya da tıp bilimlerinin bir parçası olarak yeterince kapsamlı ifade edilemediği bilinmelidir (OECD, 2002). Bu sebeple, OECD Frascati Klavuzu'nda (2002) sosyo-ekonomik amaç bileşenleri içindeki sağlıkla ilgili bileşenler ile bilim-teknoloji başlıkları altında yer alan sağlıkla ilgili alanların (ör: biyomedikal teknolojiler) bir birleşimine ihtiyaç olduğundan bahsedilmiştir. Böylelikle sağlıkla ilgili Ar-Ge'yi tanımlamanın daha doğru olacağı vurgulanmıştır.

Bu kapsamda, ülkelerin sağlık alanındaki Ar-Ge faaliyetlerini değerlendirebilmek için, genel kabul görmüş Ar-Ge göstergelerine göre veri derlemesi yapan ve yukarıda bahsedilen tanımlamalara dikkat ederek veri oluşturan kaynaklardan faydalanılması önemlidir.

1.2.1. Genel Kabul Görmüş Sağlık Ar-Ge Göstergeleri

Ülkelerin sağlık alanındaki Ar-Ge faaliyetlerinin, diğer ülkeler ile kıyaslanabilir ve performans değerlendirmesinin yapılabilir olması için ülkelerin genel Ar-Ge faaliyetlerin performans değerlendirmelerinde kullanılan ve literatürde genel kabul görmüş bazı göstergeler önemlidir. Bu bağlamda, OECD ve EUROSTAT gibi uluslararası kuruluşların yayınlarında/veri tabanlarında, ülkelerin belirli bir alan

özelindeki Ar-Ge faaliyetleri için genel Ar-Ge faaliyetleri için kullanılan göstergelerin ilgili alan özelindeki değerlerine yer verildiği görülmektedir.

Bu sebeple, sağlık Ar-Ge faaliyetleri için bazı göstergelerin öne çıktığı ifade edilebilir. DSÖ başta olmak üzere diğer uluslararası kuruluşların yayınlarında/veri tabanlarında, sağlık Ar-Ge faaliyetlerine yönelik yatırımlar için sağlık Ar-Ge harcamaları ile sağlık Ar-Ge insan kaynağı verisini temel alarak üretilen göstergelerin yayımlandığı görülmektedir. Sağlık Ar-Ge faaliyetlerinin diğer ülkelerle kıyaslanmasına da olanak sağlamasına bağlı olarak, “sağlık Ar-Ge harcamasının GSYİH içindeki oranı”, “milyon nüfus başına sağlık Ar-Ge personel sayısı” vb. gibi göstergeler (DSÖ yayınlarında kullanıldığı gibi) girdi değişkenleri olarak sıklıkla tercih edilmektedir.

Ülkelerin sağlık Ar-Ge faaliyetleri sonucunda neler ürettiklerinin uluslararası kıyaslamaları ve performans değerlendirmeleri için ise, ülkelerin genel Ar-Ge faaliyetlerinin çıktısı göstergelerine benzer şekilde göstergelerin kullanıldığı söylenebilir. Alan özelinde elde edilen yayın sayısı, patent başvuru sayısı, yüksek teknoloji ihracat miktarları vb. gibi değişken verisi sağlık Ar-Ge çıktısı göstergeleri olarak tercih edilmektedir.

Enerji, savunma, eğitim, sağlık vb. gibi bir alan özelindeki Ar-Ge faaliyetleri için gösterge olarak kabul edilecek değişken verisine ulaşmak genellikle zahmetli ve zor olabilmektedir. Sağlık alanındaki Ar-Ge faaliyetlerinin kıyaslanabilmesi de DSÖ Sağlık Ar-Ge Küresel Gözlemevi kurulması ve çeşitli veri kaynaklarından elde edilen sağlık Ar-Ge konusu özelindeki veriler/göstergeler yayımlanması ile araştırmacılar için daha kolay hale gelmiştir.

Ülkelerin sağlık Ar-Ge faaliyetlerini anlatabilmeye, diğer ülkelerle kıyaslayabilmeye ve performans değerlendirme süreçlerinde kullanabilmeye müsait

yapıları sebebiyle, genel Ar-Ge göstergelerine benzer seçilen 4 göstergeye için kısa tanımlar ve detaylar aşağıdaki gibidir;

Sağlık Alanı Ar-Ge Harcamaları: Ar-Ge için sağlık ve tıp bilimleri özelinde yapılan harcamalar üzerinden hesaplanmaktadır (OECD, 2002). Uluslararası veri tabalarında konuya ilgili göstergelerin, genel olarak, ülkelerdeki sağlık Ar-Ge harcaması ya da GSYH içindeki sağlık Ar-Ge harcamasının yüzdesi şeklinde yayımlandığı görülmektedir.

Sağlık Ar-Ge Küresel Gözlemevi tarafından 2024 yılı Şubat döneminde yayımlanan raporda, “GSYH yüzdesi olarak sağlık Ar-Ge harcaması” verisi hem bölgeler hem de ülkeler için bulunmaktadır. 85 ülke için ulusal ve uluslararası kurum/kuruluşlardan toplanan ve derlenen veriye göre hazırlandığı belirtilen söz konusu raporda, Batı Pasifik bölgesine dahil olan ülkelerdeki “GSYH yüzdesi olarak sağlık Ar-Ge harcaması” oranı % 0,08’lik ortalamasıyla tüm bölgeler arasında en yüksek seviyededir. Doğu Akdeniz bölgesine dahil olan ülkelerdeki söz konusu oran % 0,01’lik ortalama ile ise en düşük seviyededir (WHO, 2024).

Ülkelerin gelir durumuna göre değerlendirme yapıldığında, yüksek gelir grubundaki ülkelerde “GSYH yüzdesi olarak sağlık Ar-Ge harcaması” oranının %0,27 seviyesinde bir ortalama sahip olduğu belirtilmiştir. Bu oran ortalaması üst-orta gelir grubu ülkelerde %0,03, düşük gelir grubu ülkelerde % 0,02 ve alt-düşük gelir grubu ülkelerde ise % 0,01 seviyesindedir (WHO, 2024).

Özetle, sağlık Ar-Ge harcamalarına ayrılan bütçelerin GSYH yüzdesi içindeki oranın yüksek gelir grubundaki ülkelerde diğer gelir grubu ülkelere kıyasla çok daha yüksek seviyede olduğu ifade edilebilir

Sağlık Alanı Ar-Ge Personel Sayısı: Ar-Ge faaliyetlerinin yürütülebilmesi için kullanılan insan kaynağı ülkelerin genel Ar-Ge faaliyetleri için yapılan yatırımların kıyaslanmasında kullanıldığı gibi, ilgili faaliyet alanları özelindeki Ar-Ge personel sayısı da ilgili alanlar için önemli bir göstergedir. Sağlık alanı vb. gibi alanlarda Ar-Ge personel sayısı yayımlanırken, daha çok TZE verisi olarak yayımlanması tercih edilmektedir.

DSÖ üyesi 82 ülkenin sağlık alanındaki TZE Ar-Ge personel sayısı verisi, ülkeler arası kıyaslanmanın kolay olabilmesi amacıyla “milyon nüfus başına TZE sağlık Ar-Ge personel sayısı” şeklinde Sağlık Ar-Ge Küresel Gözlemevi tarafından yayımlanmaktadır.

Sağlık Ar-Ge Küresel Gözlemevi’nin 2023 Mart raporuna göre, “milyon nüfus başına TZE sağlık Ar-Ge personel sayısı” için bölgesel değerlendirmelerde Avrupa 244 ortalama ile en iyi durumdayken, Afrika ise 20 ortalama ile en kötü durumdadır. Rapora göre sağlık Ar-Ge personelinin %50’sini kadınlar oluşturmaktadır ve cinsiyet dağılımı bakımından bir dengesizlik söz konusu değildir (WHO, 2024).

Sağlık Alanı Bilimsel Yayın Sayısı: Ülkelerin Ar-Ge faaliyetlerinin sonuçlarıyla ilişkili (doğrudan ya da dolaylı) olduğu kabul edilen bilimsel yayın verisi, sağlık Ar-Ge faaliyetlerinin sonuçlarının diğer ülkeler ile kıyaslanabilmesi için, söz konusu alan özelinde de önemli bir göstergedir.

Tablo 2. Bilimsel Yayınların Alanlara Göre Oransal Dağılımı (%) (2022)

Bilim Alanı	Dünya	ABD	Avrupa Birliği	Çin	Japonya	Hindistan	Birleşik Krallık
Tarım Bilimleri	2,56	1,21	2,33	3,26	1,12	2,26	0,8
Astronomi ve Astrofizik	0,44	0,85	0,67	0,19	0,55	0,28	0,88
Biyolojik ve Biyomedikal Bilimler	13,05	14,09	13,62	12,44	13,84	10,55	11,83
Kimya	5,9	2,99	5,1	8,01	6,68	7,88	3,42
Bilgisayar ve Bilgi Bilimleri	10,36	7,3	9,31	11,4	8,8	21,21	7,99
Mühendislik	16,77	10,81	13,21	25,38	12,85	17,55	11,23
Yer/Atmosfer/Okyanus Bilimleri	2,71	2,75	2,55	3,02	2,13	1,66	2,75
Sağlık Bilimleri	24,16	37,43	27,09	14,13	34,28	15,15	33,81
Malzeme Bilimi	3,28	1,16	2,4	5,02	2,74	6,33	1,49
Matematik ve İstatistik	2,45	2,16	2,67	1,87	1,82	2,75	2,06
Doğal Kaynaklar ve Koruma	3,02	1,45	2,6	3,98	1,53	2,92	1,81
Fizik	7,82	5,11	7,91	8,98	10,39	9,08	5,67
Psikoloji	2,07	4,19	2,98	0,86	1,2	0,31	4,31
Sosyal Bilimler	5,39	8,5	7,56	1,45	2,09	2,08	11,95

Kaynak: (NSF, 2024).

Tablo 2’de görüleceği üzere 2022 yılında dünyada yapılan her 4 yayından biri neredeyse “Sağlık Bilimleri” (%24,16) alanında yapılmıştır. “Sağlık Bilimleri” alanından sonra en çok yayın yapılan alanlar sırasıyla “Mühendislik” (%16,77) ve “Bilgisayar ve Bilgi Bilimleri” (% 10,36) alanları olmuştur. Söz konusu 3 alanın yayın sayısı toplamı geriye kalan tüm alanların yayın sayısı toplamından fazladır.

Ülkeye/ekonomik bölgeye göre Tablo 2 verisi incelendiğinde, “Sağlık Bilimleri” alanından yapılan yayınlar ABD’nin tüm yayınların % 37,43’ünü oluşturduğu görülecektir. 2022 yılında en çok sayıda yayın sayısına sahip olan (Bknz. Şekil 1) ve bu sebeple Tablo 2’de alan bazlı bilimsel yayın verisine yer verilen 5 ülkeden Çin ve Hindistan haricindekilerde, “Sağlık Bilimleri” alanından yapılan yayınlar ilk sırada yer almıştır. Bu iki ülkelerdeki oranı ise yaklaşık %15 seviyesindedir (NSF, 2024).

Sağlık Alanı Patent Başvuru Sayısı: Ar-Ge yatırımı yapılan alan özelinde üretilen çıktıların tespitinde ve ülkelerin genel Ar-Ge performans değerlendirmelerinde kullanılan göstergelerden patent istatistikleri sağlık alanı Ar-Ge performans değerlendirmesi için sıklıkla tercih edilen göstergelerdendir.

Ulusal ve uluslararası patent ofislerince WIPO tarafından tanımlanan 35 teknoloji alanına göre düzenlenmiş Patent Endeksi kullanılmaktadır. Sağlık alanı ile dolaylı ya da doğrudan ilişkili olan alanlar medikal teknoloji, ilaç ve biyoteknoloji alanlarıdır.

EPO (2023) patent başvuru verisine göre, 35 teknoloji alanının içerisinde medikal teknoloji alanı %11,6 oran (1.994 adet) ile ilk sırada yer alırken ilaç alanı ise %4,1 (632 adet) oran ile sekizinci sırada yer almaktadır.

Bu kapsamda, sağlık Ar-Ge faaliyetlerinin performansına yönelik araştırmalarda patent sayısını kullanmak isteyen araştırmacılar genellikle medikal teknoloji, ilaç ve biyoteknoloji alanları verisi üzerinden çalışmalar yürütmektedirler.

1.2.2. OECD Ülkelerinde Sağlık Ar-Ge Faaliyetlerinin Durumu

Çalışmanın bu bölümünde, OECD ülkelerindeki sağlık Ar-Ge faaliyetlerinin durumunu ortaya koyabilmek amacıyla, önceki bölümde açıklanan sağlık alanı Ar-Ge göstergelerinin OECD özelindeki detaylarına yer verilmiştir.

Sağlık Ar-Ge harcama verisi mevcut olan 35 OECD ülkesinde, ilgili hükümetlerce 2021 yılında toplam 69 milyar \$ bütçe ayrılmıştır. Hesaplanan toplam miktarın, çoğunun, vergi teşviki ve yüksek öğrenim ile kamuya ait işletmelerin finansmanı hariç tutularak hesaplandığı düşünüldüğünde, aslında toplam devlet desteklerinin daha da fazla olduğu söylenebilir.

OECD ülkeleri arasında sağlık Ar-Ge harcamalarının GSYH içindeki payı en fazla olan ülke ABD'dir ve 2021 yılında toplam 45 milyar \$ harcamıştır. 2010 yılından sonraki yaklaşık 10 yıllık süreçte sağlıkla ilgili Ar-Ge harcamaları için ABD hükümeti tarafından tahsis edilen bütçeler %45 oranında artmıştır (OECD,2023a).

Sağlık alanı Ar-Ge faaliyetleri için en fazla harcama yapılan alan ilaç alanıdır. Bu alanda, dünya genelinde 2021 yılında Ar-Ge için 129 milyar \$ harcanmış ve bu harcamanın büyük bir kısmı yine ABD tarafından yapılmıştır. Küresel olarak işletme bazlı ilaç Ar-Ge harcamalarının 2010 yılına kıyasla reel olarak %39 oranında artış göstermiştir. Bu artışın çoğu OECD ülkeleri harcamalarına (özellikle de ABD- OECD toplamının %69'u) bağlı olarak gerçekleşmiştir (NSF, 2024).

Bahsedildiği üzere ülkelerin genel Ar-Ge faaliyetleri kapsamındaki insan kaynağı verisine uluslararası ya da ulusal veri tabanları aracılığıyla ulaşmak çoğu ülke için mümkünken, belirli alanlar (sağlık bilimleri, doğa bilimleri, teknoloji vb.) özelindeki Ar-Ge personel verisine ulaşabilmek ya mümkün olmamakta ya da çok kısıtlı olmaktadır. OECD ülkeleri için de bu durum geçerlidir.

OECD (2024) verisine göre oluşturulan Tablo 3'te tıp ve sağlık bilimleri alanı özelinde verisi yayımlanan OECD ülkelerindeki TZE sağlık Ar-Ge personeli istatistikleri yer almaktadır. OECD ülkelerinin tamamının toplam Ar-Ge personel sayısı istatistiklerine (verisi olmayan dönemler olsa da) ulaşılabilmesine rağmen, Tablo 3'te görüleceği üzere sadece 10 OECD ülkesinin tıp ve sağlık bilimleri alanı özelinde Ar-Ge personel verisine erişilebilmektedir.

Tablo 3. Tıp ve Sağlık Bilimleri Alanı TZE Ar-Ge Personel Sayısı (OECD Ülkeleri)

Ülke	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Çekya	2.616,9	2.493,7	2.579,6	2.885,0	3.121,0	3.237,8	3.422,3	3.467,1
Letonya		265,0	288,0	294,0	327,0	298,0	387,0	
Macaristan	2.164,0	2.357,0	2.349,0	4.248,0	4.041,0	3.995,0	4.096,0	
Polonya	10.584,0	11.455,0	14.110,0	14.166,0	14.892,0	14.858,1	16.442,6	
Portekiz	4.754,9	5.092,7	5.386,1	5.431,0	5.622,0	5.679,0	6.402,3	6.233,7
Slovakya	1.466,7	1.280,0	1.338,0	1.420,0	1.812,0	1.950,2	1.623,5	
Slovenya	1.007,0	948,0	587,6	1.070,0	1.139,0	1.223,5	1.321,4	
Şili	772,9	767,8	805,5	894,1			243,2	
Türkiye	9.170,0	11.250,0	13.617,0	15.219,0	17.934,0	20.852,0	23.633,0	25.063,0
Yunanistan			6.005,0				9.107,8	

Kaynak: (OECD, 2024).

Söz konusu ülkelerin tamamının verisinin yayımlandığı 2017 yılında, tıp ve sağlık bilimleri alanı için TZE Ar-Ge personel sayısı bakımından Polonya 14.110 TZE Ar-Ge personel sayısı ile lider durumdayken, yine 10 ülkenin tamamının verisinin yayımlandığı 2021 yılında ise 23.633 TZE Ar-Ge personel sayısı Türkiye lider durumdadır.

Tablo 3 değerlendirilirken ülkelerin nüfus büyüklüklerini göz ardı etmemek ve yayımlanan tıp ve sağlık bilimleri alanı özelindeki TZE Ar-Ge personel sayısını ilgili ülkenin ilgili dönemdeki nüfus büyüklüğü ile yorumlamak daha sağlıklı olacaktır.

Sağlık Ar-Ge Küresel Gözlemevi tarafından sağlık alanı Ar-Ge göstergeleri yayımlanırken, personel istatistikleri genel olarak milyon nüfus başına düşen sağlık Ar-Ge personel sayısı olarak yayımlanmakta ve ülke kıyaslamaları daha kolay yapılabilmektedir. Ayrıca, tıp ve sağlık bilimleri alanı için TZE Ar-Ge personel sayısının, tüm alanlar için TZE Ar-Ge personel sayısına oranı da yayımlanarak tıp ve sağlık bilimleri alanı ile diğer alan karşılaştırmaları yapılabilmektedir.

DSÖ üyesi 82 ülkenin verisinin yayımlandığı Sağlık Ar-Ge Küresel Gözlemevi Mart 2023 raporuna göre, verisi yayımlanan OECD ülkeleri arasından milyon kişi başına TZE sağlık Ar-Ge personel sayısının 685 olan Hollanda, en yüksek değere sahiptir. Hollanda'dan sonra en yüksek milyon kişi başına TZE sağlık Ar-Ge personel sayısına

sahip (Avrupa bölgesi ortalaması 244 olarak yayımlanmıştır) olan ülkeler yine Avrupa bölgesinde yer almaktadır ve sırasıyla Slovenya (578), Yunanistan (562) ile Portekiz (551) şeklindedir. Şili ise milyon kişi başına 51 TZE sağlık Ar-Ge personel sayısı ile verisi yayımlanan OECD ülkeleri arasında son sıradadır (WHO, 2023).

Ulusal Bilim ve Mühendislik İstatistikleri Merkezi 2024 raporlarına göre göre, OECD ülkelerinin sağlık bilimleri alanındaki bilimsel yayın istatistikleri Tablo 4'te olduğu gibidir.

Tablo 4. Sağlık Bilimleri Alanında Yıllara Göre Bilimsel Yayın Sayısı (OECD Ülkeleri)

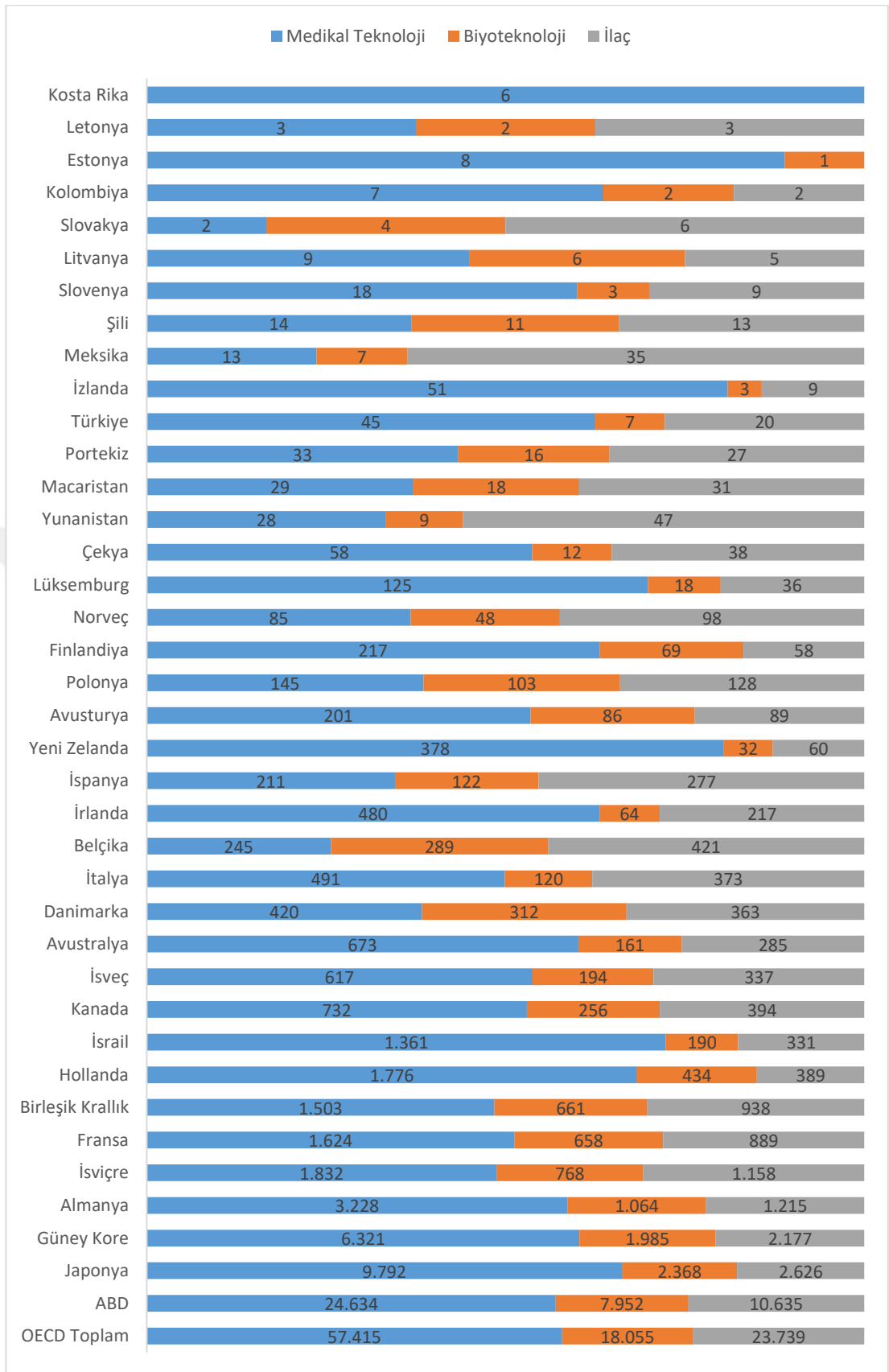
Sıra No.	Ülke	2020	2021	2022	Sıra No.	Ülke	2020	2021	2022
1	ABD	201.047	218.491	213.767	20	Portekiz	5.992	7.002	7.191
2	Birleşik Krallık	56.570	63.697	61.950	21	İsrail	5.991	7.000	7.046
3	Almanya	41.935	46.746	44.771	22	Yunanistan	5.636	6.417	6.332
4	Japonya	36.850	41.908	40.577	23	İrlanda	4.968	6.104	6.028
5	İtalya	36.591	40.544	38.036	24	Meksika	6.060	6.646	5.772
6	Kanada	33.411	37.336	37.596	25	Finlandiya	4.594	5.148	5.372
7	Avustralya	29.633	33.033	34.226	26	Yeni Zelanda	4.441	4.657	4.803
8	Fransa	26.778	29.052	27.903	27	Çekya	4.091	4.355	4.188
9	İspanya	25.357	28.374	27.726	28	Kolombiya	3.362	3.989	4.045
10	Hollanda	21.034	23.254	22.864	29	Şili	3.346	3.950	3.496
11	Güney Kore	21.004	23.143	21.911	30	Macaristan	2.718	3.038	2.933
12	Türkiye	16.040	19.655	20.899	31	Slovenya	1.280	1.518	1.479
13	İsviçre	15.450	17.448	16.906	32	Slovakya	1.238	1.254	1.172
14	İsveç	12.666	13.811	13.590	33	Litvanya	760	905	900
15	Belçika	10.217	11.479	11.105	34	İzlanda	471	544	559
16	Danimarka	9.921	10.945	10.821	35	Estonya	454	504	507
17	Polonya	9.700	11.169	9.854	36	Lüksemburg	407	485	483
18	Avusturya	7.115	7.742	7.718	37	Letonya	377	468	415
19	Norveç	6.439	7.344	7.407	38	Kosta Rika	261	301	308
Dünya Geneli		720.270	807.522	807.919	OECD Toplamı		674.205	749.456	732.656

Kaynak: (NSF, 2024).

Sağlık bilimleri alanında 2022 yılındaki yayın sayısına göre ülke sıralaması yapılan Tablo 3'te görüleceği üzere, 2020, 2021 ve 2022 yıllarında sağlık bilimleri alanında yapılan yayınların büyük çoğunluğu (sırasıyla % 93,6, %92,8 ve %90,7 oranlarında) 38 OECD üyesi ülke tarafından üretilmiştir. OECD ülkeleri arasında ise

ABD lider durumdadır ve neredeyse OECD ülkeleri tarafından üretilen 4 yayından birisi ABD'ye aittir. ABD'den sonra sağlık bilimleri alanında en çok yayın yapan ve ilk beşte yer alan ülkeler sırasıyla, Birleşik Krallık, Almanya, Japonya ve İtalya şeklindedir. Türkiye 2022 yılı sıralamasına göre OECD ülkeleri arasında 12. sırada yer almaktadır ve 2020 yılında 16.040 adet olan sağlık bilimleri alanındaki yayın sayısı 2022 yılında 20.899 adete çıkartmıştır. 38 OECD ülkesi arasında sağlık bilimleri alanında 2020, 2021 ve 2022 yıllarının tamamında en az yayını olan ülke Kosta Rika'dır. Bu ülkeden sonra, sağlık bilimleri alanında en az yayın sayısına sahip ülkeler ise sırasıyla Letonya ve Lüksemburg'dur (NSF, 2024).

WIPO (2024) raporlarına göre, OECD ülkelerinin medikal teknoloji, ilaç ve biyoteknoloji alanlarında tescil edilen patent istatistikleri Şekil 3'te yer almaktadır.



Şekil 3. OECD Ülkelerinin Sağlık Alanı 2022 Yılı Patent Tescil Sayısı

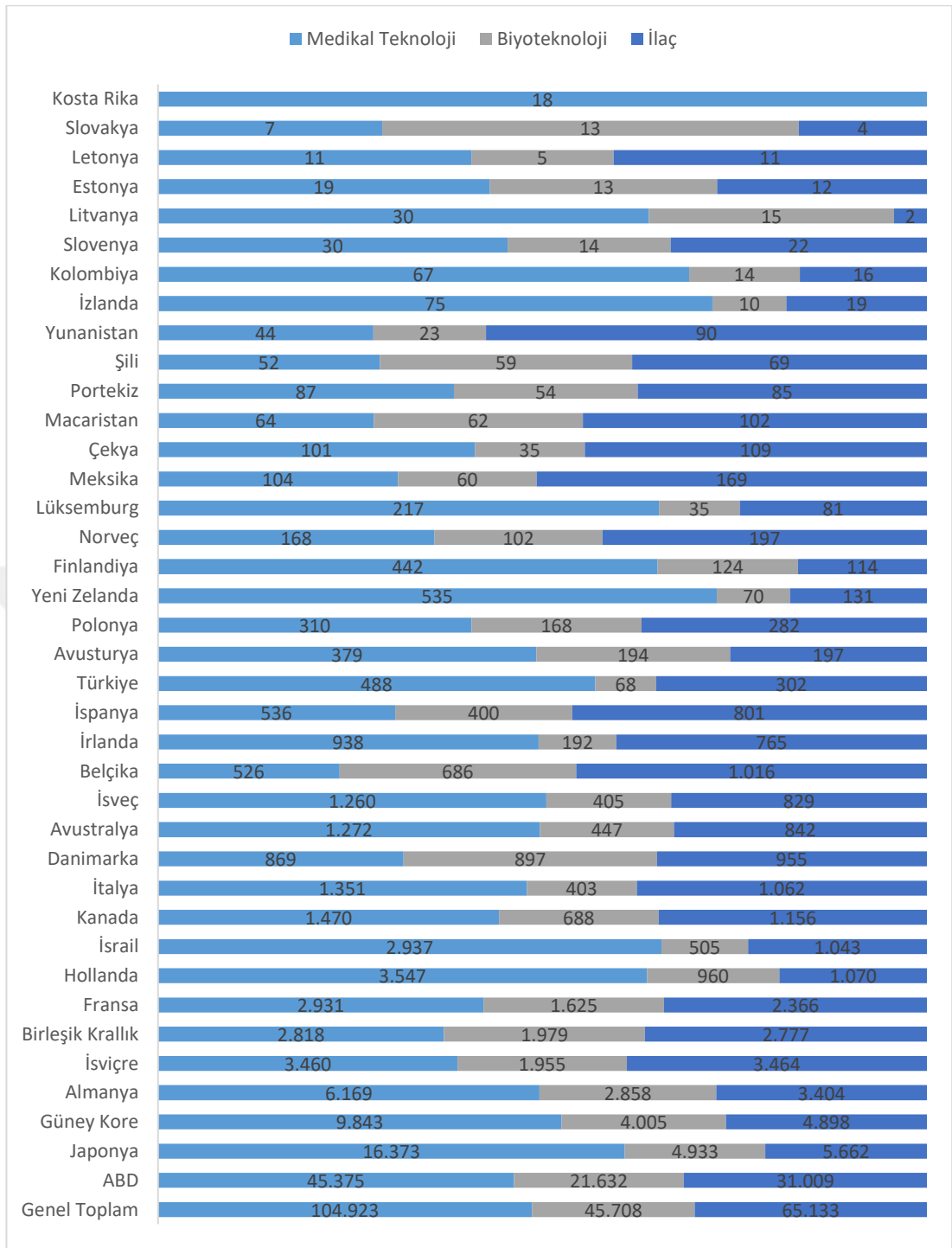
Kaynak: (WIPO, 2024).

Şekil 3'te görüleceği üzere, 2022 yılında OECD ülkeleri tarafından sağlık alanı ile ilgili medikal teknoloji, ilaç ve biyoteknoloji alanlarında toplamda yaklaşık yüz bin adet (99.209) patent tescil hakkı elde edilmiştir. Bu sayının yarısından fazlasını medikal teknoloji alanında (57.415 adet) elde edilen patentler oluşturmaktadır.

ABD hem toplam (43.221) hem de üç alanın her birinde, geriye kalan 37 OECD ülkesi toplamına yakın patent tescil sayısına ulaşmıştır ve açık ara lider konumdadır. ABD'den sonra, medikal teknoloji, ilaç ve biyoteknoloji alanlarındaki toplam patent sayısı en yüksek ülkeler Japonya (14.786 adet), Güney Kore (10.483 adet) ve Almanya (5.507 adet) şeklindedir. Bahsedilen ilk dört sıradaki bu ülkelerin ilgili alanlardaki toplam patent tescil sayısı (%74,59) geriye kalan 34 OECD ülkesinin toplamının (% 25,41) neredeyse 3 katı seviyesindedir.

Türkiye'nin 2022 yılında medikal teknoloji, ilaç ve biyoteknoloji alanlarında sırasıyla 45, 7 ve 20 adet olmak üzere toplam 72 adet patent tescili gerçekleşmiştir ve sadece 10 OECD üyesi ülkeden daha fazla patent tescili elde edebilmiştir. Medikal teknoloji, ilaç ve biyoteknoloji alanlarından 2022 yılında sadece medikal teknoloji alanında 6 adet patent tescili olan Kosta Rika, söz konusu 3 alandaki toplama göre OECD ülkeleri arasında son sıradadır.

2020 yılında söz konusu 3 alanda, toplam 8 adet patent tescili olan Letonya ve toplam 9 adet patent tescili olan Estonya, Kosta Rika'dan sonra en az patent tescili olan OECD ülkelerdir. Daha önceden bahsedildiği üzere, patentlerin tescil edilmeden önce yayımlanma ve yaklaşık 30 ay içinde patent tescili başvurusu yapılma durumu vardır. Patent başvurusu yayımlanma sayısı ile patent tescil sayısı değişkenleri için veriler birlikte değerlendirildiğinde, başvurusu yayımlanmış ama patent tesciline dönüşememiş durumlar anlaşılabilir.



Şekil 4. OECD Ülkelerinin Sağlık Alanı 2020 Yılı Yayımlanmış Patent Başvuru Sayısı

Kaynak: (WIPO, 2024).

Şekil 4'te OECD ülkeleri tarafından daha önceden yapılan patent başvurularından, başvurusu onaylanmış ve yayımlanmış olanların yani yayımlanmış patent başvurularına ait 2020 yılı verisi gösterilmektedir. 2020 yılında OECD ülkelerinin tamamı için medikal

teknoloji, ilaç ve biyoteknoloji alanlarında toplam 215.764 adet patent başvurusu yayımı gerçekleşmiştir. Medikal teknoloji alanındaki sayı 104.923 adet iken, ilaç alanı için 65.133 adet ve biyoteknoloji alanları için ise 45.708 adet şeklindedir.

ABD 2020 yılında medikal teknoloji, ilaç ve biyoteknoloji alanlarındaki yayımlanan patent başvurularının sayısı bakımından 38 OECD ülkesi arasında açık ara lider konumdadır. Söz konusu yılda sadece medikal teknoloji alanından 18 adet yayımlanmış patent başvurusu olan Kosta Rika ise OECD ülkeleri arasında son sırada yer almaktadır. Söz konusu üç alanda ABD'den sonra 2020 yılında en çok yayımlanmış patent başvurusu sayısına sahip olan Japonya ve Güney Kore'nin ilaç ve biyoteknoloji alanlarındaki sayısının birbirinden çok farklılaşmadığı görülse de medikal teknoloji alanında Japonya'nın yayımlanmış patent başvurusu sayısının Güney Kore'nin neredeyse 2 katına yaklaştığı söylenebilir.

Türkiye için 2020 yılında medikal teknoloji, ilaç ve biyoteknoloji alanlarında sırasıyla 488, 68 ve 302 adet olmak üzere toplam 858 adet patent başvuru yayımı gerçekleşmiştir ve OECD üyesi ülkeler arasında 18. sırada yer almıştır.

Şekil 3 ve Şekil 4 verisi beraber değerlendirildiğinde (dönemlere göre ilgili değişkenlere ait değerlerde fazla dalgalanma olmadığı bilgisiyle birlikte), OECD ülkelerinde yayımlan patent başvuru sayısı ile tescil edilen patent sayısı oranları değişiklik göstermektedir.

Tablo 5. Yayınlanmış Patent Başvurularının Patent Tesciline Dönüşme Tahmini (%)³

Sıra	Ülke	Genel	Medikal Teknoloji	Biyoteknoloji	İlaç	Sıra	Ülke	Genel	Medikal Teknoloji	Biyoteknoloji	İlaç
1	Yeni Zelanda	63,9	70,7	45,7	45,8	20	Belçika	42,9	46,6	42,1	41,4
2	İzlanda	60,6	68,0	30,0	47,4	21	Litvanya	42,6	30,0	40,0	-
3	Güney Kore	55,9	64,2	49,6	44,4	22	İsviçre	42,3	52,9	39,3	33,4
4	Japonya	54,8	59,8	48,0	46,4	23	İsrail	42,0	46,3	37,6	31,7
5	Lüksemburg	53,8	57,6	51,4	44,4	24	Kanada	41,7	49,8	37,2	34,1
6	Yunanistan	53,5	63,6	39,1	52,2	25	Birleşik Krallık	41,0	53,3	33,4	33,8
7	Finlandiya	50,6	49,1	55,6	50,9	26	Danimarka	40,2	48,3	34,8	38,0
8	Slovakya	50,0	28,6	30,8	-	27	İrlanda	40,2	51,2	33,3	28,4
9	Polonya	49,5	46,8	61,3	45,4	28	İspanya	35,1	39,4	30,5	34,6
10	Norveç	49,5	50,6	47,1	49,7	29	İtalya	34,9	36,3	29,8	35,1
11	Avusturya	48,8	53,0	44,3	45,2	30	Macaristan	34,2	45,3	29,0	30,4
12	Hollanda	46,6	50,1	45,2	36,4	31	Portekiz	33,6	37,9	29,6	31,8
13	İsveç	46,0	49,0	47,9	40,7	32	Kosta Rika	33,3	33,3	-	-
14	Fransa	45,8	55,4	40,5	37,6	33	Letonya	29,6	27,3	40,0	27,3
15	Slovenya	45,5	60,0	21,4	40,9	34	Şili	21,1	26,9	18,6	18,8
16	Almanya	44,3	52,3	37,2	35,7	35	Estonya	20,5	42,1	7,7	-
17	ABD	44,1	54,3	36,8	34,3	36	Meksika	16,5	12,5	11,7	20,7
18	Çekya	44,1	57,4	34,3	34,9	37	Kolombiya	11,3	10,4	14,3	12,5
19	Avustralya	43,7	52,9	36,0	33,8	38	Türkiye	8,4	9,2	10,3	6,6
OECD Geneli								46,0	54,7	39,5	36,4

Kaynak: (WIPO, 2024).

Tablo 5 incelendiğinde OECD ülkeleri geneli için yayınlanmış patent başvurularının neredeyse yarısının tescil edildiği söylenebilir fakat bu durum ülkeler ve alanlar bazında değişiklikler göstermektedir. 38 OECD ülkesi arasında patent istatistikleri bakımından lider ülke konumundaki ABD'nin durumu, yayınlanmış patent başvurularının patent tesciline dönüşme tahmini üzerinden değerlendirildiğinde, Tablo 5'te görüleceği üzere OECD ortalama değerlerine yakındır. Türkiye'nin değerleri ise

³ Tablo değerleri 2020 yılında yayınlanmış patent başvurularının 2022 yılında patent tescilinin yapıldığı/yapılmadığı varsayımına dayanarak hazırlanmıştır. Genel değer üç alandaki değerlerin toplamına göre hesaplanmıştır. Alan bazında uç değerlere ve eksik değerlere tabloda yer verilmemiştir.

OECD ülkelerinin ortalamalarına göre oldukça düşük seviyelerde kalmakta ve son sırada yer almaktadır. Yeni Zelanda ve İzlanda için yaklaşık %60 seviyelerinde yayımlanmış patent başvurularının patent tescili ile sonuçlandığı, bu durumun Güney Kore ve Japonya için yaklaşık %55 seviyelerinde gerçekleştiğinden bahsedilebilir. OECD ülkelerinde söz konusu durum için en düşük değere Türkiye sahiptir ve neredeyse 10 adet yayımlanmış patent başvurusundan ancak 1 tanesi patent tescili ile sonuçlanmaktadır.

87 fikri mülkiyet ofisinin WIPO ile paylaştığı 2022 patent (verilen, reddedilen veya geri çekilen) inceleme sonuç verisine göre, söz konusu dönemde OECD üyesi olan Türkiye ve ABD’de işleme alınan başvuruların yarısından azına patent verilmiştir. Buna karşılık, aynı yılda işleme alınan başvuruların dörtte üçünden fazlası diğer OECD üyeleri olan Japonya (%75,2) ve Güney Kore (%72,8) ofislerinde hibe ile sonuçlanmıştır (WIPO, 2024). Bu bilgilerin Tablo 5 verileri ile uyumlu olduğu söylenebilir.

Türkiye İnovasyon Haftası Bildiriler Kitabı’nda (2015), Türkiye’nin konuyla ilgili durumunu, verilen birçok teşviğe rağmen ürün geliştirme konusuna gerekli önem verilmemesine ve çoğu teşviğin ürün geliştirme hedefleri çerçevesinde kullanılmamasına bağlanmıştır.

1.3. AR-GE FAALİYETLERİNİN TİCARİLEŞMESİ

Oslo Kılavuzu’nda, inovasyon faaliyetleri ve inovatif üretkenlikle ilgili verinin toplanması ve analiz edilmesi için standart bir metodoloji oluşturmuştur (OECD, 2005). Oslo Kılavuzu, veri toplamak için sunduğu çerçevede, fikri mülkiyet, ürün tasarımı, personel eğitimi, prototip testi, deneme üretimi, pazar analizi ve ticarileştirme için yapılan harcamaları inovasyon faaliyetlerinin (Ar-Ge harcamaları hariç) bir parçası olarak değerlendirir.

İnovasyon faaliyetleri neticesinde bilgi, beceri ve teknolojileri içeren maddi ve maddi olmayan varlıkların geliştirildiğinden bahseden Stone (2009), bu durumun ürün ve süreçlerin geliştirilmesi ve ticarileştirilmesi ile olduğunu anlatmaktadır. OECD Oslo Kılavuzu'na (2005) göre, yeniliklerin tasarlanması, geliştirilmesi ve ticarileştirilmesi ile sonuçlanan, aşağıdaki beş özel faaliyet bulunmaktadır;

- Ar-Ge ve prototiplerin test edilmesi ve değerlendirilmesi yoluyla bilgi üretilmesi ve edinilmesi.
- Bedensiz bilginin fikri mülkiyet olarak edinilmesi.
- Geliştirme ve üretim süreçlerinde kullanılan teknoloji ve malzemelerde somutlaşan bilginin edinilmesi.
- Yenilikçi ürün üretmek veya yenilikçi süreç uygulamak için altyapı ve yeteneklerin geliştirilmesi.
- Yenilikçi ürünler için pazarların belirlenmesi ve araştırılması.

Ticarileşme, Jolly (1997) tarafından geliştirilen modele göre, yeni teknolojilerin, süreçlerin ve ürünlerin pazara girişini sağlamaya yönelik, teknolojinin keşfinin zihinde şekillendirme aşaması ile başlayan, sonrasında uzun dönemli pazar yerleşimine odaklanan beş aşamalı bir süreçtir.

Budi ve Aldianto (2020), bir araştırma ürününün ticarileştirme çerçevesinin; Ar-Ge aşaması, ticarileştirme aşaması ve işletme aşaması olarak üç aşamadan oluştuğunu belirtmektedirler.

Markman vd. (2008), teknolojik icatların, patent başvurularının, lisans anlaşmalarının, eski işletmelerden doğan yeni işletmelerin, akademisyenler tarafından yeni kurulan işletmelerin ve diğer yeni kurulan işletmelerin sayısının ticarileşme için dikkate alınan istatistiki değerler olarak belirtmektedirler. Zhao (2004) ise ticarileşme için

yıl içinde elde edilen toplam aktif lisans ve opsiyon vb. gelirler ile süreçte görev alan tam zamanlı çalışanların sayısının, ilgili yılda yapılan toplam patent başvurusu ve kurulan yeni işletme sayısını gösterge değişkenleri olarak kullanılabileceğini belirtmektedir.

Hem finansal hem de finansal olmayan boyutlarıyla çok boyutlu bir yapıya sahip olan ticarileşme için finansal boyutunun performansı, genellikle karlılık, pazar pozisyonu, pazar büyümesi, satış artışı, varlıkların getirisi, stok getirisi, pazar payı, nakit akışı vb. gibi değişkenler üzerinden ölçülmektedir. Finansal olmayan boyutu ise pazarlama süresi, yeni ürünün piyasaya sokulma sıklığı, yeni ürünün radikal bir ürün olup olmadığı, patentler vb. değişkenler üzerinden ölçülmektedir (Mukerji, 2008). Fikri mülkiyet haklarının mülkiyeti sayesinde mucitler, onların işverenleri veya araştırmayı fonlayanlar veya tüm paydaşlar Ar-Ge yatırımından dolayı ödüllendirilmiş olur (Harman ve Stone, 2006).

Bilimsel keşiflerin ve icatların pazarlanabilir mal ve hizmetlere dönüştürülmesi süreci, “araştırmanın ticarileşmesi” olarak ifade edilebilir. Araştırmalar neticesinde, yeni/mevcut şirketler genellikle patent lisans hakkı elde ederler ve ortaya çıkan patentlerin, endüstriyel tasarımların, telif haklarının ve ticari markaların fikri mülkiyet haklarına bağlı olarak araştırmaların ticarileştirilmesi gerçekleşmiş olur (Mukerji, 2008).

Bu kapsamda, sağlık Ar-Ge yatırımların ticarileşme performans analizine yönelik çalışmalarda, patentler, endüstriyel tasarımlar, telif haklarından doğan gelirler, ticari markaların fikri mülkiyet hakları vb. gibi değişkenlerin çıktı değişkeni olarak kullanılabileceğini belirtmek mümkündür.

İKİNCİ BÖLÜM

PERFORMANS ÖLÇME YAKLAŞIMLARI VE AR-FAALİYETLERİ İÇİN PERFORMANS ANALİZ YÖNTEMLERİ

Ülkelerdeki karar vericiler Ar-Ge faaliyetlerine yapılan yatırımların sonuçlarına göre performans değerlendirmesi yapılması önemsedikleri için aynı durum sağlık Ar-Ge faaliyetlerine yapılan yatırımlar için de geçerlidir. Sağlık Ar-Ge faaliyetleri için harcamalar yapan, insan kaynağı ayıran ülkeler çıktı olarak ne ürettikleri ve karşılaştırmalı olarak ne seviyede ürettiklerini anlayabilmek için performans ölçümü yöntemlerinden faydalanırlar. Son dönemlerde gerek işletmelerin gerekse de ülkelerin Ar-Ge yatırımlarının performans analizi için bazı parametrik ve parametrik olmayan yöntemlerin sıklıkla kullanıldığı görülmektedir. Performans ölçümü için genel kavramlara ve Ar-Ge faaliyetlerinde performans ölçüm yöntemlerine çalışmanın bu bölümünde yer verilmiştir.

2.1. PERFORMANS KAVRAMI VE GENEL YAKLAŞIMLAR

Neely vd. (1996) tarafından faaliyetin etkinlik ve etkililiğini sayısal olarak ölçülmesi olarak tanımlanan performans ölçümü kavramı, Özcan (2008) tarafında ise etkinlik ve etkililiğin uygun kombinasyonu olarak belirtmektedir.

2.1.1. Verimlilik

Gürak (2001), verimliliğin genel anlamada, üretim faaliyetleri boyunca ürünün girdileri ile çıktıları arasındaki oransal ilişki olduğundan bahsetmektedir. Karakaya vd. (2014) tarafından da belirtildiği üzere zaman zaman etkinlik kavramı ile karıştırılan verimlilik, üretilen çıktı ile bu çıktının üretiminde kullanılan girdi arasındaki ilişki şeklinde tanımlanmıştır.

2.1.2. Etkililik

Horngren vd. (2002) tarafından etkililik kavramı, örgütler tarafında gerçekleştirilen faaliyetler sonucunda amaçlara ulaşma derecesini belirleyen bir performans boyutu olarak tanımlanırken, Ergeneli (2009) tarafından ise örgüt tarafından ulaşılmış amaçlanan “sonuç” elde etme düzeyi şeklinde açıklanmıştır.

2.1.3. Etkinlik

Sherman (1988) tarafından en az miktarda girdi kullanarak çıktılara ulaşma yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Günümüzde kullanılan etkinlik ölçümü yaklaşımları için Farrell (1957) tarafından yapılan çalışmanın temel olduğundan bahsedilebilir. Etkinlik üzerine yapılan analizlerin temelleri de genel olarak, en küçük kareler yöntemi kullanılarak, üretim fonksiyonunun analiz edilmesi ile ortalama performansın tahmin edilmesi ilkelerine dayanır (Fried vd, 2008).

2.2. AR-FAALİYETLERİNİN ETKİNLİĞİNİN ÖLÇÜLMESİ

Ülkeler rekabet güçlerini artırıp, küresel pazardaki paylarını büyütebilmek için Ar-Ge yatırımları yaparak, teknolojik yenilikler ve çeşitli çıktılar üretebilmek adına politikalar ve faaliyetler yürütmektedirler. Yapılan yatırımlar öncelikli ve stratejik alanlarda daha yoğun şekilde gerçekleşmektedir ve ülkeler ilgili alanlardaki durumlarını daha ileri seviyelere taşıyarak genelde dışa bağımlı oldukları alanlardaki dezavantajlarını azaltmak isterler.

Sağlık alanı da özellikle doğumda beklenen yaşam sürelerindeki artışa, yaşlı nüfus yoğunluklarına, artan kronik hastalıklara ve küresel boyutta yaşanan salgınlara bağlı olarak ülkeler için öncelikli alanlar arasında yer almaktadır. Bahsedilen hususlara bağlı

olarak sağlık alanındaki harcamaların finansal yükü ülkeler için daha zorlayıcı olmaktadır.

lkeler Ar-Ge faaliyetleri için önemli yatırımlar yaparken, sağlık alanı için yapılan yatırımlar da bu harcamaların önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Bu sebeple, yapılan bu yatırımların performansının ölçülmesi de ülkeler için önemlidir. Literatürde lkelerin Ar-Ge faaliyetlerinin performans ölçümüne yönelik çok sayıda çalışma olmasına rağmen sağlık, enerji, savunma vb. gibi alanlar özelinde kısıtlı sayıda çalışmaya erişilebilmektedir. Çalışmanın bu bölümünde, literatürde ülkelerin Ar-Ge faaliyetleri performanslarının ölçülmesi için en çok kullanılan yöntemler üzerinde durulmuştur.

2.2.1. Etkinlik lme Temel Kavramları ve Yaklaşımları

Cooper vd. (2006) tarafından mevcut girdi(ler) ile mümkün olan en yüksek çıktı oluşturulması ya da mevcut çıktı miktarının korunarak girdi(ler) kullanımının en düşük seviyeye düşürülmesi, “etkinlik” olarak ifade edilmektedir. Kaynakların (girdi(ler)) belirli bir zamanda ve biçimde kullanımı ile gerçekleşen sonuçların (ıktı(ler)) hedeflenen sonuçlara göre değerlendirilmesi etkinlik ölçümüdür (Kasnakoğlu, 1980). Başlıca etkinlik ölçüm yöntemleri incelendiğinde, oran analizi ile bazı parametrik ve parametrik olmayan yöntemlerin en çok tercih edildiği görülmektedir.

Oran (Rasyo) Analizi

Geçmişi 19. yüzyılın sonlarına dayanan ve en eski etkinlik analiz yöntemlerinden biri olan oran analizi, basit yapısına bağlı olarak literatürde yaygın olarak tercih edilen etkinlik ölçüm yöntemlerindendir. Ancak, Yeh (1996) tarafından belirtildiği üzere, oran analizi birden çok girdi ve çıktının kullanılması gerektiğinde yetersiz kalmaktadır. Her bir oran, etkinlik boyutlarından sadece birini dikkate aldığı ve diğer boyutları değerlendirmedeiği için, tek başlarına anlamlı olmaz (Yeh, 1996). Özetle, ancak bir

çıktının bir girdiye oranlanması üzerinden değerlendirme yapılacak durumlar için yeterlidir ve az bilgi gerektirir.

Parametrik Yöntemler

Etkinlik ölçümüne yönelik parametrik yaklaşım modellerinde, genellikle fonksiyonel hali bilinen durumlar için model parametreleri, bir sınırın ve her bir gözlemin bu sınıra olan uzaklığının ölçülmeye çalışılmasıyla tahmin edilir. Bu sebeple, Salamov (2017) tarafından da belirtildiği üzere etkinlik ölçümü, genellikle tek çıktının birden fazla girdiyle ilişkisi üzerine kurgulu çoklu regresyon analiz yöntemleriyle gerçekleştirilmektedir. Girdiler bağımsız değişkenler olarak kullanılmakta ve bağımlı değişken olarak kullanılan çıktıdaki değişimler incelenmektedir.

Parametrik Olmayan Yöntemler

Florens ve Simar (2005) tarafından üretim biriminin yapısıyla ilgili davranışsal varsayımlara (parametrik yöntemlerde olan) girmek zorunda olmadıkları için görece avantajlara sahip olduğu belirtilen parametrik olmayan etkinlik ölçüm yöntemlerinde, doğrusal programlama tabanlı yöntemler kullanarak etkinlik sınırına olan uzaklık ölçülmeye çalışılır. Ayrıca, Paradi vd. (2004) tarafından belirtildiği üzere etkin sınır tanımı için kullandıkları varsayımların daha az olması ve rassal hatayı genellikle göz ardı etmeleri sebebiyle uygulamada kolaylıklar sağlar.

Bu yöntemlerin çoğunda, girdi ve çıktı değişkenleri bağımsızdır. Bu duruma bağlı olarak, farklı boyutlarının aynı anda ölçülebilmesi mümkün olmaktadır. Herhangi bir üretim birimi için göreceli etkinlik hesaplanırken, amaç fonksiyonları ayrı ayrı optimize edilir. Ayrıca, her üretim birimi için en uygun amaç kümesi de belirlenmektedir (Bakırcı, 2006).

2.2.2. Ar-Faaliyetleri İçin Etkinlik lme Yöntemleri

Ar-Ge faaliyetlerinin performans analizleri üzerine yapılan çalışmalar erken dönemlerde girdi-çıktı değişkenleri üzerinden tek aşamalı şekilde gerçekleştirilmiştir. Son dönem çalışmalarında ise Ar-Ge faaliyetlerinin ve sonuçlarının bir süreç yaklaşımı ile değerlendirilmesi görüşü temel alınmaktadır. İki aşamalı (ya da daha fazla) süreçlerin tanımlanmasıyla, süreç performans ölçümü gerçekleştiren çalışmaların sayısının arttığı görülmektedir.

Tek aşamalı Ar-Ge faaliyetlerinin performans analizi çalışmalarında, etkinlik ölçümleri geleneksel VZA yöntemleri ile gerçekleştirilmektedir. İki ya da daha fazla aşama üzerine kurgulanan ve girdi- ara değişken- çıktı gibi değişkeler kullanılan yakın dönem çalışmalarda ise analiz yöntemi olarak iki aşamalı Ağ VZA yöntemlerinin tercih edildiği görülmektedir. Özetle, Ar-Ge faaliyetlerinin performans analizleri üzerine yapılan çalışmalarda tek aşamalı bir etkinlik modeli kurgulanıyorsa geleneksel VZA modellerinin, iki ya da daha fazla aşamadan oluşan bir sürecin etkinliği analiz edilmek isteniyorsa, Ağ VZA modelleri tercih edildiği söylenebilir.

Ayrıca, genel sürecin analiz edilmek istendiği birden fazla aşaması olan çalışmalarda, birinci aşamada etkinlik ölçümü yapılır ve sonrasındaki aşamada genel olarak regresyon analiz yöntemlerinin uygulandığı bir süreç tercih edilir. Sürecin tamamının analiz edilmesi planlanan çalışmalarda, ilk aşamadan elde edilen VZA değerleri bağımlı değişken olarak kullanılırken, çalışmanın kapsamına göre belirlenen çevresel değişkenler ise bağımsız değişkenler olarak ikinci aşamada kullanılmaktadır.

İki aşamalı olarak kurgulanan söz konusu çalışmalarda, VZA sonucunda elde edilen etkinlik değerleri ile çevresel değişkenler arasında ilişkinin (varsa) yönünün ve şiddetinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Banker vd. (2007) ile McDonald (2009)

alışmaları gibi bazı çalışmalarda ise ikinci aşamada parametre tahminleri en küçük kareler ve en yüksek olabilirlik yöntemleri tabanlı analiz yöntemleriyle elde edilmiş ve çevresel değişkenler ile girdiler arasındaki korelasyon durumu incelenmiştir.

Sonuç olarak Ar-Ge yatırımlarının performans ölçümlerinin mikro düzey (örneğin işletmeler, üniversiteler vb. için) ve makro düzey (ölkeler için) olmak üzere çeşitli şekillerde yapıldığı çok sayıda çalışma olduğu söylenebilir. Söz konusu çalışmalar için de literatürde genel kabul görmüş göstergeler girdi-çıktı değişkenleri üzerinden etkinlik hesaplamalarının yapıldığı da görölecektir. Fakat hem makro düzeydeki hem de mikro düzeydeki söz konusu çalışmalar ağırlıklı olarak toplam Ar-Ge yatırımlarının bu yatırımlara bağlı toplam çıktı seviyeleri üzerine kurgulanmıştır.

Bahsedildiği üzere ölkelerin Ar-Ge faaliyetlerinin etkinliklerinin kıyaslandığı çok sayıda çalışma olsa da, alt kırımlara (enerji, sağlık, savunma vb. gibi) yönelik sınırlı sayıda çalışmaya erişilebilmektedir. Bu sebeple, ilk olarak genel Ar-Ge yatırımlarının ticarileşme performansını değerlendirmek üzere kurgulanan bazı çalışmalara Tablo 6’da yer verilmiştir.

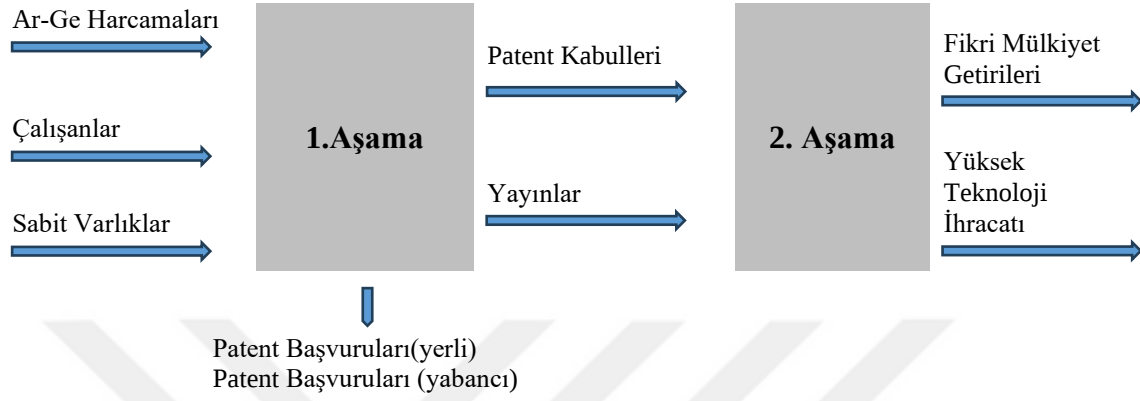
Tablo 6. Ar-Ge Yatırımlarının Ticarileşme Performanslarının Analizine Yönelik Çalışmalar

Yazarlar	Çalışmanın Yılı	Çalışmada Kullanılan Değişkenler	
		Girdi(ler)	Çıktı(lar)
Hashimoto ve Haneda	2008	Ar-Ge Harcamaları	Patent Sayısı, İlaç Satış Hacmi, Faaliyet Karı
Zhong vd.	2011	Ar-Ge Harcamaları, TZE Ar-Ge Personeli	Patent Başvuru Sayısı, Yeni Ürünlerin Satış Gelirleri, Birincil İşe Bağlı Kâr
Jang vd.	2016	Ar-Ge Harcamaları, Ar-Ge Faaliyetlerine Katılan Çalışan Sayısı	Makale sayısı, Patent sayısı, Yayın Sayısı, Patent Sayısı, Net Satış Hacmi
Khoshnevis ve Teirlinck	2018	Dahili Ar-Ge Harcamaları, Harici Ar-Ge Harcamaları, Ar-Ge Yoğunluğu, Toplam Çalışan Sayısı, Ar-Ge Çalışan Sayısı	Patent Sayısı, Satın Alma Tutarı, Çalışan Başına Düşen Ciro, Çalışan Başına Düşen Net Katma Değer Miktarı, Toplam Ciro

Tablo 6’da yer alan 2008-2018 dönemindeki çalışma örnekleri Ar-Ge yatırımlarının ticarileşme performanslarını analiz edebilmek adına girdi-çıktı değişkenlerinin belirlenmesine faydalı olabilecek çalışmalardır. Ancak Ağ VZA modellerinin gelişmeye başlaması sonucunda Ar-Ge etkinliği üzerine yapılan çalışmalarda süreç odaklı yaklaşımlar gündeme gelemeye başlamış ve Ar-Ge yatırımlarının çıktıları daha iyi analiz edebilmek için etkinlik ölçümlerinin alt süreçlere bölünerek genel performans değerlendirilmesi yapılan çalışmalar görülmeye başlanmıştır.

Ar-Ge yatırımlarının süreç etkinliklerinin çeşitli genel VZA modelleri ölçülmesi yaklaşımı yerine, alt süreç odaklı ve iki ya da daha fazla alt süreç üzerinden performans ölçümü hedeflenen modellerin son dönemlerde daha fazla tercih edildiği söylenebilir.

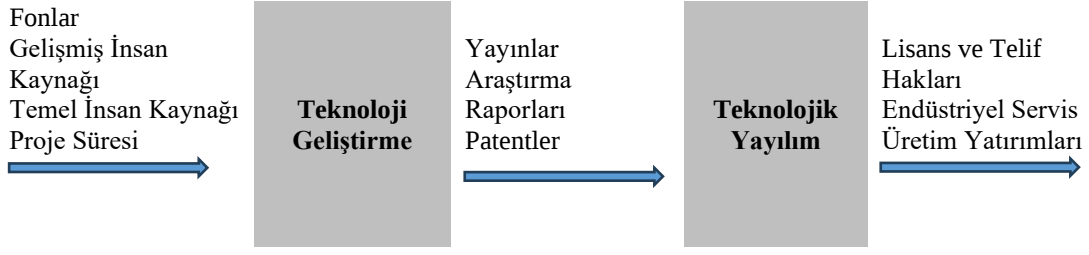
Ar-Ge yatırımlarının ticarileşme performansını ölçebilmek amacıyla yakın dönemde yapılan çalışmalardan biri Prokop vd. (2021) tarafından yapılan çalışmadır. Çalışmada, 32 OECD ülkesinin Ar-Ge etkinliği, iş birliği, inovasyon ve birikim modelleri kullanılarak, karma iki aşamalı VZA modelleri ile analiz edilmiştir



Şekil 5. Model Girdi Çıktı Değişkenleri Arasındaki İlişki

Kaynak: (Feng vd., 2021).

Feng vd. (2021) tarafından yapılan çalışmada, 34 yüksek gelirli ve 23 orta gelirli ülkenin panel verisi kullanılmıştır. Araştırma yaklaşımının ana hatlarına Şekil 5' te yer verilmiştir. Şekil 5'te görülen 1. Aşama, Ar-Ge aşamasıdır. Bu aşama üç girdi değişkeni (Ar-Ge harcaması, sabit varlıklar ve işgücü) ve iki çıktı değişkeni (Patent başvuruları (yerleşikler) ve Patent başvuruları (yerleşik olmayanlar)) üzerine kurgulanmıştır. İkinci aşama, iki çıktı değişkeni (fikri mülkiyet getirilerini ve yüksek teknoloji ihracatı) üretildiği varsayılan pazarlama aşamasıdır. Birinci aşamayı ikinci aşamaya bağlayan değişkenler patent kabulleri ve bilimsel yayınlardır.



Şekil 6. 2-Aşamalı Ar-Ge Performans Analizi Modeli

Kaynak: (Wang vd., 2021).

Wang vd. (2021) tarafından yapılan çalışmada, Şekil 6'da görüleceği üzere, Ar-Ge faaliyetlerinin performans ölçümü iki temel aşama üzerinden yapılmıştır. Kurgulanan Ar-Ge performans modelinde fonlar, gelişmiş insan kaynağı, temel insan kaynağı ve proje süresi değişkenleri girdileri ile teknoloji geliştirme aşaması sonucunda yayınlar, araştırma raporları ve patentler olarak üretildiği varsayılmıştır. Sonrasında ara çıktı olarak üretilen bu değişkenler teknolojik yayılım sürecinin girdileri olmuş ve bu süreç sonrası ise nihai çıktılar olarak lisans/telif hakları, endüstriyel servis ve üretim yatırımlarının ortaya çıktığı kabul edilmiştir.

Çalışmada, değişken getiri varsayımına göre çıktı odaklı VZA modeli kullanılmıştır. Çıktı odaklı bir model seçilmesinin sebebi, Wang vd. (2021) tarafından elde edilen verilere dayalı olarak ne üretildiğine daha fazla vurgu yapılmak istenmesi olarak açıklanmaktadır. Model için ağ tabanlı bir yaklaşım uygulanmadan önce, teknoloji geliştirme ve teknoloji yayılımı aşamaları için sırasıyla 4 girdi/ 3 çıktı ve 3 girdi /3 çıktı değişkenleri için genel VZA modeli uygulanmıştır. Alt aşamalar için uygulanan genel VZA sonuçlarına göre, teknoloji geliştirme aşamasında 17 KVB'nin, teknoloji yayılımı aşamasında ise 18 KVB'nin etkin olduğu tespit edilmiştir.

Son dönemde analiz modellerinin çeşitliliğine bağlı olarak sunduğu bilgi çeşitliliği artmış olsa da bazı kısıtlara (özellikle veri temini) bağlı olarak halen ülkelerin

Ar-Ge yatırımlarının alt boyutları olan sağlık, enerji vb. alanlar için yapılan Ar-Ge yatırımlarının performansını ölçen yeterli sayıda çalışmaya ulaşamamıştır.

Bu sebeple, bu çalışma için makro boyutta ülkelerin, mikro boyutta ise işletmelerin Ar-Ge yatırımlarının ticarileşme performansına yönelik çalışmalar referans alınmış ve bu çalışmalardaki göstergeler ve modeller üzerinde durulmuştur.

2.2.3. Veri Zarflama Analizi (VZA) Yöntemleri

Performans ölçümü için birçok girdi ve çıktı değişkeni kullanılan çeşitli sektörlerde, kurumların ve ülkelerin etkinlik ölçümleri için sıkça kullanılan VZA yöntemleri, Ar-Ge faaliyetlerinin performansının ölçülmesi için en çok tercih edilen yöntemlerdendir.

Cooper vd. (2011) tarafından VZA, bir dizi benzer varlığın (KVB'lerin) performansını değerlendirmek için kullanılan performans ölçüm tekniği olarak tanımlanmaktadır. Lee vd. (2009) tarafından ise VZA, çoklu girdi ve çıktılara sahip KVB'lerin performansını değerlendirmeye yönelik parametrik olmayan bir yaklaşım olarak anlatılmakta ve bu yaklaşımda girdi ve çıktılar için önceden bilinmesi gereken bir varsayım gerektirmediği belirtilmektedir.

2.2.3.1. Genel Veri Zarflama Analizi Modelleri

Çalışmalarda ilgili KVB'ler için belirlenen girdi ve çıktı değişkenlerinin elde edilmesi sonrasında çalışmanın amacına uygun bir VZA modelinin seçilmesi önemli bir husustur. VZA yaklaşımları karar vericilere, Gökgöz ve Yalçın (2024) tarafından da belirtildiği gibi daha iyi karar vermek ve daha etkili bir değerlendirme yapabilmek için avantajlar sunar.

Ölçeğe Göre Sabit Getiri (Constant Return to Scale- CRS) varsayımına göre geliştirilen CCR ve Ölçeğe Göre Değişken Getiri (Variable Returns to Scale- VRS) varsayımına göre geliştirilen BCC modelleri başta olmak üzere “Toplamsal model” ve “Aylak tabanlı model” KVB etkinliklerinin hesaplamaları için en çok tercih edilen genel VZA modelleridir.

KVB’ler için etkinlik düzeylerinin hesaplanmasında, organizasyonun/üretimin ölçeğine bağlı olmadığı durumlar geçerliyse, CCR modellerinin tercih edilmedi fakat ölçeğin etkinlik düzeyi üzerinde etkili olduğu varsayılan durumlar söz konusuysa, BCC modelleri tercih edilmesi gerekmektedir (Ramanathan, 2003). Genel VZA modellerinde girdi odaklılık veya çıktı odaklılık varsayımına göre model seçimi yapılabilir ve etkinlik değerleri hesaplanabilir. Bu bölümde, sadece çalışmada kapsamında kullanılacak olan yöntemlerle ilgili detaylarına yer verilecektir.

CCR Modeli

CRS varsayımına dayanan model, Charnes, Cooper ve Rhodes (1978) tarafından geliştirilmiştir ve bu modelle KVB’ler için teknik etkinlik değerleri hesaplanabilmektedir. Evans vd. (2000), teknik etkinliği, kısaca belirlenen girdilerden elde edebilecek en fazla çıktıya ulaşma kabiliyeti (2.1) olarak tanımlanmaktadır.

$$\text{Amaç Fonksiyonu: } \text{Max}\theta = \frac{\sum_{r=1}^s u_{rk} y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_{ik} x_{ik}} \quad (2.1)$$

Kısıtlar;

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

$$u_r, v_i \geq 0, \quad (r = 1, \dots, s) \text{ ve } (i = 1, \dots, m)$$

Modelde (2.1) N adet KVB için m adet girdi ve s adet çıktı değişkeni varsayımıyla etkinlik hesaplamaları yapılmaktadır. Modelde kullanılan değişkenlerden x_{ik} değişkeni k . KVB için i . girdi miktarını, y_{rk} değişkeni ise k . KVB için r . çıktı miktarını ifade etmektedir. Benzer şekilde x_{ij} KVB için i . girdi miktarını, y_{rj} ise j . KVB r . çıktı miktarını ifade etmektedir. u_{rk} k . KVB için r . çıktının faktör ağırlığını, v_{ik} ise k . KVB için i . girdinin faktör ağırlığını ifade etmektedir (Evans vd. 2000).

BCC Modeli

Genel VZA modellerinden BCC modelinde etkinlik sınırı daima CCR modelindeki etkinlik sınırı değerinden daha düşük olduğu için, hesaplanan BCC etkinlik değeri CCR etkinlik değeri daha yüksek veya en az eşittir. Modelde (2.2) hesaplanan toplam teknik etkinlik değeri saf teknik etkinlik (pure technical efficiency) olarak ifade edilir ve Savaş (2015) tarafından, girdi odaklı doğrusal BCC modeli (2.2) aşağıdaki şekilde ifade edilmiştir.

Amaç Fonksiyonu:

$$Max \omega \sum_{r=1}^s \mu_r y_{rk} - \mu_0 \quad (2.2)$$

Kısıtlar;

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ik} = 1$$

$$\sum_{r=1}^s \mu_r y_{rk} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} - \mu_0 \leq 0 \quad (j = 1, \dots, n)$$

$$v_i, \mu_0 \geq \varepsilon > 0, (r = 1, \dots, s) \text{ ve } (i = 1, \dots, m) \quad (\mu_0 \text{ i\c{s}areti kısıtlanmamış})$$

Ölçek Etkinliği

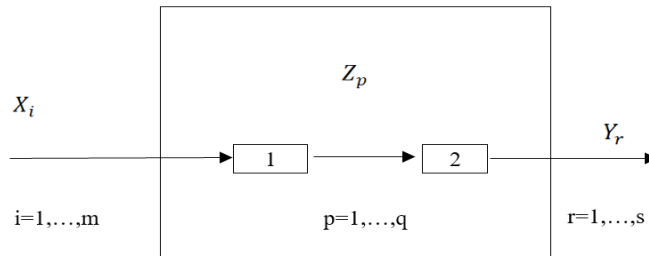
Genel VZA modelleri kapsamında hem CRS hem de VRS varsayımları altında teknik ve saf teknik etkinlik ölçümleri yapıldığı durumlarda KVB'ler için ölçek etkinliği hesaplanabilir. Toma vd. (2015) tarafından ifade edildiği gibi bir KVB'nin ölçek etkinliği, CCR ve BCC modellerinin etkinlik sonuçlarının modeldeki gibi (2.3) birbirine oranlanması sonucunda elde edilir.

$$\text{Ölçek Etkinliği} = \frac{\text{Teknik Etkinlik}}{\text{Saf Teknik Etkinlik}} \quad (2.3)$$

Belirli bir KVB için CRS ve VRS varsayımları altında elde edilen etkinlik değerleri arasında bir fark varsa, bu fark KVB'nin ölçek etkin olmadığını gösterir (Gökgöz, 2010). Banker, Charnes ve Cooper (1984) ise ölçek etkinliği ise kısaca uygun ölçekte üretim yapma şekli olarak tanımlanmaktadır.

2.2.3.2. Ağ Veri Zarflama Analizi Yaklaşımları ve Modeller

Birden fazla alt süreç içerecek şekilde kurgulanan sistemler için geleneksel VZA yöntemleriyle gerçekleştirilen analizler sonucunda yaşanan bazı eksiklikleri giderebilmek amacıyla ilk olarak Färe ve Grosskopf (1996) tarafından geliştirilmiştir. Son dönemlerde alt süreç içeren sistemlerinin etkinliklerinin modellenmesinde literatürde sıklıkla tercih edilen bir modeldir ve alt süreçler için farklı yaklaşımlar sunabilmektedir.



Şekil 7. İki Alt Süreç Üzerine Kurgulanan Bir Sistem

Kaynak: (Kao ve Liu, 2019).

Kao ve Liu (2019) tarafından Şekil 7'deki gibi kurgulanan sistemde, ilk olarak X_i girdi değişkenlerince Z_p ara ürün değişkenlerini üretilmektedir. Sonrasında ise Z_p ara ürün değişkenleri (girdi değişkeni gibi), Y_r nihai çıktı değişkenlerini üretmektedir. Şekil 7'deki kurgulanan bu sistem için önemli olan husus, Z_p değişkenlerinin sürece göre ara ya da girdi değişkeni rollerinde kullanılmasıdır. Benzer yapıda olan ve iki alt sürece sahip olan sistemler için Kao ve Hwang (2008) tarafından İlişkisel Ağ VZA modelleriyle etkinliklerinin ölçülmesi gerçekleştirilmiş, matematiksel olarak da model (2.4) aşağıdaki gibi ifade edilmiştir.

$$E_{dd}^s = \max \sum_{r=1}^s u_{rd} Y_{rd}, \quad (2.4)$$

Kısıtlar;

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

$$\sum_{r=1}^s u_{rd} Y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_{id} X_{ij} \leq 0, \quad j = 1, \dots, n$$

$$\sum_{p=1}^q w_{pd} Z_{pj} - \sum_{i=1}^m v_{id} X_{ij} \leq 0, \quad j = 1, \dots, n$$

$$\sum_{r=1}^s u_{rd} Y_{rj} - \sum_{p=1}^q w_{pd} Z_{pj} \leq 0, \quad j = 1, \dots, n$$

$$v_i, w_p \geq \varepsilon > 0, (r = 1, \dots, s), (i = 1, \dots, m), (p = 1, \dots, q)$$

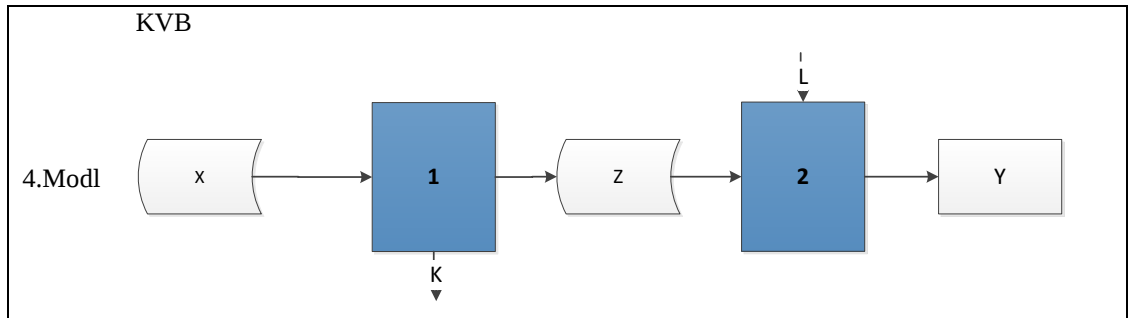
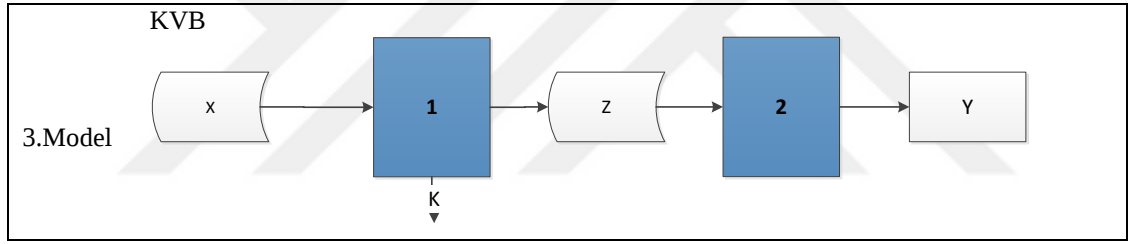
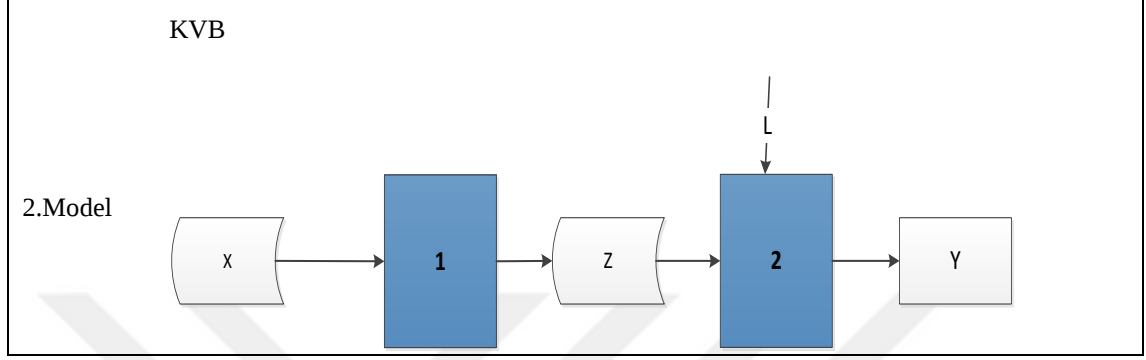
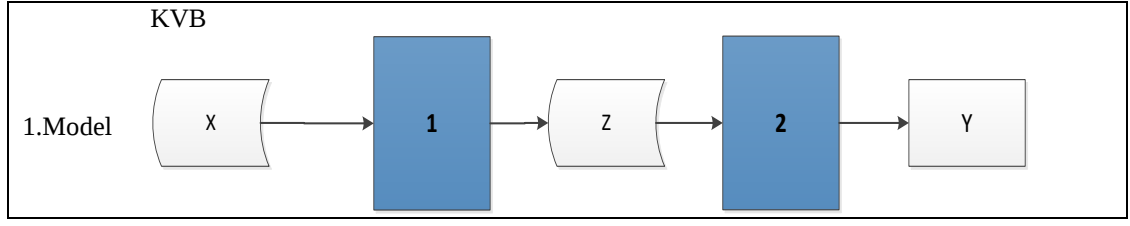
Kao ve Hwang (2008) tarafından tarif edilen modelde (2.4), m adet girdi değişkeni ile s adet çıktı değişkeni vardır. Modelde p adet ara / girdi değişkeni vardır ve KVB'ler için göreceli etkinlik E_{dd}^s olarak hesaplanmaktadır. Modelin geleneksel tek aşamalı

sistemlerden farkı, üretim sürecinin ara çıktı değişkenine sahip olması ve iki alt süreçten oluşmasıdır. Modelde her s çıktı değişkeni üretilmesi için m girdi değişkenlerinin kullandığı varsayımına dayandığı unutulmamalıdır. Her bir alt süreç için ağırlıkların (w_{pj}) eşit kabul edildiği model doğrusal hâle getirilirken, alt süreçler arasındaki ilişki matematiksel olarak ifade edilmiş ve VZA için içsel bağlantılı bir model ortaya çıkmıştır. Modelde sistemin genel etkinliği alt süreç etkinliklerinin çarpımı olarak hesaplandığı için ($E^s_{dk} = E^1_{dk} \times E^2_{dk}$), alt süreçlerden birinden etkin çıkmayan bir KVB'nin sistemin genelinde de etkin olması beklenemez.

Yu vd. (2013) çalışmalarında iki aşamalı Ağ VZA modellerinde sistemin genel etkinliğinin hesaplanmasına göre iki temel yöntemden bahsetmektedirler. İlk yöntem, alt süreçler için genel VZA yöntemleri ile hesaplanan etkinlik değerlerinin geometrik ya da aritmetik ortalamaları alınarak sistemin genel etkinliğinin hesaplanması şeklindedir. Diğer yöntemde ise, ağdaki her bir alt süreç için oluşturulan üretim olanakları kümesi genel sistemin etkinliğinin hesaplanmasında kullanılır ve görünüm olarak zarflamalı modele benzeyen Ağ VZA modeli ortaya çıkmış olur. Bir diğer kapsamlı çalışma olarak Koronakos (2019)'un çalışması gösterilebilir.

Alt süreçler için geleneksel VZA modelleri sonucunda elde edilen etkinliklerin çarpımı ile genel sistem etkinliğinin hesaplandığı ilk çalışmalara Kao ve Hwang (2008) ile Liang vd. (2008) tarafından yapılan çalışmalar örnek gösterilebilir. KVB'ler için genel etkinlik hesaplanırken, alt süreçler için ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altındaki (CRS) geleneksel VZA yaklaşımı hesaplanan etkinlik değerleri kullanılmıştır. Çalışma kapsamında, ilk yöntemle göre analizler gerçekleştirildiği için sadece bu yöntemle ait bazı detaylara yer verilmektedir.

Literatürdeki çalışmalarda, kurgulanan istem yapısına göre özel ağ yapıları ele alınmıştır. Despotis vd. (2016), söz konusu iki alt süreci olan Ağ VZA analizleri için Şekil 8'de yer verilen model yapılarını önermektedir.



Şekil 8. İki Alt Süreç Üzerine Kurgulanan Sistemler İçin İlişkisel Ağ VZA Yaklaşımları

Kaynak: (Despotis vd., 2016).

Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde 1. Model'in en çok tercih edilen model olduğu söylenebilir. Söz konusu model üzerine ilk çalışmalar Wang vd. (1997) tarafından

yapılmış ve sonrasında Seiford ve Zhu (1999) çalışmalarını benzer nitelikte yapmıştır. Söz konusu çalışmalarda, her iki alt sürece ayrı ayrı VZA yöntemlerinin uygulanmasıyla etkinlik ölçümü gerçekleştirilmiştir. Birinci alt süreç için dış girdi olarak sadece X değişkeni kullanılır ve ara çıktı olarak Z değişkenleri üretilir. İkinci aşamada ise Z değişkenleri nihai çıktı olarak üretilirken, Y değişkenleri girdi değişkeni rolündedir.

2.2.4. İki Aşamalı Ağ Veri Zarflama Analizi

Birden fazla sürece sahip olan ve süreçlerin birbirleriyle olan ilişkilerinin matematiksel olarak modellendiği bir etkinlik analiz modeli olarak ilk defa Färe ve Grosskopf (1996) tarafından yapılan çalışmada kullanılmıştır. Söz konusu çalışmada, ara girdiler ile ağ yapısının nasıl kurgulanacağı ve ağ yapısının geleneksel girdi-çıkıtı yaklaşımından nasıl daha üstün olduğu anlatılmıştır.

Ağ VZA modelinin genel sabit tek bir model olarak kullanılmadığı, doğrusal kısıtlara sahip olma yönüyle ortak kurgusal özelliklere sahip model yapıları için bir model ailesi özelliğini taşıdığı söylenebilir. Bu sebeple, literatür incelendiğinde çalışmaların ağ yapısına özel olarak birçok Ağ VZA modelinin geliştirildiği ve farklı şekilde isimlendirildiği görülmektedir.

Konuyla ilgili çalışmaların sayısının artmasıyla birlikte ağ yapıları için daha sistemli ve tutarlı bir yapıya sahip olan ve aynı zamanda basit iki aşamadan oluşan sistemler üzerine model geliştirme çalışmalarının olduğu görülecektir. Kesirli sistem etkinliği modeli ile uzaklık tabanlı modelin geliştirilen modeller arasından öne çıktığı söylenebilir.

Çalışma kapsamında kesirli sistem etkinliği modellerinden faydalandığı için bu bölümde sadece söz konusu kesirli iki aşamalı Ağ VZA modellerinin detaylarına yer verilecektir.

2.2.4.1. Kesirli İki Aşamalı Ağ VZA Modelleri

Kurgulanan modelde, alt süreç etkinliklerinin geleneksel VZA modelleriyle hesaplanması ve ilgili hesaplamalar üzerinden genel sistem etkinliğinin elde edilmesi benimsenmiştir. Kesirli iki aşamalı Ağ VZA modelleri arasında en çok tercih edilen iki model türü çarpımsal etkinlik ve toplamsal etkinliktir.

2.2.4.1.1. Çarpımsal Etkinlik Modelleri

Kao ve Hwang (2008), kurguladıkları model için genel sistem etkinliğini alt süreçlerin çarpımı olarak hesaplayarak, çarpımsal etkinlik yaklaşımına öncülük eden bir çalışma gerçekleştirmiştir. Kao ve Hwang (2008) tarafından model (2.5 ve 2.6) için aşağıdaki eşitsizlikler kullanılmıştır.

$$E^1_{j0} = \max \frac{\sum_{p=1}^q w_p z_{pj0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij0}} \quad (2.5)$$

Kısıtlar,

$$\frac{\sum_{p=1}^q w_p z_{pj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1, \quad j = 1, \dots, n$$

$$w_p, v_i, \geq \varepsilon, \quad p = 1, \dots, q, \quad i = 1, \dots, m$$

$$E^2_{j0} = \max \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj0}}{\sum_{p=1}^q a_p z_{pj0}} \quad (2.6)$$

Kısıtlar,

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{p=1}^q a_p z_{pj}} \leq 1, \quad j = 1, \dots, n$$

$$u_r, a_p, \geq \varepsilon, \quad r = 1, \dots, s, \quad p = 1, \dots, q$$

Kao ve Hwang (2008), tarafından geliştirilen modelde, alt süreç etkinlikleri CRS varsayımıyla geleneksel kesirli programlama VZA sonucunda elde edilmektedir. Modelde alt süreçler etkinlik değerleri birbirinden bağımsız olarak hesaplandığı için bağımsız model yaklaşımı olarak da adlandırılan modelde, ilk alt süreçte maksimize edilmek istenen ara ürünlerin sonraki alt süreçte minimize edilmesi durumu model için dezavantajlı bir durumdur. Liang vd. (2008), söz konusu durumun üstesinden gelinebilmesi için alt süreçlerin etkinliği ile genel sistem etkinliği arasındaki ilişkinin tanımlanması ve bu duruma göre hesaplanma yapılması gerektiğini belirtmektedir. Alt süreçler ile genel sistem etkinliği arasındaki ilişkinin tanımlanması için genel olarak ağırlıklandırma yöntemleri ve ağırlık çözüm vektörleri kullanılmaktadır. Alt süreçlere atanan ağırlık değerleri eşit olabileceği gibi farklı ağırlıklandırmalar ile de çarpımsal yöntem yaklaşımları sonucunda genel sistem etkinliği hesaplanabilir.

Genel sistem etkinliği alt süreç etkinliklerinin çarpımı olarak hesaplanırsa ve eşit ağırlıklandırma yapılırsa, model (2.7 ve 2.8) için eşitsizlikler aşağıdaki gibi olur.

Etkinlik ilişkisi,

$$E_{j0} = E^1_{j0} \times E^2_{j0} \quad (2.7)$$

$$E_{j0} = \frac{\sum_{p=1}^q w^*_p z_{pj0}}{\sum_{i=1}^m v^*_i x_{ij0}} \times \frac{\sum_{r=1}^s u^*_r y_{rj0}}{\sum_{p=1}^q w^*_p z_{pj0}} = \frac{\sum_{r=1}^s u^*_r y_{rj0}}{\sum_{i=1}^m v^*_i x_{ij0}}$$

Genel etkinlik modeli,

$$E_{j0} = \max \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj0}}{\sum_{i=1}^m v^*_i x_{ij0}} \quad (2.8)$$

Kısıtlar;

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

$$\frac{\sum_{p=1}^q w_p z_{pj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1, \quad j = 1, \dots, n$$

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{p=1}^q w_p z_{pj}} \leq 1, \quad j = 1, \dots, n$$

$$u_r, w_p \geq \varepsilon, \quad r = 1, \dots, s, \quad p = 1, \dots, q$$

Çarpımsal modellerde, VRS yaklaşımının doğrudan uygulanamamasına ve serbest değişkenlerin varlığına bağlı olarak, alt süreç etkinliklerin çarpımı genel sistem etkinlik değerini (geleneksel VZA yöntemiyle hesaplanan) vermez ve model doğrusal değildir.

2.2.4.1.2. Toplamsal Etkinlik Modelleri

Chen vd. (2009) tarafından genel sistem etkinliği, alt süreç etkinliklerinin toplamsal ayrıştırılması ile hesaplanmıştır ve çarpımsal olarak ayrıştırma ile yapılan genel sistem etkinliği hesaplanmasına alternatif olarak geliştirilmiştir. Genel sistem etkinliği için geliştirilen model (2.9) aşağıdaki gibidir.

$$\text{Max}(t_1 \frac{\sum_{p=1}^q w_p z_{pj0}}{\sum_{i=1}^m v_i^* x_{ij0}} + t_2 \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj0}}{\sum_{p=1}^q w_p^* z_{pj0}}) \quad (2.9)$$

Kısıtlar,

$$\frac{\sum_{p=1}^q w_p z_{pj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1, \quad j = 1, \dots, n$$

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{p=1}^q w_p z_{pj}} \leq 1, \quad j = 1, \dots, n$$

$$u_r, w_p, v_i \geq 0, \quad p = 1, \dots, q, \quad i = 1, \dots, m, \quad r = 1, \dots, s.$$

Chen vd. (2009) tarafından geliştirilen modelde (2.9), genel sistem etkinliği alt süreç etkinliklerinin ağırlıklı toplamı şeklindedir. Ayrıca, model ölçeğe göre değişken getiri varsayımına uyarlanabilmektedir.

2.3. ETKİNLİĞE ETKİ EDEN FAKTÖRLERİN BELİRLENMESİ

Performans ölçümü kadar performansı etkileyen faktörlerin tespit edilebilmesi de karar vericiler için önemli bir durumdur. Bu sebeple, VZA modeli gibi yöntemlerle etkinlik ölçümleri sonuçları elde edilirken, bu sonuçlara etki eden varsa açıklayıcı veya çevresel değişkenlerin modellenmesi önemlidir.

VZA yöntemleri sonuçlarına göre birinci aşamadan elde edilen etkinlik değerlerinin, daha sonra ikinci aşamada kullanıldığı yaklaşımlar mevcuttur. Birinci aşama çıktıların girdileri oluşturduğu çalışmalar, dışsal iki aşamalı VZA modeli olarak tanımlamaktadır. Analizde üretim sürecinin iki alt sürece ayrılmasıyla, söz konusu iki alt süreci birbirine bağlayan ara ürünlerin kullanıldığı çalışmalar yürütülüyorsa, içsel iki aşamalı VZA uygulanmaktadır (Henrique vd., 2020).

Ar-Ge yatırımları yapan yöneticiler /politika yapıcılar etkinlik performansını etkileyen faktörleri bilmek isterler. Bu nedenle, VZA modelleriyle (geleneksel, iki-aşamalı, dinamik ağ vb.) etkinlik ölçümü yapılması sonrasında etkinliğe etki eden açıklayıcı veya çevresel değişkenlerin tespiti de önemlidir.

Literatür incelendiğinde, daha önceden de detaylarından bahsedildiği üzere, iki aşamalı VZA modellerinin tercih edildiği görülmektedir. İki aşamalı modellerde, VZA modelleriyle elde edilen etkinlik değerlerinin bağımlı değişken olarak kullanıldığı görülmektedir. Çevresel/açıklayıcı değişkenler ise analizlerde bağımsız değişken(ler) olarak kullanılmaktadır. İki Aşamalı VZA modelleri için etkinlik değerleri ile

çevresel/açıklayıcı değişkenler arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla kullanılan bazı yöntemlerin detaylarına çalışmanın bu bölümünde yer verilmiştir.

2.3.1. Lojistik ve Tobit Regresyon Analizleri

Ar-Ge yatırımlarının yapıldığı ülkelerin yöneticileri ve politika yapıcıları, yatırımların etkinliğini bilmek istemesinin yanında, etkinlik değerleri ile ölçülen performansı da etkileyen faktörleri öğrenmek isterler. Ar-Ge yatırımlarının performans ölçümünde en çok kullanılan yöntemlerin VZA modelleri olduğu bilinmektedir. VZA modelleri ile etkinlik ölçümleri yapılabilmektedir fakat etkinliğe etki eden açıklayıcı veya çevresel değişkenlerin varlığı ve tespiti hakkında bilgi edinilemez.

Yeşilyurt ve Salamov (2017), VZA yöntemi sonucunda elde edilen etkinlik değerlerinin tahmin modellerinde çevresel ve/veya açıklayıcı faktörlerin belirlenebilmesi için bağımsız değişken(ler) olarak kullanıldığından bahsetmektedirler.

Özcan (2014) çalışmasında, iki aşamalı VZA modeli bulguları sonrası aşamada lojistik regresyon analizi ve Tobit regresyon analizinin çevresel ve/veya açıklayıcı faktörlerin belirlenebilmesi için sıklıkla tercih edilen analiz modelleri olduğundan bahsetmektedir.

Lojistik regresyon analizinin bağımlı değişkeninin kategorik olduğu durumlarda kullanılabilmesi sebebiyle, VZA sonuçlarına göre elde edilen etkinlik değerleri KVB'ler için etkin ve etkin değil gibi iki boyutlu olarak tanımlanırsa, KVB'lerin bağımlı değişken olarak kullanıldığı modeller için çevresel ve/veya açıklayıcı faktörlerin belirlenmesi ve bağımlı değişken ile ilişkilerin açıklanabilmesi amacıyla lojistik regresyon analizi kullanılabilir.

Özcan (2008) çalışmasında, VZA etkinlik analizi sonucunun bağımlı değişken olduğu durumlarda eğer VZA sonucuna göre KVB etkin ise bağımlı değişken 1, eğer VZA etkinlik sonucu 1'den küçük ise, bağımlı değişken 0 olarak oluşturulacak lojistik regresyon analizi modelinin aşağıdaki olabilirlik tahmin denklemi (2.10) kullanılarak çözülebileceğinden bahsetmektedir.

$$\log(X_i) = \beta_0 + \beta_1 X_j + \dots + \beta_n X_n \quad (j = 1, \dots, n) \quad (2.10)$$

2.3.1.1. Tobit Regresyon Analizi

Bağımlı değişken için tüm gözlem değerlerinin elde edilemediği veya elde edilse bile belli bir aralıkta tanımlandığı, en küçük kareler yöntemi temelli regresyonunun alternatifi olarak 1958 yılında Nobel ödüllü iktisatçı James Tobin tarafından geliştirilmiş, Tobit regresyon modeli olarak adlandırılmıştır. Tobit regresyon modeli (2.11) için aşağıdaki denklem kullanılabilir (Kutlar vd., 2017).

$$y_i^* = x_i' \beta + u_i \quad (i = 1, \dots, n) \quad (2.11)$$

$$y_i^* \geq 0 \text{ ise } y_i = y_i^*$$

$$y_i^* \leq 0 \text{ ise } y_i = 0$$

Denklemden (x_i') tüm durumlar için gözlenen bağımsız değişkenleri ifade ederken, (y_i) ise gizli bağımlı değişkendir, 0'a eşittir ya da 0'dan büyük/küçük değerlerle sınırlandırılmıştır.

Özcan (2014), hesaplanan VZA etkinlik değerlerinin 1 ile 0 arasında değerler alması sebebiyle bahsedilen Tobit modelin (2.11) soldan sansürlü sürekli değişken Tobit regresyon modeline dönüştüğünü ifade etmektedir. Aynı zamanda, hata terimi modeldeki u_i olarak ifade edilmek üzere, tobit regresyon modelinin lojistik regresyon modelinde

olduğu gibi aşağıdaki olabilirlik tahmin denkleminin (2.12) özölmesi ile hesaplanabildiğı belirtilmektedir.

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_j + \dots + \beta_n X_n + u_i \quad (j = 1, \dots, n) \quad (i = 1, \dots, m) \quad (2.12)$$

2.3.1.1.1. Kesikli Tobit Regresyon Analizi

VZA sonuçlarına göre 1 ile 0 arasında etkinlik değeri alan KVB'lerin bağımlı değışken olarak kullanıldığı ve matematiksel olarak yukarıdaki gibi ifade edilen Tobit regresyon modelinde, model katsayısı en küçük kareler regresyon modelinde olduğu gibi yorumlanmaktadır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ANALİZ ve BULGULAR

Bu bölümünde, ilk olarak çalışmanın amacı, kapsamı ve önemi anlatılmaktadır. Sonrasında, çalışmada kullanılan yöntemler ile yöntemlerin uygulaması aşamasında ne gibi kısıtlarla karşılaşıldığı hakkında açıklamalar yapılmaktadır. Analiz aşamalarında kullanılan değişkenlerden bahsedildikten ve bu değişkenlere ait tanımlayıcı istatistiklere yer verildikten sonra, bölüm sonunda detaylı analiz bulguları yer almaktadır.

3.1. ARAŞTIRMANIN AMACI, KAPSAMI VE ÖNEMİ

Çalışmada, belirli göstergeler bakımından homojen yapılara sahip OECD ülkelerinin sağlık Ar-Ge yatırımlarının ticarileşme performanslarını analiz edebilmek, konu özelinde ülke performanslarını diğer OECD ülkeleriyle kıyaslayabilmek ve (varsa) etkinliğe etki eden çevresel/dışsal faktörlerin tespiti amaçlanmıştır. Böylelikle sağlık Ar-Ge yatırımları yapan herhangi bir OECD ülkesinin karar vericilerine, yapılan sağlık Ar-Ge yatırımlarının performansının diğer OECD ülkelerine kıyasla ne durumda olduğuna yönelik bulgular ile katkı sağlanmış olunacaktır.

Çalışmanın kapsamını, çalışmada kullanılan değişkenler bakımından verisine ulaşılabilen 20 OECD ülkesi oluşturmaktadır. Çalışma, ülkelerin sağlık Ar-Ge yatırımlarının ticarileşme performanslarını analiz eden özgün bir çalışma olduğu için, konuyla ilgili literatüre önemli katkı sağlama potansiyeline sahip olduğu belirtilebilir.

3.2. YÖNTEM VE KISITLAR

OECD ülkelerinin sağlık Ar-Ge yatırımlarının ticarileşme performansının analiz edilmesi amaçlanan bu çalışmada, KVB'lerin homojen olabilmesi için OECD ülkeleri KVB'ler olarak seçilmiş ve ilgili girdi- ara değişken-çıktı değişkenleri bakımından verisine ulaşılabilen ülkeler çalışmaya dâhil edilmiştir.

Ülkelerin sağlık Ar-Ge yatırımlarının ticarileşme performansını ölçebilecek bir yaklaşım olarak sağlık Ar-Ge yatırımlarının nihai çıktılara dönüştüğü süreç literatürdeki iki alt süreçli yaklaşımlar gibi kurgulanmıştır. Ülkelerin genel süreç performansı ile birlikte alt süreçlerdeki “inovasyon” etkinliğinin ve “ticarileşme” etkinliğinin ölçülmesi de diğer bir amaç olarak belirlenmiştir. Literatürdeki çalışmalara benzer şekilde isimlendirilen “inovasyon” ve “ticarileşme” alt süreçleri için geleneksel VZA yöntemleriyle ülkelerin etkinlikleri belirlenmiştir. Sonrasında, iki-aşamalı Ağ VZA yöntemine göre, ülkelerin genel performansları alt aşamalarla birlikte değerlendirilerek analiz edilmiştir. Analiz çalışmalarının son bölümünde ise elde edilen etkinlik değerleri üzerinden etkinliğe etki eden faktörlerin belirlenebilmesi amacıyla kesikli Tobit regresyon analizi gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada, analizlerde kullanılan değişken verisine ulaşamayan OECD ülkelerin KVB’ler olarak analizlere dahil edilememesi ve OECD ülkelere ait yüksek teknoloji ihracat miktarı, fikri mülkiyet gelirleri vb. gibi çıktı değişkeni olarak kullanılmak istenilen değişken türlerinin verisine ulaşamaması çalışmanın kısıtlarıdır.

3.2.1. Geleneksel VZA Yaklaşımları ve İki Aşamalı (Two Stage) Ağ VZA

Çalışmada, sağlık Ar-Ge yatırımlarının nihai çıktılara dönüşmeden önceki alt süreçlerinin de değerlendirilmesi amaçlandığı için model Şekil 9'daki gibi kurgulanmıştır.



Şekil 9. İki Aşamalı Ağ VZA Modeli ve Değişkenleri

Erken dönemdeki ağ VZA çalışmalarından olan Seiford ve Zhu (1999) tarafından yapılan çalışmada, iki aşamalı Ağ VZA yöntemini kullanırken sistem ve bileşenlerinin etkinliklerinin hesaplanması için her bir aşamaya ayrı ayrı geleneksel VZA modelleri uygulanmışlardır. Literatürde Bağımsız Model olarak bilinen bu sistemde alt süreçler arasındaki bağlantı dikkate alınmamaktadır.

Bu çalışmada, Şekil 9'da görüleceği üzere Bağımsız Model yaklaşımına benzer şekilde bir kurgu tercih edilmiştir. Geleneksel VZA yaklaşımlarıyla “inovasyon” ve “ticarileşme” alt aşamalarının etkinliklerinin ölçülmesi ilk olarak hedeflenmiştir. Sonrasında iki aşamalı Ağ VZA modeli ile ise sağlık Ar-Ge yatırımlarının genel etkinliğinin analizi hedeflenmiştir.

Seiford ve Zhu (1999) tarafından yapılan çalışmaya benzer şekilde, Koronakos (2019) tarafından yapılan çalışmada da etkinlik ölçülme yöntemine göre Ağ VZA yaklaşımlarını iki temel kategoriye ayırmıştır. Bu kategorilerden biri, bir alt süreç

etkinliğinin diğer alt süreç etkinliğinden bağımsız ölçüldüğü ve bağımsız değerlendirmenin yapıldığı çalışmalardan oluşmaktadır. Şekil 9’da detayları yer alan bu çalışmanın “inovasyon” ve “ticarileşme” alt aşamaları için aynı yaklaşım tercih edilmiştir.

Benzer çalışmalar iki grupta değerlendirebilir. Eğer alt süreçler arası ve genel etkinlik arasındaki ilişki dikkate alınırsa, birleşik değerlendirme söz konudur. Genel sistem ve alt süreç etkinliklerinin ölçülmesi, sağladıkları bilgi bakımından farklılıklar sunması sebebiyle ayrı olarak da değerlendirilebilir (Koronakos, 2019).

Çalışmada iki-aşamalı Ağ VZA yöntemi kapsamında, Şekil 9’da görüleceği üzere inovasyon aşaması olarak adlandırılan birinci aşamada sağlık Ar-Ge harcamaları ve sağlık Ar-Ge personeli değişkenleri çıktı değişkeni iken sağlık alanı bilimsel yayın sayısı ile sağlık alanı yayımlanmış patent başvuru sayısı değişkenleri ara değişken olarak kullanılmaktadır. Böylelikle inovasyon alt aşamasının etkinliğinin genel VZA yöntemleri ile diğer alt aşamadan bağımsız hesaplanması hedeflenmiştir. Sonrasında ise sağlık alanı yayın sayısı ile sağlık alanı yayımlanmış patent başvuru sayısı ara değişkenleri kullanılarak, çıktı değişkeni olarak belirlenen patent başvuru sayısı üzerinden ise ticarileşme alt aşamasının etkinlik değerlerinin yine genel VZA yöntemleriyle hesaplanması hedeflenmiştir.

Despotis vd. (2016) çalışmalarında, iki-aşamalı VZA modeli için öncelikle her bir aşamada ayrı ayrı etkinlik değerlerinin hesaplanacağını ve sonrasında bu aşamalarda elde edilen değerlerin ve toplamalı ya da çarpmalı bir biçimde genel aşama etkinlik değeri olarak hesaplanabileceğini belirtmektedirler.

Kao ve Hwang (2008) ise çalışmalarında, birinci alt sürece atanan ağırlıkla ikinci alt sürece atanan ağırlığı eşit varsayarak, genel modeli doğrusal hâle getirilmişler yeni

yaklaşım bir veri zarflama modelini ortaya çıkarmışlardır. Bu modelde, genel etkinlik alt süreç etkinliklerinin çarpımı ($E^s_{dk} = E^1_{dk} \times E^2_{dk}$) olarak hesaplanmaktadır.

Bu çalışmada da Kao ve Hwang (2008) tarafından yapılan çalışmada olduğu gibi inovasyon ve ticarileşme alt aşamalarında ayrı ayrı elde edilen etkinlik değerleri üzerinden genel aşama olarak adlandırılacak olan sürecin tamamına yönelik etkinlik değerlerinin olarak elde edilmesine karar verilmiştir.

3.2.2. Tobit Regresyon Analizi

Çalışmada, ülkelerin sağlık Ar-Ge yatırımlarının ticarileşme performansları için elde edilen etkinlik değerleri üzerinden, bu değerlere etki eden çevresel faktörler kesikli Tobit regresyon model ile analiz edilmesi amaçlanmıştır. Tablo 7 'de kesikli Tobit regresyon modelinde kullanılacak bağımlı ve bağımsız değişkenler gösterilmektedir.

Tablo 7. Kesikli Tobit Regresyon Analizi Değişkenleri

Bağımlı Değişken (yi)	Bağımsız Değişkenler(xi)
Genel Etkinlik Değeri	Küresel İnovasyon Endeksi (GII)- İnovasyon Girdi Endeks Değeri
	Küresel İnovasyon Endeksi (GII)- İnovasyon Çıktı Endeks Değeri
	Dünya Bankasına Göre Ülke Gelir Grubu
	Coğrafi Bölge Sınıflandırması

3.3. DEĞİŞKENLER VE TANIMLAYICI İSTATİSTİKLER

VZA modellerinde milyon nüfus için hesaplanan “Sağlık Ar-Ge Harcaması” (milyon \$) ve “TZE Sağlık Alanı Araştırmacı Sayısı” girdi değişkenleri olarak kullanılırken, “Sağlık Alanı Bilimsel Yayın Sayısı” ve “Sağlık Alanı Yayımlanmış PCT Patent Başvuru Sayısı” ara /çıktı değişkenleri olarak kullanılmıştır. “Sağlık Alanı Tescillenmiş PCT Patent Sayısı” ise çıktı değişkeni olarak kullanılmıştır.

Girdi değişkenleri için birinci dönem (2015) ve ikinci dönem (2017) verisi kullanılmıştır (WHO, 2024). DSÖ Sağlık Ar-Ge Küresel Gözlemevi raporlarından elde girdi değişkenleri verisi için ilgili yılda değişkene ait değer yoksa ilgili yıl değerine yakın olan yılın verisi kullanılmıştır.

Modele göre ara/çıktı değişkeni olarak kullanılan “Sağlık Alanı Bilimsel Yayın Sayısı” için Ulusal Bilim Vakfı tarafından yayımlanan 2024 Bilim ve Mühendislik Göstergeleri raporu verisi esas alınmıştır (NSF, 2024). Diğer ara/çıktı değişkeni “Sağlık Alanı Yayımlanmış PCT Patent Başvuru Sayısı” verisi WIPO veri tabanından 2018 ve 2020 yılları için temin edilmiştir (WIPO, 2024).

Ağ VZA modelinde çıktı değişkeni olarak kullanılan “Sağlık Alanı Tescillenmiş PCT Patent Sayısı” da yine WIPO veri tabanından 2020 ve 2022 yılları için temin edilmiştir (WIPO, 2024). Tablo 8’de çalışmaya dâhil edilen ve VZA modellerinde kullanılan 20 OECD ülkesinin ilgili değişkenlere ait tanımlayıcı istatistiklerine yer verilmiştir.

Tablo 8. VZA Yöntemleri İçin Değişkenleri ve Tanımlayıcı İstatistikler (Milyon Nüfus İçin)

Tanımlayıcı İstatistikler		Sağlık Ar-Ge Harcaması (Milyon \$)	TZE Sağlık Alanı Araştırmacı Sayısı	Sağlık Alanı Bilimsel Yayın Sayısı	Sağlık Alanı Yayımlanmış Patent Başvuru Sayısı	Patent Kabul Sayısı
1. Dönem	Ortalama	64,13	280,55	462,66	121,31	64,69
	En Büyük Değer	534,48	727,00	1.526,26	755,00	360,08
	En Küçük Değer	1,43	14,00	40,77	3,00	0,42
	Standart Sapma	118,46	177,35	420,36	200,88	103,57
2. Dönem	Ortalama	63,38	294,20	511,82	115,04	55,11
	En Büyük Değer	555,00	755,00	1.703,08	528,23	274,07
	En Küçük Değer	1,86	14,00	51,06	1,92	0,21
	Standart Sapma	122,90	186,14	440,36	172,25	86,30

Çalışmada KVB olarak yer alan 20 OECD ülkesi arasında, milyon nüfus için sağlık Ar-Ge harcaması en fazla olan ülke 2015 yılındaki 534,48 milyon \$ harcarken, 2017 yılında ise 555 milyon \$ harcamıştır. Söz konusu yıllarda milyon nüfus için ortalama sağlık Ar-Ge harcaması sırasıyla 64,13 ve 63,38 milyon \$ seviyesinde gerçekleşmiştir. Her iki dönem için en küçük değerler 2 milyon \$ altında kalmıştır.

Her iki dönemde de milyon nüfusa düşen TZE sağlık Ar-Ge personel sayısı bakımından en küçük değer ile en büyük değer arasındaki önemli bir fark olduğu ifade edilebilir. Ülkelerin milyon nüfusa düşen TZE sağlık Ar-Ge personel sayısı ortalaması ilgili dönemler için sırasıyla 280 ve 294 personel olarak değerlendirilebilir.

20 OECD ülkesinin milyon nüfus için sağlık alanı bilimsel yayın sayısı ortalaması sırasıyla 462,66 ve 511,82 adet olarak hesaplanmıştır. Ülkelerin milyon nüfus için sağlık alanı yayımlanmış patent başvuru sayısı ortalaması ise dönemler için sırasıyla 121,31 ve 115,04 adet şeklindedir. 20 OECD ülkesi arasından milyon nüfus için sağlık alanı tescil edilmiş patent başvuru sayısı en düşük 0,42 ve 0,21 değerlerini almıştır.

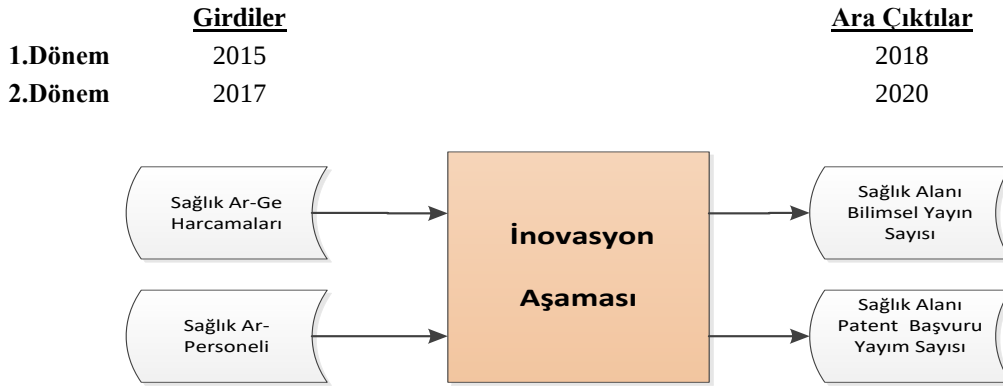
3.4. ANALİZ SONUÇLARI

Çalışmanın bu bölümünde, ilk olarak geleneksel VZA yöntemi ile 2 döneme ait alt süreçlerin etkinlik analiz sonuçlarına yer verilmiştir. Sonrasında 2 aşamalı Ağ VZA yöntemi kapsamındaki analiz bulguları paylaşılmıştır. Son olarak ise söz konusu yöntem ile bulunan genel etkinlik değerleri üzerine kurgulanan ve bu değerlerle ilişkisi olup olmadığı değerlendirilecek faktörlerin tespiti için kesikli Tobit regresyon modeli analiz sonuçlarına yer verilmiştir.

3.4.1. Alt Süreçlere Yönelik Geleneksel VZA Yöntemleri Bulguları

20 OECD ülkesinin sağlık Ar-Ge yatırımlarının ticarileşme performansları bakımından karşılaştırmalı analizleri yapılmadan önce inovasyon ve ticarileşme olarak adlandırılan 2 alt sürece ait geleneksel VZA yöntemleri bulguları üzerinde durulacaktır.

a) İnovasyon Aşaması Analiz Bulguları: Bu aşamada 20 OECD ülkesinin milyon kişi başına düşen sağlık Ar-Ge harcaması ve milyon kişi başına düşen TZE sağlık Ar-Ge personel sayısı girdileri ile milyon kişi başına düşen sağlık alanı yayın sayısı ve milyon kişi başına düşen sağlık alanı yayımlanmış paten başvuru sayısı ara değişkenleri üzerinden girdi odaklı CCR ve BCC modelleri marifetiyle ülkelerin inovasyon performansları üzerine analizler gerçekleştirilmiştir. Analize konu olan model kurgusu Şekil 10'daki gibidir.



Şekil 10. İnovasyon Aşaması Modeli

“İnovasyon” aşaması olarak kurgulan alt aşama için iki ayrı dönem kapsamında 2 girdi ve 2 çıktı değişkeni üzerinden girdi odaklı geleneksel VZA gerçekleştirilmiştir. İnovasyon alt aşaması analiz sonuçlarına Tablo 9’da yer verilmiştir.

Tablo 9. İnovasyon Aşaması Geleneksel VZA Sonuçları (1.Dönem)

Ülkeler	İnovasyon Aşaması Analiz Sonuçları			
	Girdi Odaklı CCR Yöntemi		Girdi Odaklı BCC Yöntemi	
	Teknik Etkinlik Değeri	Teknik Etkinlik Sıralaması	Saf Teknik Etkinlik Değeri	Saf Teknik Etkinlik Sıralaması
Birleşik Krallık	0,601	11	1	1
Çekya	0,614	10	1	1
Danimarka	0,967	5	1	1
Estonya	0,386	18	0,653	17
Güney Kore	0,697	9	0,716	14
Hollanda	0,419	17	0,740	13
İzlanda	0,847	6	1	1
Kolombiya	1	1	1	1
Kosta Rika	1,000	1	1	1
Letonya	0,738	8	0,752	11
Litvanya	0,524	14	0,653	16
Lüksemburg	1	1	1	1
Macaristan	0,832	7	1	1
Polonya	0,558	12	0,706	15
Portekiz	0,528	13	0,964	10
Slovakya	0,458	15	0,551	19
Slovenya	0,355	19	0,583	18
Şili	0,976	4	1	1
Türkiye	0,353	20	0,373	20
Yunanistan	0,422	16	0,751	12
Genel	Ortalama Teknik Etkinlik: 0,266		Ortalama Saf Teknik Etkinlik: 0,493	

Tablo 9’da görüleceği üzere, birinci dönemde girdi odaklı CCR modeli analiz sonuçlarına göre teknik etkin çıkan 3 ülke Kolombiya, Kosta Rika ve Lüksemburg’dur. Teknik etkinlik değeri en düşük ülke ise Türkiye’dir ve 20 ülke arasında teknik etkinlik bakımından son sıradadır. Teknik etkin olmayıp teknik etkin olma sınıra yakın ülkeler ise sırasıyla Danimarka ve Şili’dir. Türkiye’den sonra en düşük teknik etkinlik değerlerine sahip 2 ülke ise sırasıyla Slovenya ve Estonya’dır. 20 OECD ülkesinin inovasyon aşamasındaki girdi odaklı CCR modeli teknik etkinlik değeri ortalaması ise 0,266 olarak bulunmuştur.

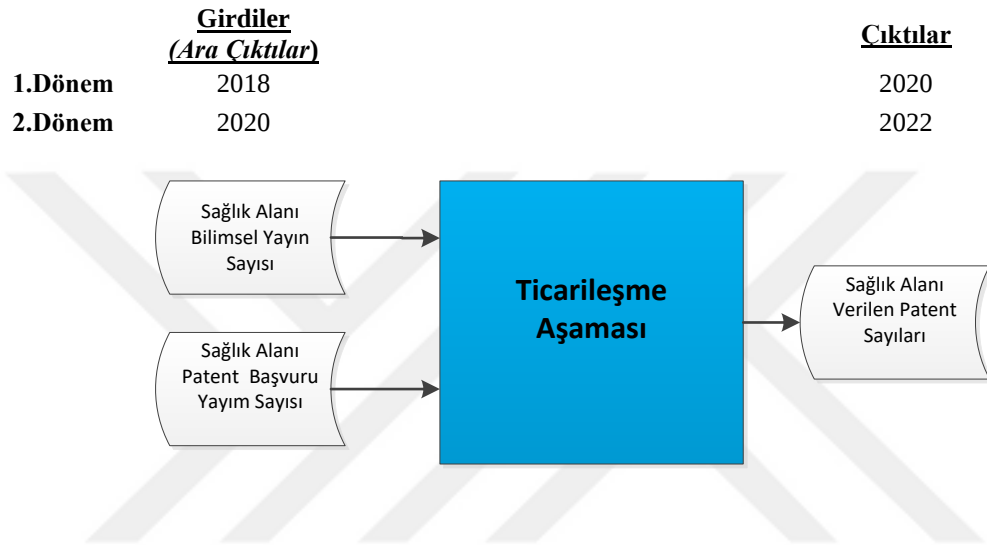
Girdi odaklı BCC modeli analiz sonuçlarına göre Tablo 9 değerlendirildiğinde, saf teknik etkin çıkan 9 ülke vardır. Saf teknik etkinlik değeri en düşük ülke yine Türkiye’dir ve saf teknik etkinlik değeri 0,373 olarak bulunmuştur. Saf teknik etkin olmayıp saf teknik etkin olma sınıra en yakın ülke ise Portekiz’dir. Türkiye’den sonra en düşük saf teknik etkinlik değerlerine sahip ülke ise Slovakya’dır ve saf teknik etkinlik bakımından 20 ülke arasında 19. sırada yer almaktadır. 20 OECD ülkesinin inovasyon aşamasındaki girdi odaklı BCC modeli saf teknik etkinlik değeri ortalaması ise 0,493 olarak bulunmuştur.

Tablo 10. İnovasyon Aşaması Geleneksel VZA Sonuçları (2.Dönem)

Ülkeler	İnovasyon Aşaması Analiz Sonuçları			
	Girdi Odaklı CCR Yöntemi		Girdi Odaklı BCC Yöntemi	
	Teknik Etkinlik Değeri	Teknik Etkinlik Sıralaması	Saf Teknik Etkinlik Değeri	Saf Teknik Etkinlik Sıralaması
Birleşik Krallık	0,633	11	0,869	8
Çekya	0,391	18	0,526	15
Danimarka	0,934	5	1	1
Estonya	0,457	13	0,543	14
Güney Kore	0,999	4	1	1
Hollanda	0,450	14	0,711	11
İzlanda	0,702	8	1	1
Kolombiya	1	1	1	1
Kosta Rika	0,290	19	0,485	16
Letonya	0,699	9	0,763	9
Litvanya	0,706	7	0,747	10
Lüksemburg	1	1	1	1
Macaristan	0,521	12	0,543	13
Polonya	0,400	15	0,425	19
Portekiz	0,395	17	0,464	17
Slovakya	0,639	10	0,672	12
Slovenya	1	1	1	1
Şili	0,822	6	1	1
Türkiye	0,396	16	0,425	18
Yunanistan	0,284	20	0,386	20
Genel	Ortalama Teknik Etkinlik: 0,636		Ortalama Saf Teknik Etkinlik 0,728	

Tablo 10’da görüleceği üzere birinci dönemden farklı olarak ikinci dönemde girdi odaklı CCR modeli analiz sonuçlarına göre teknik etkin çıkan 3 ülke arasına Lüksemburg yerine Slovenya girmiştir. Teknik etkinlik değeri en düşük ülke ise Yunanistan’dır. Ülkelerin ikinci dönem girdi odaklı CCR modeli teknik etkinlik değeri ortalaması ise 0,636 ile birinci dönemin oldukça üstündedir. İkinci dönem girdi odaklı BCC modeli analiz sonuçlarına göre, saf teknik etkin çıkan 7 ülke vardır. Saf teknik etkinlik değeri en düşük ülke yine Yunanistan’dır ve saf teknik etkinlik değeri 0,386 olarak bulunmuştur. 20 OECD ülkesinin inovasyon aşamasındaki girdi odaklı BCC modeli saf teknik etkinlik değeri ortalaması ise 0,728 olarak bulunmuştur.

b) Ticarileşme Aşaması Analiz Bulguları: Bu aşamada 20 OECD ülkesinin milyon nüfusa düşen sağlık alanı bilimsel yayın sayısı ve yayımlanmış patent başvuru sayısı ara değişkenleri (girdileri) ile sağlık alanı tescillenmiş patent başvuru sayısı çıktı değişkeni kullanılmıştır. Girdi odaklı CCR ve BCC modelleri marifetiyle ülkelerin ticarileşme performansları üzerine analizler gerçekleştirilmiştir. Analize konu olan model kurgusu Şekil 11’deki gibidir.



Şekil 11. Ticarileşme Aşaması Modeli

“Ticarileşme” aşaması olarak kurgulan alt aşama için iki ayrı dönem kapsamında 2 girdi ve 1 çıktı değişkeni üzerinden girdi odaklı geleneksel VZA gerçekleştirilmiştir.

Tablo 11.Ticarileşme Aşaması Geleneksel VZA Sonuçları (1.Dönem)

Ülkeler	Ticarileşme Aşaması Analiz Sonuçları			
	Girdi Odaklı CCR Yöntemi		Girdi Odaklı BCC Yöntemi	
	Teknik Etkinlik Değeri	Teknik Etkinlik Sıralaması	Saf Teknik Etkinlik Değeri	Saf Teknik Etkinlik Sıralaması
Birleşik Krallık	0,590	13	0,605	14
Çekya	0,811	7	0,816	10
Danimarka	0,684	12	0,714	13
Estonya	0,908	6	0,914	7
Güney Kore	1	1	1	1
Hollanda	0,760	10	0,772	12
İzlanda	0,917	5	0,937	6
Kolombiya	0,169	19	0,910	8
Kosta Rika	0,699	11	1	1
Letonya	0,553	15	0,598	15
Litvanya	1	1	1	1
Lüksemburg	1	1	1	1
Macaristan	0,543	16	0,561	17
Polonya	0,773	9	0,791	11
Portekiz	0,574	14	0,588	16
Slovakya	0,236	17	0,480	18
Slovenya	0,967	4	0,996	5
Şili	0,216	18	0,314	20
Türkiye	0,150	20	0,325	19
Yunanistan	0,791	8	0,821	9
Genel	Ortalama Teknik Etkinlik: 0,667		Ortalama Saf Teknik Etkinlik 0,757	

Tablo 11’de görüleceği üzere ticarileşme alt aşaması için birinci dönemde girdi odaklı CCR modeli analiz sonuçlarına göre teknik etkin çıkan 3 ülke Güney Kore, Litvanya ve Lüksemburg’dur. Teknik etkinlik değeri en düşük ülke ise inovasyon aşamasında olduğu gibi yine Türkiye’dir. Teknik etkin olmayıp teknik etkin olma sınıra yakın ülkeler ise sırasıyla Estonya, İzlanda ve Slovenya şeklindedir. Türkiye’den sonra en düşük teknik etkinlik değerlerine sahip ülke ise Kolombiya’dır. Ülkelerin ticarileşme aşaması birinci dönemi girdi odaklı CCR modeli teknik etkinlik değeri ortalaması ise 0,667 olarak bulunmuştur. Girdi odaklı BCC modeli analiz sonuçlarına göre, saf teknik etkin çıkan 4 ülke vardır. Saf teknik etkinlik değeri en düşük ülke Şili’dir ve saf teknik etkinlik değeri 0,314 olarak bulunmuştur. Saf teknik etkinlik değeri ortalaması bu dönem için 0,757 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 12. Ticarileşme Aşaması Geleneksel VZA Sonuçları (2.Dönem)

Ülkeler	Ticarileşme Aşaması Analiz Sonuçları			
	Girdi Odaklı CCR Yöntemi		Girdi Odaklı BCC Yöntemi	
	Teknik Etkinlik Değeri	Teknik Etkinlik Sıralaması	Saf Teknik Etkinlik Değeri	Saf Teknik Etkinlik Sıralaması
Birleşik Krallık	0,703	11	0,706	13
Çekya	0,754	9	0,779	11
Danimarka	0,689	12	0,697	14
Estonya	0,347	18	0,385	19
Güney Kore	1	1	1	1
Hollanda	0,796	7	0,797	9
İzlanda	1	1	1	1
Kolombiya	0,190	19	1	1
Kosta Rika	0,562	15	1	1
Letonya	0,516	16	0,604	16
Litvanya	0,722	10	0,773	12
Lüksemburg	0,923	4	1	1
Macaristan	0,595	13	0,640	15
Polonya	0,863	6	0,905	8
Portekiz	0,575	14	0,602	17
Slovakya	0,865	5	1	1
Slovenya	0,779	8	0,797	10
Şili	0,357	17	0,504	18
Türkiye	0,142	20	0,292	20
Yunanistan	0,951	3	0,990	7
Genel	Ortalama Teknik Etkinlik: 0,666		Ortalama Saf Teknik Etkinlik 0,774	

Ticarileşme alt aşaması 2. dönemi analiz sonuçları Tablo 12’de yer almaktadır. Tablo 12’de görüleceği üzere girdi odaklı CCR modeli analiz sonuçlarına göre teknik etkin çıkan iki ülke Güney Kore ve İzlanda’dır. Bu dönem için teknik etkinlik değeri en düşük ülke ise Türkiye’dir. Ticarileşme alt aşaması 2. dönemi sonuçlarına göre teknik etkin olmayıp teknik etkin olma sınırına yakın ülkeler ise sırasıyla Lüksemburg ve Yunanistan’dır. Türkiye’den sonra en düşük teknik etkinlik değerlerine sahip 2 ülke ise sırasıyla Kolombiya ve Estonya’dır. Ticarileşme alt aşamasında ikinci dönem için girdi odaklı CCR modeli teknik etkinlik değeri ortalaması 0,666 olarak bulunmuştur. Girdi odaklı BCC modeli analiz sonuçlarına göre saf teknik etkin çıkan 45 ülke vardır. Saf teknik etkinlik değeri en düşük ülke ise yine Türkiye iken saf teknik etkinlik değeri ortalaması ise 0,774 olarak bulunmuştur.

c) Alt Süreçlere Yönelik Ölçek Etkinliği Analiz Bulguları: 20 OECD ülkesinin inovasyon ve ticarileşme alt aşamalarında elde edilen etkinlik sonuçları üzerinden hesaplanan ölçek etkinliği değerlerine Tablo 13’te yer verilmiştir.

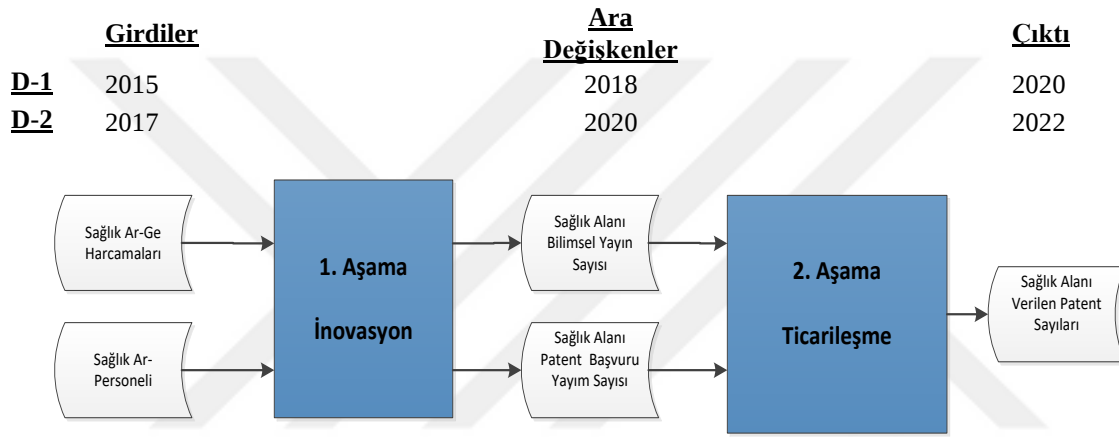
Tablo 13. Alt Süreçlere Ait Ölçek Etkinlik Değerleri

Ülkeler	1.Dönem		2.Dönem	
	İnovasyon	Ticarileşme	İnovasyon	Ticarileşme
Birleşik Krallık	0,601	0,976	0,729	0,995
Çekya	0,614	0,994	0,743	0,968
Danimarka	0,967	0,958	0,934	0,989
Estonya	0,591	0,993	0,842	0,900
Güney Kore	0,974	1	0,999	1
Hollanda	0,567	0,985	0,633	0,999
İzlanda	0,847	0,979	0,702	1
Kolombiya	1	0,186	1	0,190
Kosta Rika	1	0,699	0,599	0,562
Letonya	0,982	0,926	0,916	0,853
Litvanya	0,802	1	0,944	0,935
Lüksemburg	1	1	1	0,923
Macaristan	0,832	0,969	0,958	0,929
Polonya	0,791	0,977	0,943	0,953
Portekiz	0,548	0,976	0,852	0,956
Slovakya	0,831	0,491	0,950	0,865
Slovenya	0,609	0,970	1	0,978
Şili	0,976	0,689	0,822	0,707
Türkiye	0,948	0,461	0,932	0,485
Yunanistan	0,562	0,964	0,737	0,961
Genel Ortalama	0,802	0,860	0,862	0,856

Tablo 13’te görüleceği üzere hem inovasyon alt aşamasının hem de ticarileşme alt aşamasının her 2 döneminde ölçek etkin ülke çıkmamıştır. Lüksemburg sadece ticarileşme alt aşaması ikinci dönemi haricinde ölçek etkin çıkan ülkedir. Dönemlerden bağımsız olarak alt aşamalar değerlendirildiğinde ise Kolombiya inovasyon alt aşamasında ölçek etkin çıkan ülkedir. Ticarileşme alt aşaması için aynı durum değerlendirildiğinde ise Güney Kore tek ölçek etkin ülke olarak bulunmuştur. Dönemler itibarıyla 20 OECD ülkesinin ortalama ölçek etkinlik değerleri incelendiğinde, birinci ve ikinci dönem için inovasyon alt aşamasındaki ortalama ölçek etkinlik değerlerinin

sırasıyla 0,802 ve 0,862 olarak hesaplandığı Tablo 13'te görülecektir. Söz konusu değerler ticarileşme alt aşamasında sırasıyla 0,860 ve 0,856 olarak hesaplanmıştır.

d) İlişkisel Ağ VZA Modeli Bulguları: 20 OECD ülkesi için inovasyon ve ticarileşme aşamalarındaki girdi odaklı CCR modeli marifetiyle elde edilen teknik etkinlik değerlerinin çarpımsal model yaklaşımına göre elde edilen analiz sonuçların detaylarına bu bölümde yer verilmiştir. Genel aşama modeli için değişkenlere ve dönemlere ait detaylar Şekil 12'de yer almaktadır.



Şekil 12. Genel Aşama ve Değişkenler

Şekil 12'de görüleceği üzere genel aşama olarak adlandırılan aşama, inovasyon ve ticarileşme alt aşamalarının ilişkisel Ağ VZA modeli ile bütün sistemin etkinliğinin değerlendirildiği bir yapı olarak kurgulanmıştır.

Ağ VZA kapsamında yapılan analizin anlamlı olabilmesi için izotoniklik varsayımının sağlanıp sağlanmadığına dikkate edilmelidir. Söz konusu varsayım, diğer faktörlerin sabit olduğu durumda girdilerdeki artışın çıktılarda azalmaya neden olmaması olarak ifade edilebilir (Charnes vd. 1985). Bu kapsamda, Tablo 14 ile değişkenler arası ilişkilerin yönünün ve büyüklüğünün gösterildiği, değişkenlere ait korelasyon katsayılarına yer verilmiştir.

Tablo 14. Ağ VZA Modeli Değişkenlerine Ait Korelasyon Katsayıları

Değişkenler	TZE Sağlık Ar-Ge Personel Sayısı	Sağlık Ar-Ge Harcaması	Sağlık Alanı Yayımlanmış Patent Başvuru Sayısı	Sağlık Alanı Akademik Yayın Sayısı	Sağlık Alanı Patent Kabul Sayısı
TZE Sağlık Ar-Ge Personel Sayısı	1	0,747	0,545	0,776	0,561
Sağlık Ar-Ge Harcaması	0,747	1	0,855	0,921	0,852
Sağlık Alanı Yayımlanmış Patent Başvuru Sayısı	0,545	0,855	1	0,855	0,918
Sağlık Alanı Akademik Yayın Sayısı	0,776	0,921	0,855	1	0,839
Sağlık Alanı Patent Kabul Sayısı	0,561	0,852	0,918	0,839	1

Spearman Sıralama Korelasyon Katsayısı ile hesaplan model değişkenleri arasındaki korelasyon katsayıları Tablo 14’te yer almaktadır. Görüleceği üzere girdi değişkenleri/ara değişkenler/çıktı değişkenleri arasında pozitif yönde doğrusal ilişki söz konusudur ve ilgili değişkenler üzerinden Şekil 12’de gösterilen genel aşama modelinin ilişkisel Ağ VZA yöntemi ile analiz edilmesi için bir engel yoktur.

İlişkisel Ağ VZA modellerinde CRS varsayımı kullanıldığı için, çalışmanın önceki bölümlerinde elde edilen girdi odaklı CCR etkinlik değerleri bu bölümde de kullanılmıştır.

Tablo 15. İlişkisel Ağ VZA Sonuçları

Ülkeler	1.Dönem			2.Dönem		
	İnovasyon Etkinliği	Ticarileşme Etkinliği	Genel Etkinlik	İnovasyon Etkinliği	Ticarileşme Etkinliği	Genel Etkinlik
Birleşik Krallık	0,601	0,590	0,355	0,633	0,703	0,445
Çekya	0,614	0,811	0,497	0,391	0,754	0,295
Danimarka	0,967	0,684	0,661	0,934	0,689	0,643
Estonya	0,386	0,908	0,351	0,457	0,347	0,158
Güney Kore	0,697	1	0,697	0,999	1	0,999
Hollanda	0,419	0,760	0,319	0,450	0,796	0,358
İzlanda	0,847	0,917	0,777	0,702	1	0,702
Kolombiya	1	0,169	0,169	1	0,190	0,190
Kosta Rika	1	0,699	0,699	0,290	0,562	0,163
Letonya	0,738	0,553	0,409	0,699	0,516	0,360
Litvanya	0,524	1	0,524	0,706	0,722	0,510
Lüksemburg	1	1	1	1	0,923	0,923
Macaristan	0,832	0,543	0,452	0,521	0,595	0,310
Polonya	0,558	0,773	0,431	0,400	0,863	0,346
Portekiz	0,528	0,574	0,303	0,395	0,575	0,227
Slovakya	0,458	0,236	0,108	0,639	0,865	0,552
Slovenya	0,355	0,967	0,343	1	0,779	0,779
Şili	0,976	0,216	0,211	0,822	0,357	0,293
Türkiye	0,353	0,150	0,053	0,396	0,142	0,056
Yunanistan	0,422	0,791	0,334	0,284	0,951	0,270

Tablo 15’te görüleceği üzere ilişkisel Ağ VZA yöntemi sonuçlarına göre her iki dönem için genel etkinlik değeri 1 olan ülke yoktur fakat Lüksemburg birinci dönemde genel etkinlik değeri 1 olan tek ülkedir. Lüksemburg’dan sonra genel etkinlik değeri her iki dönemde de diğer ülkelere kıyasla yüksek olan ülkeler sırasıyla İzlanda ve Danimarka’dır. Alt süreçler arası etkileşimi dikkate alması ve çarpımsal olarak hesaplanması sebebiyle ilişkisel Ağ VZA yöntemi ile elde edilen etkinlik değerleri geleneksel VZA yöntemi ile elde edilen etkinlik değerlerinden daha düşük çıkmaktadır.

Bu modelde, bir KVB’nin 1 etkinlik değerini alması ve etkin çıkabilmesi için her iki alt süreç etkinlik değerlerinin de 1 olması gerektiğinden, bu modele göre etkin çıkan ülke sayısı alt aşama modellerinde etkin çıkan ülke sayısından azdır.

3.4.2. Ticarileşme Performansı Etki Eden Faktörlerin Analizi

Çalışmanın bu bölümünde girdi, ara değişken ve çıktı değişkeleri üzerinden iki aşamalı Ağ VZA bulgularına ek olarak 20 OECD ülkesinin sağlık Ar-Ge faaliyetlerinin ticarileşme performanslarına etki eden (varsa) çevresel faktörler ve etkileri tespit edilmeye çalışılmıştır.

İki ayrı dönem için ülkelerin 0 ile 1 arasında elde edilen genel aşama etkinlik değerlerine bağlı olarak, çevresel faktörlerin ülkelerin etkinlik değerlerine etkilerinin hesaplanmasında kesikli Tobit regresyon analizi kullanılmıştır. Kesikli Tobit regresyon analizinde genel aşama için tespit edilen etkinlik değerleri bağımlı değişken olarak kullanılırken, farklı bağımsız değişkenlerin kullanıldığı 2 farklı model kurgulanmış ve söz konusu 2 model için analizler gerçekleştirilmiştir. Modeller için tahmin sonuçları IBM SPSS Statistics 29 programı kullanılarak elde edilmiştir.

Model-1 Analiz Sonuçları: Modelde bağımlı ve bağımsız değişkenler olarak Tablo 16’da yer alan değişkenler kullanılmıştır.

Tablo 16. Kesikli Tobit Regresyon Model-1 Değişkenleri ve Açıklamalar

Bağımlı Değişken (yi)	Bağımsız Değişkenler(xi)
İki Aşamalı Ağ VZA Etkinlik Değeri (Y_i)	Küresel İnovasyon Endeksi (GII) İnovasyon Girdileri Sıralaması (X_1)
	Küresel İnovasyon Endeksi (GII) İnovasyon Çıktıları Sıralaması (X_2)
Değişkenler için Açıklamalar	
Y_i : İlgili OECD ülkesinin elde edilen genel aşama Ağ VZA etkinlik değeri (Dönem-1 ve Dönem-2 için)	X_1 : İlgili OECD ülkesinin 2020 ve 2022 yılı GII İnovasyon Girdileri Sıralaması (“Kurum ve Kuruluşlar”, “İnsan Kaynağı”, “Araştırma Altyapısı”, “Pazar Gelişmişliği” ve “İş Gelişmişliği” alt endekslerinden oluşmaktadır) X_2 : İlgili OECD ülkesinin 2020 ve 2022 yılı GII İnovasyon Çıktıları Sıralaması (“Bilgi ve Teknoloji Çıktıları” ve “Yenilikçi Çıktılar” alt endekslerinden oluşmaktadır) Kaynak: (WIPO, 2024).

Tablo 16’da görüleceği üzere, WIPO tarafından her yıl hazırlanan ve ülkelerinin GII sıralamalarının ana bileşenleri olan “İnovasyon Girdi Alt Endeksi” ile “İnovasyon Çıktı Alt Endeksi” ülke sıralamaları Model-1 için bağımsız değişkenler olarak kullanılmıştır.

Modelde 20 OECD ülkesinin “İki Aşamalı Ağ VZA Etkinlik Değeri” bağımlı değişken olarak kullanılmış ve sağlık Ar-Ge faaliyetlerinin ticarileşme performanslarına söz konusu bağımsız değişkenlerin etkileri tespit edilmeye çalışılmıştır.

Tablo 17. Kesikli Tobit Regresyon Analiz Sonuçları (Model-1)

Değişken	Katsayı	Standart Hata	z Değeri	Anlamlılık
(Kesişim)	0,623	0,077	8,085	<,001
İnovasyon Girdi Alt Endeksi	0,001	0,005	0,25	0,803
İnovasyon Çıktı Alt Endeksi	-0,007	0,004	-1,766	0,077

Çalışmanın önceki bölümlerinde bahsedildiği üzere Tobit regresyon modellerinde, en küçük kareler yaklaşımlarına göre kurgulanan regresyon modellerindeki gibi parametre tahmini yorumları yapılmaktadır. Özetle, modelde her şey sabitken, bağımsız değişken(ler)deki bir birimlik değişikliğin bağımlı değişken üzerindeki değişikliğe etkisi yorumlanmaktadır.

Tablo 17 incelendiğinde, Model-1 kesikli Tobit regresyon analizi sonucuna göre, modelde kullanılan bağımsız değişkenlerin her ikisinin de %1 anlamlılık düzeyinde ($p \leq 0,01$) etkinlik değerinin belirlemesine etkisi olmadığı görülecektir. Model-1 için %10 anlamlılık düzeyinde ($p \leq 0,10$) değerlendirme yapılırsa, sadece “İnovasyon Çıktı Alt Endeksi” bağımsız değişkeninin etkinlik değeri üzerinde etkisinin olduğu ifade edilebilir. “İnovasyon Çıktı Alt Endeksi” ülke sıralaması 1 sıra arttığında (gerilediğinde) modelde etkinlik değeri üzerine negatif yönlü ilişkisi olduğu tespit edilmiştir. Diğer bir ifadeyle ülkelerin “İnovasyon Çıktı Alt Endeksi” sıralaması daha yüksek değerler alırken (gerilediğinde) genel etkinlik değeri düşecektir.

Model-2 Analiz Sonuçları: Modelde bağımlı ve bağımsız değişkenler olarak

Tablo 18’de yer alan değişkenler kullanılmıştır.

Tablo 18. Kesikli Tobit Regresyon Model-2 Değişkenleri ve Açıklamalar

Bağımlı Değişken (yi)	Bağımsız Değişkenler(xi)
İki Aşamalı Ağ VZA Etkinlik Değeri (Y_i)	Dünya Bankası Ülke Gelir Grubu Sınıflandırması (X_1)
	Dünya Bankası Ülke Bölge Sınıflandırması (X_2)
Değişkenler için Açıklamalar	
Y_i : İlgili OECD ülkesinin elde edilen genel aşama Ağ VZA etkinlik değeri (Dönem-1 ve Dönem-2 için)	X_1 : İlgili OECD ülkesinin 2020 ve 2022 yılındaki gelir grubu sınıflandırması (“orta-yüksek” ve “yüksek”) X_2 : İlgili OECD ülkesinin bölge grubu sınıflandırması (“Avrupa” ve “Diğer” diye sınıflandırılmıştır) Kaynak: (WIPO, 2024).

Tablo 18’de görüleceği üzere 20 OECD ülkesinin “İki Aşamalı Ağ VZA Etkinlik Değeri” yine bağımlı değişken olarak kullanılırken, bu modelde “Dünya Bankası Ülke Gelir Grubu Sınıflandırması” ve “Dünya Bankası Ülke Bölge Sınıflandırması” bağımsız değişkenler olarak kullanılmıştır.

Tablo 19. Kesikli Tobit Regresyon Analiz Sonuçları (Model-2)

Değişken	Katsayı	Standart Hata	z Değeri	Anlamlılık
(Kesişim)	0,222	0,094	2,351	<,019
Dünya Bankası Ülke Gelir Grubu Sınıflandırması	0,328	0,149	2,199	0,028
Dünya Bankası Ülke Bölge Sınıflandırması	-0,089	0,123	-0,727	0,468

Tablo 19’da yer alan Model-2 kesikli Tobit regresyon analizi sonucuna göre, %1 anlamlılık düzeyinde modelde kullanılan bağımsız değişkenlerin her ikisinin etkinlik değerinin belirlemesine etkisi olmadığı görülecektir. Model-2 için eğer %5 ya da %10 anlamlılık düzeylerinde ($p \leq 0,05$ ya da $p \leq 0,10$) değerlendirilme yapılırsa, sadece “Dünya Bankası Ülke Gelir Grubu Sınıflandırması” bağımsız değişkeninin, bağımlı değişken üzerinde etkisi olduğu ifade edilebilir. Eğer bir OECD ülkesi orta-yüksek gelir

seviyesi yerine yüksek gelir grubunda yer alıyorsa, etkinlik değeri üzerine 0,328 kadarlık pozitif bir etkisi söz konusudur.

Özetle, çalışmanın bu bölümünde, Model-1 (2 bağımsız değişken) ve Model-2 (2 bağımsız değişken) kapsamında yer verilen bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken olan “İki Aşamalı Ağ VZA Etkinlik Değeri” ile ilişkileri üzerine kesikli Tobit regresyon analizi gerçekleştirilmiştir. Her iki modelde de (farklı anlamlılık seviyelerinde), modelde yer alan yalnızca 1 adet bağımsız değişkenin bağımlı değişken ile ilişkisi olduğu tespit edilmiştir.



DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Ülkeler için öncelikli alanlardan biri olan sağlık alanı özelinde Ar-Ge yatırımlarının performans değerlendirmelerinin yapılabilmesi önemlidir. Sağlık harcamalarının yaşlanan nüfuslara ve artan uzun süreli sağlık problemlerine bağlı olarak sürekli artış gösterdiği günümüzde sağlık Ar-Ge yatırımlarının performans değerlendirmesini yapabilmek daha da önemli hale gelmiştir.

Yalnız küresel boyutta ülkelerin herhangi bir alanda ticarileşme performanslarını analiz edebilmek, bu çalışmada yer verilen sağlık alanında da olduğu gibi ilgili sektörlerin oldukça karmaşık yapıya sahip olmaları sebebiyle zordur. Chiesa vd. (2009) benzer şekilde Ar-Ge faaliyetlerindeki performans ölçme üzerine yapılan araştırmalar için performansın tüm boyutlarını ve kontrol alanları kapsamanın güç olduğundan bahsetmişlerdir. Bahsettikleri husus bu çalışma için de bazı kısıtlar oluşturmuştur. Bu bağlamda, çalışmada farklı analiz modelleri için farklı dönemlere ait elde edilen bulgular, hem çalışmaya dâhil edilebilen 20 OECD ülkesi özelinde hem de elde edilebilen değişken verisine bağlı olarak mutlak olarak yorumlanamaz, ancak belirtilen hususlar dikkate alınarak ülkeler arasında göreceli olarak yorumlanabilir.

Çalışma için en büyük kısıt, ülkelerin Ar-Ge yatırımlarının ticarileşme performansına etki etme potansiyeline literatürde yer verilen fakat sağlık alanı özelinde verisine ulaşılması mümkün olmayan (ilgili alan yüksek teknoloji ihracat miktarı, ilgili alan ithalat/ihracat karşılama oranı vb. gibi) değişkenlerin modellere dâhil edilememesi olduğu söylenebilir. Değişken verisine ulaşılabilirdi durumlarda daha fazla değişken sayesinde farklı girdi/ara değişken/çıktı kombinasyonları üzerinden detaylı sonuçlar elde edilebilir.

Bu çerçevede, çalışma kapsamında, girdi-ara-çıkıtı değişkenleri bakımından verisine ulaşılabilen 20 OECD üyesi ülkenin sağlık alanı Ar-Ge yatırımlarının genel performansları ile inovasyon ve ticarileşme alt aşamaları performansları karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

Çalışmanın ilk bölümünde, “inovasyon” ve “ticarileşme” alt aşamaları için geleneksel VZA modellerinden girdi odaklı CCR sonuçları 2 dönem üzerinden analiz edilmiştir. Daha sonra ise, bahsedilen iki alt aşama için elde edilen girdi odaklı CCR modeli etkinlik değerleri kullanılarak iki aşamalı ilişkisel Ağ VZA yöntemi kullanılarak, genel süreç için etkinlik analizleri gerçekleştirilmiştir. Böylelikle, sadece girdi ve çıkıtı üzerinden analiz sonuçları üretebilen geleneksel VZA yöntemlerindeki, üretilen ara çıktılarının ve alt süreçlerin tüm süreç üzerine etkisinin ihmal edilme durumu ortadan kaldırılarak, tüm sürece ait analiz sonuçları elde edilmiştir.

İki aşamalı ilişkisel Ağ VZA yaklaşımı ile herhangi bir alt süreçte etkin çıkmayan KVB’nin (bu çalışmada OECD ülkesinin) tüm süreç için de etkin çıkma durumu olmamaktadır. Diğer bir ifadeyle, ülkelerin sağlık Ar-Ge yatırımlarının performansın ölçümü için tüm süreç bileşenlerinin (alt süreç performansları da dahil edildiği için) önemli olduğu bir yapıya göre analizler yürütülmüştür.

İki aşamalı ilişkisel Ağ VZA yaklaşımı ile 20 OECD ülkesi arasından sadece Lüksemburg (bir dönem hariç) genel aşama için etkinlik değerleri bakımından 1 değerini alarak etkin çıkmıştır. Tüm sürecin birer parçası olarak kurgulanan her iki alt aşamada eş zamanlı etkin çıkan başka ülke olmadığı ortaya konmuştur.

Çalışmada, sadece bağımsız olarak kurgulanacak alt aşamalar üzerinden ve geleneksel VZA modelleri üzerinden değerlendirmeler yapılmış olsaydı, Lüksemburg ile inovasyon aşaması için Kolombiya ve Kosta Rika’nın etkinlik performansına, ticarileşme

aşaması için ise Güney Kore'nin performansına dikkat çekilmiş olacak fakat genel süreç için bu ülkelerin aslında etkin olamadığı atlanmış olacaktı.

Sağlık alanındaki Ar-Ge yatırımlarının ticarileşme performansının genel süreç üzerinden 20 OECD ülkesi için değerlendirmesi ne kadar önemli ise alt süreçlere ait sonuçlar elde edebilmek de bu süreçlere dair değerlendirmeler için bilgiler sağlamıştır. Örneğin, inovasyon aşamasında etkin çıkan Güney Amerika ülkeleri olan Kolombiya ve Kosta Rika'nın durumunun diğer 18 OECD ülkesine göre çok daha az seviyede sağlık Ar-Ge yatırımı (finansal ve insan kaynağı bakımından) yaparak söz daha çok çıktı-ara değişken üretebildiği söylenebilmektedir.

Ticarileşme alt aşama etkinlik sonuçları da farklı bir durumu ortaya çıkarmıştır. Çalışmada ara değişken (inovasyon aşaması çıktıları iken ticarileşme aşaması girdileri olan değişkenler) olarak kullanılan sağlık alanı yayınları ve yayımlanmış sağlık alanı patent başvuru sayısının nihai çıktı olan tescillenmiş patent sayısına dönüşmesi sürecinde de Güney Kore'nin iyi performansı ortaya çıkmıştır.

23 OECD ülkesinin Ar-Ge faaliyetlerine yönelik kamu harcamalarının etkinliğinin değerlendirildiği Aybarç ve Selim (2017) tarafından yapılan çalışmada da bu çalışmadaki sonuçlarla uyumlu şekilde Güney Kore etkin çıkan ülkeler (diğer etkin ülkeler bu çalışmada yer almamaktadır) arasında bulunmuştur.

Özcan ve Khushalani (2017), OECD ülkelerinden sağlık sisteminde reform yapanları KVB'ler olarak seçerek, sağlık sistemindeki etkinlik değişimini inceleyebilmek amacıyla Dinamik-Ağ VZA modelini kullanmışlardır. Çalışmada, Dinamik-Ağ VZA modelinin tercih edilme sebebi, sağlık sistemin genelinin “halk sağlığı” ve “tıbbi bakım sistemleri” olarak iki alt başlık altında analiz edilmek istenmesidir. Ayrıca, reform öncesi

ve sonrası dönemler olarak değerlendirme yapabilmek için de model dinamik-ağ VZA modeline göre oluşturulmuştur.

Türkiye sağlık sistemi söz konusu olduğunda ve diğer OECD ülkeleriyle (KVB'lerle) karşılaştırıldığında, sağlık sistemi bakımından Türkiye'nin genelde etkin çıktığı görülmektedir (Kocaman vd. (2012)).

Ayrıca, Türkiye'nin de çalışmaya dahil edildiği ve geleneksel VZA yöntemleri ile elde edilen sonuçlar üzerinden diğer ülkeler ile kıyaslandığı birçok Ar-Ge etkinlik analizi çalışması bulunmaktadır. Söz konusu çalışmaların önemli bir bölümünde, KVB'lerin gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin yer aldığı OECD ülkeleri ve AB üye /aday ülkeleri olduğu görülmektedir.

Ticarileşme aşamasında etkinlik bakımından sonuncu sırada çıkan Türkiye Aybarç ve Selim (2017) tarafından yapılan çalışmada da sonuncu sırada yer almıştır.

Alt süreçlere ve genel sürece ait etkinlik değerlerinin 2 farklı dönem için elde edilmesi sonrasında kesikli Tobit regresyon analizi modeli ile de ülkelerin etkinliğine etki eden çevresel faktörler tespit edilmiştir. İlk modelde ülkelerin GII sıralamasının ana alt bileşenleri olan İnovasyon Girdi Alt Endeksi ve İnovasyon Çıktı Alt Endeksi bağımsız değişkenlerinin bağımlı değişken olan ülkelerin etkinlik değeri üzerine etkilerine yer verilmiştir. Çalışmaya dahil edilen 20 OECD ülkesinin İnovasyon Çıktı Alt Endeksi sıralamasının daha üst sıralara çıkarken genel etkinlik değerinde artış olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, endekste inovatif çıktı üretme bakımında daha iyi sıralarda olan ülkelerin aynı zaman sağlık Ar-Ge yatırımlarının ticarileşmesi bakımından da daha etkin durumda olduklarını göstermektedir.

İkinci modelde Dünya Bankası ülkelerin gelir grubu sınıflandırması ve bölge sınıflandırması bağımsız değişkenler olarak kullanmıştır. Bu modelde elde edilen önemli

bulgu, bir OECD ülkesinin orta-yüksek gelir seviyesi yerine yüksek gelir grubuna ait olması durumunda etkinlik değerinin 0,328 kadar arttığı tespitidir.

Özet olarak, çalışmamızda ülkelerin sağlık alanı özelindeki Ar-Ge yatırımlarının ticarileşme performansına yönelik elde edilen bulguların hem ülkelerin Ar-Ge politikalarına yön veren karar vericiler için hem de sağlık sektöründeki diğer tüm paydaşlar için katkılar sağlayacağı düşünülmektedir. Yaşlanan nüfuslara, artan kronik hastalıklara, küresel salgınlara vb. durumlara bağlı olarak sağlık harcamalarının ülkeler üzerindeki finansal yükü sürekli artış eğilimindedir. Bu duruma çözüm üretebilmek için sağlık Ar-Ge yatırımlarının yapılması ve katma değerli çıktılar üretilmesi beklenmektedir. Ülkeler için de yaptıkları yatırımların etkinliğini bilmek ve başka ülkelere kıyasla performansının ne seviyede olduğunu belirleyebilmek önemlidir. Sağlık Ar-Ge yatırımlarının ticarileşme performansı bakımından diğer ülkelere kıyasla hem tüm süreç bakımından hem de alt süreçler bakımından düşük seviyede performans ortaya koyan ülkeler için, performans durumlarını ve detaylarını bilmeleri ile sonraki dönemleri daha iyi planlamaları mümkün olabilir. Bu kapsamda, ülkelerin ölçülebilir kaynaklar ayırarak süreçler sonunda ölçülebilir çıktılar üretme hedefinde olduğu Ar-Ge yatırımları vb. gibi konuların alt aşamaları için geleneksel VZA, tüm süreç için ise iki veya daha çok aşamalı Ağ VZA benzeri modeller ile performans ölçümü yapılmasının faydalı olabileceği ifade edilebilir. Ayrıca, performans ölçüm sonuçlarına etki eden çevresel/dışsal faktörlerin belirlenmesi için de Tobit regresyon gibi ilişkiisel analiz modellerin kullanılarak çevresel/dışsal faktörlerin performansa etki durumlarının ortaya çıkarılması da ülkelere katkılar sağlayabilir.

KAYNAKÇA

- Aybarç, S., & Selim, S. (2017). *Seçilmiş OECD Ülkelerinde Ar-Ge Faaliyetlerine Yönelik Kamu Harcamalarının Karşılaştırmalı Etkinlik Analizi*. Journal of Entrepreneurship & Development/Girişimcilik ve Kalkınma Dergisi, 12(2).
- Bakırcı, F. (2006). *Üretimde Etkinlik ve Verimlilik Ölçümü: Veri Zarflama Analizi: Teori ve Uygulama*. Atlas Yayınları.
- Banker, R. D., Chang, H., & Natarajan, R. (2007). *Estimating DEA Technical And Allocative Inefficiency Using Aggregate Cost Or Revenue Data*. Journal of Productivity Analysis, 27, 115-121.
- 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.
- Budi, A. A., & Aldianto, L. (2020). *Research and Development–Commercialization Bridge: A Refined Model*. The Asian Journal of Technology Management, 13(1), 47-62.
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). *Measuring the Efficiency of Decision Making Units*. European Journal of Operational Research, 2(6), 429-444.
- Charnes, A., Cooper, W. W., Golany, B., Seiford, L., & Stutz, J. (1985). *Foundations of Data Envelopment Analysis For Pareto-Koopmans Efficient Empirical Production Functions*. Journal of Econometrics, 30(1-2), 91-107.
- Chen, Y., Cook, W. D., Li, N., & Zhu, J. (2009). *Additive Efficiency Decomposition in Two-Stage DEA*. European Journal of Operational Research, 196(3), 1170-1176.
- Chiesa, V., Frattini, F., Lazzarotti, V., & Manzini, R. (2009). *Performance Measurement in R&D: Exploring The Interplay Between Measurement Objectives, Dimensions of Performance and Contextual Factors*. R&D Management, 39(5), 487-519.
- Chirac, P., & Torreele, E. (2006). *Global Framework on Essential Health R&D*. Lancet, 367(9522).
- Cooper, W. W., Pastor, J. T., Aparicio, J., & Borrás, F. (2011). *Decomposing Profit Inefficiency In DEA Through The Weighted Additive Model*. European Journal of Operational Research, 212(2), 411-416.
- 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 & Business Media.

- Despotis, D. K., Koronakos, G., & Sotiros, D. (2016). *Composition Versus Decomposition in Two-Stage Network DEA: A Reverse Approach*. Journal of productivity Analysis, 45, 71-87.
- EPO. (2023). *European Patent Applications*. Erişim Adresi <https://report-archive.epo.org/about-us/annual-reports-statistics/statistics/2023/statistics/patent-applications.html> internet adresi. Erişim tarihi: 08.04.2024.
- Eren, H., & Gelmez, E. (2022). *Ülkelerin İnovasyon Performansına Göre Kümelenmesi; Entropi, Copras ve Aras Yöntemleriyle Değerlendirilmesi*. Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi, 12(3), 1546–1565.
- Ergeneli, A. (2009). *Örgütsel Etkililik Kriteri Olarak Lider Davranışının Örgütsel İklim ile İlişkisi: Görev Karmaşıklığı Bakımından Farklılaşan İki Örgüte İlişkin Bir Uygulama*. Ankara Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi, 50(1), 115-140.
- EUROSTAT. (2024). Erişim <https://www.stat.com/statistics/1105959/total-research-and-development-spending-worldwide-ppp-> internet adresi. Erişim tarihi: 11.04.2024.
- Evans, D. B., Tandon, A., Murray, C. J., & Lauer, J. A. (2000). *The Comparative Efficiency of National Health Systems in Producing Health: An Analysis of 191 Countries*. World Health Organization, 29(29), 1-36.
- Färe, R., & Grosskopf, S. (1996). *Productivity and Intermediate Products: A Frontier Approach*. Economics Letters, 50(1), 65-70.
- Farrell, M.J. (1957). *The Measurement of Productive Efficiency*. Journal of Royal Statistical Society, A(120), (s. 253 – 281).
- Feng, Y., Zhang, H., Chiu, Y. H., & Chang, T. H. (2021). *Innovation Efficiency and The Impact of The Institutional Quality: A Cross-Country Analysis Using The Two-Stage Meta-Frontier Dynamic Network DEA Model*. Scientometrics, 126, 3091-3129.
- Florens, J. P., & Simar, L. (2005). *Parametric Approximations of Nonparametric Frontiers*. Journal of econometrics, 124(1), 91-116.
- Fried, H. O., Lovell, C. K., & Schmidt, S. S. (2008). *Efficiency and Productivity*. The Measurement of Productive Efficiency and Productivity Growth, 3, 3-91.
- Gökgöz, F. (2010). *Measuring The Financial Efficiencies and Performances of Turkish Funds*. Acta Oeconomica, 60(3), 295-320.

- Gökgöz, F., & Yalçın, E. (2024). *Analyzing the Performances and Efficiencies of European Electric Vehicles in the European Union Market Using Decision Analysis Methods*. Transportation Research Record, 03611981241236474.
- Griliches, Z. (1990). *Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey, Part II*. National Bureau of Economic Research.
- Gürak, H (2001). *Bilgi-Verimlilik Artışı İlişkisi*. Verimlilik Dergisi, 2001(1), 1-10.
- Harman, G., & Stone, C. (2006). *Australian University Technology Transfer Managers: Backgrounds, Work Roles, Specialist Skills and Perceptions*. Journal of Higher Education Policy and Management, 28(3), 213-230.
- Hashimoto, A., & Haneda, S. (2008). *Measuring The Change in R&D Efficiency of The Japanese Pharmaceutical Industry*. Research Policy, 37(10), 1829-1836.
- Henriques, I. C., Sobreiro, V. A., Kimura, H., & Mariano, E. B. (2020). *Two-Stage DEA in Banks: Terminological Controversies and Future Directions*. Expert Systems with Applications, 161, 113632.
- Hornigren, C. T., Bhimani, A., Datar, S. M., & Foster, G. (2002). *Management and Cost Accounting*. Harlow: Financial Times/Prentice Hall.
- Jang, H., Lee, S., & Suh, E. (2016). *A Comparative Analysis of The Change in R&D Efficiency: A Case of R&D Leaders in The Technology Industry*. Technology Analysis & Strategic Management, 28(8), 886-900.
- Jolly, V. K. (1997). *Commercializing New Technologies: Getting From Mind To Market*. (No Title).
- Kao, C., & Hwang, S. N. (2008). *Efficiency Decomposition in Two-Stage Data Envelopment Analysis: An Application To Non-Life Insurance Companies in Taiwan*. European Journal of Operational Research, 185(1), 418-429.
- Kao, C., & Liu, S. T. (2019). *Cross Efficiency Measurement and Decomposition in Two Basic Network Systems*. Omega, 83, 70-79.
- Karakaya, A., Kurtaran, A. & Dağlı, H. (2014). *Bireysel Emeklilik Şirketlerinin Veri Zarflama Analizi ile Etkinlik Ölçümü: Türkiye Örneği*. Journal of Management and Economics Research, 12(22), 1-23.
- Karaveg, C., Thawesaengskulthai, N., & Chandrachai, A. (2014). *Evaluation Model For Research and Development Commercialization Capability*. Production & Manufacturing Research, 2(1), 586-602.
- Kasnakoğlu, H. (1980). *Etkinlik Ölçümü*. Verimlilik Dergisi, 2, 137-158.

- Khoshnevis, P., & Teirlinck, P. (2018). *Performance Evaluation of R&D Active Firms*. Socio-economic Planning Sciences, 61, 16-28.
- Kocaman, A. M., Mutlu, M., Bayraktar, D., & Araz, Ö. M. (2012). *OECD Ülkelerinin Sağlık Sistemlerinin Etkinlik Analizi*. Journal of Industrial Engineering (Turkish Chamber of Mechanical Engineers), 23(4).
- Koronakos, G. (2019). *A Taxonomy and Review of The Network Data Envelopment Analysis Literature*. Machine Learning Paradigms: Applications of Learning and Analytics in Intelligent Systems, 255-311.
- Kutlar, A., Kabasakal, A., & Ekici, M. S. (2017). *Efficiency of Commercial Banks in Turkey and Their Comparison: Application of DEA with Tobit Analysis*. International Journal of Mathematics in Operational Research, 10(1), 84-103.
- Lee, H., Park, Y., & Choi, H. (2009). *Comparative Evaluation of Performance of National R&D Programs with Heterogeneous Objectives: A DEA Approach*. European Journal of Operational Research, 196(3), 847-855.
- Liang, L., Cook, W. D., & Zhu, J. (2008). *DEA Models for Two-Stage Processes: Game Approach and Efficiency Decomposition*. Naval Research Logistics (NRL), 55(7), 643-653.
- Liao, C., & Beal, T. (2022). *The Role of The G7 in Mobilizing for A Global Recovery*. Chatham House Research Paper, 2022-06.
- Mani, S. (2001). *Role of Government in Promoting Innovation, An International Comparative Study*. The Future of Innovation Studies Konferansı, Eindhoven University of Technology, Hollanda, 20-23.
- Markman, G. D., Siegel, D. S., & Wright, M. (2008). *Research and Technology Commercialization*. Journal of Management Studies, 45(8), 1401-1423.
- McDonald, J. (2009). *Using Least Squares And Tobit In Second Stage DEA Efficiency Analyses*. European Journal of Operational Research, 197(2), 792-798.
- Mukerji, B. (2008). *The Role of Organizational Capabilities in Technology Commercialization Performance* (Doctoral dissertation, Carleton University).
- Neely, A., Mills, J., Platts, K., Gregory, M., & Richards, H. (1996). *Performance Measurement System Design: Should Process Based Approaches Be Adopted?*. International journal of production economics, 46, 423-431.
- NSF. (2024). *NCSSES Publications and Data: Research and Development*. Erişim <https://www.nsf.gov/statistics/showpub.cfm?TopID=8> internet adresi. Erişim tarihi: 11.04.2024.
- OECD. (2002). *Frascati Manual*. France: OECD Publications.

- OECD. (2005). *Oslo Manual*. Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data.
- OECD. (2008). *Jobs Strategy, Technology, Productivity and Job Creation Best Policy Practices*, Edition 2008.
- OECD. (2018). *OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2018*. Paris: OECD Publishing.
- OECD. (2023a). *OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2023*. Paris: OECD Publishing.
- OECD. (2023b). *Health at a Glance 2023*. Paris: OECD Publishing.
- OECD. (2024). *OECD Data Explorer*. Erişim <https://www.oecd.org/en/data/datasets/oecd-DE.html> internet adresi. Erişim Tarihi: 04.05.2024.
- Ong, M. (2023). *A Comprehensive Framework Identifying Barriers To Global Health R&D Innovation and Access*. BMJ Global Health, 8(9), e013076.
- Ozcan, Y. A., & Khushalani, J. (2017). *Assessing Efficiency of Public Health and Medical Care Provision in OECD Countries After A Decade of Reform*. Central European Journal of Operations Research, 25(2), 325-343.
- Özcan, Ö. Ü. M. (2014). *BİST Teknoloji Firmalarının Finansal Performanslarının Veri Zarflama Analiziyle Ölçülmesi*.
- Özcan, Y. A. (2008). *Health Care Benchmarking and Performance Evaluation*. Springer US.
- Paradi, J. C., Yang, Z., & Zhu, H. (2011). Assessing bank and bank branch performance: modeling considerations and approaches. *Handbook on data envelopment analysis*, 315-361.
- Parham D. (2009). 15. *Empirical Analysis of The Effects of R&D on Productivity Implications for Productivity Measurement?*. Productivity measurement and analysis, 2008, 337.
- Prokop, V., Hajek, P., & Stejskal, J. (2021). *Configuration Paths To Efficient National Innovation Ecosystems*. Technological Forecasting and Social Change, 168, 120787.
- Ramanathan, R. (2003). *An Introduction To Data Envelopment Analysis: A Tool For Performance Measurement*. Sage.
- Salamov, F. (2017). *Azerbaycan Kamu Hastanelerinde Verimlilik ve Etkinlik Analizi*. Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi.

- Sánchez, A. M., & Perez, M. P. (2002). *R&D Project Efficiency Management In The Spanish Industry*. International Journal of Project Management, 20(7), 545-560.
- Savaş, F. (2015). *Veri Zarflama Analizi*. Bursa, Dora Basım-Yayın Dağıtım Ltd. Şti.
- Seiford, L. M., & Zhu, J. (1999). *Infeasibility of Super-Efficiency Data Envelopment Analysis Models*. INFOR: Information Systems and Operational Research, 37(2), 174-187.
- Stone, A. (2009). *Frameworks for Measuring Innovation: Initial Approaches*. Athena Alliance.
- Thomas Zhong, W., Yuan, W., Li, S. X., & Huang, Z. (2011). *The Performance Evaluation of Regional R&D Investments In China: An Application of DEA Based On The First Official China Economic Census Data*. Omega, 39(4), 447-455.
- Thomas, V. J., Sharma, S., & Jain, S. K. (2011). *Using Patents and Publications To Assess R&D Efficiency in The States Of The USA*. World Patent Information, 33(1), 4-10.
- Türkiye İnovasyon Haftası Bildiriler Kitabı. (2015). Erişim <https://www.turkiyeinnovationweek.com/img/yayinlar/turkey-innovation-week-2015.pdf> internet adresi. Erişim tarihi: 10.10.2023.
- Wang, C. H., Gopal, R. D., & Zionts, S. (1997). *Use of Data Envelopment Analysis In Assessing Information Technology Impact on Firm Performance*. Annals of Operations Research, 73(0), 191-213.
- Wang, X., Liu, Y., & Chen, L. (2021). *Innovation Efficiency Evaluation Based on A Two-Stage DEA Model With Shared-Input: A Case of Patent-Intensive Industry in China*. IEEE Transactions on Engineering Management, 70(5), 1808-1822.
- WHO. (2023). *Global Observatory on Health Research and Development*. Erişim <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: 04.01.2024.
- WHO. (2024). *Global Observatory on Health Research and Development*. Erişim <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> internet adresi. Erişim tarihi: 23.04.2024.
- WIPO. (2023). *World Intellectual Property Indicators*. Erişim <https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo-pub-941-2023-en-world-intellectual-property-indicators-2023.pdf> internet adresi. Erişim tarihi: 20.04.2024.

- WIPO. (2024). *Global Innovation Index Reports*. Erişim <https://www.wipo.int/en/web/global-innovation-index> internet adresi. Erişim tarihi: 08.03.2024.
- Yeh, Q. J. (1996). *The Application Of Data Envelopment Analysis In Conjunction with Financial Ratios for Bank Performance Evaluation*. Journal of the operational research society, 47(8), 980-988.
- Yeşilyurt, Ö., & Salamov, F. (2017). *Türk Devletleri Sağlık Sistemlerinde Etkinliğin ve Etkinliğe Etki Eden Faktörlerin Süper Etkinlik ve Tobit Modelleriyle Değerlendirilmesi*. Balkan ve Yakın Doğu Sosyal Bilimler Dergisi, 3(2), 128-138.
- Yu, M. M., Chen, L. H., Chen, K. C., & Tone, K. (2013). *Operational Efficiency In Taiwan Banks with Consideration of Nonperforming Loans: A Dynamic Network DEA*.
- Zhao, F. (2004). *Commercialization of Research: A Case Study of Australian Universities*. Higher Education Research & Development, 23(2), 223-236.

ÖZET

Ülkeler için öncelikli alanlar arasında yer alan sağlık alanı, hem ülkeler üzerinde artan ekonomik yüküne hem de dışa bağımlılığı en az seviyeye indirme çabalarına bağlı olarak, Ar-Ge yatırımlarına en çok önem verilen alanlardandır. Ülkeler, sağlık Ar-Ge faaliyetlerine yönelik olarak insan kaynağı ve finansal yatırımlar yapmakta ve karşılığında katma değerli çıktılar üretebilmek istemektedir. Bu bağlamda, sağlık Ar-Ge yatırımlarının ticarileşme performansının karşılaştırmalı olarak analiz edebilmek, ülkelerdeki karar vericiler için önemli avantajlar sağlayacaktır. Bu çalışmada, ekonomik iş birlikleri ve kalkınma planları benzer olan OECD ülkelerinin sağlık Ar-Ge yatırımlarının ticarileşme performanslarının karşılaştırmalı olarak analiz edilebilmesi ve performansa etki eden çevresel faktörlerin belirlenebilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada, geleneksel VZA ve iki aşamalı Ağ VZA yöntemleri kullanılarak, OECD ülkelerinin inovasyon ve ticarileşme alt aşamalarıyla birlikte genel aşama etkinlikleri analiz edilmiştir. Sonrasında kesikli Tobit regresyon modeliyle, ülkelerin etkinlikleri üzerinde etkisi olan çevresel faktörler tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Sağlık Ar-Ge, Ticarileşme Performansı, İki-Aşamalı Ağ VZA, Tobit Regresyon Analizi.

ABSTRACT

Health, which is one of the priority areas for countries, is one of the areas where R&D investments are given the most importance due to both the increasing economic burden on countries and the efforts to minimize foreign dependency. Countries make human resources and financial investments in health R&D activities and want to produce value-added outputs in return. In this context, a comparative analysis of the commercialization performance of health R&D investments will provide important advantages for decision makers in countries. In this study, it is aimed to comparatively analyze the commercialization performance of health R&D investments of OECD countries with similar economic cooperation and development plans and to determine the environmental factors affecting the performance. In the study, traditional DEA and two-stage Network DEA methods were used to analyze the overall stage efficiency of OECD countries together with innovation and commercialization sub-stages. Afterwards, the environmental factors that have an impact on the efficiency of the countries were identified with the discrete Tobit regression model.

Keywords: Health R&D, Commercialization Performance, Two-stage Network DEA, Tobit Regression Analysis.