

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ * SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

İKTİSAT ANABİLİM DALI
İKTİSAT DOKTORA PROGRAMI

**TOPLAM FAKTÖR VERİMLİLİĞİNİN AYRIŞTIRILMASI KAPSAMINDA TEKNİK
ETKİNLİK FAKTÖRLERİNİN İNCELENMESİ: STOKASTİK SINIR ANALİZİ**

DOKTORA TEZİ

Ümit KOÇ

ARALIK – 2023

TRABZON

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ * SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

İKTİSAT ANABİLİM DALI
İKTİSAT DOKTORA PROGRAMI

**TOPLAM FAKTÖR VERİMLİLİĞİNİN AYRIŞTIRILMASI KAPSAMINDA TEKNİK
ETKİNLİK FAKTÖRLERİNİN İNCELENMESİ: STOKASTİK SINIR ANALİZİ**

DOKTORA TEZİ

Ümit KOÇ

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Adem KALÇA

ARALIK – 2023

TRABZON

ONAY

Ümit KOÇ tarafından hazırlanan “Toplam Faktör Verimliliğinin Ayırıştırılması Kapsamında Teknik Etkinlik Faktörlerinin İncelenmesi: Stokastik Sınır Analizi” adlı bu çalışma 29/01/2024 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oybirliği ile başarılı bulunarak jürimiz tarafından İktisat Anabilim Dalı Doktora Programı’nda **doktora tezi** olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyesi		Karar		İmza
Unvanı-Adı ve Soyadı	Görevi	Kabul	Ret	
Prof. Dr. Adem KALÇA	Başkan	☐	☐	
Prof. Dr. Selçuk PERÇİN	Üye	☐	☐	
Prof. Dr. Ozan ERUYGUR	Üye	☐	☐	
Doç. Dr. Ümit YILDIZ	Üye	☐	☐	
Dr. Öğr. Üyesi Yeşim DİNDAROĞLU	Üye	☐	☐	

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduklarını onaylarım.

Prof. Dr. Tülay İLHAN NAS
Enstitü Müdürü

BİLDİRİM

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurullar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca KTÜ – Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzu'na uygun olarak hazırlanan bu çalışmada yararlanılan kaynakların tümü eksiksiz atıf yapıldığını, aksinin ortaya çıkması durumunda her tür yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

Ümit KOÇ

22.12.2023

ÖNSÖZ

Bilim ve teknoloji alanında önemli gelişmelerin yaşandığı 21. yüzyılda ülkeler arasındaki teknoloji ve yenilik yarışı her geçen gün artmaktadır. Fakat, küresel ekonomide lider ülkeler arasında süre gelen teknoloji ve yenilik yarışı devam ederken, takipçi ülkeler ile lider ülkeler arasındaki teknolojik farkın önemi genellikle gözden kaçırılmaktadır. Özellikle ülkeler arası verimlilik farklılıklarının uzun dönemde ülkelerin küresel konjonktürdeki yerlerini belirlediği düşünüldüğünde, takipçi ülkelerin teknolojik atılımlarının önemi bir kez daha ortaya çıkmaktadır.

Bu sebeple, bu çalışmada toplam faktör verimliliği; teorik, kavramsal ve ampirik olarak incelenecektir. Çalışmanın uygulama bölümünde toplam faktör verimliliği; teknik etkinlik, teknolojik değişim ve ölçek etkinliği olarak ayrıştırılmakta ve teknik etkinliği etkileyen faktörler ampirik olarak incelenmektedir. Bu çalışmanın temel amacı; farklı ülke gruplarının, toplam faktör verimliliği ayrıştırılması vasıtasıyla elde edilen teknik etkinlik değerlerinin incelenmesi ve söz konusu teknik etkinlik değerlerini etkileyen faktörlerin belirlenmesidir.

Bu tezin hazırlanması sürecinde tecrübelerinden yararlandığım, kıymetli vaktini aldığım, birçok konuda bana yol gösteren ve doktora eğitimim boyunca akademik danışmanlığımı yapan Prof. Dr. Adem KALÇA'ya teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca, bu tezin her aşamasında kıymetli görüş ve önerilerini benimle paylaşan Dr. Öğr. Üyesi Yeşim DİNDAROĞLU'na; değerli eleştirileri ile bu tezi yönlendiren Prof. Dr. Selçuk PERÇİN'e; doktora tez savunma jürisinde yer almayı kabul ederek katkıda bulunan Prof. Dr. Ozan ERUYGUR'a ve bilgi ve desteğini esirgemeyen Doç. Dr. Ümit YILDIZ'a teşekkürlerimi sunuyorum.

Son olarak yaşamım boyunca attığım her adımda imzaları bulunan aileme ve bu süreçte hayatımı kolaylaştıran sevgili eşim Tuğçe HİSOĞLU KOÇ ve oğlum Aksel Meriç KOÇ'a sonsuz şükranlarımı sunarım.

Aralık, 2023

Ümit KOÇ

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	IV
İÇİNDEKİLER	V
ÖZET.....	VII
ABSTRACT	IX
TABLolar LİSTESİ.....	XI
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	XII
GRAFİKLER LİSTESİ	XIII
KISALTMALAR LİSTESİ	XV
GİRİŞ	1-3

BİRİNCİ BÖLÜM

1. KAVRAMSAL ÇERÇEVE	4-15
1.1. Teknoloji	4
1.1.1. Teknolojik Değişim	5
1.1.2. Teknolojik Yakalama.....	8
1.2. Verimlilik	10
1.2.1. Tekli Faktör Verimliliği	11
1.2.1.1. Emek Verimliliği	11
1.2.1.2. Sermaye Verimliliği.....	12
1.2.2. Çoklu Faktör Verimliliği.....	12
1.2.2.1. KLEMS Çoklu Faktör Verimliliği.....	12
1.2.2.2. Toplam Faktör Verimliliği.....	13
1.3. Etkinlik	13
1.3.1. Tahsis (veya Fiyat) Etkinliği.....	15
1.3.2. Teknik Etkinlik	15

İKİNCİ BÖLÜM

2. TEORİK ÇERÇEVE	16-26
2.2. Öncü (Erken) Çalışmalar.....	16
2.3. Neo Klasik Büyüme Yaklaşımı.....	17
2.4. İçsel Ekonomik Büyüme Yaklaşımı.....	19

2.5. Büyüme Regresyonları Yaklaşımı	20
2.6. Yeni Teorik Yaklaşımlar	21
2.6.1. Uygun Teknoloji Yaklaşımı	22
2.6.1.1. Basu ve Weil Modeli	23
2.6.1.2. Acemoğlu ve Zilibotti Modeli	23
2.6.2. Etkinsizlik Yaklaşımı	24

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. LİTERATÜR TARAMASI	27-56
3.1. Toplam Faktör Verimliliği: Genel Bakış	27
3.2. Toplam Faktör Verimliliğini Etkileyen Faktörler	28
3.3. Toplam Faktör Verimliliği Ayrıştırılması	36
3.4. Teknik Etkinliği Etkileyen Faktörler	48

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

4. UYGULAMA	57-145
4.1. Araştırma Modeli	57
4.2. Araştırmanın Metodolojisi	58
4.2.1. Örneklem	59
4.2.2. Veriseti, Değişkenler ve Hipotezler	61
4.2.2.1. Hipotezler	63
4.3. Yöntem	68
4.3.1. Temel Bileşenler Analizi	70
4.3.2. Stokastik Sınır Analizi	71
4.4. Bulgular	74
4.4.1. Üretim Fonksiyonunun Belirlenmesi	74
4.4.2. Endekslerin Oluşturulması: Temel Bileşenler Analizi	76
4.4.3. Toplam Faktör Verimliliği Ayrıştırılması	87
4.4.4. Teknik Etkinlik Değerleri	92
4.4.5. Teknik Etkinsizlik Faktörleri	99
4.4.6. Ülke Değerlendirmeleri	112
SONUÇ ve ÖNERİLER	146
KAYNAKÇA	152
ÖZGEÇMİŞ	168

ÖZET

Ülkelerin kişi başına milli gelirlerini etkileyen en önemli faktörlerin başında yer alan toplam faktör verimliliği, uzun dönemde büyümenin temel kaynağı olup, sıklıkla teknolojiye eşdeğer görülmekte ya da teknolojiyi temsil eden mevcut en iyi gösterge olarak kabul edilmektedir. Fakat “*Solow artığı*” veya “*cehaletimiz ölçüsü*” olarak bilinen toplam faktör verimliliği kavramının doğasını tam olarak anlamak ve bir etkiyi diğerinden ayırmak için şimdiye kadar yapılan çalışmalarda, toplam faktör verimliliğinin ölçümü ve ayrıştırılmasına ilişkin bir fikir birliği oluşturulamamıştır. Bu kapsamda, tezde 2010-2018 dönemine ait yıllık veriler kullanılarak, 22’si orta gelirli olmak üzere, 43 ülke üzerinde toplam faktör verimliliği, teknik etkinlik, teknolojik değişim ve ölçek etkinliği olarak ayrıştırılmış; teknik etkinliği etkileyen faktörler stokastik sınır analizi ile ampirik olarak incelenmiştir.

Çalışmanın uygulama kısmı iki aşamadan oluşmaktadır. Uygulamanın ilk aşamasında, toplam faktör verimliliğinin ayrıştırılmasında kullanılmak üzere teori ve literatür taramaları neticesinde belirlenen faktörlerden temel bileşenler analizi yöntemi kullanılarak, bilgi iletişim teknolojileri kullanımı, demografik gelişim, makro ekonomik performans, yenilik kapasitesi ve yönetim endeksleri oluşturulmuştur. Uygulamanın ikinci aşamasında ise toplam faktör verimliliği stokastik sınır analizi ile; teknik etkinlik, teknolojik değişim ve ölçek etkinliği olarak ayrıştırılmış ve tezde oluşturulan endekslerin, teknik etkinlik üzerindeki etkileri ampirik olarak ortaya konulmuştur.

BİT kullanım alanında Fransa, Kore Cumhuriyeti ve Almanya en yüksek ortalama endeks değerine sahip olurken, Hindistan, Guatemala ve Mısır ise en düşük ortalama endeks değerlerine sahip olduğu anlaşılmıştır. Bu alanda Portekiz, Kazakistan ve Yunanistan en yüksek gelişim gösteren ülkeler iken, İsveç, Finlandiya ve Norveç ise en yüksek gerileme yaşayan ülkeler olmuştur. Demografik gelişim alanında Japonya, Hollanda ve İsveç en yüksek ortalama endeks değerine sahip olurken, Mısır, Hindistan ve Güney Afrika ise en düşük ortalama endeks değerine sahip olmuştur. Bu alanda Güney Afrika, Türkiye ve Macaristan en yüksek gelişim gösteren ülkeler iken, Mısır ise gerileme yaşayan tek ülke olarak ortaya çıkmıştır. Makro ekonomik performans alanında Norveç, Hollanda ve Danimarka en yüksek ortalama endeks değerine sahip olurken, Tunus, Sırbistan ve Mısır ise en düşük endeks ortalama değerine sahip olmuştur. Bu alanda Portekiz, Polonya, Sırbistan en yüksek gelişim gösteren ülkeler iken, Arjantin, Tunus, Mısır ise en yüksek gerileme yaşayan ülkelerdir. Yenilik kapasitesi alanında Çin, ABD ve Japonya en yüksek ortalama endeks değerine sahip olurken, Guatemala, Mısır ve Kolombiya ise en düşük ortalama endeks değerine sahip olmuştur. Bu alanda Çin, Polonya ve Belçika en yüksek gelişim gösteren ülkeler iken, ABD, Japonya ve Finlandiya ise en yüksek gerileme yaşayan ülkeler olmuştur. Yönetişim alanında Finlandiya,

Norveç ve İsveç en yüksek ortalama endeks değerine sahip olurken, Mısır, Rusya Federasyonu ve Ukrayna ise en düşük ortalama endeks değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir. İlgili alanda Arjantin, Çin ve Kolombiya en yüksek gelişim gösteren ülkeler iken, Türkiye, Brezilya ve Mısır ise en yüksek gerileme yaşayan ülkeler olmuştur.

Ampirik bulgulara göre ülkelerin teknik etkinliğini belirleyen en önemli faktörün yenilik kapasitesi olduğu görülmüştür. Bu değişkendeki bir birimlik artışın teknik etkinlikte maksimum 0.0171 birimlik bir artışa sebep olduğu anlaşılmıştır. Bu değişkeni, yönetim endeksi takip etmekte olup, endekste ki bir birimlik artış teknik etkinlikte maksimum 0.0112 birimlik bir artışa sebep olmuştur. Makro ekonomik performans endeksindeki bir birimlik artış teknik etkinlikte maksimum 0.0067 birimlik bir artışa sebep olurken, BİT kullanım endeksindeki bir birimlik artış ise teknik etkinlikte maksimum 0.0058 birimlik bir artışa sebep olmuştur.

İlgili dönemde Romanya teknik etkinliğini en çok artıran ve üretim sınırına en çok yaklaşan ülke olurken, Romanya'yı takiben Kazakistan, Tayland, Hindistan ve Çekya teknik etkinliklerini artıran ülkelerin başında gelmektedirler. Teknik etkinlikleri en çok artıran ilk on ülkeden yedisi orta gelirli ülkeler olmuştur. Bu durum orta gelirli ülkelerin teknik etkinlik sınırına yaklaştığını istatistiksel olarak ortaya koymaktadır. Orta gelirli ülkeler grubunda yer alan Romanya, Kazakistan, Tayland, Hindistan, Bulgaristan, Rusya Federasyonu ve Mısır Arap Cumhuriyeti gibi ülkelerin teknik etkinliklerini artırması yakalama/yakınsama hipotezini doğrular birer kanıt niteliğindedir. Diğer taraftan, ilgili dönemde Brezilya teknik etkinliği en çok azalan ve üretim sınırından en çok uzaklaşan ülke olurken, Brezilya'yı takiben Arjantin, Güney Afrika, Yunanistan, Tunus, İtalya, Finlandiya ve Şili gelmektedir. Teknik etkinlik değerleri en çok azalan ilk sekiz ülkeden beşi orta gelirli ülke olmuştur. Bu durum ülkelerin teknik etkinliklerini artırarak yakalama/yakınsama hipotezinin gerçekleşmesinin her ülke için geçerli olmadığını ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: Toplam faktör verimliliği, teknik değişim, teknolojik değişim, yakalama hipotezi, orta gelirli ülkeler, yenilik kapasitesi, stokastik sınır analizi

ABSTRACT

Total factor productivity, one of the most important factors affecting the per capita income of countries, is the main source of long-run growth and is often regarded as equivalent to technology or the best available proxy for technology. However, in order to understand the exact nature of the concept of total factor productivity, which is known as the “*Solow residual*” or “*the measure of our ignorance*”, and to distinguish one effect from another, no consensus has been reached on the measurement and decomposition of total factor productivity. In this context, using annual data for the period 2010-2018, total factor productivity is decomposed into technical efficiency, technological change and scale efficiency for 43 countries, 22 of which are middle-income countries, and the factors affecting technical efficiency are empirically analyzed by stochastic frontier analysis.

The application part of the study consists of two stages. The first stage of the application, ICT utilization, demographic development, macroeconomic performance, innovation capacity and governance indices are constructed by using the principal components analysis method from the factors determined as a result of theory and literature reviews to be used in the decomposition of total factor productivity. In the second stage of the application, both total factor productivity is decomposed into technical efficiency, technological change and scale efficiency by stochastic frontier analysis and the effects of the indices constructed in the study on technical efficiency are empirically revealed.

In the area of ICT utilization, France, the Republic of Korea and Germany have the highest average index values, while India, Guatemala and Egypt have the lowest average index values. In this area, Portugal, Kazakhstan and Greece show the highest improvement, while Sweden, Finland and Norway experience the highest decline. In the area of demographic development, Japan, the Netherlands and Sweden have the highest average index values, while Egypt, India and South Africa have the lowest average index values. In this area, South Africa, Turkey and Hungary are the countries with the highest improvement, while Egypt is the only country to experience a decline. In the area of macroeconomic performance, Norway, Netherlands and Denmark have the highest average index values, while Tunisia, Serbia and Egypt have the lowest average index values. In this area, Portugal, Poland and Serbia are the countries with the highest improvement, while Argentina, Tunisia and Egypt are the countries with the highest decline. In the area of innovation capacity, China, USA and Japan have the highest average index values, while Guatemala, Egypt and Colombia have the lowest average index values. In this area, China, Poland and Belgium are the countries with the highest improvement, while the USA, Japan and Finland are the countries with the highest

decline. In the area of governance, Finland, Norway and Sweden have the highest average index value, while Egypt, the Russian Federation and Ukraine have the lowest.

According to the empirical findings, the most important factor determining the technical efficiency of countries is innovation capacity. A one-unit increase in this variable leads to a maximum increase of 0.0171 units in technical efficiency. This variable is followed by the governance index and a one-unit increase in this index leads to a maximum increase of 0.0112 units in technical efficiency. A one-unit increase in the macroeconomic performance index leads to a maximum increase of 0.0067 units in technical efficiency, while a one-unit increase in the ICT utilization index leads to a maximum increase of 0.0058 units in technical efficiency.

In the relevant period, Romania was the country that increased its technical efficiency the most and came the closest to the production frontier, followed by Kazakhstan, Thailand, India and Czechia. Seven of the top ten countries with the highest increase in technical efficiency are middle-income countries. This situation statistically reveals that middle-income countries have realized technological catch-up. The fact that Romania, Kazakhstan, Thailand, India, Bulgaria, Bulgaria, the Russian Federation and the Arab Republic of Egypt, which are in the middle-income countries group, increased their technical efficiency is evidence that confirms the catch-up/convergence hypothesis. On the other hand, Brazil was the country whose technical efficiency decreased the most and moved the furthest away from the production frontier, followed by Argentina, South Africa, Greece, Tunisia, Italy, Finland and Chile. Five of the first eight countries with the highest decrease in technical efficiency values are middle-income countries. This reveals that the realization of the catch-up/convergence hypothesis by increasing the technical efficiency of countries is not valid for all countries.

Keywords: Total factor productivity, technical change, technological change, catch-up hypothesis, middle-income countries, innovation capacity, stochastic frontier analysis

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo Nr.	Tablo Adı	Sayfa Nr.
1	Temel Verimlilik Ölçümleri.....	11
2	TFV Büyüme Oranının On Yıllara Göre Belirleyicileri	32
3	Toplam Faktör Verimliliği	35
4	Toplam Faktör Verimliliği Ayrıştırılması (Sınır Analizi).....	46
5	Teknik Etkinlik Değişimini Etkileyen Faktörler.....	54
6	Ülkelerin Kişi Başına Gayri Safi Milli Gelir Değerleri ve Grupları	59
7	Kullanılan Değişkenlere İlişkin Özet Bilgiler.....	61
8	Üretim Fonksiyonu	75
9	BİT Kullanım Endeksine ilişkin TBA sonuçları.....	76
10	Demografik Gelişim Endeksine ilişkin TBA sonuçları.....	77
11	Makro Ekonomik Performans Endeksine ilişkin TBA sonuçları.....	77
12	Yenilik Kapasitesi Endeksine ilişkin TBA sonuçları.....	78
13	Yönetişim Endeksine ilişkin TBA sonuçları.....	78
14	Kaiser-Meyer-Olkin Örneklem Yeterlilik Ölçüsü Testi.....	78
15	Bağımsız Değişkenlerin İlgili Endekslerdeki Ağırlıkları.....	79
16	BİT Kullanım Endeksi Ülke Sıralaması (2010-2018).....	80
17	Demografik Gelişim Endeksi Ülke Sıralaması (2010-2018)	82
18	Makro Ekonomik Performans Endeksi Ülke Sıralaması (2010-2018).....	83
19	Yenilik Kapasitesi Endeksi Ülke Sıralaması (2010-2018).....	84
20	Yönetişim Endeksi Ülke Sıralaması (2010-2018).....	86
21	Tahmin Sonuçları.....	88
22	Etkinlik ve Esneklik Değerleri	90
23	Yüksek Gelirli Teknik Etkinsizlik Bölgeleri.....	110
24	Orta Gelirli Ülkelerin Teknik Etkinsizlik Bölgeleri.....	111

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil Nr.	Şekil Adı	Sayfa Nr.
1	Buluş, Yenilik ve Teknolojinin Yayılma Süreci	8
2	Performans Değerlendirme Çerçevesi	14
3	Standart Büyüme Muhasebesi ve Yeni Büyüme Muhasebesi.....	37
4	Araştırma Modeli	58
5	Toplam Faktör Verimliliği Tahmin Yöntemleri	68
6	Temel Bileşenler Analizi ve Faktör Analizi.....	70

GRAFİKLER LİSTESİ

Grafik Nr.	Grafik Adı	Sayfa Nr.
1	Teknolojik Değişim ve Teknik Etkinlik Değişimi	38
2	Birinci Ülke Grubu.....	93
3	İkinci Ülke Grubu	94
4	Üçüncü Ülke Grubu	95
5	Dördüncü Ülke Grubu.....	96
6	Beşinci Ülke Grubu.....	97
7	Teknik Etkinlikleri Artan Ülkeler	98
8	Teknik Etkinlikleri Azalan Ülkeler	99
9	BİT Kullanım Endeksinin Teknik Etkinlik Üzerindeki Marjinal Etkisi	102
10	Makro Ekonomik Performans Endeksinin Teknik Etkinlik Üzerindeki Marjinal Etkisi	104
11	Yenilik Kapasitesi Endeksinin Teknik Etkinlik Üzerindeki Marjinal Etkisi	106
12	Yönetişim Endeksinin Teknik Etkinlik Üzerindeki Marjinal Etkisi	108
13	Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: ABD.....	112
14	Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Norveç	113
15	Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Çin	114
16	Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Kore Cumhuriyeti	115
17	Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Japonya	115
18	Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Almanya.....	116
19	Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Hollanda.....	117
20	Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Türkiye.....	118
21	Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Danimarka	119
22	Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Malezya	119
23	Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: İsveç.....	120
24	Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Polonya	121
25	Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Güney Afrika	122
26	Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Hindistan.....	122
27	Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Finlandiya	123
28	Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Avusturya.....	124
29	Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Kazakistan	125
30	Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Arjantin.....	125

31	Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Birleşik Krallık	126
32	Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Fransa.....	127
33	Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Belçika.....	128
34	Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Mısır.....	129
35	Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Kosta Rika	129
36	Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Romanya.....	130
37	Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Meksika	131
38	Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Kanada	132
39	Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Şili.....	132
40	Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: İspanya.....	133
41	Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Rusya Federasyonu.....	134
42	Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Bulgaristan.....	135
43	Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Tayland	135
44	Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Macaristan	136
45	Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: İtalya	137
46	Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Brezilya.....	138
47	Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Çekya	138
48	Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Slovak Cumhuriyeti	139
49	Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Kolombiya	140
50	Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Guatemala.....	141
51	Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Portekiz.....	141
52	Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Tunus	142
53	Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Sırbistan	143
54	Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Yunanistan	144
55	Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Ukrayna	144

KISALTMALAR LİSTESİ

AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ARDL	: Gecikmesi Dağıtılmış Otoregresif Sınır Testi
Ar-Ge	: Araştırma ve Geliştirme
BEA	: U.S. Bureau of Economic Analysis
BİT	: Bilgi İletişim Teknolojileri
BRIC	: Brezilya, Rusya, Hindistan ve Çin
CEE	: Orta ve Doğu Avrupa Ülkeleri
ÇFV	: Çoklu Faktör Verimliliği
DOLS	: Dinamik En Küçük Kareler Yöntemi
DYY	: Doğrudan Yabancı Yatırım
FA	: Faktör Analizi
GAT	: Genel Amaçlı Teknolojiler
GLS	: Genelleştirilmiş En Küçük Kareler Yöntemi
GMM	: Genelleştirilmiş Momentler Yöntemi
GSYH	: Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
ILO	: Uluslararası Çalışma Örgütü
ITU	: Uluslararası Telekomünikasyon Birliği
KLEMS	: Sermaye, Emek, Enerji, Materyal ve Hizmet
KMO	: Kaiser-Meyer-Olkin Testi
LR	: Olabilirlik Oran
MENA	: Orta Doğu ve Kuzey Afrika Ülkeleri
NBER	: Ulusal Ekonomik Araştırma Bürosu
OECD	: Kalkınma ve İşbirliği Teşkilatı
PWT	: Penn World Table
RGSYH	: Reel Gayrisafi Yurt İçi Hasıla
SGP	: Satın Alma Gücü Paritesi
SSA	: Stokastik Sınır Analizi
TBA	: Temel Bileşen Analizi
TD	: Teknolojik Değişim
TDK	: Türk Dil Kurumu
TE	: Teknik Etkinlik Değişimi
TFV	: Toplam Faktör Verimliliği

VAR	: Vektör Otoregresyon
VZA	: Veri Zarflama Analizi
WDI	: Dünya Kalkınma Göstergeleri
WGI	: Dünya Çapında Yönetişim Göstergeleri



GİRİŞ

Ekonomik büyümeyi açıklamak, iktisatçıların uzun yıllardır üzerinde çalıştığı temel konulardan birisi olmuştur. Ekonomik büyüme dinamikleri her ülkeye özgü olarak farklılık göstermekle birlikte, makro perspektiften bakıldığında, ekonomik büyüme ya girdi miktarındaki artıştan ya da üretim sürecindeki verimlilik artışından kaynaklanmaktadır. Solow Artığı olarakta bilenen toplam faktör verimliliği kavramı; artık değer, cehalatin ölçüsü gibi birçok farklı isimle isimlendirilmektedir. Büyüme muhasebesi yönteminin Solow tarafından yayınlanmasıyla birlikte, ekonomik büyümenin kaynakları üzerine birçok tartışma ortaya atılmıştır. Anlaşmazlığın temel sebebi, büyümenin ne kadarının fiziksel ve beşerî sermaye birikimine atfedilebileceği ve ne kadarının verimlilik artışı sonucu olduğudur (Aghion ve Howitt, 2007). Bosworth ve Collins (2003) hem sermaye birikiminin, hem de TFV büyümesinin, işçi başına çıktıdaki büyümeye önemli katkılar yaptığını ortaya koymuştur. Bunun sonucunda, literatürde kapsamlı büyüme (extensive growth) ve yoğun büyüme (intensive growth) kavramları ortaya çıkmıştır.

Toplam faktör verimliliği literatürde genel olarak teknolojiye eşdeğer görülmekte veya teknolojiyi temsil eden mevcut en iyi gösterge olarak kabul edilmektedir. Fakat Cobb-Douglas üretim fonksiyonu düşünüldüğünde, toplam faktör verimliliği, teknoloji ve verimlilik etkilerinin yanı sıra birçok değişkeni barındırmaktadır. Bu değişkenlere örnek olarak ihmal edilmiş girdiler, ölçüm hataları, toplama hataları, aşırı getiri (excess return) ve ölçek etkileri verilebilmektedir. TFV'nin tam olarak doğasını anlamak ve bir etkiyi diğerinden ayırmak için şimdiye kadar yapılan çalışmalarda, TFV'nin ölçümü ve ayrıştırılmasına ilişkin bir fikir birliği oluşturulamamıştır.

Ekonomik aktörlerin üretim sürecinde tam etkin bir şekilde üretim yaptığı varsayımı sebebiyle, verimlilik ve teknoloji kavramları birbiri yerine kullanılmaktadır. Verimlilik, üretim sonucu elde edilen toplam çıktının, üretim sürecinde kullanılan toplam girdilere oranıdır. Toplam faktör verimliliği ise en temel olarak, üretim faktörlerinden kaynaklanmayan etkinlik/üretkenlik artışıdır (Kılıçaslan ve Aytun, 2016). Teknoloji ise girdilerin çıktılarına dönüştüğü toplumsal bir süreç olarak ifade edilebilir (Dahlman ve Westphal, 1982). Geleneksel büyüme muhasebesi uygulamaları, tüm üretim birimlerinin tam etkin çalıştığını varsayarak, ekonomik büyümeyi girdilerdeki artış ve toplam faktör verimliliğindeki artış olmak üzere ikiye ayırmaktadırlar. Bu yaklaşıma alternatif olan, üretim sınır yaklaşımını benimseyerek toplam faktör verimliliği ayrıştırması yapan çalışmalar, fiili üretim düzeyi ile mümkün olan maksimum üretim düzeyi arasındaki farkla ölçülen ve etkinsiz davranış olarakta tanımlanan olası teknik etkinsizliği dikkate almaktadırlar. Üretim sınır yaklaşımı toplam faktör verimliliğini; teknolojik değişim, teknik etkinlik değişimi ve ölçek değişimi olmak üzere üçe ayırmaktadır. Ülkeler arasındaki verimlilik farklılıklarını açıklamaya çalışan mevcut literatürün

büyük bir kısmı, tüm üretim birimlerinin tam etkin olarak üretim yaptığını varsaymakta ve toplam faktör verimliliğini teknolojik değişime (yenilik) eşdeğer görüp, onun belirleyicilerine odaklanmaktadır. Diğer taraftan, üretim sınır yaklaşımını benimseyerek literatürde ülkelerin teknik etkinliklerini (teknolojik yakalamayı) tahmin eden ve belirleyicilerini inceleyen çalışmalar literatürde oldukça sınırlıdır (Iyer vd., 2008).

Toplam faktör verimliliği kavramı teorik olarak incelendiğinde, ülkeler arası toplam faktör verimliliğinin farklılıklarını açıklamaya çalışan iki güncel teorik yaklaşım bulunmaktadır. Bunlar etkinsizlik yaklaşımı ve uygun teknoloji yaklaşımıdır. Etkinsizlik yaklaşımı, tüm ülkelerin aynı üretim sınır teknolojisine tabi olduğunu ve ülkelerin mevcut teknolojiyi kullanım etkinliklerine göre farklılaştığını ifade etmektedir (Jerzmanowski, 2007). Ülkeler arası gözlemlenen farklılıklar, ülkelerin sınır üretiminden uzaklığını, diğer bir deyişle, mevcut teknolojiyi ne kadar etkinsiz kullandığını yansıtmaktadır. Uygun teknoloji yaklaşımı ise mevcut teknolojinin bütün ülkeler tarafından kullanılamayacağını, ülkelerin en iyi teknoloji karışımlarını seçerek tam etkin olarak üretim yaptıklarını ifade etmektedir (Basu ve Weil, 1998; Acemoğlu ve Zilibotti, 2001; Los ve Timmer, 2005). Etkinsizlik yaklaşımı, ülkelerin teknolojileri etkin bir şekilde kullanma konusunda adaptasyon kapasitesi, kurumların rolü vb. faktörlerin önemine vurgu yaparken, uygun teknoloji yaklaşımı ise zengin ülkeler tarafından icat edilen teknolojilerin farklı girdi kombinasyonları (ör. vasıflı işgücü, makineler) nedeniyle diğer ülkeler için uygun olmadığına dikkat çekmektedir (Filippetti ve Payrache, 2010). Yeni teorik yaklaşımlar, gelişmekte olan orta gelirli ülkelere üç farklı yol sunmaktadır. Uygun teknoloji yaklaşımı, ülkelerin teknolojilerinin “uygunsuzluğunun” üstesinden gelmek için, belirli üretim faktörlerine daha fazla yatırım yapmalarını ya da yenilikçileri kendilerine uygun teknolojiler geliştirmeye ikna etme umuduyla fikri mülkiyet haklarını uygulamak için kaynak harcamalarını önermektedir. Etkinsizlik yaklaşımı ise ülkelerin verimlilikteki gelişmelerden ve mevcut teknolojileri benimseme isteğinden daha fazla etkinlik kazanımı önermektedir.

Toplam faktör verimliliği kavramına ilişkin literatür incelendiğinde, kavramın birçok ampirik analize konu olduğu görülmektedir. TFV’yi konu alan ampirik literatür iki temel araştırma alanı olarak ayrılmaktadır. İlk araştırma alanı, TFV ve bileşenlerinin hesaplanmasıdır. TFV, teknolojik değişim, teknik etkinlik değişimi ve ölçek etkinliği olarak üç bileşene ayrıştırılmaktadır. Teknolojik değişim, bilim ve teknolojiye gelişmelerin sonucu olarak, üretim sınırındaki kaymaları ifade etmektedir. Teknik etkinlik değişimi ise literatürde yakalama etkisi (catch-up) olarakta isimlendirilmekte olup, ülkelerin mevcut teknolojiyi etkin kullanabilme kapasitesini ifade etmektedir. Teknik etkinlik değişimi matematiksel olarak ilgili ülkenin üretim sınırına olan uzaklığı ile ölçülmektedir. İkinci araştırma alanı ise TFV ve bileşenlerinin belirleyicilerinin tespit edilmesidir.

Bu çalışmanın temel amacı TFV’nin bileşenlerinden olan teknik etkinlik faktörlerinin belirlenmesi ve ampirik olarak ortaya konulmasıdır. Bu kapsamda çalışmada, literatür taraması ve iktisadi teoriyi uygun olarak teknik etkinliği etkilediği düşünülen beş farklı faktör belirlenmektedir. Bunlar sırasıyla; bilgi iletişim teknolojileri, demografik gelişim, makro ekonomik performans,

yenilik kapasitesi ve yönetim faktörleridir. Bu faktörlerin her biri için temel bileşenler analizi kullanılarak beş farklı endeks hesaplanmıştır. Çalışmada hesaplanan beş endeks, aynı zamanda çalışmada ampirik olarak test edilen beş temel hipoteze karşılık gelmektedir. Bu kapsamda, çalışmada, 2010-2018 dönemini ve 43 ülkeyi kapsayan veri seti üzerinde, stokastik sınır analizi kullanılarak, bilgi iletişim teknolojileri, demografik gelişim, makro ekonomik performans, yenilik kapasitesi ve yönetişimin TFV'nin bileşenlerinden olan teknik etkinlik üzerindeki etkisi ampirik olarak test edilmektedir.

Çalışma dört bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde toplam faktör verimliliği kavramı ile ilgili olan teknoloji, verimlilik ve etkinlik kavramlarının genel çerçevesi ortaya konulmuştur. Bu kapsamda teknoloji, teknik, teknolojik değişim, teknolojik yakalama, verimlilik, tekli faktör verimliliği, çoklu faktör verimliliği, toplam faktör verimliliği, etkinlik, iktisadi etkinlik, tahsis etkinliği ve teknik etkinlik kavramlarına değinilmiştir.

İkinci bölümde, toplam faktör verimliliği kavramı teorik olarak incelenmiştir. Bu kapsamda ilk olarak kavramın ortaya çıkma sürecindeki öncü çalışmalar ele alınmıştır. Toplam faktör verimliliğinin iktisat teorisindeki yeri ve önemini ortaya koymak amacıyla, kavram neo klasik büyüme, içsel ekonomik büyüme ve büyüme regresyonları yaklaşımları çerçevesinden incelenmiştir. Ardından toplam faktör verimliliğini ele alan yeni yaklaşımlardan uygun teknoloji yaklaşımı ve etkisizlik yaklaşımına yer verilmiştir.

Üçüncü bölümde toplam faktör verimliliği ile ilgili uygulamalı literatür ortaya konulmuştur. Bu bölümde ilk olarak toplam faktör verimliliği genel bir yaklaşımla incelenmiştir. Takiben, toplam faktör verimliliğini etkileyen faktörleri, makro ekonomik bakış açısıyla ampirik olarak inceleyen çalışmalara değinilmiştir. Ardından, toplam faktör verimliliği ayrıştırılması yapan, diğer bir deyişle, sınır üretim yaklaşımı kullanan çalışmalara yer verilmiştir. Bölüm toplam faktör verimliliğinin temel bileşenlerinden biri olan teknik etkinlik kavramının belirleyicilerine odaklanan uygulamalı literatürün ortaya konulması ile son bulmuştur.

Dördüncü ve son bölüm uygulama bölümüdür. Bu bölümde sırasıyla çalışmada kullanılan araştırmanın modeline, metodolojisine, veri setine, değişkenlerine, hipotezlerine, ekonometrik yöntemlerine ve ampirik bulgularına yer verilmiştir. Uygulama bölümü üç kısımdan oluşmaktadır. İlk kısım çalışmada kullanılan endekslerin hesaplanmasını içermektedir. İkinci kısım ise hesaplanan endekslerin toplam faktör verimliliğinin ayrıştırılması kapsamında TFV'nin teknik etkinlik bileşeni üzerindeki etkisini ampirik olarak test edilmesidir. Üçüncü ve son aşama ise çalışmada ulaşılan bulgulara yer verilmiştir.

BİRİNCİ BÖLÜM

1. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Bu bölümde çalışmada kullanılacak olan teknoloji, teknolojik değişim, teknolojik yayılım, verimlilik, işgücü verimliliği, toplam faktör verimliliği, etkinlik, teknik etkinlik, tahsis etkinliği vb. kavramlar üzerinde ayrıntılı olarak durulacaktır.

1.1. Teknoloji

Teknolojinin tanımını ortaya koyan birçok çalışma, bu kavramı etimolojisiyle birlikte sunmaktadır. Kavram Yunanca sanat, el yapımı, zanaat anlamına gelen “techne” kelimesi ile bir akademik alana veya bir formel bilgi sistemine aitliği ifade eden “-logia” veya “-ology” son ekinin birleşmesi ile meydana gelmektedir. Aslında kavramın günlük kullanımı etimolojik temeli ile çelişmektedir. Günümüzde teknoloji deyince, fikirlerden çok şeylere, bilimsel bir disiplinden çok maddi uygulamalara atıfta bulunmaktadır. Bunun altında yatan temel şey, kavramın zaman içerisinde geçirdiği dönüşümdür. Teknoloji kavramı tarihsel süreç içerisinde zaman zaman teknik, bilim ve sanat kavramların yerine kullanılmaktadır. Hatta teknoloji, günlük konuşmada icat ve yenilik gibi terimlerin yerinede de sıklıkla kullanılmaktadır (Audretsch vd., 2002: 156).

Teknoloji kavramının daha ayrıntılı incelenebilmesi ve anlaşılabilmesi için ilk olarak teknoloji ile teknik kavramının farkını ortaya koymak gerekmektedir. Teknoloji kavramı teknik kavramına göre oldukça yeni bir kavramdır. Teknik terimi Antik Yunan döneminden itibaren karşımıza çıkan bir kavram olurken, teknoloji terimi son 250 yıldır hayatımızda vardır. Maddi pratikler anlamında teknoloji, sanayi çağını ve onu ortaya çıkaran modern çağda kendine yer bulmaktadır. Teknoloji kavramının bugünkü kullanım alanına ulaşmasını özellikle 20. yy. içerisinde gerçekleştirmiştir. 1960'lardan önce, teknoloji terimi büyük ölçüde bilimsel söylemle sınırlı kalmaktaydı. Kavram ilk olarak 16. yy. akademik Latincesinde ‘technologia’ olarak ortaya çıkmıştır. 17. yy.da, terim en az bir sözlükte İngilizce biçiminde listelenmiştir. Takip eden yüzyıldan I. Dünya Savaşı sonrası Anglo-Amerikan bilim adamlarının bilincinde bir yer bulana kadar teknoloji terimi, ara sıra bazı dar bağlamlarda kullanılmaktan öteye geçememekte ve bilimin gizli köşelerinde yer almıştır. (Schatzberg, 2018: 9-10). Türk Dil Kurumu (TDK)’nın Güncel Türkçe Sözlüğüne göre teknoloji “Bir sanayi dalı ile ilgili yapım yöntemlerini, kullanılan araç, gereç ve aletleri, bunların kullanım biçimlerini kapsayan uygulama bilgisi, uygulayım bilimi” anlamına gelmektedir. Yine aynı kaynağa göre teknik ise “bir sanat, bir bilim, bir meslek dalında kullanılan yöntemlerin hepsi, çeşitli bilimlerden elde edilen verileri iş ve yapım alanında uygulama, uygulayım” anlamına gelmektedir. En basit haliyle teknoloji, teknik bilimi veya uygulayım bilimidir.

Schatzberg (2018)'e göre günümüzdeki teknoloji anlayışımız, teknisyenler ve akademisyenler arasındaki tartışmaların ürünü olmaktadır. Teknisyenler, teknolojiyi insan kültürünün yaratıcı bir ifadesi olarak görmekle birlikte, teknolojinin çelişkili karmaşıklıkla beraber insani değerler ve çabalarla dolu olduğunu ifade etmektedirler. Teknolojinin (Almanca “Technik”) kültürün temel bir bileşeni ve insan ruhunun bir ürünü olduğunu ifade eden bu yaklaşım, 20. yy.ın başında Alman mühendisler tarafından da benimsenmiştir. Bu durumda, teknolojiler tıpkı sanat eserleri gibi bir çağın ruhunu ifade etmektedirler. Alman mühendisler tarafından benimsenen bu yaklaşım kültürel bir yaklaşım olarak isimlendirilmektedir. Teknoloji kavramını oluşturan ve akademisyenler tarafından esas olarak benimsenen bir diğer yaklaşım ise araçsal yaklaşımdır. Araçsal yaklaşım; teknolojinin yalnızca başkaları tarafından tanımlanan amaçlara hizmet eden bir araç olduğunu ifade etmektedir. Bu yaklaşım, teknolojiyi yaratıcı olmayan ve değerlerden yoksun dar teknik rasyonaliteyle sınırlandırmaktadır. Günümüzde modern teknoloji hakkındaki söylemlerde kültürel bakış açısı yerine, araçsal olanı daha çok karşımıza çıkmaktadır.

Dahlman ve Westphal (1982: 105)'a göre teknoloji; girdiyi çıktıya dönüştüren fiziksel süreçlerin ve bu dönüşümlerin gerçekleştirilmesinde yer alan faaliyetleri yapılandıran sosyal düzenlemelerin bir toplamı olmaktadır. Dosi ve Nelson (1994) ise teknolojiyi; girdilerin çıktıya nasıl dönüşeceğinin bir tanımı olarak görmektedir. Griliches (1987) teknolojiyi; “kaynakları ekonominin istediği çıktılara dönüştürmenin an itibarıyla bilinen yolları” olarak tanımlamıştır. Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (OECD, 2001: 11) ise Griliches (1987)'in tanımına, teknolojinin gömülü olmayan formda (yeni planlar(blueprint), bilimsel sonuçlar, yeni organizasyon teknikleri gibi) veya yeni ürünlere gömülü bir formda (sermaye mallarının ve ara girdilerin yeni mahsullerinin tasarımında ve kalitesinde ilerlemeler) olabileceğini eklemektedir. Bu tanımlar değerlendirdiğinde, teknoloji bir üretim süreci olarak öne çıkmaktadır.

Holwegler (2003) teknolojiyi bir ekonomide mevcut olan planlar kitabı (blueprints) olarak tanımlamaktadır. Ona göre teknoloji; belirli bir zaman noktasında, üretim süreci için mevcut olan bilgi ve becerileri içermektedir. Böylece, ilerlemenin bir sonucu olarak, planlar kitabının (blueprints) sayfaları çoğalmakta ve yeni üretim bilgisi mevcut hale gelmektedir. Bu kapsamda teknik kavramı ise, buluşlar nedeniyle mevcut olan yeni bilginin uygulamasını, yenilik sürecini ve bilgi yayılımını ifade etmektedir (Holwegler, 2003:9).

Erdil vd. (2016: 27) teknolojinin uygulamalı bilimle özdeşleştirilmemesi gerektiği konusuna dikkate çekmektedir. Yazar, bilimsel faaliyetlerin sebeplerinin, yürütülmesinin ve yöntemlerinin teknolojik faaliyetlerden oldukça farklı olduğunu altını çizmektedir. Bilimsel araştırma faaliyetleri, teknolojik faaliyetlerin yürütülme sürecine fayda sağlamakla birlikte, sıklıkla, teknolojik araştırmaların kendilerine özgü sorunlarına cevap üretememektedir.

1.1.1. Teknolojik Değişim

Teknolojik değişim, 18. yy.ın son çeyreğinde İngiltere'de meydana gelen ilk Sanayi Devrimi'nden bu yana, şüphesiz dünya ekonomik tarihinin en önemli olaylarından biridir. İktisatçılar

uzun zamandır teknolojik değişimin, uzun vadeli ekonomik büyümeyi nasıl etkilediğiyle ilgilenmektedirler. Özellikle büyüme ekonomisindeki temel konular arasında, teknolojik değişim nasıl gerçekleştiği ve bunun makroekonomik sonuçlar üzerindeki rolünün nasıl organize edileceği yer almaktadır. Teknolojik değişimin sürekli ve artımlı olabileceği gibi, süresiz ve radikal değişimlerle de gerçekleşebilmektedir. Teknolojik değişim tek bir ürün veya sektörde etkili olabileceği gibi, çok daha geniş ve bütün bir ekonomiyi etkisi altına alabilmektedir.

Bu kısımda ilk olarak teknolojik değişim literatüründe mevcut olan Hicks Nötr, Harrod Nötr ve Solow Nötr teknolojik değişim formlarına değinilmektedir. Ardından Schumpeter'in buluş, yenilik ve yayılım kavramından oluşan teknolojik değişimin üç aşamasına yer verilmektedir. Takiben tüm bir ekonomiyi (genellikle ulusal veya küresel düzeyde) etkileyebilen teknolojileri ifade eden genel amaçlı teknolojiler ortaya konulmaktadır.

John Hicks, "The Theory of Wages" (1932) adlı eserinde teknolojik değişim için halen yaygın olarak kullanılan bir dizi sınıflandırma önermiştir. Bu sınıflandırmalar, buluşların tüm üretim faktörlerinin marjinal ürünlerini aynı oranda artırmasının muhtemel olmadığı, bunun yerine bazı faktörlerin marjinal ürünlerini diğerlerinden daha fazla etkileyeceği gözlemine dayanmaktadır. Üretim sürecinde kullanılan sermaye ve emeğin marjinal ürünlerinin oranının değişmemesi durumunda teknolojik değişimin 'tarafsız' veya 'Hicks nötr' olduğu kabul edilmektedir. Hicks nötr formunda, teknolojik değişimi göstermek üzere, standart temel iki girdi faktörlü neoklasik üretim fonksiyonu gösterilmektedir.

$$Y = F(K, L) \quad (1)$$

Y toplam çıktı, K sermaye stoku ve L ise emektir. Teknolojik değişim parametresi A'yı üretim fonksiyonuna eklemenin ilk yolu A parametresinin doğrusal olarak fonksiyona eklenmesidir.

$$Y = AF(K, L) \quad (2)$$

Bu durumda teknoloji parametresinin ikiye katlanması çıktıyı da ikiye katlamaktadır. Bu tür teknolojik değişim, üretim sürecinde kullanılan sermaye ve emeğin marjinal ürünlerinin oranının değişmemesi nedeniyle 'tarafsız' veya 'Hicks nötr' olduğu söylenmektedir.

Ancak, buluşlar ve yenilikler nadiren tarafsız olmaktadır. Bu nedenle iktisatçılar teknolojik değişimlerle ve marjinal ürünlerin oranlarının değiştiği durumlarla daha fazla ilgilenmişlerdir. Hicks, belirli bir sermaye-emek oranı için sermayenin marjinal ürününün emeğinkinden daha fazla arttığı durumu "*emek tasarrufu sağlayan*" teknolojik değişim olarak tanımlarken, belirli bir sermaye-emek oranı için emeğin marjinal ürünü sermayeninkinden daha fazla arttığı durumu ise "*sermaye tasarrufu sağlayan*" teknolojik değişim olarak ifade etmektedirler.

Günümüzde iktisatçılar, Hicksçi anlamda emek tasarrufu sağlayan (emek artışı) teknolojik değişimi "*sermaye yanlılığı*", sermaye tasarrufu sağlayan teknolojik değişimi ise "*emek yanlılığı*" olarak isimlendirmektedirler (Rousseau, 2008: 3). Literatürde Hick'in teknolojik değişiminin yanı sıra Harrod Nötr teknolojik değişim ve Solow Nötr teknolojik değişim olmak üzere iki farklı kavram

da yer almaktadır. Bu kavramlardan Harrod Nötr teknolojik değişim; Hicksçi anlamda emek tasarrufu sağlayan teknolojik değişime, Solow Nötr teknolojik değişim ise sermaye tasarrufu sağlayan teknolojik değişime karşılık gelmektedir.

Harrod (1937; 1948)'ın önerdiği alternatif teknolojik değişim kavramı ile sermayenin marjinal ürününün belirli bir sermaye-çıktı oranında değişmediği durumu, nötr teknolojik değişimi olarak tanımlamaktadır. Diğer bir deyişle, sabit bir faiz oranı ve bu oranda sonsuz bir sermaye arzı altında, üretim sürecinin uzunluğunu değiştirmeden bırakan teknolojik bir değişim "Harrod-nötr" teknolojik değişim olarak tanımlanmaktadır. Bu durumda üretim fonksiyonunu aşağıdaki gibi olmaktadır.

$$Y = F(K, AL) \quad (3)$$

Burada AL, "etkin" emeğin bir birimidir. Üretim fonksiyonu Cobb-Douglas olmadıkça, bu formülasyon Hicksçi anlamda nötr olmamaktadır. Denklem 3 literatürde sıklıkla " emek tasarrufu sağlayan" bir üretim fonksiyonu olarak adlandırılmaktadır.

Teknolojik değişim için kullanılan ikinci alternatif kavram; Solow kavramıdır. Robert Solow (1959) teknolojik değişimi modellemek için bu formu kullanan ilk kişi olmasına ithafen kavram onun adı ile anılmaktadır. Solow nötr teknolojik değişim, aslında Harrod-nötr teknolojik değişimin simetrik zıt durumudur. Teknolojik değişimin sonucunda ücret oranı sabit bir emek-çıktı oranında değişmeden kalırsa, bu teknoloji Solow nötr teknolojik değişim olarak isimlendirilmektedir. Bu durumda üretim fonksiyonu aşağıdaki gibi olmaktadır.

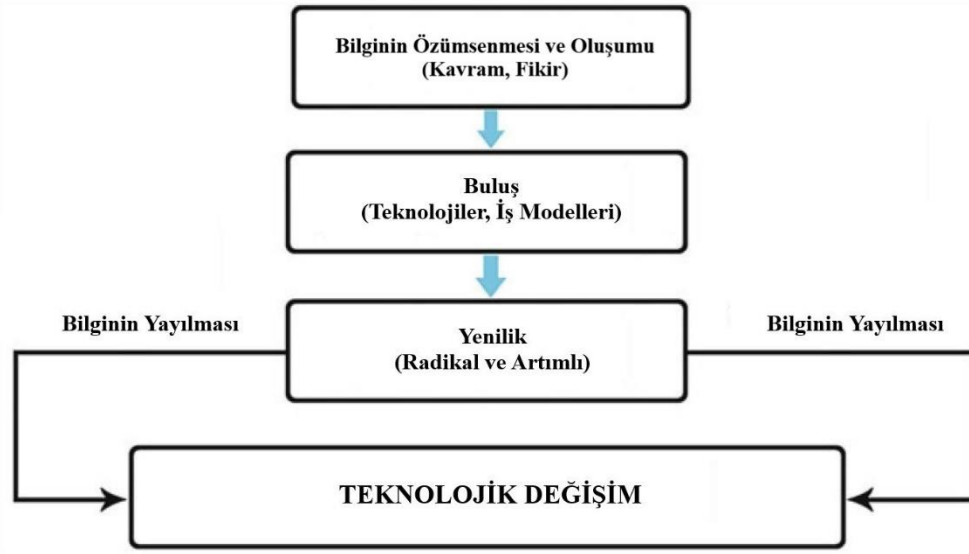
$$Y = F(AK, L) \quad (4)$$

AK, 'etkin' sermayenin bir birimidir.

İktisat bilim alanında teknolojik değişimin modern teorisinin kurucusu Joseph Alois Schumpeter'dir. Schumpeter teknolojik değişimin; buluş, yenilik ve yayılım olmak üzere üç aşamadan oluştuğunu ifade etmektedir. Bu üç aşamayı da tamamlayan teknolojik değişim, piyasayı yaratıcı yıkım olarak bilinen bir fenomen ile birlikte yeniden şekillendirmektedir.

Buluş aşaması, yeni ürünler ve süreçler için fikirlerin evrimini temsil ederken; yenilik aşaması, ilk fikirden kaynaklanan bilgi anlamına gelmekte olup, ürünün üretildiği "yeni" yolu tanımlamaktadır. Yayılma aşaması ise yenilik aşamasında buluşun hayata geçmesinden sonra, "yeni ürünün" yeni yol ile diğer şirketlerde veya endüstrilerde uygulanmasıdır. Giderek daha fazla üretim süreci "yeni üretim yolunu" benimseyerek, ekonomide yayılma gerçekleştirmektedir. Şekil 1' de teknolojik değişim süreci gösterilmektedir. Teknolojik değişimin temeli, bilimsel bilgi ve Araştırma-Geliştirme (Ar-Ge) çalışmaları sonucunda ortaya çıkan buluşlardır. Yenilik, buluşların piyasaya başarılı bir şekilde sunulmasıdır. Buluşların ve/veya yeniliklerin taklit veya kopyalama yoluyla yayılması, endüstride veya toplumda teknolojik değişime yol açmaktadır.

Şekil 1: Buluş, Yenilik ve Teknolojinin Yayılma Süreci



Kaynak: Runiewicz-Wardyn (2013: 2)

Uzun bir süre bu üç aşamanın hem ardışık ve hemde birbirinden bağımsız olduğu kabul edilmiştir. Fakat günümüzde bu üçlü ayrımın yapay olduğu ve birçok istisnai durumu içerdiği ortaya konulmuştur. Örneğin, yenilik ile yayılma arasında diyalektik bir ilişki vardır. Yayılma sürecinde ürün veya hizmetin geçirdiği dönüşümler aslında oldukça kapsamlı olup, yenilik sürecinin devamı olarak kabul edilmektedir. Yayılma sürecinde orijinal ürün veya hizmetin dönüşüme uğraması büyük ölçüde bu sürecin başarılı sonuçlanmasına yardımcı olmaktadır. Benzer bir ilişkinin buluş ile yenilik arasında da olduğu bilinmektedir. Özellikle piyasa sinyalleri buluş sürecinin özelliklerini ve yönünü etkileyebilmektedir.

Teknolojik gelişmeler bazen tek bir ürün veya sektörde etkili olurken, bazen de çok daha geniş etkiye sahip olmaktadır. Bresnahan ve Trajtenberg (1995)'a göre tüm teknolojik değişim ve ekonomik büyüme dönemleri, Genel Amaçlı Teknolojiler (GAT) olarak isimlendirilen birkaç temel teknoloji tarafından yönlendirilmektedir. Bresnahan ve Trajtenberg'in (1995) "Genel Amaçlı Teknolojiler: Büyümenin Motorları mı?" isimli çalışmalarını takiben, bazı teorisyenler teknolojiyi ve teknolojik değişimi çoğu geleneksel makro büyüme modelinden daha incelikli bir şekilde modellemeye başladılar. Fakat, büyük ölçüde koordinasyonsuz çabalarla devam eden akademik çalışmalar, GAT literatürünün birçok çelişkili fikir ve çözülmemiş tartışma içermesine sebep olmuştur (Bekar vd, 2018).

1.1.2. Teknolojik Yakalama

Teknolojik yakalama, teknolojik düzeyi görece düşük olan ülkelerin mevcut üretim bilgisinden yararlanabilmeleri ve böylece önde gelen ülkeler ile arasındaki verimlilik ve gelir farkını azaltabilme sürecidir. Teknolojik yakalama; taklit kapsamındaki farklılıklara odaklanarak, dünya teknoloji sınırının gerisindeki ülkelerin, teknoloji kopyalayarak daha hızlı büyüyeceklerini savunmaktadır.

Çünkü geriden gelen teknolojik takipçi ülkelerin, taklit yapma maliyeti genellikle teknolojik lider ülkelerin, yenilik yapma maliyetinden daha düşük olmaktadır (Barro ve Sala-i Martin, 1997). Burada kastedilen teknolojik yakalama, daha az gelişmiş bir ülke ile dünya teknoloji sınırı arasındaki göreceli teknoloji uçurumunun azalmasıdır Gomulka (1987: 379). Teknolojik yakalama kavramı ile ilgili öncü çalışmalar; Gerschenkron (1962), Gomulka (1971), Abramowitz (1979, 1986) ve Maddison (1987, 1991) tarafından yapılmıştır. Gerschenkron (1962) ve Abramowitz (1986) geç sanayileşen ülkelerin teknolojik yakınsama sürecinin kendiliğinden gerçekleşmeyeceği ve bu sürecin gerçekleşmesi için ayrı bir toplumsal yeteneğin veya sosyal kapasitenin varlığının gerekliliğini ortaya koymuşlardır.

Gerschenkron'a (1962) göre, geç sanayileşmede devletin rolü, ekonominin ilk geliştiriciler karşısında görece geri kalmışlığına bağlı olmaktadır. Almanya gibi orta derecede geri kalmış bir ülkede, oligopolistik bankalar başarılı bir sanayileşmeyi yönetebilirken, Rusya gibi daha geri kalmış ülkelerde devletin önderlik etmesi gerekmektedir. Gerschenkron'a göre, Almanya, Rusya ve Japonya gibi geç gelişen ülkelerin İngiltere'nin yaptığı gibi, sanayileşmelerini tekstille başlatmaları hatalıydı. Bunun yerine, bu ülkeler sanayileşmeye başladıkları sırada en gelişmiş endüstrileri taklit etmeleri gerekirdi. 19. yy. sonlarında bu endüstriler, demir ve çelik endüstrileriydi. Tekstilden farklı olarak, bu endüstriler nispeten sermaye yoğun, teknolojik olarak gelişmiş ve büyük üretim birimlerine bağlıydılar. Bununla birlikte, geri bir ekonomide de sermaye kıt olduğu için, geç gelenler bu tür ileri sanayiler geliştirecekse, sermayeyi biriktirmek ve yoğunlaştırmak için güçlü bir mekanizmaya ihtiyaç duymaktaydılar. Rusya ve Japonya gibi geç gelişen ülkelerde bu mekanizma ancak devlet eliyle olmaktaydı. Kıt sermayeyi birkaç gelişmiş üreticiye kanallandırmak için devletin tüketimi kısıtlaması gerekliydi. Hem güç hem de sermaye, güçlü, otoriter bir rejim tarafından birkaç elde toplanması gerekir. Gerschenkron'un mantığına göre, bu devletçi geç gelişme yaklaşımı ancak ülkenin sanayi devrimini tamamlayana kadar sürmek durumundadır.

Abramovitz (1986) ülkeler arasındaki verimlilik düzey farklılıklarının, ülkelerin daha ileri teknolojileri özümsemeye yetecek bir "sosyal kapasiteye" sahip olmaları koşuluyla, sonraki düzeylerde yakınsama için güçlü bir potansiyel yarattığını ifade etmektedir. Yazar sosyal kapasitenin, ancak eğitim ve organizasyonun teknolojik fırsatların gereksinimlerine yanıt vermesi halinde yavaş bir şekilde geliştiğinin altını çizmektedir. Yakalama potansiyelinin gerçekleşme hızı, bilginin yayılmasına, kaynakların hareketliliğine ve yatırım oranını yöneten bir dizi başka koşula bağlı olmaktadır. Abramovitz'in süreci basite indirgeyerek ortaya koyması ve yakalama sürecinin makul bir şekilde eksiksiz görünümü, süreci olduğundan daha kolay göstermektedir. Fakat yakalama sürecinin etkileri dallanıp budaklanmakta olup, genel olarak bu sürecin ekonomik büyüme sürecinden ayrılmasını zorlaştırmaktadır.

Bu yaklaşımın altında teknoloji ve bilginin kamu malı olduğu varsayımı yatmaktadır. Neoklasik ekonomik modellerin, teknolojik değişimi "cennetten gelen manna" olarak dışsal bir faktör gibi değerlendirilmesi (Solow 1956; Swan 1956; Cass 1965; Koopmans 1963), teknolojik değişimin herkes tarafından ücretsiz olarak erişebilir olduğu düşüncesini yaygınlaştırmaktadır

(Solow 1950). Bu durumda eğer teknoloji bir kamu malıysa, kişi başına Gayri Safi Yurtiçi Hasıla'daki (GSYH) farklılıkların kaynağı ne olursa olsun, teknoloji olmamaktadır. Nelson ve Phleps (1966) teknoloji sınırı ile mevcut verimlilik düzeyi arasındaki farkın kapanma oranının beşerî sermaye düzeyine bağlı olduğunu öne sürmektedir. Manca (2010), beşerî sermaye farklılıklarını hesaba kattıktan sonra bile, hala ülkeler arasındaki verimlilik düzeylerinde ve büyüme oranlarında büyük farklılıklar olduğunu ifade etmektedir. Hall ve Jones (1999) ile Acemoğlu vd. (2001) iyi kurumların teknoloji yayılma hızını artırarak, teknolojiyi benimseme ve takipçi ülkelerin yetişmesi için gerekli koşulları temsil ettiğini öne sürmüşlerdir. Manca (2010) enflasyon kontrollerini ve sağlam makroekonomik çerçeveyi temsil eden “sağlam paraya erişim” ile ticari açıklığı artıran tüm politika düzenlemeleri temsil eden “uluslararası ticaret özgürlüğü” değişkenlerinin, yakalama sürecine olumlu etkisinin olduğunu ampirik olarak ortaya koymuştur. Fikri mülkiyet haklarının sıkılaştırılmasının, takipçilerin teknolojiyi özgürce taklit etme yeteneklerini azalttığını ve yakalama oranlarını yavaşlattığını kanıtlayan Manca (2010), ticari açıklık gibi diğer kurumsal kategorilerin hem liderlere, hem de takipçilere fayda sağladığını ortaya koymuştur.

1.2. Verimlilik

Verimlilik kavramı ekonomik üretim faaliyetlerini yöneten önemli değişkenlerden biri olmakla birlikte, özünde basit ve yalın bir kavramdır. Düşük maliyetle daha fazla üretim yapılabilirliğe odaklanan verimlilik çalışmaları, üretim sistemlerinin performansının ölçülmesinde önde gelen kriterlerin başında gelmektedir (Işık, 2016). Kavram, ekonomik büyümenin ve rekabet gücünün temel kaynağı olarak kabul edilmekte olup, birçok uluslararası karşılaştırma ve ülke performans değerlendirmesi için temel bir istatistiksel göstergedir.

Verimlilik en geniş anlamıyla çıktı hacmi ile girdi hacmi arasındaki oran olarak tanımlanmaktadır (OECD 2001: 11). Kavram; emek ve sermaye gibi üretim girdilerinin, bir ekonomide belirli bir çıktı düzeyini üretmek için ne kadar verimli kullanıldığını ölçmektedir. Verimlilik, bir birim girdiden kaç birim çıktı elde edebileceğimizi göstermektedir. Girdi birimi başına çıktı artarsa, verimlilik artmıştır. Daha yüksek verimlilik, aynı miktarda kaynakla daha yüksek çıktı elde etmek anlamına gelmektedir (Prokopenko, 1987: 3).

Verimlilik ölçümünün ekonomik teorisi, Jan Tinbergen (1942) ve Robert Solow (1957)'a kadar uzanmaktadır. Öncü çalışmalar bir üretim fonksiyonu bağlamında verimlilik ölçütlerini formüle ederek, bunları ekonomik büyümenin analiziyle ilişkilendirmektedir. Bu alanın gelişmesinde özellikle Dale Jorgenson, Zvi Griliches ve Erwin Diewert'in büyük katkıları olmuştur. Verimlilik ölçümüne yönelik üretim teorik yaklaşımı, firma teorisi ile endeks numarası teorisini ulusal hesaplarla bütünleştirerek, tutarlı ve sağlam temellere dayanan bir yaklaşım sunmaktadır (OECD, 2001: 18).

İktisat ve işletme bilim dallarında sıklıkla konu edilen kavram, Sanayi Devriminin ortaya çıkışıyla birlikte, özellikle sanayileşmiş ülkelerde gündeme gelmiştir. İktisat biliminin de temel argümanlarından olan insan ihtiyaçlarının sonsuz ve bu ihtiyaçları karşılayacak olan kaynakların

sınırlı olması düşüncesi, verimlilik kavramını ön plana çıkarmıştır. Verimlilik, statik bir kavram olarak, gerçek çıktının (üretilen mal ve hizmetlerin miktarı) bu çıktıyı üretmek için kullanılan girdi miktarına oranlanması ile hesaplanmaktadır.

$$\text{Verimlilik} = \text{Çıktı} / \text{Girdi}$$

Formülde kullanılan çıktı, reel gayri safi yurtiçi hasıla (RGSYH), özel sektörün reel çıktısı veya belirli bir endüstri veya tesisin reel çıktısı olabilir. Ancak, hangi çıktı ölçüsü kullanılırsa kullanılsın, çıktı değişkeninin reel hali kullanılmalıdır (McConnell ve Brue, 2017: 510).

Verimlilik ölçümleri, tekli faktör verimliliği ölçümleri (bir çıktı ölçüsünü tek bir girdi ölçüsü ile ilişkilendiren) veya çoklu faktör verimliliği ölçümleri (bir çıktı ölçüsünü bir girdi demeti ile ilişkilendiren) olarak sınıflandırılmaktadır (OECD, 2001: 12). Tablo 1’de temel verimlilik ölçütlerine yer verilmiştir.

Tablo 1: Temel Verimlilik Ölçümleri

	Girdi Ölçüm Türü			
Çıktı Ölçüm Türü	Emek	Sermaye	Emek ve Sermaye	Sermaye, Emek ve Ara Girdiler (Enerji, Malzeme, Hizmetler)
Brüt Çıktı	Emek verimliliği	Sermaye verimliliği	Sermaye - Emek çoklu faktör verimliliği	KLEMS çoklu faktör verimliliği
Katma Değer	Emek verimliliği	Sermaye verimliliği	Sermaye - Emek çoklu faktör verimliliği	-
	Tekli faktör verimliliği ölçümleri		Çoklu faktör verimliliği (ÇFV) ölçümleri	

Kaynak: Schreyer ve Pilat, 2001: 129

1.2.1. Tekli Faktör Verimliliği

Tek faktörlü verimlik (tekli faktör verimliliği) ya da kısmi verimlilik belirli bir çıktının bir girdi türüyle ilişkilendirilmesini ifade etmektedir. Verimlilik değeri; üretilen çıktının (ürün), girdilerden sadece birine oranlanması ile elde edilmektedir.

1.2.1.1. Emek Verimliliği

Ülkelerin toplumsal gelişiminin en temel göstergelerinin başında emek (işgücü) verimliliği gelmektedir (Balkan ve Suiçmez, 2015: 9). Emek verimliliği, en sık hesaplanan verimlilik göstergesidir. Kavram, birim emek girdisi başına üretilen çıktı hacmini temsil ederken, emeğin ne kadar verimli kullanıldığını göstermektedir. Ekonomik performansın önemli bir boyutu ve yaşam standartlarındaki değişikliklerin temel bir itici gücü olan emek verimliliği, işçilerin kişisel kapasiteleri veya çabalarının yoğunluğunu kısmen yansıtmaktadır. Emek verimliliği (Q/L), çalışılan işçi-saat başına düşen reel katma değeri olarak tanımlandığı gibi, çalışan kişi başına düşen reel katma değer olarak da tanımlanabilmektedir.

Uluslararası karşılaştırmalarda kullanılmak üzere emek verimliliği değerleri iki alternatif yöntem ile hesaplanabilmektedir. İlk yöntem, ulusal para birimi cinsinden, cari fiyatlarla GSYH serilerinin mevcut Satın Alma Gücü Paritesi (SGP) kullanılarak ortak bir para birimi olan ABD dolarına dönüştürülmesidir. İkinci yöntem ise, emek verimliliği büyüme oranları, ulusal para biriminde ve sabit fiyatlarla GSYH ölçümlerine dayanmaktadır (OECD, 2019: 48).

1.2.1.2. Sermaye Verimliliği

Sermaye verimliliği, mal ve hizmetlerin sağlanmasında fiziksel sermayenin ne kadar iyi kullanıldığının ölçüsüdür. Sermaye verimliliği, sermaye girdisi hacmi (GSYH) ile çıktı hacmi arasındaki oran olarak ölçülmektedir. (OECD, 2015: 26)

1.2.2. Çoklu Faktör Verimliliği

Çoklu faktör verimliliği (ÇFV), belirli bir çıktıdaki değişikliği birkaç girdi türüyle ilişkilendirmektedir. Çoklu faktör verimliliği genellikle, birleşik girdilerdeki değişikliklerle açıklanamayan çıktıdaki değişiklik olarak ölçülmektedir. OECD (2001) kılavuzu, tüm faktörlerin çıktı büyümesine katkısını yakalama kapasitesiyle ilgili kesin bir sinyal vermek için toplam faktör verimliliği kavramı yerine, çoklu faktör verimliliği ifadesini tercih etmiştir.

Çoklu faktör verimlilik ölçümü; emek, sermaye, ara girdiler ve teknolojinin doğrudan büyümeye katkılarını ölçmeye yardımcı olmaktadır. Bu yaklaşım, geçmiş büyüme modellerini gözden geçirmek ve gelecekteki ekonomik büyüme potansiyelini değerlendirmek için önemli bir araç olmaktadır.

ÇFV; emek, sermaye ve ara çıktıların değişim oranıyla açıklanamayan artık büyümeyi ölçmektedir. Kavram genellikle teknik ve örgütsel yenilik gibi faktörlerin ekonomik büyümeye yaptığı katkı olarak yorumlanmaktadır. ÇFV'deki artış teknolojik değişimin yanı sıra, diğer teknoloji dışı faktörleri de kapsamaktadır. Bu tür faktörlerin başında ayarlama maliyetleri (adjustment costs), ölçek ve döngüsel etkiler (scale and cyclical effects), ölçüm hataları (measurement errors) ve etkinlik değişiklikleri gelmektedir (OECD, 2001: 20).

1.2.2.1. KLEMS Çoklu Faktör Verimliliği

KLEMS çoklu faktör verimliliği, brüt çıktıyı birincil (sermaye ve emek) ve ara girdiler (enerji, diğer ara mallar, hizmetler) ile ilişkilendiren bir verimlilik ölçüsüdür (OECD, 2001: 124). Sermaye (K), emek (L), enerji (E), malzemeler (M) ve hizmetler (S) olmak üzere beş girdi kategorisiyle temsil edilen KLEMS, çeşitli girdilerin çıktı büyümesine katkıları hakkında ayrıntılı bir istatistiksel ayrıştırma sağlamaktadır. Kavramsal olarak; KLEMS verimlilik ölçüsü, somut olmayan teknik değişimi yakalamaktadır. Uygulamada ise verimlilik değişikliğini, ölçek ekonomilerini, kapasite kullanımındaki değişiklikleri ve ölçüm hatalarını da kapsamaktadır.

1.2.2.2. Toplam Faktör Verimliliği

Toplam Faktör Verimliliği (TFV), toplam çıktıda geleneksel işgücü ve sermaye girdilerinden kaynaklanmayan değişmelerin hesaplanması için kullanılan bir değişkendir. TFV büyümesi ise reel çıktı büyümesinin, üretimin geleneksel en temel iki faktörü olan emek ve sermaye girdilerindeki artışla açıklanmayan kısmını ifade etmektedir (Englander ve Mittelstadt, 1988: 9).

Toplam faktör verimliliği kavramının ortaya çıkmasından bu yana, bu kavramın neyi ölçtüğü konusunda yoğun tartışmalar meydana gelmiştir. Kavram ilk olarak, Solow (1957: 319) tarafından “artık” şeklinde ifade edilmiştir. Solow Artığı olarak da bilenen toplam faktör verimliliği kavramı; artık değer, cehaletin ölçüsü, çoklu faktör verimliliği gibi birçok farklı isimle tanımlanmıştır. Kavram, Solow (1957: 319) tarafından kullandığından beri sıklıkla literatürde yer almaktadır. Fakat toplam faktör verimliliği kavramı ilk olarak Kendrick’in (1956) çalışmasında kullanılmıştır. Bunun yanı sıra Stigler (1947: 49) çalışmasında “toplam faktör verimliliği” kavramını kullanmadan kavramın anlam karşılığına gelen “tüm kaynakların kullanıldığı verimlilikteki değişiklikler” ifadesini kullanmıştır.

Solow (1957)’un ABD ekonomisinin 20. yy.daki toplam reel çıktı büyümesinin yarısı ile üçte ikisi arasındaki oranın, emek ve sermaye girdilerinin büyümesine ilişkin geleneksel önlemler tarafından açıklanmadığı bulgusu, toplam faktör verimliliği kavramını iktisadi literatürde önemli bir gündem maddesi haline getirmiştir. TFV veya Solow Artığı kavramının uzun süre iktisat yazınında yer almasının diğer bir sebebi ise kavramın orta ve uzun vadede teknolojik ilerlemenin bir ölçüsü olarak kabul edilmesidir.

TFV'nin artık niteliğinden dolayı, kavram yorumlanırken dikkatli olmak gerekir. TFV belki de mevcut en iyi vekil olarak teknolojiyi temsil ettiği kabul edilse bile, kavram özünde bir sebep değil sonuçtur. Adından da anlaşılacağı gibi, toplam faktör verimliliği, işgücü ve sermaye girdileri hariç, üretimde yer alan tüm faktörlerin zaman içindeki verimlilik değişimini göstermektedir.

1.3. Etkinlik

Çalışmada kullanılan verimlilik ve etkinlik terimleri günlük hayatta sıklıkla aynı anlamda kullanılmakta olup kavramların anlamları birbirleri ile karıştırılmaktadır. Etkinlik, üretim biriminin mevcut teknoloji ile ne kadar iyi performans ortaya koyduğunu ifade ederken, verimlilik ise kullanılan teknolojinin zaman içerisindeki değişimini ortaya koymaktadır (Kılıçkaplan ve Karpaz, 2004: 2). Verimliliğin tanımlayıcı bir ögesi olan etkinlik, üretim biriminin ulaşabileceği maksimum verimliliği ifade etmektedir (Kılıçkaplan ve Hayırsever Baştürk, 2004: 64). Kök ve Deliktaş (2003: 43) etkinliği “minimum çaba veya masraf ile maksimum sonuçlar elde etme kapasitesi” olarak tanımlamaktadır. Mühendislik anlamında etkinlik; bir üretim sürecinin, söz konusu zaman diliminde kullanılabilecek sabit miktarda girdi verildiğinde, mevcut teknoloji ile fiziksel olarak elde edilebilecek maksimum çıktı miktarına ulaşması anlamına gelmektedir (Diewert ve Lawrence, 1999).

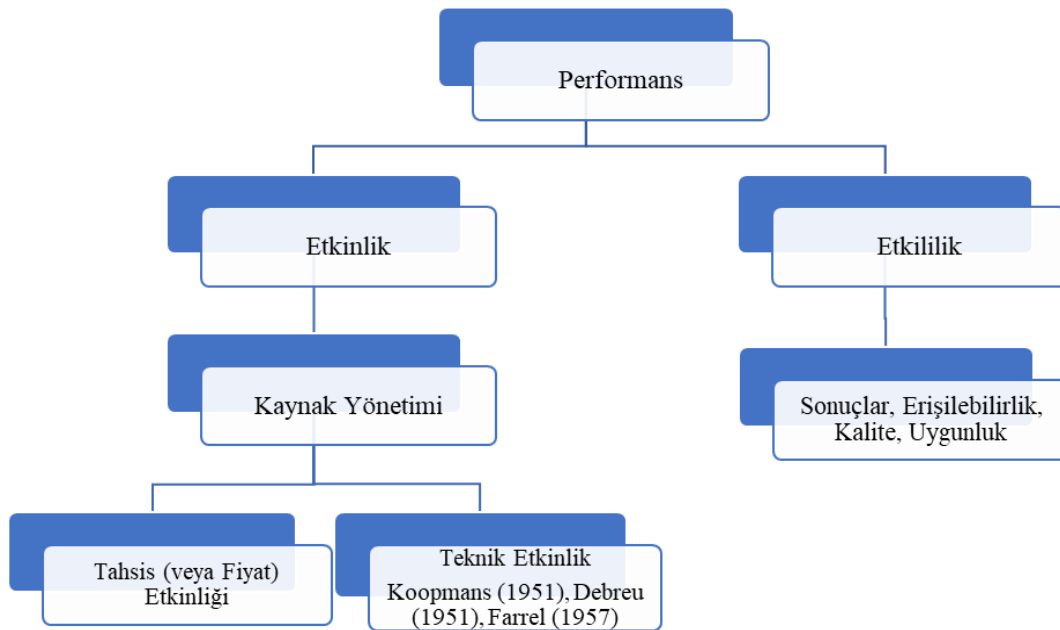
İktisat bilimi kıt kaynaklarla sınırsız insan ihtiyaçlarını maksimum düzeyde tatmin edebilme yollarını araştırırken, etkinlik kavramını yoğun olarak kullanmaktadır. İtalyan iktisatçı, Vilfredo Pareto'ya ithafen "Pareto Optimumu" olarak bilenen etkinlik kuralı, objektif olarak ölçülebilen iktisadi etkinliği esas almaktadır. Pareto optimumun elde edilebilmesi için gerekli üç marjinal koşul bulunmaktadır:

- Aynı malın üreticileri arasında optimum kaynak tahsisi,
- Üretim ve tüketimin optimum kompozisyonu,
- Aynı malın tüketicileri arasında optimum kaynak tahsisi

İktisadi etkinlik, Pareto optimum ile ilgili koşulları da kapsayan üretim etkinliği ve tahsis etkinliğinden oluşmaktadır. Etkinlik veya iktisadi etkinlik, üretilebilecek maksimum erişilebilir çıktı (teknik etkinlik) ve girdilerin optimal tahsisi (tahsis / fiyat etkinliği) olarak ikiye ayrılmaktadır.

Literatürde etkinlik kavramı ile ilgili farklı yorumlarda mevcuttur. Etkinlik ve etkililik terimleri, bu alandaki terminolojiyi daha da karmaşık hale getirmektedir. Bu terimler sıklıkla birbiriyle karıştırılmaktadır (Tangen, 2005: 41). Sumanth (1984)'a göre etkinlik, elde edilen fiili çıktının beklenen standart çıktıya oranı iken, etkililik, hedeflere ulaşma derecesidir. Sink ve Tuttle (1989) etkinliği "işleri doğru yapmak" olarak tanımlanırken, etkililiği kısaca "doğru şeyleri yapmak" anlamında kullanmaktadır. Bu noktadan hareketle, bir yöneticinin sorumluluğu hem etkin, hem de etkili bir performans sergilemeyi zorunlu kılmaktadır. Verimlilik etkinliği kapsayan bir unsurdur. Verimliliği düşük olan bir firma ya da endüstri etkin olabilir. Fakat etkinlik sağlamadan yüksek verimlilik düzeyine ulaşmak mümkün değildir (Kök ve Deliktaş, 2003: 47). Şekil 2'de etkinlik, etkililik, tahsis etkinliği ve teknik etkinlik kavramlarının birbirleri ile ilişkili şekilde göstermektedir.

Şekil 2: Performans Değerlendirme Çerçevesi



Kaynak: Porcelli, 2009: 3

1.3.1. Tahsis (veya Fiyat) Etkinliği

Tahsis (veya fiyat) etkinliği, geçerli fiyatlar doğrultusunda girdi ve çıktıları optimal oranlarda birleştirme yeteneğini ifade etmektedir. Kavram, üretilen çıktılar ve ödenen girdi fiyatlarının gözlenen minimum maliyete oranı veya kullanılan girdiler ve alınan çıktı fiyatlarının gözlenen maksimum gelire oranı olarak tanımlanmaktadır. (Aparicio vd., 2016: 4)

1.3.2. Teknik Etkinlik

Teknik etkinlik, sabit girdi varsayımı altında gözlemlenen çıktı ile maksimum çıktı arasındaki oran olarak ölçölmektedir. Teknik etkinliğe alternatif bir diğer tanım ise sabit çıktı varsayımı altında gözlemlenen girdi ile minimum girdi arasındaki oran olarak ifade edilmektedir (Aparicio vd., 2016: 4). Ayrıca, teknik etkinlik mevcut teknolojiye bağlı olup ve fiyatlardan bağımsız olmaktadır. Teknik etkinlik söz konusu olduğu zaman, bir girdi seti ile olası maksimum hasılanın üretilebilme başarısı akla gelmektedir.

Bu bölümde bu tez çalışmasının temel konusu olan toplam faktör verimliliği ve teknik etkinlik kavramlarının yer verilmiştir. Bu kapsamda teknoloji, verimlilik ve etkinlik kavramları detaylı olarak açıklanmıştır. Takip eden bölümde toplam faktör verimliliği ve teknik etkinlik kavramları ile ilgili teorik ve ampirik bilgilere yer verilecektir.

İKİNCİ BÖLÜM

2. TEORİK ÇERÇEVE

Bu bölümde toplam faktör verimliliği kavramının teorik temellerine yer verilmektedir. Ekonomik büyüme literatüründe yer alan toplam faktör verimliliği uzun bir süre teknoloji ile eşdeğer görülmüştür. Bu bölüm, öncü çalışmalar, Neo Klasik büyüme yaklaşımı, içsel ekonomik büyüme yaklaşımı, büyüme regresyonları yaklaşımı ve yeni teorik yaklaşımlar olmak üzere beş alt başlıktan oluşmaktadır.

2.1. Öncü (Erken) Çalışmalar

1930 yılı öncesi iktisat yazınında emeğin tek üretim faktörü olduğu fikri genel olarak kabul görmekteydi. Bununla birlikte, zamanla ulusların zenginliği için sermaye ve toprak gibi diğer faktörlerin de dikkate alınması gerektiği fikri sıklıkla gündeme gelmekteydi. 1950'lerde geliştirilen ulusal hesapların incelenmesi sonucu ortaya çıkan, 19. yy.dan bu yana, ABD'nin çıktı büyümesinin büyük bir bölümünün ağırlıklı olarak girdilerdeki orantılı bir artışla açıklanamayacağını olgusu, zamanın belki de en önemli problemiydi. Problemin çözümü için iki temel araştırma kolunun bir araya gelmesiyle gerekmektedir.

Problem çözümünün araştırma kollarından birincisi daha sonra U.S. Bureau of Economic Analysis (BEA) olacak olan, büyük ölçüde Ulusal Ekonomik Araştırma Bürosu'nun (NBER) milli gelir ölçümü çalışmalarıdır. NBER araştırma programı, Simon Kuznets'in önderliğinde, milli gelir ve "gerçek" çıktı serilerini oluşturmaktaydı. NBER araştırma grubunun çalışmasının merkezinde, yatırım (genellikle girdi miktarlarındaki artış) ile teknolojik değişimin (verimlilik üzerinde olumlu etkileri olan) genel dikotomisi ve bunun bir ülkenin ekonomik performansı ile ilgisi yer almaktaydı. Ayrıca yakın tarihlerde George Stigler (1947)'in, Solomon Fabricant (1954; 1959)'ın, John Kendrick (1956; 1961)'in ve Moses Abramovitz (1956)'in ekonomik büyümenin kaynakları üzerindeki çalışmaları ayrıntılı bir şekilde devam etmekteydi. Bu alanda yayınlanmış ilk hesaplama, 1947'de Stigler'in 12 imalat endüstrisi için "Trends in Output and Employment" (Çıktı ve İstihdam Trendleri) adlı kitabında yer almıştır.

Problem çözümünün araştırma alanlarından ikincisi ise Paul Douglas'ın üretim fonksiyonları üzerindeki çalışmasından etkilenen çalışmalardan meydana gelmektedir. Paul Douglas'ın çalışması büyük ölçüde yatay kesit olmakla birlikte, zaman serisi verileri elde edilmesiyle ve üretim fonksiyonuna trend benzeri terimler eklenmesiyle özgün ve kapsamlı bir çalışma olmaktadır (Griliches, 1997: 324-326). Douglas'ın ampirik araştırması, 20. yy.ın ilk yarısının ekonomik ölçümündeki en büyük başarılarından biri olmuştur (Jorgenson, 1991: 20). Toplu üretim fonksiyonu

kavramının kökenleri, Paul H. Douglas ve ortaklarının çalışmalarına dayanmaktadır. Douglas 1928'de ortaya koyduğu toplam üretim fonksiyonunu ve ampirik uygulamasını, 1948'de Illinois'den ABD senatörü olarak seçilinceye kadar kararlılıkla sürdürmüştür. Bu çalışmalar zamanla diğer iktisatçıların ilgisini çekmiştir. Bunların başında Hollandalı iktisatçı Jan Tinbergen gelmektedir. Ekonomik büyüme literatürünün belki de başlangıç noktası, Jan Tinbergen'in 1942'de Almanca olarak yayınlanan dikkate değer ancak ihmal edilmiş bir makalesidir. Tinbergen'in katkısı, günümüzde neoklasik ekonomik büyüme teorisi dediğimiz teorinin, en eski formülasyonlarından biri olarak açıkça kabul edilmektedir. Her ne kadar “büyüme muhasebesi” ve “toplam faktör verimliliği” genellikle Robert Solow (1956, 1957)'un çalışmalarıyla ilişkilendirilse de, ekonomik büyümenin nedenlerini ayırmak için başlangıçta bir çerçeve oluşturan kişi Hollandalı ekonomist Jan Tinbergen (1942)'dir. Tinbergen (1942) Almanca olarak yayınladığı 1942 tarihli makalesinde, Cobb-Douglas üretim fonksiyonuna üstel bir parametre ekleyerek "teknik gelişimi" temsil etmeyi amaçlamıştır. Fakat Tinbergen (1942)'in çalışması, muhtemelen dünyanın II. Dünya Savaşı'nın ortasında kalmış olmasından veya daha büyük olasılıkla orijinal versiyonunun Almanca yazılmış olmasından dolayı, 1959 yılındaki İngilizce çevirisine kadar literatürde hak ettiği ilgiyi görmemiştir. Tinbergen'in yanı sıra, birbirlerinden bağımsız olarak aynı entelektüel ortama katkı yapan birçok bilim insanı ve akademik çalışma mevcuttur. Büyüme muhasebesinin analizinin Jan Tinbergen tarafından ortaya koyulduğu kabul edilse bile, Robert Solow'un katkıları olmadan, yöntemin bugünkü kullanımına ulaşamayacağı öngörülmektedir.

Toplam faktör verimliliği kavramının ilk olarak Stigler (1947)'in çalışmasında ortaya çıktığı ifade edilebilmektedir. Stigler (1947: 49) bu kavramı “tüm kaynakların kullanıldığı verimlilikteki değişiklikler” olarak ifade etmiştir. Bununla birlikte, kavram günümüzdeki anlamı ile ilk olarak Kendrick (1956)'in çalışmasında kendine yer bulmuştur. Birçok yazar verimlilik ölçümünün gelişimine katkıda bulunmuş olsa da, ampirik olarak öncü çalışmaların başında Kendrick (1961) gelmektedir. Kendrick'in kitabı, Amerika Birleşik Devletleri için 1889'dan 1959'a kadar olan zaman dilimine ilişkin, 600 sayfadan fazla ayrıntılı ve dikkatlice toplanmış verilerden oluşmaktadır. Kendrick (1961), emek verimliliğiyle karşılaştırıldığında, üretimde yer alan tüm faktörleri kapsayan bir endeksi tercih etmiştir. Daha sonra, toplam faktör verimliliği olarak tanımlanan bu endeks, teknolojik ilerlemeyi hesaba katmak için emek verimliliği ölçümünün eksikliklerinin üstesinden gelmeyi amaçlamıştır.

2.2. Neo Klasik Büyüme Yaklaşımı

1940'ların ve 1950'lerin Harrod-Domar büyüme modellerine bir tepki olarak Solow'un çalışmaları öncülüğünde ortaya çıkan neoklasik büyüme modeline göre, uzun süreli sürdürülebilir ekonomik büyümenin temel kaynağı teknolojik değişimdir. Harrod-Domar büyüme modeli, firmalar ve endüstriler için üretim izokantlarının dik açılar oluşturduğunu varsayarak, üretim girdilerinin ikame edilmediğini savunmaktadır. Diğer taraftan Solow'un büyüme modeli ise, emek ve sermaye girdilerinin üretimde sonsuzca ikame edilebilir olduğu standart neoklasik varsayımı benimsemektedir. Solow, üretim izokantlarının orijine düzgün bir şekilde dışbükey olduğunu

varsaymaktadır (Sengupta, 2011: 20). Böylelikle, Solow modeli ekonomik büyüme teorisi içinde üretim faktörleri arasına neoklasik ikame ilkesini getirerek, alana önemli bir katkıda bulunmuştur (Zamparelli, 2004: 43).

Neoklasik büyüme teorisinin başlangıcı genellikle birbirinden bağımsız olarak geliştirilen Robert Solow'un çalışmaları ve Avustralyalı Trevor Swan'ın (1956) büyüme modeli ile ilişkilendirilmektedir. Bu iki yaklaşım, uzun vadeli ekonomik büyüme için ilk Neo klasik modeli oluşturmaktadır. Solow ve Swan'ın yaklaşımları genel eğilim olarak benzer olmakla birlikte, ayrıntılarda farklılaşmaktadır. Hem Solow (1956) hem de Swan (1956), esas olarak sermaye birikiminin bir sonucu olarak, ekonomik büyümeyle incelemiştir. Fakat, her ikisi de orijinal makalelerinde yalnızca teknolojik ilerleme durumunu kısaca incelemişlerdir (Sardadvar, 2011: 15). Solow (1956) çalışmasında sermaye-emek oranına bağlı olarak grafiksel bir anlatım sağlarken; Swan (1956) çıktı-sermaye oranını kullanarak, teknolojik ilerlemenin etkilerini, çizim üzerinde doğrudan gözlemlemeyi mümkün kılmıştır (Dimand ve Spencer, 2008).

Solow (1957)'un yayınladığı makalesi bir önceki çalışmasının devamı olarak görülmektedir. Solow bu çalışmasında teknolojik değişimi ayrı olarak modelleyerek, teknolojinin ekonomik büyüme sürecindeki rolüne daha fazla odaklanmıştır. Solow'un çalışması, ABD ekonomisinin çıktı büyümesini açıklamak üzere; 1909-1949 zaman serisi kullanarak, teknolojik ilerlemeyi sermaye ve emeğin bir kalıntısı olarak tahmin etmiştir. Bu kalıntı, iktisadi literatürde Solow Kalıntısı olarak bilinmektedir. Günümüzde yaygın olarak kullanılan neoklasik büyüme modeli, esas olarak iki popüler makaleye (Solow, 1956; 1957) dayalı olarak, 1950'lerde Solow'un yaklaşımları temel alınarak oluşturulmuştur.

Solow (1956, 1957) modeli, azalan sermaye getirilerine tabi standart bir neoklasik üretim fonksiyonunu varsaymaktadır. Bununla birlikte, tasarruf ve nüfus artış oranlarını dışsal değişken olarak kabul ederek, bu iki değişkenin kişi başına sabit durum seviyesini belirlediğini savunmaktadır. Model ekonomik büyüme için dört temel politika önermektedir.

- Tüm piyasa ekonomileri, durağan durum dengesine doğru hareket etmektedirler. Tasarruf ve nüfus artışı ülkeler arasında farklılık gösterdiğinden, bu durum, farklı ülkeleri farklı durağan durum (steady state) dengesine ulaştırmaktadır. Durağan durum denklemi; tasarruf veya yatırım oranı ne kadar yüksek olursa, ülkenin o kadar zengin olduğunu ve nüfus artış hızı ne kadar yüksek olursa, ülkenin o kadar fakir olduğunu göstermektedir.
- Model de uzun dönem kişi başı gelir düzeyini etkileyen tasarruf oranı ve nüfus, uzun dönem kişi başına gelirin yüzde büyümesi ile ölçülen büyümeyi etkilememektedir. Toplam faktör verimliliği olarak da adlandırılan, üretim sınırının kayması ile ölçülen teknoloji ise uzun dönem kişi başına gelirde büyümeye neden olmaktadır.
- Uzun dönemli dengede hasılanın, faktörler (sermaye ve emek) arasında paylaşımı sabittir. Bundan dolayı sermaye- hasıla oranı sabittir.

- Ülkeler arasındaki kişi başına farklılıklar, uzun dönemde ortadan kalkacaktır. Kişi başı gelir düzeyleri bakımından fakir ülkeler, zengin ülkelere yakınsayacaktır.

Solow modelinden çıkarılan en tartışmalı sonuçların başında, zengin ülkelere doğru gerçekleşen sermaye akışı beklentisi gelmektedir (Sardadvar, 2011: 18). Solow modelinin öngördüğü sermaye akışı, Lucas (1990) tarafından yürütülmüştür. 1990'dan beri sermaye akışında önemli ölçüde artış görülmesine karşın, hem sermaye yatırımlarının büyük çoğunluğu sermaye yoğun ülkelere gerçekleşmekte, hem de doğrudan yabancı yatırımların (DYY) büyük çoğunluğu gelişmiş ekonomiler arasında gerçekleşmektedir. Lucas (1990) paradoksu olarak bilinen bu olgu; gelişmekte olan ülkelere işçi başına daha düşük sermaye seviyelerine sahip olmasına rağmen, sermayenin gelişmiş ülkelere akışının olmadığını ifade etmektedir.

Mankiw vd. (1992), fiziksel sermayeye ek olarak, beşerî sermaye birikimini de içerecek şekilde orijinal Solow modelini genişleterek bu konuyu araştırmışlardır. Mankiw-Romer-Weil modeli, işçi başına hem fiziksel, hem de beşerî sermaye (vasıflı işçilerde gömülü) seviyeleri yükseldiği sürece, ekonomilerin durağan durumlarının yakınsamasına odaklanmaktadır.

Mankiw vd. (1992), Solow modelinin ülkelerin kişi başına GSYH düzeyinin yaklaşık %60'ını açıklama gücü olduğunu ortaya koymuştur. Çalışma, analiz sonucunda tasarruf ve nüfus büyüme oranının işaretlerinin Solow'un modeli ile tutarlı olduğunu ortaya koymuştur. Yakınsama hipotezi kapsamında; Temel Solow modelinin 17 yıl olarak tahmin ettiği bir ekonominin, kararlı denge durumunun yarısına ulaşma süresini, Genişletilmiş Solow Modeli 35 yıl olarak tahmin etmiştir. Böylece yakınsama hipotezinin yavaş da olsa, gerçekleştiği ampirik olarak ortaya konulmuştur. Bununla birlikte Solow'un temel amacı, ülkeler arasındaki gelir farklılığının nedenini açıklamak olduğu için, ilgili çalışma, doğru ve tutarlı ifadeler ortaya koymuştur (Mankiw vd., 1992: 408).

2.3. İçsel Ekonomik Büyüme Yaklaşımı

İçsel büyüme modelleri olarak isimlendirilen çalışmalar, teknolojinin dışsal olmadığını ve iktisadi politikalarla açıklanabileceğini ortaya koymaktadır. Bu çalışmalar, neoklasik büyüme teorisinden farklı olarak, uzun dönem büyüme için içsel mekanizmalar oluşturmaktadır. Romer (1986) ve Lucas (1988) tarafından başlatılan içsel büyüme teorisi, neoklasik teoriden ayrılarak, Solow kalıntısını açıklamaya odaklanmıştır. Teori, ticaret, beşerî sermaye ve içsel teknoloji gibi değişkenlerin büyüme üzerindeki etkilerini ve teknoloji yayılımının farklı mekanizmalarını dikkate almaktadır. İçsel büyüme modelleri, teknolojiyi ele alış bakımından iki gruba ayrılmaktadır.

Birinci grup içsel büyüme modelleri; neoklasik büyüme modelinin tamamen yerine geçmekten ziyade, onun çeşitli varsayımlarını esneterek, değiştirerek veya tamamlayarak literatürde yer almıştır (Pack, 1994). Birinci grup içsel büyüme modellerinin ortaya koydukları fikirler, TFV'yi direkt olarak açıklamamakla birlikte, TFV'nin ölçümü konusunda fayda sağlamışlardır. Üretim fonksiyonu ve üretim girdileri konusundaki gelişmeler dolaylı olarak toplam faktör verimliliğini etkilemekte olup,

toplam faktör verimliliğinin ölçümüne katkı sağlamaktadır. Cobb-Douglas üretim fonksiyonunun kısıtlayıcılığının sorgulanması, beşerî sermayenin emek girdisi olarak kullanılması ve beşerî sermayenin işgücü ile etkileşimli teriminin emek girdisi olarak kullanılması bu katkılara örnek olarak gösterilebilir.

İkinci grup içsel büyüme modelleri; Romer (1990), Grosman ve Helpman (1991) ve Aghion ve Howitt (1992)'in çalışmaları ekseninde oluşan yeni yaklaşımı ifade etmektedir. Ar- Ge tabanlı modeller olarak ifade edilen bu çalışmalar, teknolojik gelişmenin, firmaların yaptıkları araştırma ve geliştirme faaliyetleriyle ortaya çıktığını öne sürmektedir (Erdoğan ve Canbay, 2016: 36). Bu yaklaşım, araştırma ve geliştirme faaliyetlerinin ayrı bir sektör olduğunu varsayarak, teknolojik ilerleme ve bilgiyi bir üretim faktörü olarak tanımlamaktadır. Bu sektör, beşerî sermaye, tekel hakları vb. kaynaklarla bilgi üretimini artırmaktadır. Bu artış neticesinde, toplam üretimde artan getiri sağlanacak olup, ekonomik büyüme sınırının ortadan kalkacağı araştırmacılar tarafından savunulmuştur. Aghion ve Howitt (1992) tarafından yayınlanan çalışma, diğer iki çalışmadan farklı olarak, Schumpeter'in yaratıcı yıkım fikri üzerine kurulmuştur. Bu fikre göre, Ar- Ge faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan yenilikler, pazara daha kaliteli ve yeni ürünler sağlayarak, eski ürünlerin yerini alacaktır.

2.4. Büyüme Regresyonları Yaklaşımı

Büyüme regresyonu ya da büyüme muhasebesi regresyonu olarak da ifade edilen bu kavram, büyüme muhasebesine alternatif bir yaklaşım olarak ortaya çıkmıştır. Genel olarak büyüme muhasebesi uygulaması, ekonomik büyümenin temel belirleyicilerinin analizi için bir ön adım olarak görülmektedir. Bir sonraki analiz adımı ise, faktör büyüme oranları, faktör payları ve hükümet politikaları, hane tercihleri, doğal kaynaklar, fiziksel ve beşerî sermayenin başlangıç seviyeleri vb. gibi unsurlarla, teknolojik değişimin incelenmesi olmaktadır (Barro, 1999: 119). Büyüme regresyonları yaklaşımı, ekonomik büyümenin ampirik olarak araştırılmasında önemli bir araç, hatta temel bir yöntem olmuştur. Büyüme regresyonları veya ülkeler arası büyüme regresyonu olarak isimlendirilen bu tür regresyonlar, Barro'nun (1991) bu yöntemi alternatif büyüme belirleyicilerini incelemek için kapsamlı bir şekilde kullanmasına ithafen, Barro regresyonları olarakta bilinmektedir (580-581). Yaklaşım temelde büyüme muhasebesi denklemini, ekonometrik olarak tahmin edilebilir hale getirmiştir.

Ekonomik büyüme literatüründe ulaşılan sonuçlar neticesinde; ekonomik büyümenin ekonometrik analizleri iki ana araştırmaya ayrılmıştır (Durlauf, 2005: 576). İlk araştırma alanı; yakınsamayı konu alarak, ekonomilerdeki farklılıkların yeterince uzun zaman dilimleri boyunca geçici olup olmadığı sorusuna cevap aramaktadır. Büyüme regresyonları kullanarak yakınsama konu alan çalışmaların başında Barro (1991), Mankiw vd. (1992), Barro and Sala-i-Martin (1992) gelmektedir. İkinci araştırma alanı ise, ekonomik büyüme belirleyicilerinin tanımlanması konusunu ele alarak, ekonomik büyümede gözlenen farklılıkların, hangi faktörler tarafından açıklandığına odaklanmaktadır. Ekonomik büyüme belirleyicilerini konu alan çalışmalar, maliye politikası

(Easterly ve Rebelo, 1993), enflasyon (Fischer, 1993), finansal liberalizasyon (Eichengreen, 2001) kamu harcaması (Barro, 1991), endüstriyel politika (Ades ve di Tella, 1997) gibi çalışmalardır.

Büyüme regresyonu, 1990 sonrası dönemde yaygın ve yoğun olarak kullanılmıştır. Süreç içerisinde yaklaşım, ciddi eleştirilere maruz kalmıştır. Eleştirilerin ilki; büyüme regresyonu kullanan çalışmaların, birçok değişkenin en az bir regresyonda büyüme ile anlamlı bir şekilde ilişkili olduğunun saptanmasıdır. Durlauf (2005: 608) kapsamlı bir literatür taraması yaparak, istatistiksel olarak anlamlı olduğu kanıtlanan 145 farklı değişken tespit etmiştir. Araştırmacı 145 farklı değişkeni birbirinden farklı 43 kapsamlı değişken olarak sadeleştirmekte ve gruplandırmaktadır. Diğer bir deyişle, Durlauf (2005), yaptığı çalışmayla 145 farklı değişkeni, 43 değişken olarak sadeleştirmekte ve böylece 43 farklı büyüme teorisini mümkün kılmaktadır. Birçok değişkenin anlamlı olması ve bunlara bağlı çok sayıda farklı teorilerin bulunması, bu çalışmaların bulgularına olan güvenin temelini sorgulatmaktadır (Levine ve Renelt, 1992: 942). Bu yaklaşıma gelen diğer bir eleştiri ise tahmini regresyon eğrilerinden sapmaların tümünün istatistiksel hataya atfedilmesidir. Başla bir eleştiri ise, büyüme regresyonları genellikle temel üretim faktörlerinin ötesinde, büyümenin ek belirleyicilerini ararken, çıktı artışının tüm belirleyicilerini girdi olarak ele almasıdır (Miller ve Upadhyay, 2000). Ayrıca gözlemlenen verilerde temsil edilen tüm karar verme birimlerinin tipik olarak, tam etkin olduğunun varsayılması da bir eleştiridir.

2.5. Yeni Teorik Yaklaşımlar

Toplam faktör verimliliği kavramı uzun bir süre ekonomik büyüme teorileri içerisinde incelemeye konu olmuştur. Fakat kavramın ekonomik performans açısından öneminin fark edilmesi, araştırmacıları bağımsız bir TFV teorisi oluşturmaya yönlendirmiştir. Prescott (1998)'un toplam faktör verimliliği teorisinin gerekliliği üzerine olan çalışması, Barro (1999)'un "Büyüme Muhasebesi Üzerine Notlar" isimli çalışması, İslam (1999)'in "Toplam Faktör Üretkenliğinin Uluslararası Karşılaştırmaları: Bir İnceleme" isimli çalışması ve son olarak Hulten (2001)'in "Toplam Faktör Verimliliği: Kısa Bir Biyografi" isimli çalışması toplam faktör verimliliğine dikkat çeken önemli çalışmalardandır. Bu kapsamda, toplam faktör verimliliğini temel alan yeni yaklaşımlar ortaya çıkmıştır.

Bu yaklaşımların başında uygun teknoloji yaklaşımı ve etkinsizlik yaklaşımı gelmektedir. Uygun teknoloji yaklaşımı; düşük TFV'nin teknoloji sınırının bazı faktör donanımları için daha düşük olmasının bir sonucu olduğunu savunmaktadır. Etkinsizlik yaklaşımı ise, teknolojik sınırın her yerde aynı olduğunu, ancak bazı ülkelerin bunun altında faaliyet gösterdiğini savunmaktadır (Jerzmanowski 2007: 2083).

Uygun teknoloji yaklaşımının temeli Basu ve Weil, (1998), Acemoğlu ve Zilibotti (2001) ve Los ve Timmer (2005)'in çalışmalarına dayanmaktadır. Acemoğlu ve Zilibotti (2001), zengin ülkeler tarafından icat edilen teknolojilerin, farklı girdi karışımları (vasıflı işgücü, makineler vb.) nedeniyle, fakir ülkeler için uygun olmadığını ifade etmektedir. Bu durum, gelir düzeylerinde farklılıklara ve fakir ile zengin ülkeler arasında yakınsama gerçekleşmemesine yol açmaktadır. Etkinsizlik yaklaşımı

ise, teknolojilerin etkin bir şekilde kullanması konusunda ülkelerin kapasitelerindeki farklılıkları hesaba katarak, kurumların rolüne (veya eksikliğine) işaret etmektedir (Parente ve Prescott, 1994; Krusell ve Rios-Rull, 1996).

Jerzmanowski (2007) yayınladığı çalışmada toplam faktör verimliliğini açıklayan uygun teknoloji yaklaşımı ve etkinsizlik yaklaşımını karşılaştırmak amacıyla, veri zarflama analizini kullanıp, 1960, 1985 ve 1990 yıllarındaki dünya üretim sınırını tahmin etmiştir. Yazar çalışmada, her iki yaklaşımı destekleyen sonuçlar ortaya koymakta olup, zengin ve fakir ülkelerin karşılaştıkları teknolojinin farklı olması durumunda bile, etkinsizlik yaklaşımının ülkeler arası gelir farkının büyük bir kısmını açıkladığı sonucuna ulaşmıştır. Bu sonuçtan hareketle Jerzmanowski (2007), politika yapıcılar tarafından kullanılmak üzere kurumların, dışa açıklığın ve rekabetin, verimliliği nasıl etkilediği üzerine çalışmaların yapılmasına ihtiyaç duyulduğunu ifade etmektedir. Her iki yaklaşımda modelleyen Jerzmanowski (2007), düşük gelirli ülkelerin durumunu açıklamak üzere, etkinsizlik yaklaşımının uygun teknoloji yaklaşımına göre daha tutarlı olduğunu ortaya koymaktadır.

Uygun teknoloji yaklaşımı ve etkinsizlik yaklaşımını birlikte incelemek için yapılan bir diğer çalışma ise, Filippetti ve Payrache (2010) tarafından yayınlanmıştır. Jerzmanowski'nin (2007) sonuçları ile benzer sonuçlara ulaşılan bu çalışmada, yazarlar veri zarflama analizi ve Malmquist endeks ayrışmasından yararlanmışlardır. Filippetti ve Payrache (2010), 1993-2007 dönemi için, AB genişlemesi çerçevesinde büyümenin kaynaklarını ve ülkeler arası işçi verimliliğini, yakınsama hipotezi çerçevesinde incelememişlerdir. Çalışmada, ülkeler arası etkinsizlik farkının kapanmasının otomatik bir mekanizmadan ziyade; eğitim ve araştırma sisteminin, yenilik kapasitesinin ve işgücünün beceri kapasitesinin artırılması vb. içsel politikalar yoluyla mümkün olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

2.5.1. Uygun Teknoloji Yaklaşımı

Uygun teknoloji yaklaşımı, toplam faktör verimliliği kavramını inceleyen bir yaklaşım olarak ortaya çıkmıştır. Yaklaşım; dünya üretim sınırındaki teknolojilerin, belirli ülkelerin ihtiyaçlarına uygun olmayabileceğine dikkat çekerken, en gelişmiş sınır teknolojilerini ithal etmenin tüm ülkeler için aynı düzeyde etkinlik garanti etmeyeceğini ifade etmektedir (Acemoğlu 2009: 624). Yaklaşımın temelleri, Atkinson ve Stiglitz'in 1969 yılında yayınladıkları "Teknolojik Değişime Yeni Bir Bakış" isimli makalesine dayanmaktadır (Caselli ve Coleman 2006: 501); (Jerzmanowski 2007: 2082) (Basu ve Weil, 1998: 3).

Atkinson ve Stiglitz (1969)'in makalesi, teknolojik değişimin nasıl yerelleştirilebileceği ve dolayısıyla bir üretim biriminden diğerine (veya bir ülkeden diğerine) transferin nasıl zor olabileceğini ortaya koymaktadır (Acemoğlu, 2009: 644). Atkinson ve Stiglitz (1969: 574- 575), 'yaparak öğrenme' bağlamında kendi görüşlerinin nasıl doğal olacağını vurgularken, teknolojik değişimi, belirli bir sermaye-emek oranında değişen eş-miktarlar (artan üretkenlik) olarak ele almaktadırlar. Yazarlar, teknik ilerlemenin standart Hicks nötr olduğu görüşün (faktör oranlarına bakılmaksızın teknolojiideki gelişmenin tüm üretim tekniklerinin verimliliğini arttırdığı) inandırıcı

olmadığını belirtmektedirler. Bunun yerine, çalışma da teknolojik ilerlemenin yerleşmesi sebebiyle kullanılmakta olan tekniklerin etkinliklerinin gelişeceğini varsaymanın çok daha makul olacağı ifade edilmektedir (Acemoğlu, 2015:443). Fakat yazarlar, bu tür bir teknolojik ilerlemenin nereden geldiğine dair ayrıntılı bir model sunmamaktadırlar (Acemoğlu 2015:445).

Uygun teknoloji yaklaşımını ortaya koyan çalışmaların başında; Basu ve Weil (1998) ve Acemoğlu ve Zilibotti (2001) gelmektedir (Jerzmanowski 2007:2082) (Acemoğlu 2009:644). Takip eden kısımda hem Basu ve Weil (1998) modeline hemde Acemoğlu ve Zilibotti (2001) modeline yer verilecektir.

2.5.1.1. Basu ve Weil Modeli

Basu ve Weil (1998) çalışmalarında, kullanılan teknolojilerin belirli girdi kombinasyonlarına özgü olduğu fikrine dayanarak, bir ekonomik büyüme ve teknoloji transferi modeli ortaya koymuşlardır. Araştırma Atkinson ve Stiglitz (1969) çalışmasından hareketle, teknolojik değişimin yaparak öğrenme şeklinde, kullanımda olan sermaye-emek oranında verimliliği etkilediğini kabul etmektedir (Acemoğlu ve Zilibotti, 2001: 566). Modele göre, bir ülke ancak mevcut sermaye yoğunluk düzeyi lider/yenilikçi ülkeninkine benzerse, başka bir yerde geliştirilen yeni bir teknikten yararlanabilecek durumdadır ve bu sebep ile de ülke ilgili teknolojiyi benimseyecektir (Lahiri vd., 2018: 471).

Yazarlar uygun teknoloji ve teknoloji yayılımına sahip bir modelin daha cazip olduğunu ve uzun vadeli yakınsama ve büyüme için daha gerçekçi tahminlere sahip olduğunu savunmaktadırlar. Model, belirli bir teknolojinin transferinin önündeki engellere odaklanan, mevcut literatürden farklı olarak, teknolojinin ücretsiz bir şekilde mevcut olduğunu ve anında aktarıldığını varsaymaktadır. Teknolojinin uygunluğu ülkelerin sermaye yoğunluğuna göre değişmektedir. Kısaca, bir takipçi ülke, lider bir ülkenin teknolojisini ancak yeni teknolojinin sermaye yoğunluğunun, takipçi ülkedeki mevcut teknolojilerin sermaye yoğunluğuna yakın bir aralıkta olması durumunda benimseyebilmektedir (Lahiri vd., 2018: 469). Her teknoloji, yalnızca bir sermaye-emek oranı için uygun olmaktadır. Burada kullanılan sermaye kavramı hem beşerî hem de fiziksel sermayeyi kapsamaktadır. Teknolojik iyileştirmeler (gelişmeler) ise, belirli bir sermaye emek oranı için üretim olanakları sınırını genişletmesi olarak modellenmektedir.

Basu ve Weil modeli teknolojik değişim bakımından hem neo klasik büyüme modeli hem de içsel büyüme modellerinin özelliklerini içermektedir. Los ve Timmer (2005: 518)'a göre bu model, diğer içsel büyüme modellerinden elde edilen sonuçlara göre, daha gerçekçi ve uyumlu bir uluslararası verimlilik modeli olarak ortaya çıkmaktadır.

2.5.1.2. Acemoğlu ve Zilibotti Modeli

Acemoğlu ve Zilibotti (2001)'in modeli, temelde zengin ve/veya gelişmiş ülkelerin ortaya koydukları teknolojinin kendi faktör karışımlarıyla uyumlu olduğu düşüncesine dayanmaktadır. Dolayısıyla, fakir ve/veya gelişmekte olan ülkelerin başarı seviyesi, temel olarak, bu ülkelerin sahip

oldukları faktör karışımlarına uygun teknolojileri kullanmasıyla ilişkilendirilmektedir. Bu yaklaşım, en üretken teknolojilerin fakir ve/veya gelişmekte olan ülkeler için uygun olmadığını ifade etmekle birlikte, fakir ve/veya gelişmekte olan ülkelerin bu teknolojiyi benimsemiş olmaları durumunda, TFV düzeylerinin yükselmeyeceğini savunmaktadır.

Acemoğlu ve Zilibotti (2001) aynı teknolojinin farklı yerlerde (örneğin, gelişmiş veya gelişmekte olan ekonomilerde) kullanılması durumunda, ortaya çıkan verimlilik farklılıklarının nedenini, gelişmekte olan ekonomilerdeki beceri eksikliklerine bağlamaktadır. Bu durum, teknoloji seçiminde beceri yanlılığı (skill bias) kavramını ortaya çıkarmaktadır. Beceri yanlılığı (düşük beceri veya yüksek beceri eğilimi) gelişmekte olan ülkelerde, sermayenin ve beceri yoğun teknolojilerin yavaş yayılması anlamına gelmektedir (Lahiri vd., 2018: 469). Krüger (2017: 68)'e göre, ülkeler arası teknoloji farklılıklarının temelinde beceri yanlılığı bulunmaktadır.

Bu yaklaşıma göre, daha fazla vasıflı işgücüne sahip nispeten yüksek gelirli veya zengin ülkeler, vasıflı işgücü girdisini düşük gelirli veya fakir ülkelere göre daha etkin kullanırken, nispeten düşük gelirli veya fakir ülkeler ise vasıfsız işgücünü daha etkin kullanmaktadır (Caselli ve Coleman (2006: 499). Yaklaşım, farklı gelişmişlik düzeyindeki ülkelerin farklı faktör donanımlarına sahip olmaları sebebiyle, farklı teknolojileri kullanacağını öngörmektedir. Ülkeler arası teknoloji transferi konusunda herhangi bir kısıt olmaması durumunda bile, gelişmiş ülkelerdeki vasıflı işgücü tarafından kullanılan teknoloji, az gelişmiş ülkelerde vasıflı işgücü arzının düşüklüğü sebebiyle niteliksiz işgücü tarafından kullanılamamaktadır (Acemoğlu ve Zilibotti 2001: 1).

İşgücü beceri seviyesi ile kullanılan teknoloji uyumsuzluğu, TFV konusunda farklılıkları oluşturmaktadır. Bu uyumsuzluğa ek olarak, ülkeler arası kültürler, kurumlar ve iklim koşulları da ülkelerinin verimsizliklerini etkilemektedir. Acemoğlu ve Zilibotti (2001: 3)'a göre, düşük düzeyde Ar-Ge'ye sahip az gelişmiş bir ülke, yerel teknolojileri en iyi şekilde kullanmayı seçmesi durumunda, teknolojik lider olan ülkeden, gelir ve verimlilik olarak uzaklaşmaktadır. Diğer taraftan, ülkelerin gelişmiş ülkelere göre beceri tabanı geliştiğinde, Kore ve Japonya ülke deneyimleriyle uyumlu olarak, verimlilik ve gelir seviyesinde yakınsama meydana gelecektir.

2.5.2. Etkinsizlik Yaklaşımı

Ülkeler arası toplam faktör verimliliği farklarını inceleyen diğer bir teorik yaklaşım ise etkinsizlik yaklaşımıdır. Etkinsizlik yaklaşımı Farrell (1957) tarafından ortaya konan sınır üretim fonksiyonlarını temel almaktadır. Etkinsizlik yaklaşımının ortaya çıkmasını ve gelişmesini sağlayan temel çalışmalar; Nishmizu ve Page (1982), Bauer (1990), Fare vd. (1994), Koop vd. (1999, 2000a) olarak sıralanmaktadır. Alandaki öncü çalışmalar, genellikle firma etkinliklerini konu alan mikroekonomik çalışmalara odaklanmıştır. Bununla birlikte, ülkeler arası panel verilerinin mevcudiyeti ve bazı temel makro çalışmaların yayınlanması, ülkeler arasında verimlilik karşılaştırması için sınır yaklaşımlarını yaygınlaştırmaktadır. Makroekonomik bağlamda üretim etkinsizliği; bireysel üretimin, üretim setinin optimal sınırının ampirik karşılığı olarak kabul edilen,

referans ülkenin maksimum çıktısı tarafından tahmin edilen sınırdan uzaklığı olarak tanımlanmaktadır (Mastromarco ve Simar, 2021: 71).

Verimlilik çalışmalarında sınır üretim fonksiyonunu öne çıkaran en önemli etken, ülkelerin tam etkin olarak üretim yaptıklarına dair güçlü varsayımdır. Bu varsayımın gerçekçiliği sıklıkla tartışma konusu olmaktadır. Çünkü ülkeler, girdilerini her zaman en iyi şekilde kullanmamaktadırlar. Etkinsizlik yaklaşımı, sınır üretim fonksiyonu sayesinde ülkelerin elde edilebilecek maksimum çıktıyı ürettiklerini varsaymamakta, bunun yerine, üretimde etkinsizlik olduğunu kabul etmektedir.

Sınır üretim fonksiyonu, verilen girdilerin etkin bir şekilde maksimum ulaşılabilir çıktıya dönüştürülmesini ifade etmektedir. Etkinsizlik yaklaşımını benimseyen araştırmalar, en iyi uygulama için, üretim fonksiyonunu tahmin ederek; bir ülkenin teknik etkinliğini (TE), gözlemlenen çıktı ile tüm girdilerin kullanılarak ulaşılan maksimum çıktı arasındaki mesafe olarak hesaplamaktadırlar. Etkinsizlik yaklaşımı, tüm ülkelerin aynı teknolojik üretim sınırı ile karşı karşıya kaldığını ve bazı ülkelerin bu sınırın altında faaliyet gösterdiğini ifade etmektedir. Ülkelerin etkinliği veya etkinsizliği ise bu üretim sınırına olan uzaklığı ile ölçülmektedir. Teknolojik sınıra yakın olan ülkeler, yüksek etkinlikle üretim yaparken; teknolojik sınırdan uzak olan ülkeler düşük etkinlikle, diğer bir deyişle, etkinsiz bir şekilde üretim yapmaktadırlar.

Farrell (1957)'in üretim analizine yaptığı katkısı takiben, önemli ölçüde ampirik ve metodolojik birçok çalışma, herhangi bir gözlem kümesi için, olası girdi-çıkıtı kombinasyonlarının dış sınırını tanımlayan bir sınır üretim fonksiyonu kavramına odaklanmaktadır. Bu çalışmaların çoğu, gözlemlerin teknolojik üretim sınırına göre, toplam faktör verimliliğindeki değişimleri ölçmeyi ve açıklamayı amaçlamaktadır (Nishimizu ve Page, 1982: 920). Bu çalışmalarda ölçülen toplam faktör verimliliği ile, en iyi uygulamaya dayalı potansiyeli ifade eden sınır üretimi arasındaki miktar; geleneksel olarak teknik etkinsizlik olarak tanımlanmaktadır.

Nishimizu ve Page (1982)'ye göre teknolojik değişim ve teknik etkinlik kavramları, üretim fonksiyonunda ortak bir metodolojik temeli paylaşmalarına rağmen, uygulamalı çalışmalarda büyük ölçüde birbirinden bağımsız olarak analiz edilmektedirler. Bu sebeple yazarlar, toplam faktör verimliliği değişimini teknolojik değişim ve teknik etkinlik değişimi olmak üzere ayırtıran bir metodoloji ortaya koymaktadırlar. Färe vd. (1994: 66) Farrell (1957) tarafından geliştirilen teknik etkinlik ölçütlerini temel alarak, OECD ülkelerinden oluşan bir örneklem için verimlilik artışını analiz etmektedirler. Bu çalışmada yazarlar, verimlilik artışını zaman içindeki teknik etkinlikte meydana gelen değişimler ve zaman içindeki teknolojiye meydana gelen değişimler olmak üzere birbirini dışlayan ve kapsayan iki bileşene ayırmaktadırlar. Bu bileşenler sırasıyla, yakalamaya/yakınsamaya (catch-up) ve yeniliğe karşılık gelmektedir (Färe vd., 1994: 67). Bauer (1990), TFV büyümesini hem üretim, hem de maliyet fonksiyonu yaklaşımlarını kullanarak; ölçek, etkinlik değişimi ve teknolojik değişim etkilerine ayırmaktadırlar. Bauer'in (1990) yaklaşımı ile Nishimizu ve Page (1982)'nin yaklaşımı üretim fonksiyonunun türetilmesi açısından farklı olmakla birlikte, biçim olarak birbirlerine benzemektedir.

Etkinsizlik yaklaşımda sıklıkla kullanılan iki temel yöntem; stokastik sınır analizi ve veri zarflama analizidir. Stokastik sınır analizi, gözlemlenen üretim noktalarını çevreleyen bir sınır üretim fonksiyonunu tahmin etmek için ekonometrik analizi kullanmaktadır. Bu analizin temel özelliği, hata teriminin iki bileşene sahip olmasıdır ($e_{it} = v_{it} - u_{it}$). Birinci bileşen v_{it} , simetrik bir hata terimi olup ve istatistiksel hataları ve rastgele şokları yakalarken, ikinci terim u_{it} teknik etkinsizliği temsil eden tek taraflı bir hata terimidir. Veri Zarflama Analizi de, bir ülkenin etkinsizliğini gerçek üretim noktası ile iyi bilinen sınır üretim fonksiyonu arasındaki mesafe olarak ölçmektedir. Fakat, parametrik olmayan bu analiz, stokastik sınır analizinin aksine, model tahmini yaparken, üretim fonksiyonu için belirli bir fonksiyonel form gerektirmemektedir. Ayrıca, Veri Zarflama Analizi, piyasa yapısı veya piyasa başarısızlıkları hakkında herhangi bir varsayım da gerektirmemektedir. Stokastik sınır yönteminden farklı olarak VZA yaklaşımı, sınırdan gelen tüm açığın teknik etkinsizliği yansıttığını varsaymaktadır.

Bu bölümde toplam faktör verimliliği kavramı teorik yaklaşımlar açısından incelenmiştir. Takip eden bölümde iktisat yazınında yer alan toplam faktör verimliliği, toplam faktör verimliliği ayrıştırılması ve teknik etkinlik faktörleri ile ilgili literatürlere yer verilecektir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. LİTERATÜR TARAMASI

Bu bölümde literatürün değerlendirilmesi dört başlıkta yapılacaktır. Kapsam olarak genelden özele doğru bir yöntem izlenecektir. Birinci alt başlıkta, toplam faktör verimliliği hakkında temel fikirlere yer verilecek, ikinci alt başlıkta toplam faktör verimliliği etkileyen faktörler ile ilgili literatür verilirken, üçüncü alt başlıkta toplam faktör verimliliği ayrıştırılması literatürü verilecektir. Son olarak dördüncü alt başlıkta bu çalışmaya konu olan teknik etkinliği etkileyen faktörlerin incelemesi ile ilgili literatüre yer verilecektir.

3.1. Toplam Faktör Verimliliği: Genel Bakış

Solow Artığı olarak bilinen Toplam Faktör Verimliliği kavramı; artık değer, cehaletin ölçüsü gibi birçok farklı isimlerle de tanımlanmaktadır. 1950'ler de ortaya çıkan toplam faktör verimliliği kavramı, Solow ve Swan (ayrı olarak) tarafından geliştirilen büyüme modellerinde yer almaktadır (Solow 1956; Swan 1956). 50 yılı aşkın bir süredir büyüme teorisi ve uygulamalarının temelini oluşturan model, ekonomik büyüme oranının fiziksel sermaye, emek ve toplam faktör verimliliğindeki değişiklikler tarafından belirlendiğini ifade etmektedir. Solow'un çalışmasını takiben, ekonomik büyümenin kaynakları üzerine birçok çalışma yayınlanmıştır. İlgili literatür incelendiğinde öne çıkan ön önemli anlaşmazlık, ekonomik büyümenin ne kadarının fiziksel ve beşerî sermaye birikimine atfedildiği ve ne kadarının verimlilik artışı sonucu olduğudur (Aghion ve Howitt, 2007). Hall ve Jones (1999) dünya genelinde, gelirlerdeki aslan payının üretim faktörlerinden değil, TFFV'deki farklılıklardan kaynaklandığını ortaya koymaktadır. Bosworth ve Collins (2003) hem sermaye birikiminin hem de TFFV büyümesinin işçi başına çıktıdaki büyümeye önemli katkılar yaptığını ortaya koymuşlardır. Easterly ve Levine (2001), uluslar arasındaki gelir ve büyüme farklılıklarının çoğunun, faktör birikiminden ziyade, toplam faktör verimliliğinden kaynaklandığı sonucuna varmışlardır. Krugman (1994), artan girdi seviyeleri hesaba katıldığında, Doğu Asya Büyüme Mucizesinin o kadar da mucizevi olmadığını ifade etmiştir. Young (1995) daha ayrıntılı bir açıklama sunmakta olup, Doğu Asya Büyüme Mucizesi'nin TFFV'deki artışlardan ziyade, hızlı faktör birikimiyle daha iyi açıklandığı şeklinde benzer sonuçlara ulaşmıştır. Bu ikilem sonucu, iktisadi literatürde kapsamlı büyüme (extensive growth) ve yoğun büyüme (intensive growth) kavramları ortaya çıkmıştır. Özet olarak, ekonomik büyüme literatürü ekonomik büyüme sürecinde hem toplam faktör verimliliğinin hem de faktör birikiminin önemini ortaya koymuştur.

Solow modeli ya da Neo Klasik model, teknolojiyi dışsal olarak kabul etmektedir. Bu durum TFFV kavramının literatürde uzun bir süre teknolojinin ile eşdeğer olarak görülmesine sebep olmuştur.

Solow (1957) TFV kavramını, teknik değişim'in (technical change) zaman içindeki kümülatif toplamı olarak ifade ederken, teknik değişimi ise üretim fonksiyonundaki herhangi bir kayma (any kind of shift in the production function) olarak tanımlamıştır. Solow'a göre "teknik değişim" ekonomideki yavaşlamalar, hızlanmalar, işgücünün eğitiminde iyileştirmeler ve her türlü şey olarak ifade edilmektedir (Solow 1957: 312). Bu geniş ve belirsiz tanım, TFV büyümesinin kaynaklarını açık bir şekilde ortaya koymamakta ve Solow (1957) yaklaşımının olumsuz yönünü ortaya koymaktadır. Bu yaklaşım, TFV büyümesinin teknolojik ilerlemeden mi, yoksa etkinlik kazanımlarından mı kaynaklandığını göstermemektedir. (Sharma vd., 2007: 216).

Carlaw ve Lipsey (2003) TFV kavramının iktisatçılar arasında birbiriyle uyumsuz kullanılması üzerine, kavram ile ilgili literatürdeki görüşleri üç kategoride toplamışlardır. Bunlar geleneksel yaklaşım, cehalet yaklaşımı ve Free Lunches Yaklaşımı'dır. Geleneksel yaklaşım TFV ile teknolojik değişimi bir tutarken, cehalet yaklaşımı, bu eşdeğerliği tam olarak eleştiren ve büyümeye neden olan değişkenlerle ilgili insan bilgisinin sınırlarını vurgulamaktadır. Free Lunches Yaklaşımı ise bu denklili reddetmekle birlikte, iki kavram arasında bir bağlantıyı kabul etmektedir.

TFV kavramı, teknolojiye, kurumlardaki ve diğer üretkenlik şoklarındaki değişikliklerin etkileri gibi, birçok etkiyi bünyesinde barındırmaktadır. Fakat, üretim fonksiyonun adeta bir kara kutu olarak kalmasından ötürü, içinde neler olduğuna dair çok az fikir vermektedir (Kohli, 2015). Genel olarak, TFV'nin teknik veya teknolojik ilerlemenin bir temsilcisi olduğu varsayılsa da, Cobb-Douglas üretim fonksiyonu düşünüldüğünde, TFV teknoloji ve verimlilik etkilerinin yanı sıra, ihmal edilmiş girdiler, ölçüm hataları, toplama hataları, aşırı getiri (excess return) ve ölçek etkileri vb. birçok başka faktörleri de içerebilmektedir. TFV'nin tam olarak doğasını anlamak ve bir etkiyi diğerinden ayırmak için şimdiye kadar yapılan çalışmalarda, TFV'nin ölçümü ve ayrıştırılmasına ilişkin bir fikir birliği oluşturulamamıştır (Elgin ve Çakır, 2015). Bu nedenle, verimlilik artışını ölçmek ve neden meydana gelip gelmediğini anlamak, çeşitli büyüme dönemlerini nasıl yorumladığımız açısından önemli hale gelmektedir.

3.2. Toplam Faktör Verimliliğini Etkileyen Faktörler

Toplam faktör verimliliğinin ekonomik büyümeyi açıkladığına dair birçok çalışma olmasına rağmen, TFV'nin belirleyicileri üzerinde kısıtlı araştırmalar mevcuttur (Danquah vd., 2011: 9). Toplam faktör verimliliğini konu edinen akademik çalışmalar, mikro ve makro perspektiften (yaklaşım) olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Mikro yaklaşım, belli bir bölgedeki tek bir sektör üzerine (Battese ve Coelli, 1995) veya bir ülkedeki birçok sektör üzerine (Edquist ve Henrekson, 2017) odaklanmaktadır. Makro yaklaşımlar ise il düzeyine (Cardoso ve Ravishankar, 2015), belirli bir ekonomik grup üzerine (Al-Shammara ve Al Rakhish, 2019) veya belirli bir uluslararası ülke grubu üzerine odaklanmaktadır.

Buna ek olarak, TFV belirleyicilerini makro perpektiften inceleyen çalışmaların geçmişi çok da eski değildir. Bu başlık altında, araştırma konusu ile uyumlu bir şekilde, TFV'nin belirleyicilerini makro perspektiften inceleyen çalışmalara yer verilmektedir. Literatür taraması sonucunda TFV

belirleyicilerine baktığımızda, özetle yenilik, eğitim, dışa açıklık, makro makroekonomik istikrar ve hukukun üstünlüğü değişkenleri öne çıkmaktadır. Toplam faktör verimliliğini etkileyen değişkenlerin literatür özeti Tablo 3’de yer almaktadır.

TFV kavramının belirleyicilerini ortaya koymak için literatürde yapılmış en kapsamlı ve en güncel çalışmalardan biri Young Eun Kim ve Norman V. Loayza’nın birlikte yayınladıkları “Productivity Growth Patterns and Determinants across the World” adlı çalışmadır. 1985 ile 2014 yılları arasında kapsayan çalışmada, yazarlar genişletilmiş Uzun Vadeli Büyüme Modeli geliştirerek, TFV büyümesinin belirleyicilerini incelemişlerdir. Kim ve Loayza (2019) kapsamlı bir literatür taraması yaparak, ekonomik verimliliğin temel belirleyicilerini yenilik, eğitim, piyasa verimliliği, altyapı ve kurumlar olmak üzere 5 temel kategoriye dayandırmıştır. Yenilik; yeni teknolojiler yaratılmasını ve benimsemesini, eğitim; yeni teknolojilerin ekonominin geneline yayılması ve işgücünün özümseme kapasitesini geliştirmesini, piyasa verimliliği; sektörler ve firmalar arasında kaynakların etkin ve esnek dağılımının teşvik edilmesini, altyapı; hanelerin, işletmelerin ve pazarların ekonomik faaliyetlerinin desteklenmesini ve kolaylaştırmasını, son olarak kurumlar ise sosyal ve ekonomik istikrarın sağlamasını, mülkiyet haklarını savunulmasını ve temel medeni hakların korunmasını ifade etmektedir.

Aiyar ve Feyrer (2002)’in çalışması, ekonomik büyüme sürecinde TFV artışı ile faktör birikimi hakkındaki tartışmayı temel almaktadır. GMM yöntemi kullanılan bu çalışmada hem TFV artışının hem de faktör birikiminin ekonomik büyüme sürecinde önemli olduğunu destekleyen sonuçlar bulunmaktadır. Verimlilik artışının kişi başına düşen milli gelirin en önemli belirleyicisi olduğunu ifade eden çalışma, ayrıca beşerî sermaye birikimin verimlilikteki anahtar değişken olduğunu da belirtmektedir. Yazarlar uluslararası teknolojinin yayılmasının (teknolojik olarak üst sınırdaki ülkelerden, bu ülkeleri yakalamaya çalışan ülkelere doğru hareketi), ev sahibi ülkenin beşerî sermaye stoklarına bağlı olarak hızlandığını savunmaktadırlar. Bununla birlikte, çalışmada, verimlilik artışı için beşerî sermayenin yanı sıra, diğer faktörlerinde etkili olabileceği ifade edilmektedir. Bunların başında dışa açıklık, bir ülkenin ticari ortaklarının bileşimi, teknoloji geliştirici DYY düzeyi, makroekonomik istikrar ve hukukun üstünlüğünün yaygınlığı gelmektedir (Aiyar ve Feyrer, 2002).

Seo ve Lee (2006) Bilgi İletişim Teknolojileri (BİT) yatırımlarının toplam faktör verimliliği üzerindeki etkisini ölçmek için bir regresyon modeli oluşturmuştur. 1992 ile 1996 yılları arasındaki dönemi ve 38 ülkeyi kapsayan bu çalışma yatay kesit ve zaman serisi verilerini analiz etmişlerdir. BİT yatırımlarının yanı sıra, diğer makro değişkenlerinde (ticari açıklık, beşerî sermaye büyümesi ve RGSYH büyümesi) TFV’nin gelişimi üzerindeki olası etkilerini tahmin etmek için havuzlanmış zaman serisi verileri kullanılmıştır. Çalışmada ulaşılan sonuçlardan biri, BİT yatırımlarının OECD ülkelerindeki verimlilik artışıyla pozitif ilişkisi mevcut iken, OECD dışı ülkelerde bu tarz bir ilişkinin mevcut olmamasıdır. Bir diğer sonuç ise, az gelişmiş ülkeler gerekli beşerî sermaye ve gelişmiş altyapı ile birlikte, daha verimli BİT kullanımını destekleyen gelişmiş iş uygulamalarının oluşturulmasına ihtiyaç duymaktadırlar.

Isakson (2007) mikro, sektörel ve makro çalışmalara dayanan bir literatür inceleme çalışmasında, TFV büyümesi üzerinde etkisi olan çeşitli belirleyicileri ortaya koymuştur. Bu alanda eğitim, sağlık, altyapı, ithalat, kurumlar, ticari açıklık, rekabet, finansal gelişme, coğrafi zorluklar ve özümseme kapasitesi (sermaye yoğunluğu dahil) en önemli belirleyiciler olarak öne çıkmıştır. Çalışmada herhangi bir istatistiksel analize yer verilmemiştir.

Coe vd. (2009) makalesindeki geniş bir veri seti üzerinde, Coe ve Helpman'nın (1995) "International R&D Spillovers" isimli makaledeki ampirik analizini tekrar uygulamışlardır. Yıllık verilerle 1971-2004 dönemini kapsayan analiz 24 ülkeyi ele almaktadır. Çalışma yerli ve yabancı Ar-Ge sermaye stoklarının TFV üzerindeki etkisi hakkında Coe ve Helpman (1995) tarafından rapor edilen sonuçları doğrulamaktadır. Bununla birlikte, çalışma yerli ve yabancı Ar-Ge sermaye stoklarının, beşerî sermayenin etkisi kontrol edildikten sonra bile, TFV üzerinde ölçülebilir etkileri olduğunu göstermektedir. Yazarlar, iş yapma kolaylığının ve yükseköğretim sisteminin kalitesinin nispeten yüksek olduğu ülkelerin, Ar-Ge yatırımlarından, uluslararası Ar-Ge yayılmalarından ve beşerî sermaye oluşumundan daha fazla yararlanma eğiliminde olduğunu ampirik olarak ortaya koymuştur.

Danquah vd. (2014) veri zarflama analizi yaklaşımını ve Bayezyan Model Ortalaması tekniğini kullanarak TFV belirleyicilerini tespit etmiştir. 67 ülkeyi ve 1960-2000 yılları arasını kapsayan çalışma, beşer yıllık verilerden oluşmaktadır. TFV belirleyicisi olduğu düşünülen 19 değişken arasından "prior inclusion probability" (PIP) değeri 0.5'ten büyük olan 4 değişken tespit edilmiştir. Bunlar sırasıyla sabit etki (zamanla değişmeyen gözlemlenmeyen heterojenlik), diğer bir deyişle ülkeye özgü etkiler, başlangıçtaki GSYH, tüketimin payı ve ticari açıklıktır. Hem tüketimin payı (negatif) hem de ticaret açıklığı (pozitif) TFV büyümesini beklenen yönde etkilemektedir. Bu sonuçla yüksek tasarruf oranları (yani daha düşük tüketim payı) ve dünyanın geri kalanıyla yüksek derecede ticari açıklık TFV büyümesini teşvik etmektedir. Bu sonuçlar, uzun vadeli TFV büyümesini teşvik eden politika stratejilerinin bir yandan tasarruf için teşvikler vermesi gerektiğini, diğer yandan ise ticaret engellerini azaltmak gibi ticari ilişkileri artıran reformları teşvik etmeyi desteklemektedir.

Danquah vd. (2014) aynı analizi iki alt örneklem üzerinden tekrar gerçekleştirmiştir. Çalışmaya konu olan 67 ülkeyi, OECD ve OECD üyesi olmayan olmak üzere iki alt örnekleme ayırmışlardır. OECD üyesi olmayan ülkelerde TFV büyümesiyle güçlü bir şekilde ilişkili olan tek ek değişken nüfus yoğunluğu olmuştur. Bu etki OECD ülkelerinde geçerli olmamıştır. Bu sonuç, yığılma ekonomilerinin OECD dışı ülkelerle daha alakalı olduğunun bir göstergesi olarak yorumlanmıştır. OECD ülkeleri arasında ise sabit etki (pozitif), tüketimin payı (negatif), ticari açıklık (pozitif), başlangıçtaki GSYH (negatif), yatırımın fiyatı (pozitif) ve işgücü (negatif) TFV büyümesinin belirleyicilerden olmaktadır.

Gehring vd. (2016) toplam faktör verimliliğinin (TFV) ülkeler ve sektörler arasındaki gelişimini 1995-2007 yılları arasında inceleyerek TFV'nin belirleyicilerini araştırmışlardır. Bu amaçla, 17 Avrupa Birliği (AB) ülkesi ve 13 sektörden oluşan bir panel veri seti üzerinden iki aşamalı

bir yaklaşım kullanmıştır. İlk olarak çalışmada içsellik, kesit bağımlılığı ve heterojen üretim teknolojilerini kontrol etmek için, artırılmış ortalama grup tahmincisi aracılığıyla toplam ve sektörel TFV tahmin edilmeye çalışılmaktadır. Ardından, dinamik sıradan en küçük kareler tahmincisi kullanarak tahmin edilen TFV'nin belirleyicileri araştırılmıştır. Çalışmada rasyonalizasyon, beşerî sermaye ve bilgi ve iletişim teknolojilerinin, TFV'nin temel belirleyicileri olduğu sonucuna varılmıştır.

Lopez-Rodriguez ve Martinez-Lopez (2017) Ar-Ge ve Ar-Ge dışı yenilik faaliyetlerinin TFV'nin önemli bir belirleyicisi olduğu hipotezini, artırılmış (augmented) bir makro-teorik büyüme modeli üzerinden araştırmışlardır. Model 2004-2008 döneminde, AB-26 ülkelerinden oluşan bir örneklem için tahmin edilmiştir. Çalışmanın altında yatan temel teorik düşünce, içsel büyüme teorisi ile Ar-Ge yatırımlarının, büyüme oranlarında ve bölgelerin yakınsamasında oynadığı rol yatmaktadır. Çalışmada kullanılmak üzere TFV farkı, Ar-Ge ve Ar-Ge dışı serileri oluşturulmuştur. Ampirik sonuçlarda TFV büyümesinde hem Ar-Ge hem de Ar-Ge dışını faaliyetlerin istatistiksel olarak anlamlı ve ekonomik olarak önemli olduğuna ulaşılmıştır. Ar-Ge'nin TFV büyümesi üzerindeki etkisi, Ar-Ge dışı yenilik faaliyetlerine göre iki kat daha fazla olduğu ortaya çıkmıştır. Teknoloji liderine olan uzaklığı ifade eden TFV farkı, TFV büyümesi üzerinde olumlu bir etki göstermekte olup, teknoloji olarak geri kalmış ülkelerin lehine bilgi transferleri fikrini desteklemektedir. Bunlara ek olarak yazarlar, yüksek Ar-Ge yoğunluğuna veya yüksek Ar-Ge dışı yoğunluğuna sahip ülkeler için, iki yenilik türünün kesinlikle tamamlayıcı olarak görülemeyeceğini ifade etmişlerdir.

Kale ve Rath (2018) yeniliğin Hindistan'daki toplam faktör verimliliğinin artmasında önemli bir rol oynayıp oynamadığını incelemişlerdir. Çalışmada ilk olarak büyüme muhasebesi kullanılarak, TFV büyümesi tahmin edilmeye çalışılmıştır. İkinci aşamada ise yazarlar ARDL bağlı test yaklaşımını kullanarak, yeniliğin TFV büyümesi üzerindeki uzun ve kısa vadeli etkisini incelemişlerdir. 1980'den 2014'e kadar olan dönem için, yıllık zaman serisi verileri kullanılan çalışmada, yenilik ile TFV büyümesi arasında bir eşbütünleşme ilişkisi olduğunu ortaya koymuşlardır. Çalışma beşerî sermaye, finansal gelişme ve DYY gibi diğer faktörlerin uzun vadede TFV büyümesini etkilemediğini ancak bu değişkenlerin kısa vadede verimlilik artışını önemli ölçüde etkilediğini ampirik olarak ortaya koymuştur.

Maryam ve Jehan (2018) 1960-2015 döneminde, 91 gelişmekte olan ülkenin verilerini kullanarak TFV yakınsamasının temel belirleyicilerini araştırmıştır. Çalışma da TFV'nin hesaplanması Solow Büyüme Modeli kullanılarak yapılırken, ekonometrik modelin tahmini için 2 aşamalı GMM yöntemi kullanılmıştır. Ekonometrik modelde ticari açıklık ve doğrudan yabancı yatırım değişkenlerine ve bunların etkileşimli terimlerine yer verilmiştir. Ayrıca modele tüketici fiyat endeksi, beşerî sermaye endeksi ve tüketici fiyat endeksine göre düzeltilmiş resmi döviz kuru olarak ölçülen reel döviz kuru, kontrol değişkenleri olarak dahil edilmiştir. Çalışma, daha fazla verimlilik açığı olan ülkelerin, gelişmiş ülkeleri emsallerinden çok daha hızlı yakalayacağını göstermiştir. Ticari açıklık ve doğrudan yabancı yatırımın katsayıları pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı olup,

gelişmekte olan ülkeler için, TFV büyüme oranının artışı sağlamıştır. Bununla birlikte, ticari açıklığa kıyasla, DYY yakınsama sürecinde daha baskın bir role sahip olmuştur.

Habib (2019) beşerî sermaye, fikri mülkiyet hakları ve araştırma ve geliştirme harcamalarının ekonomik büyümeye yol açan toplam faktör verimliliği (TFV) üzerindeki etkisini araştırmıştır. Panel veri yönteminin kullanıldığı bu çalışma, Brezilya, Rusya, Hindistan ve Çin (BRIC) ile Orta ve Doğu Avrupa (CEE) ülkeleri olmak üzere iki gruba odaklanmıştır. 16 ülke örnekleminde ve 2007-2015 dönemini kapsayan bu çalışmada, regresyon analizi için sabit etkili bir model kullanılmıştır. Sonuç olarak, bu çalışmadaki tüm örnek setlerinde, beşerî sermaye, fikri mülkiyet hakları ve Ar-Ge harcamalarının TFV'deki değişiklikleri belirlemede güçlü faktörler olduğu istatistiksel olarak ortaya konmuştur. Ayrıca bu çalışmada fikri mülkiyet haklarının tek başına bir ekonomideki büyümeyi (özellikle de gelişmekte olan ülkelerde) hızlandırmadığı da ortaya konulmuştur.

Tablo 2: TFV Büyüme Oranının On Yıllara Göre Belirleyicileri

	1985-1994	1994-2004	2004-2014
Dünya			
Kurumlar	0.48	0.25	0.19
Altyapı	0.19	0.12	0.17
Piyasa Verimliliği	0.14	0.13	0.18
Eğitim	0.13	0.45	0.36
Yenilik	0.06	0.05	0.09
OECD			
Kurumlar	0.24	0.16	0.11
Altyapı	0.18	0.37	0.08
Piyasa Verimliliği	0.31	0.18	0.45
Eğitim	0.11	0.2	0.16
Yenilik	0.16	0.09	0.21
Gelişmekte Olan			
Kurumlar	0.56	0.22	0.15
Altyapı	0.2	0.12	0.14
Piyasa Verimliliği	0.08	0.17	0.15
Eğitim	0.13	0.47	0.49
Yenilik	0.02	0.03	0.07

Kaynak: Kim ve Loayza, 2019: 54

Kim ve Loayza (2019) 1985-2015 yılları arasında 98 ülke üzerinde verimlilik büyümesinin kalıplarını ve belirleyicilerini incelemiştir. Bu amaçla kapsamlı bir literatür taraması yaparak ekonomik verimliliğin temel belirleyicilerini yenilik, eğitim, piyasa verimliliği, altyapı ve kurumlar

olmak üzere 5 temel kategoriye ayırmışlardır. Yazarlar, TFV belirleyicilerinin her birini temsil eden endeksler oluşturmakaa birlikte, temel bileşenler analizini yardımıyla, beş alt bileşen indeksini birlikte gruplayarak genel yeni bir endeks elde etmişlerdir. TFV'nin belirleyicileri analizinden önce yazarlar, farklı veri kaynaklarını kullanarak iki alternatif TFV büyüme serisi oluşturmuşlardır. Çalışma ortanca ve (basit) ortalama yıllık TFV büyüme oranlarının 21 OECD ülkesi için, 1985–2004 döneminde pozitif olduğunu ve 2005–14 için sıfırın altına düştüğünü göstermekte iken, 93 gelişmekte olan ülke için 1985-94 döneminde negatif olduğunu ve 1995-2014 için sıfırın üzerinde olduğunu ortaya koymuşlardır. Tablo 2’de gözlemlendiği üzere, varyans ayrıştırma sonuçlarına göre, Ekonomik İş birliği ve Kalkınma Örgütleri (OECD) için TFV büyümesinin belirleyicileri arasında en yüksek katkı piyasa verimliliğine aittir. Bunun yanı sıra, gelişmekte olan ülkeler için ise son on yılda eğitim en yüksek katkıyı vermiştir.

Tsamadias vd. (2019) OECD ülkelerinde araştırma ve geliştirme, beşerî sermayesi, doğrudan yabancı yatırım ve toplam faktör verimliliği arasındaki etkileşimi araştırmıştır. 1995-2015 dönemini ve 35 ülkeyi kapsayan bu ampirik çalışmada, Panel VAR modeli kullanılarak değişkenler arasındaki kısa dönemli dinamik etkileşimler incelenmiştir. Hem Ar-Ge hem de beşerî sermaye, TFV üzerinde olumlu bir etkiye sahipken, DYY'nin yalnızca Avrupa dışı ülkelerde olumlu ve önemli bir etkiye sahip olduğu bulunmuştur. Ayrıca, Ar-Ge'nin katkısı her durumda beşerî sermaye ve DYY'den daha yüksek çıkmıştır. Bu bulgulara dayanarak yazarlar, politika yapıcıların doğrudan yabancı yatırımları çekmek ve Ar-Ge'ye yatırılan kaynakları artırmak için politikalar tasarlamalarını ve uygulamalarını önermişlerdir.

Ochotnický vd. (2020) 2005'ten 2019 yılına kadar 28 Avrupa ülkesinde toplam faktör verimliliği büyümesinin arkasındaki itici güçleri araştırmışlardır. Neoklasik teori, içsel büyüme teorisi ve rekabet edebilirlik teorilerine dayanarak, teknolojik hazırlık, beşerî sermaye, iş ve vergi ortamı ile yaratıcılığın TFV büyümesi üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Yazarlar teknolojik ilerlemenin otomatik olarak TFV büyümesine yol açacağını aşıkâr olmadığını ve teknolojik hazırlığın TFV büyümesinin önemli bir itici gücü olduğunu ortaya koymuşlardır.

Danquah vd. (2014) TFV'nin belirleyicileri hakkındaki mevcut literatürün üç temel sorunla karşılaştığını ifade etmişlerdir. Birinci sorun Cobb-Douglas üretim fonksiyonu kullanımı ve tüm üreticilerin tam verimli kabul ediliyor olması sebebiyle, teknolojik değişim ve teknik verimlilik değişimi arasında bir ayrım yapılmamasıdır. İkincisi sorun, toplam faktör verimliliğinin ekonomik büyümeyi açıkladığına dair birçok çalışma olmasına rağmen, TFV'nin belirleyicileri üzerinde kısıtlı araştırma olmasıdır. Üçüncü ve son sorun ise Brock ve Durlauf (2001) tarafından da ifade edilen TFV büyüme teorisinin "açık uçlu olması" sebebiyle, teorik rehberlik eksikliğinden kaynaklanan model spesifikasyon belirsizliğidir. Stokastik sınır analizi kullanılarak, toplam faktör ayrıştırması yapan ampirik çalışmalar, bu problemlerin hepsine birer çözüm sunmaktadırlar. Cobb-Douglas üretim fonksiyonu yerine, translog üretim fonksiyonunun kullanılması, üretim teknolojisi formunun Hick-nötr bir teknoloji ile kısıtlamasını kaldırarak, üretim teknolojisinin emek tasarruf edebilmesine

ya da sermaye tasarruf edebilmesine imkân tanımaktadır. Bunun yanı sıra, translog üretim fonksiyonu ölçek etkisini de dikkate aldığı için, TFV'nin ölçümü daha tutarlı olmaktadır.



Tablo 3: Toplam Faktör Verimliliği

Yazarlar	Dönem	Ülke Grubu	Yöntem	Bağımlı Değişken	Bağımsız Değişkenler
Seo ve Lee (2006)	1992-1996	38 ülke	GLS	TFV Büyümesi	BİT Yatırımları, Kaldor-Verdoorn Etkisi, Beşerî Sermayesi, Dışsal Teknik Değişim ve Ticari Açıklık Derecesi.
Coe vd. (2009)	1971-2004	24 Ülke	Panel Veri Analizi, DOLS	TFV Büyümesi	Reel Yerli Ar-Ge Sermaye Stoku, Reel Yabancı Ar-Ge Sermaye Stoku, İş Yapma Kolaylığı, Yükseköğretimin Kalitesi, Güçlü Fikri Mülkiyet Hakları
Danquah (2014)	1960-2000	67 ülke	VZA, Malmquist TFV	TFV Büyümesi	Tüketimin Payı, Ticaret Açıklığı, Sabit Etki (Ülkeye Özgü Etkiler), Başlangıçtaki GSYH Seviyesi
Gehring vd. (2016)	1995-2007	17 AB Ülkesi	Panel Veri Analizi, DOLS	TFV	BİT Sermayesi, Ar-Ge Harcaması, Ticari Açıklık, Beşerî Sermaye (% Orta Öğretim)
Lopez-Rodriguez ve Martinez-Lopez (2017)	2004-2008	26 AB Ülkesi	Regresyon Analizi	TFV Büyümesi	TFV Farkı, Ar-Ge Harcaması, Ar-Ge Dışı Harcaması, Beşerî Sermaye
Kale ve Rath (2018)	1980-2014	Hindistan	ARDL	TFV	Ticari açıklık, DYY, Finansal Gelişme, Beşerî Sermaye ve Yenilik Endeksi
Maryam ve Jehan (2018)	1960-2015	91 ülke	İki aşamalı GMM	TFV Büyümesi	Ticari Açıklık, Doğrudan Yabancı Yatırım, Tüketici Fiyat Endeksi, Beşerî Sermaye Endeksi, Reel Döviz Kuru
Habib (2019)	2007-2015	16 ülke	Sabi Etkiler	TFV	Beşerî Sermaye, Fikri Mülkiyet Hakları ve Araştırma ve Geliştirme Harcamaları
Kim ve Loayza (2019)	1985-2015	98 Ülke	Varyans Ayırıştırması	TFV Büyümesi	Yenilik, Eğitim, Piyasa Verimliliği, Altyapı ve Kurumlar
Tsamadias vd. (2019)	1995-2015	35 ülke	Panel VAR	TFV	Araştırma ve Geliştirme, Beşerî Sermayesi, Doğrudan Yabancı Yatırım
Ochoťnický vd. (2020)	2005-2019	28 Avrupa	Sabit Etkiler	TFV Büyümesi	Teknolojik Hazırlık, Yüksek Öğrenim ve Öğretim, Vergi Ödeme, Yaratıcılık Endeksi

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

3.3. Toplam Faktör Verimliliği Ayrıştırılması

Toplam faktör verimliliği kavramı ortaya atıldığından beri kavramın neyi ölçtüğü konusunda yoğun bir tartışma olmuştur. Solow yaklaşımı toplam faktör verimliliğine büyük bir önem vermekle birlikte, TFV'nin artışına sebep olan kaynakları tanımlamamakta ve TFV büyümesinin teknolojik ilerlemeden mi, yoksa verimlilik kazanımlarından mı kaynaklandığını göstermemektedir (Sharma vd., 2007). Bu tartışmaların neticesinde Mahadevan (2003: 366), TFV'deki büyüme kavramının teknolojik değişim/gelişim, teknik değişim/gelişim, gömülü teknik değişim ve/veya gömülü olmayan teknik değişim gibi birçok farklı isimle kullanıldığını tespit etmiştir.

$$\text{TFV büyümesi} = \text{Çıktı Büyümesi} - \text{Girdi Büyümesi} \quad (1)$$

$$= \text{Teknik/Teknolojik Değişim} \quad (2)$$

$$= \text{Teknik/Teknolojik Gelişim} \quad (3)$$

$$= \text{Gömülü Teknik Değişim} + \text{Gömülü Olmayan Teknik Değişim} \quad (4)$$

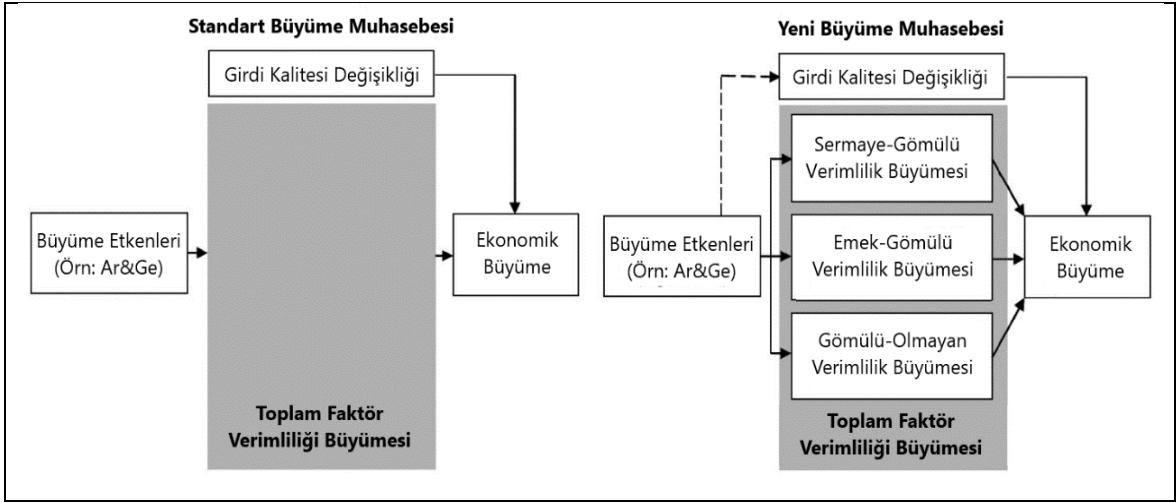
$$= \text{Teknik Etkinlik Değişimi} + \text{Teknolojik Değişim} \quad (5)^1$$

4 ve 5 numaralı denklemde yer alan kavramlardan ***gömülü teknik değişim*** kavramı ***teknik etkinlik değişimi*** ile eş anlamlı iken, ***gömülü olmayan teknik değişim*** kavramı ise ***teknolojik gelişim*** ile eş anlamlıdır.

Nishimizu ve Page'in stokastik sınır analizini kullanarak 1982 yılında yayınladıkları çalışma, TFV'i, verimlilik değişiklikleri ve teknik değişiklikler olarak ayrıştıran ilk çalışmadır. Stokastik sınır analiz yöntemi, ekonomik büyümeyi girdi kullanımındaki değişim, teknolojideki değişim ve teknik etkinlikteki değişim şeklinde ayırmayı mümkün kılarak, yaygın olarak kullanılan Solow yaklaşımı aksine, konuyu detaylandırmakta ve iktisadi anlayışı genişletmektedir (Mastromarco, 2008). İlgili çalışmayı takiben birçok araştırmacı, verimlilik artışını araştırmak için bu yaklaşımı teorik ve ampirik olarak birçok çalışmada kullanmıştır. Bu çalışmaların en güncellerinden bir tanesi, Gong'un 2020 yılında yayınladığı "New Growth Accounting" adlı çalışmasıdır. Gong (2020) yeni büyüme muhasebesini tanımlarken, TFV bileşenleri ortaya koymuştur.

¹ Nishimizu ve Page (1982) tarafından kullanılmıştır.

Şekil 3: Standart Büyüme Muhasebesi ve Yeni Büyüme Muhasebesi



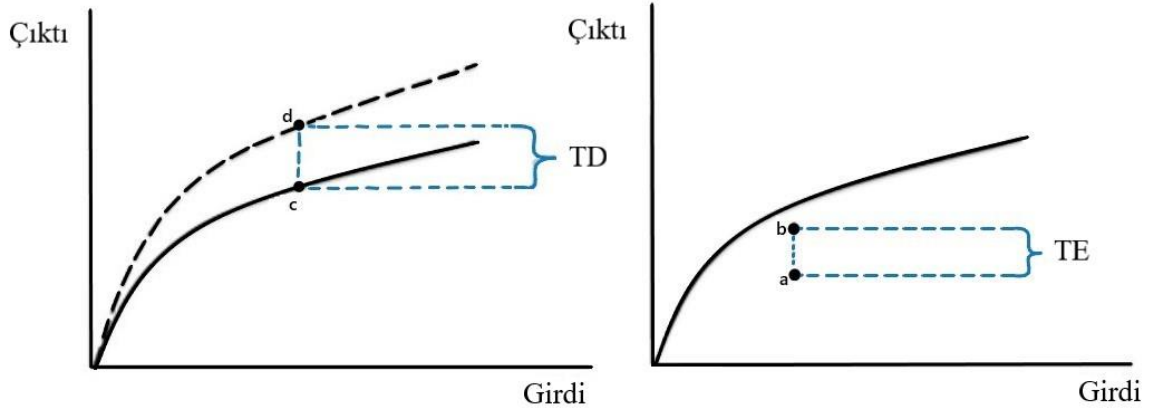
Kaynak: Gong, 2020: 646

Şekil 3'te görüldüğü üzere, Standart Büyüme Muhasebesi yaklaşımı toplam faktör verimliliğinin içeriğini göz ardı etmektedir. Şemadaki sermaye-gömülü verimlilik büyümesi ve emek gömülü verimlilik büyümesi, gömülü teknik değişimini, bir diğer ifade ile teknik etkinlik değişimini ifade etmektedir. Şemadaki gömülü olmayan verimlilik büyümesi ise gömülü olmayan teknik değişimi, diğer bir ifade ile teknolojik gelişim kavramını ifade etmektedir.

Toplam faktör verimliliğinin artması, üretim girdi miktarında değişim olmadan çıktıda gözlemlenen artışı ifade etmektedir. Bu artış Grafik 1'de dikey ekseninde gerçekleşen bir artış olmaktadır. Toplam faktör verimliliğindeki bu artışı, teknolojik değişim (TD) ve teknik etkinlik değişimi (TE) olarak ikiye ayrılmak mümkündür. Grafik 1'de TFV'nin teknolojik değişim bileşenindeki artış, tüm ülkelerin tabi olduğu üretim eğrisinin artışı/kaydığını göstermektedir. TFV'nin teknik etkinlik değişimi bileşenindeki artış ise, ülkenin mevcut üretim sınırına yaklaştığını göstermektedir.

Bu çalışmada kullanılan stokastik sınır analizi, mevcut teknolojiyi gösteren üretim sınırını tahmin etmekle birlikte, ülkelerin üretim sınırına olan uzaklıklarını da hesaplamaktadır. Teknik etkinlik olarak da isimlendirilen bu uzaklık, küresel teknolojinin diğer ülkelerde ne etkinlikte uygulandığını göstermekte olup, yakınsama etkisini göstermektedir (Deliktas ve Balçılar, 2005). Standart büyüme muhasebesi yaklaşımıyla hesaplanan toplam faktör verimliliği ise, ülkeleri tam etkin kabul ettiği için TD ve TE ayrımını göz ardı etmektedir.

Grafik 1: Teknolojik Değişim ve Teknik Etkinlik Değişimi



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Sena (2003) sınır üretim yaklaşımı kullanan çalışmaların 20. yy. sonlarına doğru oldukça yaygın şekilde kullanıldığına dikkat çekerken, bu yaklaşımın yaygınlaşmasını iki nedene dayandırmaktadır. İlk neden sınır üretim (en iyi uygulama sınırı) yaklaşımının iktisadi üretim teorisinde bulunan üretim olanakları sınırı (eğrisi) varsayımına (axiom) dayanmasıdır. İkinci neden ise üretim sınırdan uzaklık yaklaşımının (teknik etkinsizlik) politika yapıcılar tarafından kolayca kullanılabilir bir kavram olmasıdır.

TFV ayrıştırılması literatüründe yapılan erken çalışmalar (Färe vd., 1994; Kumar ve Russell, 2002; Kumbhakar ve Wang, 2005) teknolojik değişim ve teknik etkinlik değişim seviyelerini tespit edip, bu kavramları detaylıca incelememişlerdir.

Nishimizu ve Page (1982) toplam faktör verimliliği değişimini, teknik ilerleme ve teknik etkinlikteki değişimler olmak üzere, iki ayrı unsura ayırmak için bir yöntem ortaya koymuştur. Çalışma Farrell (1957)'in üretim analizine katkısını takiben, herhangi bir gözlem seti için olası girdi-çıktı kombinasyonlarının dış sınırı ile tanımlanan bir sınır veya 'en iyi uygulama' üretim fonksiyonu kavramına odaklanmaktadır. Nishimizu ve Page (1982) 1965-78 dönemi için eski Yugoslavya'daki çeşitli bölgeler ve endüstriyel sektörler için parametrik bir sınır yaklaşımı ve panel veri yöntemi kullanarak, TFV'yi ölçmekte ve ayırmaktadır. Çalışma, teknolojik ilerlemeyi en iyi uygulamanın veya sınır üretim fonksiyonunun zaman içindeki hareketi olarak tanımlarken, diğer tüm etkinlik değişiklikleri, teknik etkinlik değişikliği olarak adlandırılmaktadır. Teknik etkinlik değişikliklerine örnek olarak yaparak öğrenme, yeni teknolojik bilginin yayılması, iyileştirilmiş yönetim uygulamaları ve dışsal şoklara karşılık olarak verilen kısa vadeli ayarlamalar verilmektedir. Çalışmada ampirik olarak teknolojiyi yurtdışından yoğun bir şekilde ödünç alan Yugoslavya'nın, uluslararası standartlara teknolojiyi uyarlamadaki başarısızlıkları ve teknolojik ilerleme eksikliği ortaya konmaktadır. Analiz, toplam faktör verimliliği artışındaki yavaşlamanın, hem teknolojik ilerleme hızındaki azalmanın, hem de teknik etkinlikteki bozulmanın bir sonucu olduğunu

göstermektedir. Bununla birlikte, teknik etkinlik değişikliğindeki düşüş, teknolojik ilerlemeye düşüşten açıkça daha fazla olmaktadır.

Färe vd. (1994) stokastik sınır analizinin parametrik bir yöntem olması sebebiyle üretim fonksiyonunun (teknolojisinin) belirli olması gerektiğinin altını çizmektedir. Bu sebeple toplam faktör verimliliğini, teknik (teknolojik) değişim ve verimlilik değişimi olarak ayırırken, üretim fonksiyonu konusunda, herhangi bir kısıtlama yapmayan veri zarflama yöntemi kullanmaktadır. Çalışmada 1979-1988 döneminde 17 OECD ülkesindeki verimlilik artışını teknik değişim ve etkinlik değişimi olarak 2'ye ayrılarak analiz edilmiştir. Veri zarflama analizi ile yaptıkları ampirik çalışma sonucunda, en yüksek düzeydeki verimlilik artışının Japonya'da ortaya çıktığını ve bu artışın neredeyse yarısının etkinlik değişiminden kaynaklandığını tespit etmişler ve bu çalışmada ABD'de yaşanan verimlilik artışının temelde teknik değişimden kaynaklandığını bulmuşlardır.

Koop vd. (1999) ekonomik büyümenin bileşenlerini analiz etmek için, Fare vd. (1994) takiben, aynı zaman periyodu ve örnekleme kullanarak, ekonomik büyüme bileşenlerini Bayesçi Stokastik Sınır Analizi çerçevesinde analiz etmiştir. Çalışma verimlilik konularını resmi olarak analiz etmeyi mümkün kılan stokastik bir sınır modeli kullanılması sayesinde açıklanamayan kalıntılara ayrıntılı yapısal bir yorum yapmaktadır. GSYH büyümesinin büyük ölçüde girdilerdeki artışlar ve teknolojiye ilerlemeden kaynaklandığı sonucuna ulaşan çalışma, ampirik olarak teknik etkinlik değişiminin OECD ülkelerinin üretim artışını açıklamada önemli bir bileşen olduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle Japonya, Finlandiya, İtalya ve Birleşik Krallık teknik etkinlik iyileştirmeleri sayesinde önemli GSYH büyümesine ulaşmışlardır.

Koop vd. (2000a) Polonya ile Batı ülkeleri arasındaki Polonya ekonomik reformunun (Balcerowicz Planı) başlangıcından önce var olan verimlilik farkını ölçmek için, Bayesçi stokastik sınır yöntemini kullanmışlardır. 1980-1990 dönemine odaklan çalışmada 22 ülkeden oluşan bir örnekleme sahiptir. Çalışma Koop vd. (1999) çalışmasında önerilen metodolojiyi takip ederek, çıktı büyümesini, girdi büyümesi, teknolojik büyüme ve etkinlik büyümesi olarak ayırmışlardır. Çoğu ülke için girdi büyümesi ve teknolojik büyüme, ekonomik büyümenin güçlü bir kaynağı olurken, etkinlik büyümesi ise ekonomik büyümenin üzerinde nispeten küçük bir katkı sağlamıştır. Çalışmaya konu olan dönemde neredeyse tüm ülkelerde etkinlik değişikliği ya hiç gözlemlenmemekte ya da düşük miktarda kayıp gözlemlenmektedir. Yugoslavya ve Almanya etkinlik düzeylerinde ciddi düşüşler yaşayan iki ülke olurken, Portekiz ve Birleşik Krallık ekinliğin olumlu bir rol oynadığı iki ülke olmuştur. Polonya ekonomisine odaklanan yazarlar, Polonya ekonomisinin düşük oranda girdi büyümesi ile büyük oranda etkinlik düşüşü yaşadığını ortaya koymuşlardır. Yazarlara göre, Polonya'nın belirgin teknolojik gerilemesi ve etkinlikte düşüşleri, ekonominin başka yerlerde mevcut olan en iyi uygulama teknolojisini benimsemedeki başarısızlığından kaynaklanmıştır.

Kumar ve Russell (2002) veri zarflama analizini ve üretim sınır yöntemini kullanarak, işgücü verimliliği artışını teknolojik değişime, teknolojik yakalama (teknik etkinlik değişimi) ve fiziksel sermaye birikimi olmak üzere, bileşenlere ayırarak yakınsama hipotezini incelemişlerdir. 1965-1990

dönemi için 57 ülke üzerinde yaptıkları analiz sonucunda, teknolojik değişimin kesinlikle nötr olmadığını ve teknolojik değişim veya teknolojik yakalamanın aksine, sermaye derinleşmesinin büyümeye katkıda bulunduğunu ortaya koymuşlardır.

Kneller ve Stevens (2003) 1960–1987 dönemine ilişkin olarak 82 ülke grubunu kapsayan çalışmalarında, stokastik sınır yöntemini, kullanarak toplam faktör verimliliği ayrıştırılmasını gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada sermaye ve emek olmak üzere 2 temel girdi değişkeni kullanılmıştır. Çalışmanın temel hipotezi Cobb Douglas üretim fonksiyonu ile translog üretim fonksiyonunu karşılaştırılmasıdır. Bu 2 modele ek olarak tahmin edilen 3. ve 4. modelde ise girdi olarak sermaye ile birlikte, beşerî sermaye ile düzeltilmiş emek kullanılmıştır. Çalışma translog üretim fonksiyonunun Cobb Douglas üretim fonksiyonunu kapsadığını ve daha kullanışlı olduğunu ifade etmektedir. Cobb-Douglas üretim fonksiyonu yerine translog üretim fonksiyonunun kullanılması, ortalama ve medyan etkinlik seviyelerini yaklaşık %1,5 oranında arttırmıştır. Fakat emek yerine beşerî sermaye ile düzeltilmiş emek değişkeni kullanıldığında, üretim fonksiyonları arasındaki farkın kapandığını görmüşlerdir.

Limam ve Miller (2004) 80 gelişmiş ve gelişmekte olan ülke için stokastik sınır üretim fonksiyonu tahmin ederek ve çıktı değişimini faktör birikimi, toplam faktör verimliliği artışı ve üretim faktörlerinin iyileştirmesine ayrıştırarak, ülkeler arası ekonomik büyüme modellerini incelemişlerdir. 1960-89 dönemini kapsayan çalışmada, ülkeler büyük ölçüde coğrafi konumlarına göre beş alt gruba ayrılmıştır. Bu beş bölge sırasıyla Afrika (23 ülke), Latin Amerika (18 ülke), Doğu Asya (9 ülke), Güney Asya (7 ülke) ve Batı (23 ülke) olmaktadır. Çalışmada faktör büyümesinin, (özellikle sermaye birikimi) çıktı büyümesini açıklamada faktörlerin kalitesinin artmasından veya toplam faktör verimliliği artışından daha çok önemli olduğunu ampirik olarak ortaya konulmuştur. Sermayenin kalitesi, tüm gruplarda çıktı büyümesini olumlu ve önemli ölçüde etkilemiştir. Bununla birlikte, işgücü kalitesi Afrika, Doğu Asya ve Batı'daki çıktı artışı üzerinde olumlu ve önemli bir etkiye sahip olurken, Latin Amerika ve Güney Asya'da ise olumsuz ve önemli bir etkiye sahip olmuştur.

Henderson ve Russell (2005) parametrik olmayan üretim sınırı yöntemlerini kullanarak, emek verimliliği artışını teknolojik değişime, teknolojik yetismeye ve fiziksel ve beşerî sermaye birikimine atfedilebilen bileşenlere ayrıştırmaktadır. Çalışma Kumar ve Russell (2002) çalışmasını temel alarak, büyüme muhasebesi analizine beşerî sermayesi dahil etmiştir. 1965-1990 dönemini kapsayan bu çalışmada 52 ülke üzerinde Kumar ve Russell (2002) gibi veri zarflama analizini kullanmıştır. Çalışmada elde edilen bulguların başında, verimlilik artışının fiziksel ve beşerî sermaye birikiminden kaynakladığı gelmektedir. Fakat, Kumar ve Russell (2002) tarafından fiziki sermaye birikimine atfedilen ortalama verimlilik artışının yaklaşık üçte birinin, aslında beşerî sermaye birikiminden kaynakladığı saptanmıştır. Bununla birlikte, Kumar ve Russell (2002) tarafından ortaya konan sermaye-yoğun teknolojik değişimin varlığı, beşerî sermaye birikiminin modele dahil edilmesi ile de doğrulanmıştır.

Kumbhakar ve Wang (2005) TFFV ayrıştırması gerçekleştirerek, yakalama etkisini ve teknolojik değişim etkisini incelemek için Kumar ve Russell (2002)'in aksine, stokastik sınır analizi yöntemini kullanmışlardır. Kumbhakar ve Wang (2005) 82 ülkeyi ve 1960-1987 yıllarını kapsayan çalışmalarında, translog üretim sınır fonksiyonu aracılığıyla, dünya üretim fonksiyonunu tahmin ederken, ülke heterojenliğini dikkate alarak ampirik çalışma yapılması gerekliliğini vurgulamışlardır. Ayrıca, yazarlar ülke heterojenliğinin göz ardı edilmesi durumunda, tahmin sonuçlarının yakalama oranını küçümseme ve teknik değişimi ise abartma eğiliminde olacağına dikkat çekmişlerdir.

Kim ve Lee (2006) 1965 ile 1990 arasındaki dönemde, 49 ülke için stokastik sınır analizi ile toplam faktör verimliliği artışını teknik değişim ve teknik etkinlik değişikliği olarak ayırtmışlardır. Translog üretim fonksiyonu tercih edilen modelde, emek ve sermaye olmak üzere, 2 üretim girdisi kullanılmıştır. Çalışmada ampirik olarak, verimlilik artışının esas olarak teknik ilerleme tarafından yönlendirilmesine rağmen, teknik etkinlikteki değişikliklerin de verimlilik artışı üzerinde önemli ve olumlu etkisi olduğuna ulaşmışlardır. Doğu Asya ülkelerinin teknik etkinlik kazanımlarının, diğer ülkelerden çok daha hızlı olması nedeniyle, TFFV büyümesinde tüm dünyaya öncülük ettiğini söylemişlerdir. Ayrıca, 1980'lerin sonundan sonra, Doğu Asya ülkeleri G-6 ülkelerine benzer şekilde hızlı bir teknik ilerlemeye ulaşmıştır.

Salinas-Jiménez vd. (2006) 1980 ve 1997 yılları arasında AB'de emek verimliliğindeki büyümeyi ve yakınsamayı analiz etmiştir. Üretim sınırı yaklaşımı benimseyerek, emek verimliliği artışını, etkinlik değişimine, teknolojik ilerlemeye ve sermaye birikimine ayırarak Avrupa ekonomileri arasında işgücü verimliliği artışı ve yakınsama süreçlerini yönlendiren temel faktörlerin, fiziksel ve beşerî sermaye birikimi olduğu ortaya koymuşlardır. Bu bulgular, Avrupa uyum ve kalkınma politikalarıyla örtüşmektedir.

Sharma vd. (2007) TFFV büyümesinin kaynaklarını teknolojik ilerlemeye, teknik etkinlikteki değişikliklere ve ölçek ekonomilerindeki değişikliklere ayırtmak için, 1977-2000 dönemi boyunca ABD' nin alt 48 eyaletine stokastik sınır üretim modelini kullanmıştır. Çalışma, hem teknolojik ilerlemenin TFFV büyümesinin çoğunluğunu oluşturduğunu, hem de teknik etkinlik değişimlerinin TFFV büyümesindeki değişimi açıkladığı ortaya konulmuştur.

Li ve Liu (2010) reform sonrası Çin ekonomisindeki 30 eyalette çıktı büyümesinin ayrışmasının teorik temelini incelemiştir. 1985-2006 dönemini kapsayan çalışmada ekonomik büyüme; girdi büyümesi, ölçek etkisi, teknik ilerleme ve teknik etkinlikteki büyüme olarak 4'e ayırmıştır. Bu ayrıştırma sonucu elde edilen son üç bileşeni, TFFV büyümesi olarak ifade edilmiştir. Maksimum olabilirlik tahmin yönteminin kullanıldığı bu çalışma, stokastik sınır analizi yöntemi ile, translog üretim fonksiyonu tahmin edilmiştir. Ampirik sonuçlar çıktı performansı için üç girdi faktöründe (fiziksel sermaye, emek ve beşerî sermayesi) gerekli olduğunu göstermiştir. Üç girdi arasında fiziki sermayenin, reform sonrası Çin'in ekonomik büyümede en önemli faktör olduğu görülmüştür. TFFV büyümesinin üç kaynağı göz önüne alındığında, en büyük katkıyı teknolojik

ilerleme vermiştir. Ayrıca çalışmaya konu olan dönemde ölçek etkisinin katkısı da düzenli olarak artmıştır.

Pires ve Garcia (2012) 1950-2000 döneminde 75 ülkeden oluşan bir örneklem için stokastik sınır analizi yöntemiyle tahmin ettikleri dünya üretim sınırı üzerinden “Bauer-Kumbhakar” ayrıştırması yaparak, TFV’i teknik etkinlik, tahsis etkinliği, ölçek etkileri ve teknolojik değişiklik olmak üzere 4’e ayırarak incelemişlerdir. Tahsis etkinliği teknik etkinliği artıran en önemli faktör olurken, toplam verimlilik artışlarının hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerin ekonomik büyümesine yön verdiği görülmüştür. 1990-2000 dönemi için ortalama değerler dikkate alındığında, teknolojik ilerleme alanında en üst sıralarda Japonya, Amerika Birleşik Devletleri, Almanya ve Fransa yer alırken, en alttaki ülkeler arasında teknolojik bilgi eksikliğiyle bilenen Afrika ülkelerinin bulunduğu anlaşılmıştır. Teknik etkinliklerini artırarak, en çok teknolojik yakalamayı gerçekleştiren ülkeler, Tayland, Kenya, Japonya, İzlanda, Norveç, Jamaika ve Güney Kore olmuştur. Yazarlar, beşer yıllık veriler ile kurulan ilk modele alternatif olarak, aynı yöntemle 1970-2000 yılları arasında 36 ülke üzerinde ikinci bir analizi yürütmüşlerdir. Bu veri setinde de Japonya toplam faktör verimliliği artışında başı çekmiştir. Japonya’yı sırasıyla Avusturya, Fransa, Norveç, İsviçre ve ABD izlemiştir. Veri setinde bulunan OECD ülkeleri, genellikle üst sıralarda bulunmasına karşın, Yunanistan ve Türkiye, bu süre içinde negatif verimlilik artışı olan OECD ülkeleri olmuştur. Meksika, Kosta Rika ve Şili’nin de verimlilikte düşüş yaşadığı gözlenmiştir.

Afonso ve St. Aubyn (2013) çalışmalarında veri zarflama analizini kullanarak toplam faktör verimliliğini, teknik etkinlik ve teknolojik sınır değişkenine ayırmışlardır. 1970, 1980, 1990 ve 2000 yılları için OECD ülkeleri üzerinde yatay kesit analizi yapmışlardır. Makroekonomik üretim fonksiyonunu bir üretim olasılığı sınırı ile değiştiren çalışmada, 3 girdili (beşerî sermaye, işçi başına kamu fiziki sermayesi ve işçi başına özel fiziki sermaye) ve bir çıktılı (işçi başına GSYH) model kurulmuştur. Çalışmanın temel yöntemi veri zarflama analizi olmasına karşın, yazarlar stokastik sınır analizini de kullanarak, yöntemsel olarak robust(sağlam) bir uygulama yapmışlardır. Yazarlar, ampirik sonuçların özel sermaye büyümesi için önemli olduğunu ve çıktı birikimine önemli ölçüde katkıda bulunduğunu ortaya koymuşlardır. Ayrıca, çalışma da kamu ve beşerî sermayenin katkıları genellikle pozitif olarak tahmin edilmiştir.

Shahabinejad vd. (2013) 2000-2010 yılları arasında 44 Asya ülkesinin zaman serisi verileriyle Stokastik Sınır Analizi yöntemini kullanarak TFV büyümesini ve bileşenlerini analiz etmiştir. Battese ve Coelli (1992)’nin yaklaşımının kullanıldığı bu çalışma, TFV’i teknik etkinlik değişikliği ve teknik değişiklik olarak ikiye ayırmıştır. Çalışmanın sonuçları pozitif verimlilik artışı olan ülkeler ve negatif verimlilik artışı olan ülkeler olmak üzere, verimlilik artışı açısından iki grup ülke olduğunu göstermiştir. Japonya önemli teknik ilerlemenin bir sonucu olarak, ortalama %2,55’lik bir büyüme ile diğer ülkeler arasında ilk sırada yer almıştır. Türkiye 44 ülke arasından TFV büyüme alanında yedinci, teknik ilerleme alanında on ikinci, teknik etkinlik alanında ise Suudi Arabistan ve Kuveyt ülkelerini takiben üçüncü olmuştur.

Daştan ve Çalmaşur (2014) Avrupa Birliği'ne üye veya aday olan 34 ülkeyi, 1995-2012 dönemi kapsayan zaman aralığında, toplam faktör verimliliği açısından analiz etmişlerdir. Çalışma veri zarflama analizi yöntemiyle, ülkelerin toplam faktör verimlilikleri ve bileşenlerini detaylı olarak analiz etmiştir. İlgili zaman döneminde, tüm ülkelerin toplam faktör verimliliğinde bir azalış olduğu ve bunun en temel nedeninin ise teknik etkinliklerindeki azalışlar olduğu tespit edilmiştir.

Elgin ve Çakır (2015) TFV büyümesini teknolojik ilerleme, ölçek etkisi ve teknik etkinlik değişimi olmak üzere üç bileşene ayırmak için stokastik sınır analizini kullanmıştır. TFV ayrıştırılmasını takiben, TFV büyümesinin teknolojik ilerleme bileşenini, 1960'dan 2009'a kadar 160 ülkeden gelen verileri kullanarak, çeşitli bilimsel ve teknolojik göstergelerle birlikte analiz etmişlerdir. Yapılan kapsamlı bir panel veri analizi sonucu, TFV büyümesinin teknolojik ilerleme bileşeninin, gerçek bilimsel ve teknolojik ilerlemenin belirli boyutlarını uygun şekilde yansıttığını tespit etmişlerdir. Ancak, bu sonucun farklı ekonometrik özelliklere ve varsayımlara duyarlı olduğunu da ifade etmişlerdir.

Deliktaş ve Gürel Günal (2016) veri zarflama analizini kullanarak, 1991-2011 dönemi boyunca, düşük gelirli, üst-orta gelirli ve yüksek gelirli ülkeler için, girdi kullanım etkinliği ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemeye çalıştılar. Çalışmada girdi kullanım etkinliğini ölçmek için üretim teorisi çerçevesinde deterministik (Veri Zarflama Analizi, VZA) veya deterministik olmayan (Stokastik Sınır Analizi, SSA) yaklaşımları kullandılar. Düşük gelirli ülkeler grubunda girdileri en etkin kullanan ülke Fas olurken, üst orta gelirli ülkeler grubunda girdileri en etkin kullanan ülke Türkiye olmuştur. Yüksek gelirli ülkeler grubunda ise Norveç, İsveç ve İsviçre girdileri en etkin kullanan ülkeler olmuştur. Genel olarak, yüksek gelirli ülkelerin girdi kullanım etkinliği düşük gelirli ve üst orta gelirli ülkelere göre daha yüksek olmuştur. 1991-2011 döneminde düşük gelirli ülkelere teknolojiye hafif bir ilerleme mevcutken etkinlikte bir düşüş yaşanmıştır. Aynı dönemde, orta-üst gelirli ülkelere teknoloji ve etkinlikte ilerleme yaşanmaktadır. Ancak, teknolojik gelişme olmasına rağmen, ekonomik büyüme ile teknolojik gelişme arasındaki korelasyon katsayısı negatiftir. Bu durumun nedeni, üretimin teknolojik değişimden çok girdi miktarına dayalı yapısından kaynaklanmıştır. Çünkü, emek ve sermaye miktarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisi, orta-üst ülkelere nispeten daha yüksek çıkmıştır.

Mastromarco vd. (2016) 1970–2010 yılları arasındaki 26 OECD ülkesinden oluşan bir veri setini kullanarak, üretim teknolojisi parametrelerini ve ilgili ülkelerin ilgili etkinlik sıralamasını tahmin ettiler. Yazarlar stokastik sınır analizi kullanırken, alternatif tahmin yöntemlerini (sabit etkiler, havuzlanmış ortak ilişkili etkiler ve interaktif sabit etkiler) kullandılar. Teknik etkinlik sıralamasının en üstünde Kuzey Amerika Ülkeleri (Kanada ve ABD) ve Kuzey Avrupa Ülkelerinin çoğu yer alırken, en az etkin ülkeler Türkiye, Kore, Portekiz ve Şili olmuştur. Bu bulgular genel olarak en iyi performans gösteren ülkelerin, yüksek gelirli gelişmiş ülkeler olduğu hipotezini doğrulamıştır. Ayrıca bu çalışmada, benzer teknoloji düzeyine sahip ülkelerin, yeni teknolojik gelişmeleri kolayca taklit edip iyileştirebilmeleri sebebiyle, yeni teknolojilerin yayılmasını daha

etkin kullanma olasılıklarının yüksek olduğu ifade edilmiştir. Son olarak ilgili dönemde ülkelerin teknik etkinlik değerleri Kanada, Meksika ve Yeni Zelanda hariç, çoğunlukla artmıştır.

De la Fuente- Mella vd. (2020) 2003-2012 döneminde, OECD'ye üye 34 ülke için, ekonomik kalkınma kaynak donanımlarının etkin kullanımlarını analiz etmiştir. Üretim girdisi olarak işgücü, ulusal tasarruf, brüt sermaye oluşumu ve elektrik tüketimi kullanılan çalışmada, Cobb-Douglas üretim fonksiyonunu ve trans-logaritmik fonksiyonel formu kullanarak, ekonometrik panel veri modellemesi ve stokastik sınır analizini yaptılar. Ampirik sonuçlar tüm OECD ekonomilerinde etkinliksizlik tespit edildiğini göstermiştir. Bu durum gelişmiş ekonomilerin bile büyümek için yeterli alana sahip olduğunu göstermiştir. Daha düşük etkinlik sıralamasına sahip ülkelerin, mevcut üretken faktörlerinin kombinasyonu dikkate alındığında, etkinliklerini artırma konusunda çok daha büyük bir potansiyele sahip olduğu görülmüştür. Cobb-Douglas fonksiyonel formuna göre en yüksek etkinliğe sahip ülke ABD olurken, onu İngiltere, Fransa, İtalya ve Almanya izlemiştir. İzlanda ise 34 ekonomi arasında en düşük etkinlik seviyesine sahip olmuştur. Sonuçlara göre, gelişmiş ekonomiler gelişen ekonomilerden daha etkin çıkmıştır. Bu sonuçlar hem literatür ile hem de yazarların beklentileri ile uyumludur.

Hou vd. (2020) Üretimdeki teknolojik değişimi 1991- 2014 döneminde 16 ülke üzerinde üç girdi faktörü (sermaye, emek ve enerji) ile makro düzeyde değerlendirmek için, Stokastik Sınır Analizi yardımıyla analiz etmiştir. Yazarlar, teknolojik değişimin diğer ana girdilerden daha fazla enerjiye yönelik olduğuna dair makro düzeydeki çalışmaları temel alarak, enerji tüketimini üretim girdisi olarak değerlendirmiştir. Örnek ülkelerinde toplam faktör verimliliğindeki büyüme, teknik etkinlik ve ölçek etkisinden ziyade, çoğunlukla teknolojik ilerlemeye bağlı çıkmıştır. Modelde üç girdi faktörü arasında emeğin çıktı esnekliği en yüksek olurken, onu enerji izlemiş, sermayenin çıktı esnekliği ise üç girdi faktörü arasında en düşük çıkmıştır. Yazarlara göre bu bulgular, çağdaş dünyanın ekonomik büyümesinin esas olarak sermaye birikimi tarafından yönlendirildiği aşamayı çoktan geçmiş olduğu anlamına gelmektedir. Emek, üretimi artırmada merkezi bir rol oynarken, ekonomi de giderek daha fazla enerji kullanımına bağımlı hale gelmiştir. Ayrıca, çalışmada örneklemdaki 16 ülke için teknolojik değişim ile faktör yanlılığı endeksi oluşturulmuştur. 16 ülkenin genel eğilimi teknolojik değişimin en çok enerji yanlı olmasıdır. Her ne kadar farklı ülkeler, farklı teknolojik değişim yanlılıkları gösterse bile, teknolojik değişim genellikle emekten ziyade enerji yanlı olmaktadır. Bu durum, teknolojik değişimin yenilenebilir olmayan girdilere göre, yenilenemez girdilere daha yatkın olduğunun kanıtı olmaktadır. Örnekleme dönemi boyunca, sapma (bias yanlı) için ana eğilim sermaye < emek < enerji şeklindedir ve bu sıranın yakın gelecekte devam etmesi muhtemeldir.

Malik ve Masood (2021) Orta Doğu ve Kuzey Afrika (MENA) Ülkelerinden oluşan bir panel için, stokastik bir sınır üretim fonksiyonu tahmin ederek, çıktı ve toplam faktör verimliliğini (TFV) teknik değişim, teknik etkinlik ve ölçek verimliliğine ayırıştırarak incelemişlerdir. Çalışma, 14 ülke için verilerin mevcut olduğu 1970-2016 arasındaki dönemi kapsamaktadır. Ampirik bulgular, MENA bölgesindeki üretim artışının ana itici gücünün faktör birikimi olduğunu ortaya koymuştur. Bununla

birlikte, TFV büyümesi; çıktı büyümesine daha fazla katkı sağlamıştır. Örneklemdeki her ülke için toplam faktör verimliliği değişimi, teknik ilerleme, teknik etkinlik ve ölçek etkinliğinin toplamı olarak ortaya çıkmıştır. TFV'de zaman içinde yıllık ortalama %0,8462'lik artış olmuştur. Hesaplanan değer 1970-2016 genel örneklem dönemi için hesaplanan ortalamadır. Bu sonuçlara göre, ülkeler toplam çıktı seviyelerini, girdi seviyesini artırmadan, ortalama %16 daha fazla artabilecek durumdadır. Teknik etkinlikte pozitif büyüme, ülkelerin sınır çıktı düzeyine doğru ilerlediğini göstermektedir. Fakat diğer taraftan, teknik ilerlemenin TFV büyümesi üzerinde olumsuz bir etkisi gözlemlenmektedir. Örneklem, petrol zengini ülkeler ve petrol zengini dışındaki ülkeler olarak ikiye ayrıldığında, petrol zengini ülkeler teknik ilerlemenin olumsuz etkilerini yaşarken, petrol zengini olmayan ülkeler teknik ilerleme kaydetmişlerdir. Ayrıca ölçek etkinliğinin TFV büyümesi üzerinde olumlu ancak küçük bir etkisi olduğu görülmüştür.

Yiğiteli ve Öztürk (2021) 1970-2017 dönemini 28 OECD ülke üzerinden incelemiştir. Yazarlar Stokastik sınır analizi yöntemini ve Gerçek Sabit Etkiler ve Gerçek Rastgele Etkiler modelleri kullanarak, TFV ayrıştırılmasını yapmışlardır. Çalışmada üretim girdisi olarak emek ve sermaye kullanılmıştır. Sermaye verisi olarak Penn World Table tarafından yayınlanan fiziki sermaye stoku, emek verisi olarak ise istihdam, beşerî sermaye endeksi ve ortalama yıllık çalışma saati serilerinin çarpımıyla elde edilen bir seri kullanılmıştır. Çalışma da İrlanda, ABD, Kore, Norveç, İsveç, İsrail, İngiltere ve İzlanda zaman içerisinde üretim sınırlarına en çok yaklaşan ülkeler olurken, İspanya, Şili, İtalya, Portekiz, Yunanistan ise üretim sınırından uzaklaşarak mevcut teknolojilerini etkin kullanamamışlardır.

Tablo 4'te toplam faktör verimliliği ayrıştırılması ile ilgili derlenmiş literatüre yer verilmiştir.

Tablo 4: Toplam Faktör Verimliliği Ayrıştırılması (Sınır Analizi)

Yazarlar	Dönem	Ülke Grubu	Yöntem	Üretim Fonksiyonu	Girdi Değişkenleri
Färe vd. (1994)	1979-1988	17 OECD ülkesi	VZA		Emek (İstihdam) ve Sermaye Stoku
Osiewalski vd. (1997)	1980-1990	20 Batı ülkesi, Polonya ve Yugoslavya	SSA	Translog	Sermaye Stoku, İşgücü
Koop vd. (1999)	1979-1988	17 OECD ülkesi	Bayesian SSA	Translog	Emek (İstihdam) ve Sermaye (işçi başına sermaye stoku)
Koop vd. (2000a)	1980-1990	22 Ülke	Bayesian SSA	Translog	Emek (İstihdam) ve Sermaye Stoku
Kumar ve Russell (2002)	1965-1990	52 ülke	VZA		Emek (İşgücü) ve Sermaye Stoku
Kneller & Stevens (2003)	1960-1987	82 ülke	SSA, BC95	Cobb-Douglas, Translog	Sermaye Stoku ve Emek (İşgücü*Beşeri Sermaye)
Limam ve Miller (2004)	1960-1989	80 ülke	SSA, BC92	Cobb-Douglas	Emek (İşgücü) ve Sermaye Stoku
Kök ve Deliktaş (2004)	1991- 2002	47 ülke	VZA		Emek (İşgücü) ve Sermaye Stoku
Henderson ve Russell (2005)	1965-1990	52 ülke	VZA		Sermaye Stoku, Emek (İşgücü), Beşeri Sermaye
Kumbhakar ve Wang (2005)	1960-1987	82 ülke	SSA	Cobb-Douglas, Translog	Sermaye Stoku ve Emek (İşgücü*Beşeri Sermaye)
Kim ve Lee (2006)	1965-1990	49 ülke	SSA	Translog	Sermaye ve Emek
Sharma vd. (2007)	1977-2000	ABD'deki 48 eyalet	SSA	Translog	Emek (Toplam Özel İstihdam) ve Sermaye Stoku
Li ve Liu (2010)	1985–2006	Çin'deki 30 eyalet	SSA	Translog	Fiziksel Sermaye, Emek ve Beşeri Sermayesi

Tablo 4: (devamı)

Yazarlar	Dönem	Ülke Grubu	Yöntem	Üretim Fonksiyonu	Girdi Değişkenleri
Pires ve Garcia (2012)	1950	75 ülke	SSA, BC92	Translog	Emek (İşgücü) ve Sermaye Stoku
Afonso ve St. Aubyn (2013)	1970,1980, 1990,2000	19 OECD Ülkesi	VZA		Beşerî Sermaye, İşçi Başına Kamu Fiziki Sermayesi ve İşçi Başına Özel Fiziki Sermaye
Shahabinejad vd. (2013)	1972-2010	44 Asya Ülkesi	SSA, BC92	Translog	Emek (İşgücü) ve Sermaye Stoku
Daştan ve Çalmaşur (2014)	1995-2012	34 AB'ye üye ve aday	Malmquist TFV, VZA		Emek (İşgücü) ve Sermaye Stoku
Elgin ve Çakır (2015)	1960- 2009	169 ülke	SSA, TFE	Translog	Emek (İşgücü) ve Sermaye Stoku
Deliktas ve Gürel Günel (2016)	1991-2011	8 düşük, 8 orta üst, 20 yüksek gelirli	VZA		GSYH, Sermaye Stoku, İşgücü, Enerji
Mastromarco vd. (2016)	1970–2010	26 OECD ülkesi	SSA	Cobb-Douglas,	Emek (İşgücü) ve Sermaye Stoku
De la Fuente-Mella vd. (2020)	2003-2012	34 OECD Ülkesi	SSA	Cobb-Douglas, Translog	Çalışan İşgücü, Brüt Tasarruf, Brüt Sermaye Oluşumu, Elektrik Tüketimi
Hou vd. (2020)	1991-2014	16 Ülke	SSA	Translog	Sermaye, Emek ve Enerji
Malik ve Masood (2021)	1970-2016	14 MENA ülkesi	SSA, TFE	Translog	Sermaye Stoku, Emek (İşgücü), Beşerî Sermaye
Yiğiteli ve Öztürk (2021)	1970-2017	28 OECD ülkesi	SSA, TRE, TFE	Translog	Sermaye Stoku, İşgücü (İşgücü*Beşerî Sermaye* Ortalama Çalışma Saati)
SSA: Stokastik Sınır Analiz, VZA: Veri Zarflama Analizi, TRE: True Random Effect (Sabit Gerçek Etki), TFE: True Fixed Effect (Sabit Rastgele Etki), BC92: Batteli ve Coelli (1992), BC95: Batteli ve Coelli (1995)					

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

3.4. Teknik Etkinliği Etkileyen Faktörler

Toplam Faktör verimliliği ayrıştırılması literatürünü takiben, teknik etkinliği etkileyen faktörlerin başında üretim teknolojisi (fonksiyonu) gelmektedir. Üretim teknolojisinin yanı sıra, beşerî sermaye, ticari açıklık, yenilik kapasitesi, doğrudan yabancı yatırımlar ve kurumsal faktörler teknik etkinlik artışında önemli rol oynamaktadır.

Adkins vd. (2002) stokastik üretim sınırını ve geniş bir ülke kümesi için etkinsizliğin kaynaklarını tahmin ettikleri çalışmada, Battese ve Coelli (1995) tarafından önerilen stokastik sınır analizi yöntemini kullanmışlardır. Bu çalışma da 2 farklı veriseti ve model mevcuttur. Her iki modelde de etkinsizlik faktörü olarak beşerî sermaye (15 yaşın üzerindeki çalışma çağındaki nüfusta ortalama toplam eğitim yılı sayısı), Freedom House tarafından yayınlanan sivil özgürlükler ve siyasi hakları değişkenleri ve yüksek gelirli ekonomiler ile düşük ve orta gelirli ekonomileri ayırmak için kukla değişkeni kullanılmıştır. 73 ülke grubundan oluşan ve 1975, 1980, 1985, 1990 yıllarını kapsayan 1. Model ile, 76 ülke grubundan oluşan ve 1975, 1980, 1985 yıllarını kapsayan 2. Model arasındaki temel farklılık, etkinsizlik faktörü olarak farklı ekonomik özgürlük serileri kullanılmasıdır. 1. modelde yazarlar, ekonomik özgürlüğün temel unsurlarının kişisel tercih, özel mülkiyetin korunması ve değişim özgürlüğü olduğu varsayımına dayalı olarak, ekonomik özgürlük endeksleri oluşturmuşlardır. Endeks yedi ana alanda gruplandırılmış 21 değişkenden oluşmaktadır. Yedi ana alan sırasıyla (1) hükümetin büyüklüğü, (2) ekonomik yapı ve piyasaların kullanımı, (3) para politikası ve fiyat istikrarı, (4) alternatif para birimleri kullanma özgürlüğü, (5) yabancılarla özel ticaretin yasal yapısı ve güvenliği, (6) yabancılarla ticaret yapma özgürlüğü ve (7) sermaye değişim özgürlüğüdür. 2. modelde kullanılan endeks ise üç ana alanda gruplandırılmış 17 değişkenden oluşmaktadır. Bu alanlar sırasıyla para ve enflasyon, hükümet operasyonları ve düzenlemeleri, vergilendirme ve uluslararası ticaret kısıtlamasıdır. Beşerî yıllık veriler (1975,1980,1985,1990) kullanılarak yapılan çalışmada ekonomik özgürlüğün ve beşerî sermayenin TFV'nin teknik etkinliği kısmını artırdığı gözlemlenmiştir. Bu çalışmada gelişmiş ülkelerin üretim sınırına daha yakın olduğu ve beşerî sermaye ile ekonomik özgürlüğün teknik etkinsizliği azalttığı vurgulanmaktadır. Ayrıca siyasi hakların ve sivil özgürlüklerin teknik etkinsizlik ile ilgili olmadığını vurgulamışlar ve istatistiksel olarak tespit etmişlerdir.

Deliktaş ve Balcılar (2005) piyasaya dayalı bir ekonomiye geçişin ekonomik verimliliği, teknik ilerlemeyi ve toplam faktör verimliliğini artırıp artırmadığını görmek için, Doğu Avrupa, Baltık Ülkeleri ve eski Sovyetler Birliği Cumhuriyetleri için stokastik sınır analizini kullanarak, verimlilik ölçümlerini tahmin etmişlerdir. Emek ve sermaye olmak üzere, iki üretim girdili translog üretim fonksiyonunun kullanıldığı bu çalışmada, teknik etkinlik değerlerinin bağımsız değişkenler olarak ele alan Battelli ve Coelli (1995) modelini kullanmışlardır. 1991–2000 dönemini ve 130 ülkeyi kapsayan çalışmada, 25 geçiş ekonomisi için ortalama yıllık etkinlik düzeyinin 0,548 ve teknik etkinlikteki ortalama yıllık büyüme oranının yüzde 1,8 olduğu tespit edilmiştir. İlgili dönemde, geçiş ekonomilerinde yıllık ortalama teknik değişiminin ise yüzde –4,3 olduğu ampirik olarak saptanmıştır. Yazarlar, stokastik sınır analizi yönteminin sonuçlarının sağlamlığını değerlendirmek

için, aynı veri setini üzerinde, VZA yöntemini kullanarak teknik etkinlik, teknik değişiklik ve toplam faktör verimliliğini tahmin etmişlerdir. Bu VZA tahmin sonuçları, SSA tarafından elde edilen sonuçlarla büyük ölçüde doğrulanmıştır. Ayrıca çalışmada yazarlar, etkinsizlik kaynaklarının incelenmesinin önemli olduğuna dikkat çekmişlerdir. Fakat, eşzamanlı olarak tahmin edecekleri teknik etkinsizlik değerini, etkilediklerini düşündükleri değişkenlerin çoğunun 130 ülkenin tamamı için mevcut olmaması sebebiyle gerçekleştirmeyip alternatif bir yol izlemişlerdir. 25 geçiş ekonomi ülkesi için VZA'dan elde ettikleri etkinsizlik tahminlerini, teknik etkinsizlik değerini etkiledikleri düşündükleri değişkenlerle, regresyon analizine tabi tutmuşlardır. Sosyoekonomik, demografik, bölgesel ve çevresel faktörler bunlar arasında etkinlik farklılıkları yaratan ülkeye özgü etkiler olarak kabul edilmiştir.

Iyer vd (2008) stokastik sınır yaklaşımını kullanarak 1982-2000 yılları arasında 20 OECD ülkesinden oluşan bir örneklem için uluslararası ticaretin ve çeşitli yabancı yatırım biçimlerinin teknik etkinlik üzerindeki etkisini ölçmüşlerdir. Bu çalışmada geleneksel iki aşamalı yaklaşım yerine, teknik etkinliğin belirleyicilerinin incelenmesini mümkün kılan tek aşamalı bir yaklaşım olan Battese ve Coelli (1995) yöntemini kullanmışlardır. Sermaye, emek, beşerî sermaye ve yerli Ar-Ge stoku olmak üzere 4 üretim girdisi kabul edilen çalışmada, doğrudan yabancı yatırım girişleri, doğrudan yabancı yatırım çıkışları, yabancı portföy yatırım girişleri, yabancı portföy yatırımı çıkışları, diğer yabancı yatırım girişleri, diğer yabancı yatırım çıkışları, ticari açıklık, beşerî sermaye, finansal pazar gelişimi, göreceli Ar-Ge stoku etkinsizlik değişkenleri olarak ele alınmıştır. Çalışmada ticaret ve tüm yabancı yatırım girişlerinin etkinsizliği azalttığı, DYY çıkışlarının ise etkinsizliği artırdığı ampirik olarak bulunmuştur. Sonuç olarak yazarlar, yabancı yatırımdan kaynaklanan dışsallıkların, ev sahibi ekonomilerin özümseme kapasitesine bağlı olduğunu vurgulamışlardır.

Henry vd. (2009) eş zamanlı olarak gelişmekte olan ülkelerin üretim sınırlarının belirleyicilerini ve bu ülkelerin mevcut kaynakları ve teknolojiyi kullanmadaki etkinliğini incelemişlerdir. Çalışma da 1970-1998 döneminde 57 gelişmekte olan ülke için üretim sınırını modellemek ve ülkeler arası etkinlik seviyelerini tespit etmek için, stokastik sınır analizi yöntemini kullanmışlardır. Sermaye (K), emek (L), beşerî sermaye (H) ve yabancı teknik bilgi stoku (Ar-Ge) olmak üzere, dört girdili translog üretim fonksiyonu tahmin edilen çalışmada, Battese ve Coelli (1995) modeli kullanılmıştır. Üretim girdisi olarak kullanılan Ar-Ge serisi, yazar tarafından oluşturulmuştur. Bu seri on beş gelişmiş ülkenin kümülatif Ar-Ge stoku ile gelişmekte olan ülkelerin, gelişmiş ülkelere yaptıkları makine ithalatlarının, bu ülkelerin GSYH'sine oranıyla ağırlıklandırılması ile elde edilmiştir. Modelde etkinsizlik faktörleri olarak tarımın GSYİH içindeki payını % oranı, Sachs-Warner ticari açıklık endeksini, makine ithalatını almıştır. Çalışmaya konu olan ülkenin tropikal iklimle sahip olup olmadığının gösteren kukla değişkeni yer almaktadır. Çalışma ticaret hacminin ve ticaret politikasının hem üretim sınırını artırdığı (teknolojik gelişim), hem de teknik etkinlik artışı sağlayarak üretim sınırına yaklaşmayı (teknolojik yakalama) mümkün kıldığı ortaya konulmuştur.

Mastromarco ve Ghosh (2009) teknoloji yayılımının gerçekleştiği üç temel kanaldan (doğrudan yabancı yatırım, makine ve teçhizat ithalatı ve araştırma ve geliştirme harcamalarının ithalatı) hangisi veya hangilerinin gelişmekte olan ülkelerin toplam faktör verimliliğini etkilediğini araştırmak için stokastik sınır analizi yöntemini kullanmıştır. 1960-2000 dönemini ve 57 gelişmekte olan ülkeyi kapsayan bu çalışmada, emek (işgücü) ve sermaye (fiziksel sermaye stoku) olmak üzere iki girdili tam translog üretim fonksiyonunu kullanmışlardır. Çalışmada makine ve teçhizat ithalatı, araştırma ve geliştirme harcamalarının ithalatı ve doğrudan yabancı yatırım değişkenlerinin yanı sıra beşerî sermaye ve beşerî sermayenin diğer üç değişken ile olan etkileşimli terimlerinin de etkisizliği azalttığı düşüncesi ile modele dahil edilmiştir. Kullanılan ithal Ar-Ge harcamalarını elde etmek için yazarlar Kneller ve Stevens (2006) prosedürünü takip ederek, toplam OECD Ar-Ge stoku, her ülke için toplam ithalata göre OECD ülkelerinden yapılan toplam ithalatla ağırlıklandırılmıştır. Kullanılan beşerî sermaye serisi ise Collins ve Bosworth'a (1996) ait olup, seri her bir ülke nüfusunun eğitim almış olan yüzdesinin ağırlıklı ortalamasıdır. Çalışmada ampirik olarak bütün değişkenlerin teknik etkinlik üzerinden toplam faktör verimliliğine anlamlı katkısı olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca beşerî sermayenin diğer değişkenler üzerinden de dolaylı bir şekilde teknik etkinliği etkilediği ifade edilmiştir.

Wijeweera vd. (2010) stokastik bir sınır modeli kullanarak ve 1997 ile 2004 yılları arasında 45 ülkeyi kapsayan panel verilerini kullanarak, DYY ile GSYH büyüme oranı arasındaki ilişkiyi tahmin etmişlerdir. Yazarlar etkisizlik değişkenleri ve trend terimleri dahil olmak üzere altı farklı model tahmin etmişlerdir. Fakat bu modeller arasından yalnızca iki etkisizlik modelini (sabit değerli ve sabit olmayan değerli) raporlamışlardır. Dört girdili (sermaye, emek, beşerî sermaye ve altyapı) bir translog üretim fonksiyonu kullanılan çalışmada, doğrudan yabancı yatırım girişi, dışa açıklık, yolsuzluk ve eğitim faktörleri teknik etkisizlik faktörü olarak değerlendirilmiştir. Çalışmada ampirik olarak translog modelinin, Cobb-Douglas modelinden daha uygun olduğu ortaya konulmuştur. Sermaye, emek ve beşerî sermaye katsayıları beklenen işaretlere sahip ve geleneksel seviyelerde istatistiksel olarak anlamlıdır. Altyapı beklenen işarete sahip olmakla birlikte, istatistiksel olarak anlamlı değildir. Çalışmada kullanılan ilk modelde doğrudan yabancı yatırım girişleri beklenen işarete sahip olmakla birlikte, istatistiksel olarak anlamlı değildir. İkinci modelde ise istatistiksel olarak anlamlı bir katsayı olmakla birlikte, beklenilenin tersi bir işarete sahiptir. Yazarlar bu sonuçların doğrudan yabancı yatırım girişlerinin ekonomik büyüme üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olmadığının altını çizmişlerdir. Çünkü modelde teknik etkisizlik faktörü olarak kullanılan DYY ve Eğitim'in etkileşimli terimi katsayısının negatif ve anlamlı olduğu gözlenmiştir. Açıklayıcı bir değişkenin katsayısının negatif işareti, modelde teknik etkinlik artışı gösterdiğinden, yüksek kaliteli eğitilmiş işgücü ile birlikte doğrudan yabancı yatırım girişleri hem teknik etkinliği hem de ekonomik büyümeyi artıracaktır. Dışa açıklık beklediği üzere teknik etkinliği artırarak, ekonomik büyümeye olumlu bir etkisi olduğu, her iki model tarafından da doğrulanmıştır. Ayrıca her iki modelde ev sahibi ülkede daha az yolsuzluğun olmasının GSYH'deki büyümeyi artıracığını göstermiştir.

Bos vd. (2010) çalışmalarında her ülkeye uyan tek bir politika önerilerinin aslında hiçbir ülkeyi fayda sağlamayacağı düşüncesinden hareketle, gelişmiş, gelişmekte olan ve yükselen ülke ekonomileri olmak üzere 3 ülke grubu oluşturmuşlardır. 77 ülkeden oluşan ve 1970-2000 yılları kapsayan verisetini kullanarak, yaptıkları gruplandırma işlemini literatürden farklı olarak, kullandıkları model ve analiz yardımıyla içsel olarak belirlemişlerdir. Stokastik sınır analizini kullanan yazarlar, ülkelerin büyüme deneyimlerindeki heterojenliği dikkate almak için, yaygın bir yaklaşım olan ülke sabit etkilerini veya dinamik panel veri analizinin yerine Latent sınıflama modelini benimsemişlerdir. Ülkeleri farklı gruplara ayırabilecek dört koşullandırma değişkeni, iktisadi büyüme literatürü doğrultusunda belirlemişlerdir. Bunlar sırasıyla beşerî sermaye, ticarete açıklık, finansal gelişme ve birincil sektör payı olmaktadır. Önerilen model, içsel olarak belirlenmiş üç rejimin her biri için teknik, etkinlik ve girdi değişikliğini tanımlamaktadır.

Bu çalışma etkinsizliğin tüm ülke gruplarında mevcut olduğunu ve ülkelerin tam verimli olarak üretim yapmadıklarını ampirik olarak ortaya koymuştur. Ayrıca birkaç ülke dışında, ülke grupları arasında geçiş söz konusu olmamakla birlikte, genellikle yükselen ekonomi ile gelişmiş ekonomi rejimleri arasında geçiş olduğu yazarlar tarafından vurgulanmıştır. Gelişmiş ülke rejimlerinde ekonomik büyüme, genel olarak faktör birikimine, özellikler sermayeye bağlı olurken, yükselen ülke rejimlerindeki büyümenin temel kaynağının (saf) teknik değişim olduğu, gelişmekte olan ülke rejiminde ise büyümenin hem (saf ve emek artırıcı) teknik değişim, hem de emek birikimine bağlı olduğunu ampirik olarak ortaya koymuşlardır. Ülkeleri farklı rejimlere ayıran koşullandırma değişkenlerinin etkileri, gelişmiş, gelişmekte olan ve yükselen ülke ekonomilerinin ülke rejimlerini birbirleriyle kıyaslanması ile ortaya konmuştur. Finansal gelişme, birincil sektör payı ve ticarete açıklık gelişmekte olan ülke rejimine dahil olmaya kıyasla, gelişmiş ülke rejimine dahil olma olasılığı üzerinde önemli bir etkiye sahip olmuştur. Beşerî sermaye, birincil sektör payı ve ticarete açıklık ise gelişmekte olan ülke rejimine dahil olmaya kıyasla, yükselen ülke rejimine dahil olma olasılığı üzerinde önemli bir etkiye sahip olmuştur.

Dimelis ve Papaioannou (2012) Bilgi İletişim Teknolojilerinin teknik etkinlik üzerindeki etkilerini, 1990–2005 döneminde seçilen 17 OECD ülkesinde (Avustralya, Avusturya, Belçika, Danimarka, Finlandiya, Fransa, Almanya, Yunanistan, İrlanda, İtalya, Japonya, Hollanda, Portekiz, İspanya) incelemişlerdir. Bu çalışmada teknik etkinsizlik fonksiyonu ile aynı anda stokastik bir üretim sınırı tahmin eden stokastik üretim sınırı yaklaşımı olan Battese ve Coelli (1995) modeli kullanılmıştır. Emek ve Sermaye olmak üzere iki girdili Cobb-Douglas üretim fonksiyonunun kullanıldığı bu çalışma, etkinsizlik faktörü olarak BİT, beşerî sermaye ve dışa açıklık faktörlerini modellemiştir. Ampirik sonuçlar, BİT'in GSYH içindeki payındaki artışın ülkeler arasındaki teknik etkinsizliğin azaltılmasına önemli ölçüde katkıda bulunduğunu göstermiştir. Özellikle BİT yatırımının GSYH içindeki payının iki katına çıkarılmasının, ortalama olarak, bir ülkenin teknik etkinsizlik düzeyini (ceteris paribus) yüzde 6 oranında azaltmaktadır. Bununla birlikte, hem beşerî sermayenin değişkeni, hem de uluslararası ticaret hacmi, teknik etkinsizliği önemli ölçüde azalttığı görülmüştür.

Wang ve Wong (2012) stokastik sınır analizi kullanarak yabancı araştırma ve geliştirmenin, (Ar-Ge) ithalat ve doğrudan yabancı yatırım yoluyla teknik etkinlik üzerindeki etkisi incelemişlerdir. 1986-2007 yılları arasında, 77 ülke verisi ve translog üretim fonksiyonu kullanılarak gerçekleştirilen analizde, fiziksel sermaye, emek (işgücü), beşerî sermaye olmak üzere 3 üretim girdisi kullanılmıştır. Beşerî sermaye olarak Barro ve Lee (2000) ve 15 yaşın üzerindeki toplam nüfusun ortalama orta öğretim yılları kullanılmıştır. Yazarlar ülke altyapısının, ticari açıklığın, kentleşmenin, siyasi istikrarın, yabancı yatırımıyla aktarılan bilgi stokunun ve ithalatla aktarılan bilgi stokunun, TFF'nin bir parçası olan teknik etkinlik üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Bununla birlikte çalışmada, beşerî sermayenin bilgi stoku üzerinden teknik etkinlik üzerindeki dolaylı etkisini de incelemişlerdir. Çalışma da ithalat ve doğrudan yabancı yatırımın teknik etkinliği artıran önemli uluslararası bilgi kanalları olduğu ifade edilmiştir.

Ghosh ve Mastromarco (2013) uluslararası ticaret, DYY ve göçün toplam faktör verimliliğini nasıl etkilediğini incelemek için stokastik sınır analizi kullanarak 24 OECD ülkesi ve 1993-2004 yıllarını kapsayan ampirik bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Emek ve sermaye olmak üzere, iki girdili translog üretim fonksiyonunun kullanıldığı çalışmada, ülkeye gelen DYY stoku, uluslararası ticaret (% GSYH), orta öğretim mezunu toplam işgücünün yüzdesi, yükseköğrenim mezunu işgücünün yüzdesi ve yabancı nüfusun girişi değişkenleri ise etkinsizlik faktörü olarak değerlendirilmiştir. Bu çalışma, literatürdeki mal piyasası, sermaye piyasası ve işgücü piyasasındaki değişimler aynı anda göz önünde bulundurarak, sınır ötesi ekonomik faaliyetlerin teknolojik sınıra yakınsamayı nasıl etkilediğini araştıran literatürdeki öncü çalışmalardan biridir. Çalışma beşerî sermaye birikiminde olduğu gibi, uluslararası ticaret ve DYY'nin de etkinsizliği azaltarak, verimliliği artıran önemli kanallar olduğunu, göçün ise beşerî sermaye açısından daha zengin ülkelerde etkinsizliği azalttığını göstermişlerdir.

Danquah vd. (2014) veri zarflama analizi yaklaşımını ve Bayezyan Model Ortalaması tekniği kullanarak TFF belirleyicilerini tespit etmişlerdir. 67 ülkeyi ve 1960-2000 dönemini kapsayan çalışma beşer yıllık verilerden oluşmuştur. Yazarlar, Färe vd. (1994)'nin yayınlanan çalışmasını takiben, parametrik olmayan Malmquist TFF indeksi yardımıyla, TFF'deki değişimi, teknik etkinlik değişimi (yakalama veya taklit) ve teknolojideki değişimlere (yenilik) ayırmışlardır. Hem teknik etkinlik değişkeninin ve hem teknolojik değişimin belirleyicisi olduğu düşünülen 19 değişken, sonsal dahil olma olasılığı (prior inclusion probability, pip) katsayısının değeri yardımıyla incelenmiştir. Teknik etkinlik için pip değeri 0.5'ten büyük olan 4 değişken bulunmuştur. Bunlar sırasıyla, sabit etki (zamanla değişmeyen gözlemlenmeyen heterojenlik) diğer bir deyişle ülkeye özgü etkiler, başlangıçtaki GSYH, tüketimin payı ve ticari açıklıktır. Teknolojik değişim için pip değeri 0.5'ten büyük olan 3 değişken mevcuttur. Bunlar sırasıyla ülkeye özgü etkiler, başlangıçtaki GSYH ve ticari açıklıktır.

Aguiar vd. (2017) 2001-2011 dönemi için 34'ü OECD üyesi ve kalan 6'sı gelişmekte olan ekonomilerden oluşan 40 ülkeden oluşan bir panel veriseti kullanılarak toplam faktör verimliliği değişimlerini ampirik olarak incelemişlerdir. Stokastik sınır analizi kullanılan bu çalışmada, Battese

ve Coelli (1995) etkinsizlik modelinin yanı sıra, Kumhakar ve Lovell'in (2000) temel yaklaşımından da faydalanılmıştır. Çalışma teknik etkinsizlik seviyelerindeki farklılıkları açıklamak için çevresel değişkenlerin önemli olduğu sonucu ortaya konulmuştur. Özellikle tarım sektörünün ekonomiye katkısının yüksek olması, doğal kaynak rantının yüksek değeri, tarifeler gibi serbest ticaretin önündeki engeller, kötü bir iş ortamı, çok sayıda patent, yüksek düzeyde devlet borcu ve finansal kriz teknik verimliliğe olumsuz katkıda bulunmuştur. Öte yandan, iyi bir sağlık statüsü ve iyi kurumlar, ülkelerin teknolojik sınırlara daha yakın konumlanmasını sağlamaktadır.

Danquah vd. (2018) ulusal verimlilikte ülkeler arası farklılıkları açıklamada özümseme kapasitesinin teknoloji transferinin rolü üzerindeki düzenleyici etkilerini araştırmıştır. 1970–2010 yılları arasında 18 Sahra altı Afrika ülkesi inceleyen çalışmada, stokastik sınır yaklaşımı tercih edilmiştir. Sermaye (fiziksel sermaye stoku) ve emek (işgücü), beşerî sermaye stoku olmak üzere üç girdili bir translog üretim fonksiyonu kullanılan çalışmada, teknik etkinsizlik faktörü olarak ticari açıklık, makine ithalatı, Ar-Ge stoku (15 OECD ülkesinde makine AR-GE stoku) ve bu faktörlerin etkileşimli terimleri kullanılmıştır. Ampirik sonuçlar, teknoloji transferi (ticari açıklık ve makine ithalatı) ile özümseme kapasitesi (nispi Ar-Ge) ölçümlerinin etkileşimli terimlerinin katsayılarının negatif ve istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermiştir. Bu sonuçlar Sahra altı Afrika'daki ülkelerde özümseme kapasitesinin teknik etkinliği artırdığını ortaya koymuştur.

Tablo 5'te teknik etkinlik değişimini etkileyen faktörler ile ilgili derlenmiş literatüre yer verilmiştir.

Bu bölümde toplam faktör verimliliği, toplam faktör verimliliği ayrıştırılması ve teknik etkinlik faktörleri ile ilgili literatürlere yer verilmiştir. Takip eden bölümde tez çalışmasının ampirik uygulama kısmı yer almaktadır. Bu kapsamda dördüncü bölümde toplam faktör verimliliği teknik etkinlik, teknik değişim ve ölçek etkinliği olarak ayrıştırılarak; teknik etkinliği etkileyen faktörler stokastik sınır analizi ile ampirik olarak incelenecektir.

Tablo 5: Teknik Etkinlik Değişimini Etkileyen Faktörler

	Dönem	Ülke Grubu	Yöntem	Üretim Fonksiyonu	Model Seçim Kriteri	Bağımsız Değişkenler
Adkins vd. (2002)	1975,1980, 1985,1990	73 ülke, 76 ülke	SSA, BC95	Translog	Yazar	Girdi Değişkenleri: Sermaye, Emek, Beşerî Sermaye, Ekonomik Özgürlük, Sivil Özgürlükler, Siyasi Hakları Etkinsizlik Değişkenleri: Ekonomik Özgürlük, Sivil Özgürlükler, Siyasi Hakları, Beşerî Sermaye, Gelişmiş Ülke Kukla Değişkeni
Deliktas ve Balcılar (2005)	1991–2000	130 ülke	VZA SSA	Translog	Yazar	Etkinsizlik Değişkenleri: Doğal Kaynaklar, Gini Katsayısı, Ekonomik Liberalleşme, Demokratikleşme, Kişi Başına GSYH, Ticari Bağımlılık, Tarım
Iyer vd. (2008)	1982- 2000	20 OECD ülkesi	SSA, BC95	Translog	Nested Model	Girdi Faktörleri: Sermaye, Emek (İşgücü), Beşerî Sermaye (Yüksek Öğrenin Mezunu % Nüfus) ve Yerli Ar-Ge Stoku Etkinsizlik Faktörleri: Doğrudan Yabancı Yatırım Girişleri, Doğrudan Yabancı Yatırım Çıktıları, Yabancı Portföy Yatırım Girişleri, Yabancı Portföy Yatırımı Çıktıları, Diğer Yabancı Yatırım Girişleri, Diğer Yabancı Yatırım Çıktıları, Ticarete Açıklık, Beşerî Sermayesi, Finansal Pazar Geliştirme, Göreceli Ar-Ge Stoku
Henry vd. (2009)	1970-1998	57 gelişen ülke	SSA	Translog	Literatür	Girdi Faktörleri: Sermaye (Fiziksel Sermaye Stoku), Emek (İşgücü), Beşerî Sermaye (Eğitim Süresi) ve Yabancı Teknik Bilgi Stoku (Ar&Ge), Bölgesel Kukla Değişkenleri Etkinsizlik Faktörleri: Tarımın GSYİH İçindeki Payını % Oranı, Ticari Açıklık Endeksi (Sachs-Warner), Makine İthalatını ve Tropikal İklim Kukla Değişkeni
Mastromarco ve Ghosh (2009)	1960-2000	57 gelişen ülke	SSA	Translog	Literatür ve alternatif serileri	Girdi Faktörleri: Sermaye (Fiziksel Sermaye Stoku), Emek (İşgücü), ve Bölgesel Kukla Değişkenler Etkinsizlik Faktörleri: Doğrudan Yabancı Yatırım (%GSYH), Makine ve Teçhizat İthalatı(%GSYH), Ar&Ge İthalatı ve Beşerî Sermaye (Eğitim Düzeyi)
Wijeweera vd. (2010)	1997-2004	45 ülke	SSA BC95	Translog	Literatür	Girdi Faktörleri: Sermaye (Fiziksel Sermaye Stoku), Emek (İşgücü), Beşerî sermaye (Eğitime yapılan % devlet harcamaları) ve Altyapı (1000 kişi başına telefon ana hatları) Etkinsizlik Faktörleri: Doğrudan Yabancı Yatırım (%GSYH), Dışa Açıklık, Yolsuzluk ve Eğitim

Tablo 5: (devamı)

	Dönem	Ülke Grubu	Yöntem	Üretim Fonksiyonu	Model Seçim Kriteri	Bağımsız Değişkenler
Bos vd. (2010)	1970–2000	77 ülke	SSA Latent	Translog	Literatür	Girdi Faktörleri: Sermaye (Sermaye Stoku), Emek (İşgücü) Etkinsizlik Faktörleri: Beşerî Sermaye (Eğitim Süresi) Zaman ve Rejim Kuklası, Ticari Açıklık (%GSYH), Birincil Sektör (%GSYH), Finansal Gelişme (%GSYH)
Dimelis ve Papaioannou (2012)	1990–2005	17 OECD Ülkesi	SSA BC95	Cobb Douglas	Literatür	Girdi Faktörleri: Sermaye (Sermaye Stoku), Emek (Toplam Çalışma Saati) Etkinsizlik Faktörleri: BİT Yatırımı (% GSYH), Beşerî Sermaye (Yüksek Vasıflı Kişiler Tarafından Çalışılan Saatlerin Payı) ve Dışa Açıklık (% GSYH)
Wang ve Wong (2012)	1986-2007	77 ülke	SSA	Translog	Teori ve Literatür	Girdi Faktörleri: Sermaye (Fiziksel Sermaye Stoku), Emek (İşgücü), Beşerî Sermaye (Eğitim Süresi) ve Bölgesel Kukla Değişkenleri Etkinsizlik Faktörleri: Altyapı, Açıklık, Kentleşme, Siyasi İstikrar, Yabancı Yatırım Aktarılan Bilgi Stoku, İthalat Yoluyla Aktarılan Bilgi Stoku ve Yerli Ar-Ge Sermaye Stoku
Ghosh ve Mastromarco (2013)	1993-2004	24 OECD ülkesi	SSA BC95	Translog	Teori ve Literatür	Girdi Faktörleri: Sermaye (Fiziksel Sermaye Stoku) ve Emek (İşgücü) Etkinsizlik Faktörleri: Ülkeye Gelen DYY Stoku, Uluslararası Ticaret (% GSYH), Yabancı Nüfusun Girişi Değişkenleri, Orta Öğretim Mezunu (% İşgücü), Yüksek Öğrenim Mezunu (% İşgücü)
Danquah vd. (2014)	1960- 2000 5'er yıllık	67 ülke	VZA Malmquist TFV		Bayezyan Model Ortalaması, sonsal dahil olma olasılığı (PIP)	Etkinsizlik Faktörleri: Makroekonomik Değişkenler (Yatırım Fiyat Seviyesi, Hükümet Tüketimi, Özel Tüketim), Ticari Açıklık ve Bilgi Yaratma ve Transfer Değişkenleri, (Ticari Açıklık), Faktör Kaynağı Değişkenleri, (Birincil ve İkincil Öğretim, Yaşam Beklentisi ve İşgücünün Büyüklüğü ve Yatırımın GSYH İçindeki Payı) Kurumsal Değişkenler (Sivil Özgürlükler Ve Siyasi, Haklar), Coğrafya, Demografik Değişkenler (Nüfus Artışı, Nüfus Yoğunluğu, 15 Yaş Altı Nüfus Ve 65 Yaş Üstü Nüfus, Kentsel Nüfus Payı) Başlangıç GSYİH
Arazmuradov vd. (2014)	1995-2008	15 eski Sovyet Ülkesi	SSA BC 95	Translog	Yazar, literatür ve Spearman Rankı	Girdi Faktörleri Sermaye (Fiziksel Sermaye Stoku) ve Emek (Çalışan), Kaynak zengini ülke kuklası Etkinsizlik Faktörleri: Doğrudan Yabancı Yatırım Girişleri (%GSYH), Makine ve Teçhizat İthalatı (%GSYH), Beşerî Sermaye (% Yıllık Öğrenci Kayıt Oranı), Etkileşimli Faktörler

Tablo 5: (devamı)

	Dönem	Ülke Grubu	Yöntem	Üretim Fonksiyonu	Model Seçim Kriteri	Bağımsız Değişkenler
Danquah ve Ouattara (2015)	1970–2010.	78 ülke (18 Sahra-altı Afrika)	SSA, BC95	Translog	Literatür ve Nested model	Girdi Değişkenleri: Sermaye (Fiziksel Sermaye Stoku), Emek (İşgücü) ve Beşerî Sermaye (Ortalama Eğitim Yılı), Bölge Kuklası, Etkinsizlik Değişkenleri: Beşerî Sermaye (Ortalama Eğitim Yılı), Ticari Açıklık (Sachs–Warner), Makine İthalatı, Ar-Ge Stoku (15 OECD Ülkesinin Makine AR-GE Stoku), Kurumsal Kalite, Kara ile Çevrili Ülke Kuklası (LAND)
Aguiar vd. (2017)	2001-2011	40 Ülke (34 OECD ve 6 gelişen)	SSA, BC95	Translog	Yazar ve literatür	Girdi Değişkenleri: Sermaye Stoku (İşçi Başına) ve Beşerî Sermaye Endeksi (İşçi Başına) Etkinsizlik Değişkenleri: Tarım Sektörü Katma Değeri (% GSYH), Doğal Kaynak (% GSYH), Gümrük Tarifesi, Sağlık (Beklenen Yaşam Süresi), Kurumlar (İflası Çözme Zamanı ve Düzenleyicilik Kalitesi) Yenilik (Yerleşik Patent Başvuruları), Ülkenin Gelişmişlik Düzeyi (Kentsel Nüfus), Devlet Maliyesi (Merkezi Hükümet Borcu), 2007 Finansal Kriz Kuklası
Danquah vd. (2018)	1970–2010	78 ülke (18 Sahra-altı Afrika)	SSA, BC95	Translog	Nested modeller ve LR Test	Girdi Değişkenleri: Sermaye (Fiziksel Sermaye Stoku) ve Emek (İşgücü), Beşerî sermaye stoku (H), Bölge Kuklası, Etkinsizlik Değişkenleri: Ticareti Açıklık (Sachs-Warner), Makine ithalatı, Ar-Ge stoku (15 OECD ülkesinde makine AR-GE stoku), Etkileşimli Faktörler

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

4. UYGULAMA

Bu çalışmada 2010-2018² dönemine ait yıllık veriler aracılığıyla 22'si yüksek gelirli olmak üzere 43 ülke özelinde toplam faktör verimliliği teknik etkinlik, teknik değişim ve ölçek etkinliği olarak ayrıştırılmış; teknik etkinliği etkileyen faktörler stokastik sınır analizi ile ampirik olarak incelenmiştir. Uygulamanın ilk aşamasında, toplam faktör verimliliğinin ayrıştırılmasında kullanılmak üzere bir önceki bölümde ortaya konan, teori ve literatür taramaları neticesinde belirlenen endeksler, temel bileşenler analizi yöntemi kullanılarak oluşturulmuştur. Uygulamanın ikinci aşamasında ise hem toplam faktör verimliliği stokastik sınır analizi ile teknik etkinlik, teknik ilerleme ve ölçek etkinliği olarak ayrıştırılmakta hem de teknik etkinliği etkilediği düşünülen endekslerin, teknik etkinlik üzerindeki etkileri ampirik olarak ortaya konulmuştur.

Bu bölüm dört alt başlıktan oluşmaktadır. İlk başlıkta, çalışmada kullanılan araştırma modeline yer verilmiştir. İkinci başlıkta ise çalışmada kullanılan araştırmanın metodolojisi ortaya konmuştur. Bu başlık altında örneklem, veri seti ile değişkenler ve hipotezler alt başlıkları bulunmaktadır. Ardından üçüncü başlıkta çalışmada kullanılan ekonometrik yöntemler hakkında bilgiler verilmiştir. Dördüncü ve son başlıkta ise çalışmanın ampirik bulguları paylaşılmıştır.

4.1. Araştırma Modeli

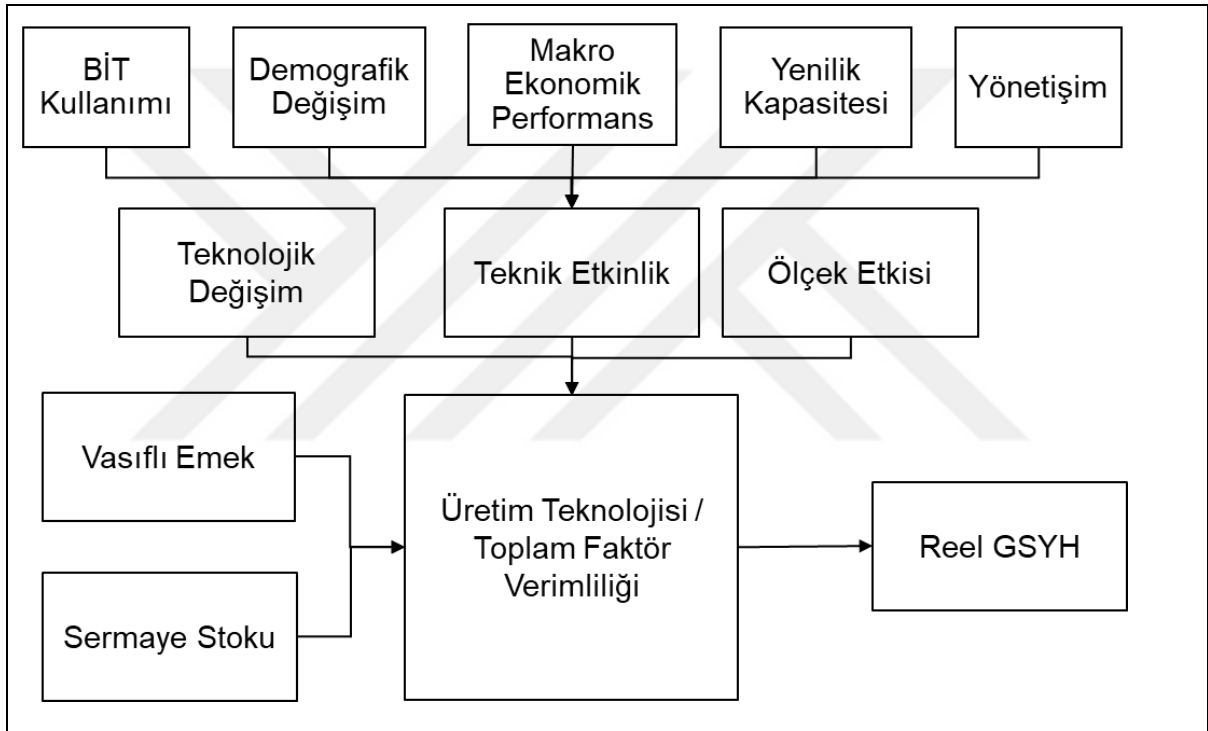
Çalışmanın temel konusu toplam faktör verimliliği kavramı ve bu kavramın belirleyicileridir. Bu sebeple, çalışmada toplam faktör verimliliği kavramını incelemek için, toplam faktör verimliliği ayrıştırılması yaklaşımı kullanılmıştır. Araştırma modeli Battese ve Coelli (1995) modelinden hareketle oluşturulmuştur. Battese ve Coelli (1995) modelinin araştırma da temel alınmasının en önemli sebebi, modelin toplam faktör verimliliğini tahmin ederken, eşanlı olarak hem toplam faktör ayrıştırmasını, hem de teknik etkinlik faktörlerini dikkate almasıdır. Toplam faktör verimliliği kavramının belirleyicilerini inceleyen birçok çalışmada, sıklıkla iki aşamalı bir analiz gerçekleştirilmektedir. İki aşamalı analiz ilk olarak bir denklem ile tahmin edilen TFV'nin, bağımsız değişken olarak başka bir denklemde kullanılmasını ifade etmektedir. Fakat TFV kavramının artık değer olan doğası sebebiyle, iki aşamalı bir

² Çalışma 2008 ekonomik krizi ile Covid-19 pandemisi arasındaki dönemi incelemektedir.

analiz teorik olarak problemler barındırmaktadır. Wang ve Schmidt (2002) iki aşamalı uygulamanın çok ciddi yanlı tahminler oluşturabileceğini hem teorik hemde Monte Carlo sonuçları ile ortaya koymuştur.

Stokastik sınır analizi kullanılarak yapılacak olan araştırma, toplam faktör verimliliğini; teknolojik değişim, teknik etkinlik ve ölçek etkinliği olarak ayrıştırmaktadır. Bununla birlikte, eş anlı olarak teknik etkinliği etkilediği belirlenen kavramlar tespit edilerek analize dahil edilmiştir. Bu bağlamda Şekil 4 kullanılan araştırma modelini göstermektedir.

Şekil 4: Araştırma Modeli



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 4’de belirtildiği gibi, çalışmada ki bağımlı değişken diğer bir ifade ile çıktı, Reel GSYH’dir. Modelde yer alan bağımsız değişkenlerden vasıflı emek ve sermaye stoku modelin üretim girdileridir. Çalışmanın temel ilgi alanını oluşturan teknik etkinlik faktörleri ise BİT kullanım, demografik gelişim, makro ekonomik performans, yenilik kapasitesi ve yönetişimdir. Bu kapsamda TFV’nin teknolojik değişim, teknik değişim ve ölçek etkisi olarak üçe ayrıştırılması, teknik etkinlik kavramının diğer faktörlerden ayrılması açısından çok önemlidir.

4.2. Araştırmanın Metodolojisi

Bu kısımda öncelikle araştırmanın örnekleme ile ilgili bilgilere yer verilmiş; ardından veri setine değinilmiştir. Daha sonra araştırmanın değişkenleri ve hipotezleri açıklanarak bu çerçevede araştırmanın metodolojisi tanıtılmıştır.

4.2.1. Örneklem

Çalışmaya konu olan 43 ülke, iktisadi verilerin mevcudiyetine göre belirlenmiştir. Bu ülkeler alfabetik sırayla; Almanya, Amerika Birleşik Devletleri, Arjantin, Avusturya, Belçika, Birleşik Krallık, Brezilya, Bulgaristan, Çekya, Çin, Danimarka, Finlandiya, Fransa, Guatemala, Güney Afrika, Hindistan, Hollanda, İspanya, İsveç, İtalya, Japonya, Kanada, Kazakistan, Kolombiya, Kore Cumhuriyeti, Kosta Rika, Macaristan, Malezya, Meksika, Mısır Arap Cumhuriyeti, Norveç, Polonya, Portekiz, Romanya, Rusya Federasyonu, Sırbistan, Slovak Cumhuriyeti, Şili, Tayland, Tunus, Türkiye, Ukrayna ve Yunanistan'dır.

Çalışmada kullanılan ülke gelir gruplandırılması, literatürde yaygın olarak kullanılan Dünya Bankasının “*atlas metodolojisi*” göre yapılmıştır. Atlas metodolojisi; Dünya Bankası tarafından ülkelerin son üç yıllık ortalama döviz kurunu baz alarak; yıllık düzeyde ABD doları cinsinden kişi başına düşen gayri safi milli gelir değerlerinin hesaplanmasını ifade etmektedir. Dünya Bankası bu metodoloji ile ülkeleri alt gelir, orta-alt gelir, orta-üst gelir ve yüksek gelir olmak üzere dört gruba ayırmıştır (Fantom ve Serajuddin, 2016). Bu gruplandırma Dünya Bankası tarafından 1965 yılında oluşturulmuş olup, gelir sınıflandırmasının mevcut şekli ise 1989 yılından beri kullanılmaktadır (World Bank, 1989). Çalışmaya konu olan ülke grubunun, bu yöntemle göre hesaplanan kişi başına düşen gayri safi milli gelir değerlerine Tablo 6'da yer verilmiştir.

Tablo 6: Ülkelerin Kişi Başına Gayri Safi Milli Gelir Değerleri ve Grupları

ÜLKELER	BÖLGELER	2010	2014	2018
Yüksek Gelirli Ülkeler				
Norveç	Avrupa ve Orta Asya	88490	104370	80320
ABD	Kuzey Amerika	49150	55800	63490
Danimarka	Avrupa ve Orta Asya	61220	63670	61260
İsveç	Avrupa ve Orta Asya	54630	61870	55690
Hollanda	Avrupa ve Orta Asya	54070	52000	51320
Avusturya	Avrupa ve Orta Asya	49750	50390	49010
Finlandiya	Avrupa ve Orta Asya	49750	49420	48220
Almanya	Avrupa ve Orta Asya	44680	47640	47470
Belçika	Avrupa ve Orta Asya	47080	47820	46070
Kanada	Kuzey Amerika	44490	52200	45080
Birleşik Krallık	Avrupa ve Orta Asya	41940	44670	42410
Fransa	Avrupa ve Orta Asya	43970	43340	41200
Japonya	Doğu Asya ve Pasifik	43910	44440	41770
İtalya	Avrupa ve Orta Asya	37960	34910	33850
Kore Cumhuriyeti	Doğu Asya ve Pasifik	22290	28160	32750
İspanya	Avrupa ve Orta Asya	31970	29140	29310

Tablo 6: (devamı)

ÜLKELER	BÖLGELER	2010	2014	2018
Yüksek Gelirli Ülkeler				
Portekiz	Avrupa ve Orta Asya	23030	21200	22060
Çekya	Avrupa ve Orta Asya	19400	18900	20560
Yunanistan	Avrupa ve Orta Asya	27610	22010	19080
Slovak Cumhuriyeti	Avrupa ve Orta Asya	17550	18280	18340
Macaristan	Avrupa ve Orta Asya	13270	13560	14980
Polonya	Avrupa ve Orta Asya	12740	13560	14150
Orta Gelirli Ülkeler				
Şili	Latin Amerika ve Karayipler	10790	14770	14580
Arjantin	Latin Amerika ve Karayipler	9270	12350	12430
Kosta Rika	Latin Amerika ve Karayipler	7260	10350	11970
Romanya	Avrupa ve Orta Asya	8640	9700	11430
Malezya	Doğu Asya ve Pasifik	8260	11140	10650
Türkiye	Avrupa ve Orta Asya	10490	12630	10510
Rusya Federasyonu	Avrupa ve Orta Asya	9980	14630	10250
Çin	Doğu Asya ve Pasifik	4340	7470	9540
Meksika	Latin Amerika ve Karayipler	9040	10500	9180
Brezilya	Latin Amerika ve Karayipler	9640	12100	9140
Bulgaristan	Avrupa ve Orta Asya	7010	7700	8530
Kazakistan	Avrupa ve Orta Asya	7440	12080	8070
Tayland	Doğu Asya ve Pasifik	4580	5760	6610
Sırbistan	Avrupa ve Orta Asya	6220	6240	6410
Kolombiya	Latin Amerika ve Karayipler	5630	8210	6270
Güney Afrika	Sahraaltı Afrika	6880	7370	6340
Guatemala	Latin Amerika ve Karayipler	2730	3550	4400
Tunus	Orta Doğu ve Kuzey Afrika	4190	4390	3760
Ukrayna	Avrupa ve Orta Asya	3030	3560	2750
Mısır Arap Cumhuriyeti	Orta Doğu ve Kuzey Afrika	2370	3230	2790
Hindistan	Güney Asya	1220	1560	2010
Yüksek Gelirli		Orta Gelirli		
Not: Ülke gruplandırılması 2010 rakamaları baz alınarak yapılmıştır.				

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Çalışmanın örneklemini oluşturan 43 ülkenin 25'i Avrupa ve Orta Asya, 5'i Doğu Asya ve Pasifik, 7'si Latin Amerika ve Karayipler, 2'si Orta Doğu ve Kuzey Afrika, 2'si Kuzey Amerika, 1'i Güney Asya, 1'i Sahraaltı Afrika bölgesinde yer almaktadır. Çalışmada ülkeler yüksek gelirli ve orta gelirli ülke grubu olmak üzere 2'ye ayrılmaktadır. Yüksek gelirli ülke grubu; Avrupa ve Orta Asya bölgesinden 18 ülke, Doğu Asya ve Pasifik bölgesinden 2 ülke ve Kuzey Amerika bölgesinden 2 ülke olmak üzere 22

ülkeden oluşmaktadır. Orta gelirli ülke grubu ise; Avrupa ve Orta Asya bölgesinden 7 ülke, Doğu Asya ve Pasifik bölgesinden 3 ülke, Latin Amerika ve Karayipler bölgesinden 7 ülke, Orta Doğu ve Kuzey Afrika bölgesinden 2 ülke, Güney Asya bölgesinden 1 ülke ve Sahraaltı Afrika bölgesinden 1 ülke olmak üzere 21 ülkeden oluşmaktadır.

4.2.2. Veriseti, Değişkenler ve Hipotezler

Çalışmada 2010-2018 dönemine ilişkin 43 ülkenin (22'si orta gelirli) yıllık verileri kullanarak toplam faktör verimliliği ayrıştırılması kapsamında; ülkelerin bilgi iletişim teknolojileri kullanımı, demografik gelişimi, makro ekonomik performansı, yenilik kapasitesi ve yönetişiminin toplam faktör verimliliği bileşenlerinden olan teknik etkinlik üzerindeki etkisi araştırılmaktadır. Bu çalışmada kullanılan 26 değişkene ait özet bilgiler Tablo 7'de sunulmaktadır.

Tablo 7: Kullanılan Değişkenlere İlişkin Özet Bilgiler

Değişken (Gösterim)	Açıklama	Kaynak
BAĞIMLI DEĞİŞKEN		
Reel GSYH (Y)	Sabit 2017 ulusal fiyatlarıyla Reel GSYH (mil. 2017 ABD\$)	PWT
BAĞIMSIZ DEĞİŞKEN (ÜRETİM FAKTÖRÜ)		
Sermaye Stoku (K)	Sabit 2017 ulusal fiyatlarıyla sermaye stoku (mil. 2017 ABD\$)	PWT
İşgücü (L)	Belirli bir dönem boyunca mal ve hizmet üretimi için işgücü arz eden 15 yaş ve üzeri kişilerden oluşmaktadır.	WDI
Beşerî Sermaye (H)	Okullaşma yılı ve eğitimin getirisine dayalı beşerî sermaye endeksi	PWT
BAĞIMSIZ DEĞİŞKENLER (ETKİNSİZLİK FAKTÖRÜ)		
BİLGİ İLETİŞİM TEKNOLOJİLERİ KULLANIM ENDEKSİ		
Sabit Telefon Abonelikleri (STA)	100 kişi başına düşen analog sabit telefon hatları, IP üzerinden ses (VoIP) abonelikleri, sabit kablosuz yerel döngü (WLL) abonelikleri, ISDN ses kanalı eşdeğerleri ve sabit umumi ankesörlü telefonların aktif sayısının toplamını gösterir.	ITU
Sabit Geniş Bant Abonelikleri (SGB)	100 kişi başına düşen modem, DSL, eve/binaya kadar fiber, diğer sabit (kablolu)-geniş bant abonelikleri, uydu geniş bant ve karasal sabit kablosuz geniş bant abonelik sayısının toplamını gösterir.	ITU
İnternet Kullanan Bireyler (INT)	Son 3 ay içinde bilgisayar, cep telefonu, kişisel dijital asistan, oyun makinesi, dijital TV vb. aracılığıyla internet kullanmış olan bireylerin toplam nüfusa oranını gösterir.	ITU
DEMOGRAFİK GELİŞİM ENDEKSİ		
Doğum Oranı (DO)	1.000 kişi başına yıl içinde meydana gelen canlı doğum sayısını gösterir.	WDI
Beklenen Yaşam Süresi (BYS)	Yeni doğmuş bir bebeğin doğum anında geçerli olan şartların yaşama boyunca aynı kalması durumunda yaşayacağı yıl sayısını gösterir.	WDI
Kentsel Nüfus Oranı (KNO)	Ulusal istatistik ofisleri tarafından tanımlandığı şekliyle kentsel alanlarda yaşayan insanların toplam nüfusa olan oranını gösterir.	WDI

Tablo 7: (devamı)

Değişken (Gösterim)	Açıklama	Kaynak
İşgücüne Katılım Oranı (IKO)	Belirli bir dönemde mal ve hizmet üretimi için emek arz eden tüm insan nüfusunun iktisadi olarak aktif olan 15-64 yaş arası nüfusa oranıdır.	ILO
MAKRO EKONOMİK PERFORMANS ENDEKSİ		
Cari Hesap Dengesi (CH)	Gayri safi yurtiçi hasılanın bir payı olarak net mal ve hizmet ihracatı ile net birincil gelir ve net ikincil gelirin toplamıdır	WDI
İstihdam/Nüfus Oranı (IN)	Referans dönemi boyunca işte olan (yani en az bir saat boyunca bir işte çalışan) veya geçici olarak bir işte bulunmama veya çalışma süresi düzenlemeleri nedeniyle işte olmayan, ücret veya kar karşılığında mal üretmek veya hizmet sağlamak için herhangi bir faaliyette bulunan çalışma çağındaki kişilerin toplam nüfusa oranıdır.	ILO
Ticari Açıklık (TA)	Gayri safi yurtiçi hasılanın bir payı olarak ölçülen mal ve hizmet ihracat ve ithalatının toplamıdır.	ILO
Enflasyon (ENF)	GSYH'nın yıllık büyüme oranı ile ölçülen enflasyon bir bütün olarak ekonomideki fiyat değişim oranını göstermektedir.	WDI
Kişi Başına GSYH (KBSYH)	Satın alma gücü paritesine dayalı kişi başına gayri safi yurtiçi hasılanın uluslararası dolar cinsinden değeridir.	WDI
YENİLİK KAPASİTESİ ENDEKSİ		
Ar-Ge Yoğunluğu (ARGE)	Ticari işletme, devlet, yüksek öğrenim ve kâr amacı gütmeyen olmak üzere dört ana sektörün araştırma ve geliştirme (Ar-Ge) için hem sermaye hem de cari harcamalarının GSYH'ya oranını gösterir. Ar-Ge; temel araştırma, uygulamalı araştırma ve deneysel geliştirmeyi kapsamaktadır.	WDI
Patent Başvurusu Oranı (PAT)	İlgili ülkenin Patent İşbirliği Anlaşması prosedürü yoluyla veya ulusal bir patent ofisi ile yapılan dünya çapındaki patent başvurularının o yıl yapılan tüm patent başvuru sayısına oranını gösterir.	WDI
Makale Sayısı Oranı (MAK)	İlgili ülkenin fizik, biyoloji, kimya, matematik, klinik tıp, biyomedikal araştırma, mühendislik, teknoloji ve yer ve uzay bilimleri alanlarında yıl içerisinde yayınlanmış bilimsel ve teknik dergi makalelerinin o yıl içerisinde yayımlanan tüm bilimsel ve teknik dergi makalelere oranını gösterir.	WDI
Yüksek Teknoloji İhracatı (YTI)	Havacılık, bilgisayar, ilaç, bilimsel aletler ve elektrikli makineler gibi yüksek Ar-Ge yoğunluğuna sahip ürünlerin cari ABD doları cinsinden ihracat rakamlarının doğal logaritması alınmış halidir.	WDI
YÖNETİŞİM ENDEKSİ		
Yolsuzluğun Kontrolü (YK)	Hem küçük hem de büyük yolsuzluk biçimlerinin yanı sıra devletin elitler ve özel çıkarlar tarafından "ele geçirilmesi" de dahil olmak üzere, kamu gücünün özel kazanç için ne ölçüde kullanıldığına ilişkin algıları kapsamaktadır.	WGI
Hükümet Etkinliği (HE)	Kamu hizmetlerinin kalitesine dair algıları, kamu hizmetinin kalitesi ile siyasi baskılardan bağımsızlık derecesini, politika oluşturma ve uygulama kalitesini ve hükümetin bu politikalara bağlılığının güvenilirliğine ilişkin algıları kapsamaktadır.	WGI
Düzenleyicilik Kalitesi (DK)	Hükümetin özel sektör gelişimine izin veren ve teşvik eden sağlam politikalar ve düzenlemeler formüle etme ve uygulama becerisine ilişkin algıları kapsamaktadır.	WGI

Tablo 7: (devamı)

Değişken (Gösterim)	Açıklama	Kaynak
Siyasi İstikrar (SI)	Siyasi istikrarsızlık ve/veya terörizm de dahil olmak üzere siyasi nedenli şiddet olasılığına ilişkin algıları ölçmektedir.	WGI
Hukukun Üstünlüğü (HU)	Aktörlerin toplum kurallarına ne ölçüde güvendikleri ve bunlara ne ölçüde uyduklarına ilişkin algıları, özellikle de sözleşme uygulamalarının, mülkiyet haklarının, polisin ve mahkemelerin kalitesinin yanı sıra suç ve şiddet olasılığını da kapsamaktadır.	WGI
Söz Hakkı ve Hesap Verebilirlik (SH)	Ülkenin vatandaşlarının hükümetlerini seçme sürecine ne ölçüde katılabildiklerinin yanı sıra ifade özgürlüğü, örgütlenme özgürlüğü ve özgür medyaya ilişkin algıları da kapsamaktadır.	WGI

Tablo 7’de çalışmada kullanılan her bir değişkenin adı, açıklaması ve kaynağı belirtilmektedir. Çalışmada çıktı olarak Reel GSYH, girdi olarak ise sermaye ve vasıflı işgücü kullanılmıştır. Reel GYSH için Groningen Üniversitesi tarafından yayınlanan Penn World Table (PWT) veri setinden elde edilen Reel GSYH (rgdpna) serisi kullanılırken, sermaye serisi için PWT tarafından yayımlanan sermaye stoku serisi kullanılmıştır. Her iki seride 2017 yılı Amerikan doları bazlı olup, her ülke için ulusal hesaplamalar kullanılarak oluşturulmuştur. İşgücü verisi ile beşerî sermaye endeksi dikkate alınarak Mincerian yaklaşım ile vasıflı işgücü serisi elde edilmiştir. Vasıflı işgücü (HL), toplam vasıfsız işgücü (L) ile ortalama beşerî sermayenin (H) çarpımıyla oluşturulmuştur (Caselli, 2005; Hall ve Jones, 1999).

4.2.2.1. Hipotezler

Bu kısımda, araştırma modelinde yer alan değişkenlere yönelik kurulan hipotezlere yer verilmiştir. Literatür taraması sonucunda, modelde yer almasına karar verilen değişkenler; BİT kullanımı, demografik gelişim, makro ekonomik performans, yenilik kapasitesi ve yönetim olmak üzere 5 kategoride toplanmıştır. Çalışmada her bir kategori için ayrı ayrı endeks oluşturulmuş, araştırmada test edilmek üzere bu endekslere karşılık gelen beş temel hipotez oluşturulmuştur.

Araştırmada test edilecek birinci hipotez; BİT kullanım ile teknik etkinsizlik arasındaki ilişkiye aittir. Bilgi iletişim teknolojilerinin önemine dikkat çeken Hardy (1980), telefon hizmetleri ve ekonomik kalkınma arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Hardy'nin çalışmasındaki modeller çok gelişmiş olmasa da telefon hizmetlerinin en büyük etkisinin; bilgi yayılımı ve örgütsel etkinlik üzerinde olduğunu göstermektedir. Madden ve Savage (1998) ise çalışmalarında telekomünikasyon altyapı yatırımlarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisini incelemiştir. Bu çalışma iki değişken arasında nedenselliğin her iki yönde de olması gerektiğini ortaya koymakla birlikte, telekomünikasyon kullanım oranları ile GSYH arasındaki ilişkinin, telekomünikasyon altyapı yatırımı ile GSYH arasındaki ilişkiye kıyasla daha belirgin olduğunu ortaya koymaktadır (Madden ve Savage, 1998: 182). Bu durum, telekomünikasyon kullanım oranlarının üretim çalışmalarında bağımsız değişkenler olarak kullanılmasının, yatırım ölçümlerinden daha az sorunlu olabileceği anlamına gelmektedir (Thompson Jr ve Garbacz, 2007:195). Bilgi iletişim teknolojilerinin, ülkeler arası çalışmalar kapsamında teknik etkinlik ile ilişkisini inceleyen

araştırmaların başında Thompson Jr ve Garbacz (2007)'in çalışması gelmektedir. Bu çalışma, 1000 nüfus başına internet kullanıcısı, 1000 nüfus başına cep telefonu aboneliği ve 1000 nüfus başına ana telefon hatları değişkenlerini kullanarak, iyileştirilmiş bilgi iletişimi teknolojilerinin, sadece iş etkinliğini ve karar alma sürecini iyileştirmekle kalmayıp, aynı zamanda, kurumsal işlevselliğin geliştirilmesi sürecine de yardımcı olduğunu ortaya koymaktadır. Dimelis ve Papaioannou (2012)'in çalışması bilgi iletişim teknolojilerinin, ülkeler arası çalışmalar kapsamında teknik etkinlik ile ilişkisini inceleyen çalışmalardan biridir. Yazarlar bilgi iletişim teknolojilerini konu alan literatürün, çoğunlukla ekonomik büyüme veya verimlilik üzerine odaklandığını ifade etmektedir. Bu durum bilgi iletişim teknolojilerini, geleneksel sermaye derinleşmesi kanalları aracılığıyla, çıktıyı etkileyen geleneksel bir girdi türü olarak değerlendirmektedir. Fakat bilgi iletişim teknolojileri, özel bir teknoloji ve bir bilgi sermayesi türüdür. Bu nedenle bilgi iletişim teknolojilerinin, teknik etkinlik kanalı aracılığıyla, TFV üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi daha uygundur. Sonuç olarak; çalışmada test edilmek amacıyla Hipotez 1 (H1) bilgi iletişim teknolojileri üzerine oluşturulmuştur. Çalışmadaki bilgi iletişim teknolojileri kullanım endeksinin alt değişkenleri; sabit telefon abonelikleri (100 kişi başına), sabit geniş bant abonelikleri (100 kişi başına) ve internet kullanan bireylerden (% nüfus) oluşmaktadır. Hipotez 1 aşağıdaki gibidir:

H1: Bilgi iletişim teknolojileri kullanım endeksi ile teknik etkinsizlik arasında bir ilişki mevcuttur.

Araştırmada test edilecek ikinci hipotez; demografik gelişim ile teknik etkinsizlik arasındaki ilişkiye dairdir. Demografik gelişim; ekonomilerin refah ve sağlık sistemleri, konut ve altyapı ihtiyaçları üzerinde güçlü bir etkiye sahiptir. Feyrer (2007), demografik özelliklerin ülkeler arası verimlilik farklılıklarını açıklamaya yardımcı olabileceğini ifade etmiştir. Beaudry ve Green (2002) ise nüfus artışının yeni bir teknolojinin benimsenmesi sürecini, nüfus baskısıyla yenilik üzerinden hızlandırabileceğini ifade etmiştir. Prensipte kentlerde; iş ve gelir yaratılıp eğitim sağlanırken, sağlık hizmetleri ve diğer hizmetler de kırsal alanlara göre kentlerde daha etkin bir şekilde sunulmaktadır. İşçilerin kentlerde daha verimli işlere yönelmesi ve kentli ailelerin daha iyi eğitim ve altyapıdan yararlanması nedeniyle, kentleşme tarihsel olarak ekonomik kalkınmanın temel itici gücü olmuştur. Ayrıca kentsel nüfusun payı, bilgi oluşturmak ve biriktirmek için gereken etkileşimleri kolaylaştırarak, etkinliği arttırabilecek yığılma ekonomilerinin ortaya çıkmasına yardımcı olmuştur. Isaksson (2007) demografik gelişimin, ekonomik büyüme üzerindeki etkisinin bire bir aynı olmasa bile, verimlilik üzerinde de benzer şekilde olduğunu ifade etmiştir. Yazar demografik gelişim ile ilgili birbirleriyle uyumlu iki temel argüman ortaya koymaktadır. Birinci argüman; azalan işgücü arzı ve düşük tasarruflar sebebiyle bağımlı grupların³ büyüklüğü ile verimlilik arasındaki ters orantılı ilişki vardır. İkinci argüman ise artan işgücü arzı, yüksek tasarruf ve yüksek vergi geliri sebebiyle çalışma grubunun

³ Üretken olmayan 0-14 yaş grubu ile 65+ (65 ve üzeri) nüfus bağımlı grupları oluşturur.

büyüklüğü ile verimlilik arasındaki doğru orantılı ilişki vardır. Aguir (2017)' ye göre Dünya Bankası tarafından da sıklıkla kullanılan beklenen yaşam süresi, bir ülkenin sağlık durumunu gösteren önemli demografik değişkenlerdir. Danquah vd., (2014) ise nüfus artışı, nüfus yoğunluğu, bağımlı nüfus (15 yaş altı ve 65 yaş üstü nüfus) ve kentsel nüfus payının, TFV ve bileşenleri (teknolojik değişim ve teknik değişim) üzerindeki etkisini ampirik olarak araştırmıştır. TFV büyümesinin belirleyicilerini inceleyen çalışmanın havuzlanmış modelinde, demografi ile ilgili hiçbir değişken öne çıkmamaktadır. Çalışma örneklemini OECD ve OECD dışı olarak iki alt gruba ayırdığında, OECD üyesi olmayan ülkelerle ilgili olarak, TFV büyümesiyle, sağlam bir şekilde ilişkili olan tek değişkenin nüfus yoğunluğu olduğu tespit edilmiştir. Yazarlar bu sonucu yığılma ekonomilerinin OECD üyesi olmayan veya gelişmekte olan ülkelerde daha önemli olabileceğinin bir göstergesi olarak yorumlamışlardır. Nüfus yoğunluğu aynı zamanda TFV'nin bileşenlerinden olan teknik etkinlik ile de güçlü bir ilişki içerisinde. Sonuç olarak; çalışmada test edilmek maksadıyla Hipotez 2 (H2) demografik gelişim üzerine oluşturulmuştur. Çalışmadaki demografik gelişim endeksinin alt değişkenleri; doğum oranı, beklenen yaşam süresi, kentsel nüfus (% toplam nüfus) ve işgücüne katılım oranıdır. Hipotez 2 aşağıdaki gibidir:

H2: Demografik gelişim endeksi ile teknik etkinsizlik arasında bir ilişki mevcuttur.

Araştırmada test edilecek üçüncü hipotez; makro ekonomik performans ile teknik etkinsizlik arasındaki ilişkiye aittir. Ülkelerin teknik etkinliğini etkileyen makro ekonomik faktörlerin başında ticari açıklık gelmektedir. Mastromarco (2002), Iyer vd. (2008), Henry vd. (2009) Bos vd. (2010) Wang ve Wong (2012), Danquah vd. (2014) Danquah ve Ouattara (2015), Danquah vd. (2018) çalışmalarında ticari açıklığın teknik etkinliği artırdığını tespit etmişlerdir. Ticari açıklığın ölçütü genellikle; ihracatın ve ithalatın GSYH'ye oranı olmakla birlikte, “Sachs–Warner openness” endeksi (Henry vd. 2009) farklı bir vekil değişken olarak literatürde yer almaktadır. Romer (1987), Barro ve Sala-i-Martin (1997) daha açık bir ekonominin, daha etkin üretim tekniklerine ve daha iyi erişilen yatırım mallarına neden olduğunu savunmaktadır. Coe ve Helpman (1995), Coe vd. (1997) ve Keller (1998) ticari açıklığın, teknoloji aracılığıyla verimliliği artırdığını ifade etmekte; ithalatın ise yabancı teknolojiyi, yerli üretime sokmanın ve toplam faktör verimliliğini artırmanın bir yolu olduğunu vurgulamaktadır. Ek olarak, ticari açıklığın ülkeler üzerindeki etkisi, ülkelerin gelişmişlik düzeyine göre değişmektedir. Gelişmiş ülkeler için ticari açıklık genellikle pozitif bir anlam taşırken, az gelişmiş ülkeler için ticari açıklık her zaman pozitif bir anlam taşımamaktadır. Literatürde az gelişmiş ülkelerle ilgili dışa açıklığın veya ticari açıklığın verimlilik üzerindeki faydaları konusunda iki yaklaşım bulunmaktadır. Bu yaklaşımlardan ilki bebek-sanayi argümanıdır. Bu görüşe göre; yüksek beceri gerektiren ithal ikameci endüstriler için koruma politikası oluşturulmalıdır. Bu sayede ülke, uzun vadede dinamik bir verimlilik artışı elde edecektir. Diğer yaklaşım ise ticaretin serbestleşmesinin, gelişmiş ülkelere ithal edilen üretim teknolojilerini ve sermaye mallarını kullanan yüksek beceri yoğunluklu endüstrilerin (ithalat-rekabet endüstrileri) üretimini artırdığını savunmaktadır. Miller ve Upadhyay (2000), düşük gelirli ülkelerde beşerî

sermayenin toplam faktör verimliliği üzerindeki olumsuz etkisinin, ülkelerin daha düşük bir dışa açıklık seviyesinden daha yüksek bir dışa açıklık seviyesine çıktıkça pozitif bir etkiye dönüştüğünü ortaya koymuştur. Bunlara ek olarak; makroekonomik performansın ölçümüne dair literatür incelendiğinde reel büyüme, işsizlik, enflasyon ve cari işlemler dengesi olmak üzere dört temel değişken ortaya çıkmaktadır. Ülke ekonomilerinin nihai hedefleri; yüksek bir büyüme oranı, düşük işsizlik oranı, düşük bir enflasyon oranı ve pozitif dış ticaret dengesidir. OECD (1987) tarafından “sihirli elmas” (magic diamond) olarak literatürde yer alan makroekonomik performans değişkenleri, özünde birbirleriyle çelişkilidir. Örneğin; enflasyonu düşürmek için uygulanan politikalar, işsizliğin artmasına neden olurken, işsizliğin azalmasına yönelik uygulanan politikalar ise GSYH’nın azalmasına neden olabilmektedir. Bu çatışma makroekonomik performans ölçümünü zorlaştırmaktadır. Sonuç olarak; çalışmada test edilmek üzere Hipotez 3 (H3) makro ekonomik performans üzerine oluşturulmuştur. Çalışmadaki makro ekonomik performans endeksinin alt değişkenleri ise cari hesap dengesi (% GSYH), istihdam/nüfus oranı, ticari açıklık (% GSYH), enflasyon ve kişi başına GSYH’dır. Hipotez 3 aşağıdaki gibidir:

H3: Makro ekonomik performans endeksi ile teknik etkinsizlik arasında bir ilişki mevcuttur.

Araştırmada test edilecek dördüncü hipotez; yenilik kapasitesi ile teknik etkinsizlik arasındaki ilişkiyle ilgilidir. Yenilik ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki üzerine büyüme literatüründe hem mikro hem de makro düzeyde çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Yeni teknolojilerin üretilmesi veya benimsenmesi olarak yenilik; daha yüksek katma değerli faaliyetlerin, ürünlerin ve süreçlerin geliştirilmesine yol açmakta veya mevcut olanların performansını artırmaktadır. Tarihsel olarak bakıldığında, az sayıda ülke, kamu ve özel sektör tarafından yapılan araştırma ve geliştirme (Ar-Ge) yatırımları ile ileri düzeyde insan kapasitesi ve fiziki sermayeye dayalı yeni teknolojiler ortaya çıkarmaktadır. Diğer ülkeler ise değişen zaman gecikmeleri ve yoğunluk dereceleriyle teknolojik değişiklikleri kendilerine uyarlamakta, benimsemekte ve geliştirmektedir. Literatürde yenilik veya yenilik kapasitesi için birçok vekil değişken oluşturulmakta ve kullanılmaktadır. Ar-Ge’ye yapılan yatırım, patent sayısı, bilimsel ve teknolojik dergi yayınlarının sayısı gibi göstergeleri kullanan birçok çalışma, yeni bir teknolojinin yaratılmasının veya benimsenmesinin TFV büyümesi ile olumlu bir şekilde ilişkili olduğunu göstermektedir (Kim ve Loayza, 2019:6). Kneller and Stevens (2006) çalışmasını takiben, İyer vd. (2008), Henry vd. (2009) ve Mastromarco ve Ghosh (2009) yaptıkları çalışmalarda sürekli envanter yöntemi kullanarak, ampirik analizde kullanmak üzere, Ar-Ge stoku serisi oluşturmuşlardır. İyer vd. (2008) yaptığı çalışmada ar-ge için yapılan yıllık harcamaları kullanırken, Henry vd. (2009) sadece makineler için harcanan Ar-Ge yatırım verilerini, Mastromarco ve Ghosh (2009) ise veri setlerinde bulunan her bir ülke için ithal Ar-Ge harcama verilerini kullanmışlardır. Kale ve Rath (2018) yenilik faaliyetlerini temsilen patentleri, bilimsel dergi makalelerini, ticari marka başvuruları ve yüksek teknoloji ihracatını dikkate almışlardır. Kim ve Loayza (2019) çalışmalarında Ar-Ge’ye yapılan yatırım, patent sayıları, bilimsel ve teknolojik dergi yayın sayılarının yeni bir teknolojinin

yaratılmasının veya benimsenmesinin, TFV büyümesi ile olumlu bir şekilde ilişkili olduğunu sonucuna ulaşmışlardır. Büyüme muhasebesi literatürünü takip ederek, teknolojik yakalamaya odaklanan Kim ve Loayza (2019), Ar-Ge harcamaları/yenilik kapasitesi değişkeninin üretim fonksiyonuna doğrudan girdi olarak değil, etkinsizlik modeline dahil edilmesinin daha uygun olduğunu vurgulamışlardır. Dolayısıyla çalışmada test edilmek amacıyla Hipotez 4 (H4) yenilik kapasitesi üzerine oluşturulmuştur. Çalışmadaki yenilik kapasitesi endeksinin alt değişkenleri ise Ar-Ge yoğunluğu (% GSYH), patent başvuru sayısı, bilimsel ve teknik dergilerdeki makale sayısı ve yüksek teknoloji ihracatı (ABD doları) değişkenlerinden oluşmaktadır. Hipotez 4 aşağıdaki gibidir:

H4: Yenilik kapasitesi endeksi ile teknik etkinsizlik arasında bir ilişki mevcuttur.

Araştırmada test edilecek beşinci hipotez; yönetim ile teknik etkinsizlik arasındaki ilişkiye aittir. Yönetişim, bir ülkede otoritenin uygulandığı gelenek ve kurumlardan oluşmaktadır. Yönetişim; hükümetlerin seçildiği, izlendiği ve değiştirildiği süreci, hükümetin sağlam politikaları etkin bir şekilde formüle etme ve uygulama kapasitesini ve vatandaşlar ile devletin aralarındaki ekonomik ve sosyal etkileşimleri yöneten kurumlara saygı duymasını içermektedir. Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu (WCED, 1987) tarafından yayınlanan ve Brundtland Raporu olarak da bilinen Our Common Future (Ortak Geleceğimiz), yönetim ile sürdürülebilir kalkınma arasında tutarlı bir ilişki olduğunu ortaya koymaktadır. Aidt (2009), çalışmada yönetimi iyi yönetim ve kötü yönetim olmak üzere ikiye ayırmaktadır. İlgili çalışmada iyi yönetim; düşük yolsuzlukla birlikte yüksek ekonomik büyüme yaratmak olarak tanımlanırken, kötü yönetim ise bunun tam tersi olarak tanımlanmaktadır. Olson vd. (2000) yönetim ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi analiz etmişlerdir. Bu çalışmada yönetim için yolsuzluk, bürokratik kalite ve hukukun üstünlüğü değişkenleri kullanılmıştır. Çalışmanın analiz sonuçlarına göre; yolsuzluk seviyesinin düşük, bürokratik kalitenin yüksek olduğu ve hukukun üstünlüğünün kabul edildiği iyi yönetişime sahip ülkelerde, yönetişimin ekonomik büyüme üzerinde olumlu bir etkisi vardır. Adkins (2002: 92)'e göre ekonomistler, her ne kadar kurumların ekonomik performans üzerinde önemli ölçüde etkileri olduğunu göstermiş olsalar da, genellikle teknik etkinsizlikten ziyade, büyüme ve işsizlik üzerinde yoğunlaşmışlardır. Adkins'ın (2002) çalışması, kurumların (ekonomik özgürlük) ülkelerin teknik etkinliklerini arttırarak TFV yükselttiğini ortaya koymaktadır. Bu çalışma; teknik etkinlik ile kurumlar arasındaki ilişkiyi ortaya koyan öncü çalışmalardandır. Fakat burada kurum olarak yalnızca ekonomik özgürlük vekil değişkeni kullanılmaktadır. Acemoğlu (2006:515), hükümet politikalarının önemi konusunda giderek artan bir fikir birliğine, çeşitli kurumların ekonomik performans üzerindeki etkilerine ve politik ekonomide önemli teorik ilerlemelere rağmen, hala kurumların belirleyicilerini analiz etmek için bir çerçeve eksikliğine dikkat çekmektedir. Rodrik (2000) kurumlar, demokrasi ve ekonomik performans tartışmasını, piyasaların yeterli şekilde çalışmasına izin veren beş tür kurum tanımlayarak genişletmiştir. Bu kurumları; mülkiyet hakları kurumu, düzenleyici kurumlar, makroekonomik istikrar kurumları, sosyal sigorta kurumları ve çatışma yönetimi kurumları

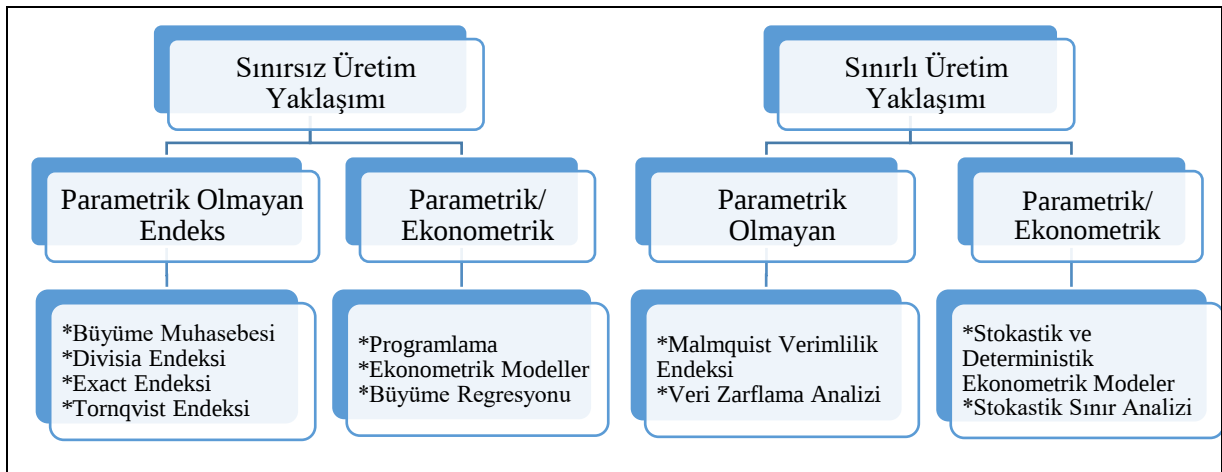
olarak sınıflandırmaktadır. Rodrik (2000), kurumların inşasının, verimliliğin artmasını sağlayan bir teknoloji transferi biçimi olarak düşünülebileceğini savunmaktadır. Diğer taraftan, Dünya Bankası bünyesinde bazı araştırmacılar, Dünya Çapında Yönetişim Göstergeleri (WGI) projesi kapsamında bir endeks geliştirmeye çalışmışlardır (Kaufman vd. 1999). Daniel Kaufmann ve Aart Kraay bu proje çerçevesinde veri kaynaklarını daha kapsamlı bir şekilde kullanarak, altı ölçüm endeksi oluşturmuşlardır. Bunlar sırasıyla; yolsuzluğun kontrolü (YK), hükümet etkinliği (HE), düzenleyici kalite (DK), siyasi istikrar (SI), hukukun üstünlüğü (HU), söz hakkı ve hesap verebilirlik (SH)'dir (Langbein ve Knack, 2010: 351). Sonuç olarak; çalışmada test edilmek maksadıyla Hipotez 5 (H5) oluşturulmuştur. Çalışmadaki yönetim endeksinin alt değişkenleri ise yolsuzluğun kontrolü, hükümet etkinliği, düzenleyicilik kalitesi, siyasi istikrar, hukukun üstünlüğü, söz hakkı ve hesap verebilirlik değişkenlerinden oluşmaktadır. Hipotez 5 aşağıdaki gibidir:

H5: Yönetişim endeksi ile teknik etkinsizlik arasında bir ilişki mevcuttur.

4.3. Yöntem

Çalışma iki aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada çalışmada kullanılmak üzere çeşitli endekler hesaplanmakta olup, ikinci aşamada bu endekler kullanılarak toplam faktör verimliliği ayrıştırılacaktır. Literatürde TFV'nin incelenmesi için kullanılan yaklaşımlar temel olarak iki grupta değerlendirilmektedir. TFV ölçümünü sağlayan bu iki yaklaşım, sınır yaklaşımı ve sınırsız yaklaşım olarak isimlendirilebilir. Ayrıca bu yaklaşımların her biri parametrik ve parametrik olmayan teknikler olmak üzere ikiye ayrılmıştır (Mahadevan, 2003). Şekil 5'te bu yaklaşımlara ilişkin bilgiler verilmiştir. Sınırsız yaklaşımlar, büyüme muhasebesi yöntemleri (veya parametrik olmayan indekse dayalı yöntemleri) ve ekonometrik/parametrik yaklaşımları içerir. Sınır yaklaşımları ise parametrik olmayan Malmquist indeksi metodolojisini ve stokastik üretim sınırı yöntemini içermektedir.

Şekil 5: Toplam Faktör Verimliliği Tahmin Yöntemleri



Kaynak: Yazar tarafından Mahadevan'dan (2003) uyarlanmıştır.

Şekil 5 incelendiğinde görülebileceği üzere TFV’yi inceleyen çalışmaları dört temel yöntem adı altında toplamak mümkündür. Bunlar; büyüme muhasebesi yöntemi, büyüme regresyonları, veri zarflama yöntemi ve stokastik sınır analizi yöntemidir.

Büyüme muhasebesi yöntemi emek ve sermayeyi girdi olarak kabul edip, sabit getirili bir ölçek ekonomisini temel alarak, toplam faktör verimliliğini hesaplamaktadır. Basit büyüme muhasebesinin en büyük sorunu, büyüme için birçok kaynağı biriktirmesi ve gizlemesidir. Yöntem sonucu “*artık değer*” olarak hesaplanan TFV kavramı, sayısız belirleyici barındırmaktadır (Bosworth ve Collins, 2003) Bunların başında; siyasi riskler, dış şoklar, hükümet politikalarındaki değişiklikler, kurumsal değişiklikler veya ölçüm hataları gelmektedir.

Büyüme regresyon yöntemi ise temel olarak, istatistiksel hataların etkisini belirlemek için çeşitli faktörlere (girdiler, demografik ve coğrafi faktörler, vb.) bağlı, ortalama ilişkileri tahmin etmektedir. Bu tür yaklaşımlardaki tahmini regresyon eğrilerinden sapmaların tümü, istatistiksel hata olarak atfedilmektedir. Bununla birlikte, gözlem olarak verilerde temsil edilen tüm karar verme birimlerinin tipik olarak, tam etkin veya üretim sınırında olduğu varsayılmaktadır. Ayrıca, büyüme muhasebesi regresyonları genellikle temel üretim faktörlerinin ötesinde, büyümenin ek belirleyicilerini aramakla birlikte, çıktı artışının tüm belirleyicilerini girdi olarak ele almaktadır (Miller ve Upadhyay, 2000). Bu yaklaşım, analize dahil edilen belirleyicilerinden bazılarının, çıktıyı yalnızca dolaylı olarak etkileyebileceği düşünce sebebiyle, kavramsal olarak kusur barındırmaktadır.

Veri Zarflama Analizi (VZA) yöntemi, klasik regresyon tekniğinin doğrudan uygulanmadığı çoklu girdi ve çoklu çıktılar için üretim ilişkilerinde performans karşılaştırmalarında kullanılmaktadır. VZA, çok sayıda değişken ve ilişkilerin bir arada değerlendirildiği “matematiksel programlama” gibi teknikleri kullandığı için, matematiksel programlamanın sahip olduğu geniş teori ve yöntem birikimi sayesinde, yol gösterici analizlerin ve yorumların yapılabilmesine olanak sağlamaktadır. Bu yöntemin önemli avantajlarından biri de, girdiler ve çıktılar arasındaki üretim ilişkisinin, fonksiyonel formu üzerinde sınırlamalara yer vermemesidir. Fakat, iktisadi olarak bakıldığında, üretim ilişkisinin formu teorik olarak belirlidir (Woltjer, 2018).

Stokastik Sınır Analizi (SSA) Aigner vd. (1977), Battese ve Corra (1977) ve Meeusen ve van Den Broeck (1977) tarafından yapılan çalışmalarla ortaya çıkmıştır. Aslında SSA VZA’nın parametrik karışılığıdır (Woltjer, 2018). SSA modelleri, hata bileşenini ikiye ayırarak, her bir bileşen için dağılım farklılığı varsaymaktadır. Bu modellerde istatistiksel hata payının, teknik etkinsizlikten ve üretim fonksiyonundaki girdilerden bağımsız olduğu varsayılmaktadır (Kumbhakar vd., 2020). Stokastik sınır yaklaşımı; ülkeler arası makro düzeyde karşılaştırmalar yaparak, ülkeye özgü etkinsizlik ve üretim sınırını değiştiren teknolojik değişiklikleri incelemektedir. Diğer bir deyişle, verimlilik artışı, teknolojik

değişim (ortak üretim sınırında kayma) ile teknik etkinlik değişimi (ülkenin ortak üretim sınırına göre hareketi veya potansiyel ve gözlemlenen çıktı arasındaki fark) arasındaki etkileşim olarak görülmektedir.

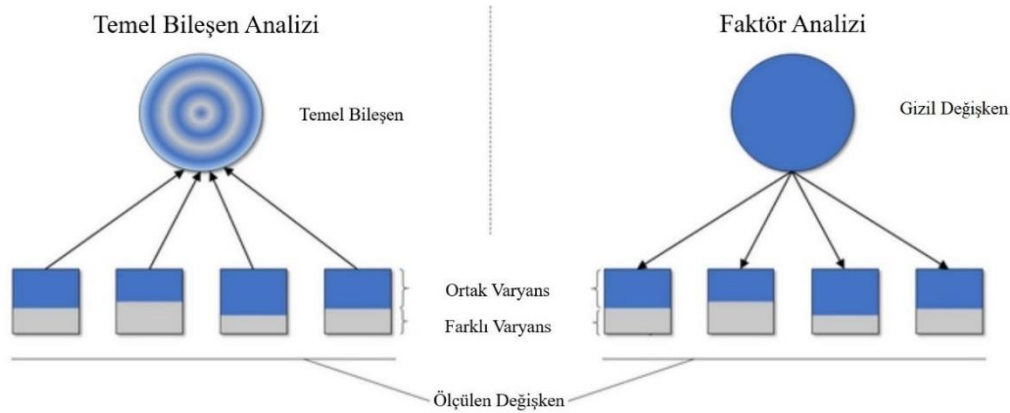
Bu çalışmada SSA yaklaşımı benimsenmektedir. Çünkü SSA yaklaşımı hem çalışmaya konu olan teknik etkinsizliğin ve teknolojik değişimin incelenmesini, hem de belirli bir üretim fonksiyonunun kullanılmasını mümkün kılmaktadır. Bu amaçla çalışmanın ilk aşamasında, istatistiksel yöntem olan, Temel Bileşenler Analizi yardımıyla toplam faktör verimliliği ayrıştırılmasında kullanılmak üzere, BİT kullanım, demografik gelişim, makro ekonomik performans, yenilik kapasitesi ve yönetim endeksleri oluşturulmuştur. Çalışmanın ikinci aşamasında ise, stokastik sınır analizi kullanılarak toplam faktör verimliliği ayrıştırılmıştır. Bu aşamaların daha iyi açıklanabilmesi maksadıyla, çalışmanın devam eden kısmında öncelikle Temel Bileşenler Analizine, ardından stokastik sınır analizine ayrıntılı olarak yer verilmiştir.

4.3.1. Temel Bileşenler Analizi

Literatürde sıklıkla kullanılan değişken azaltma yöntemlerinin başında temel bileşenler analizi (TBA) ve faktör analizi (FA) gelmektedir. Her iki analizde de çok sayıda gözlenen değişken arasındaki korelasyonlara dayalı olarak, daha az sayıdaki faktörlerin/bileşenlerin elde edilmesi amaçlanmaktadır. İki analiz arasındaki benzerlikler ve farklılıklar konusunda literatürde çok fazla kafa karışıklığı söz konusudur (Jolliffe 2002:150). Bu çalışmada değişken azaltma yöntemi olarak kullanılan TBA ile ilgili detaylı bilgi vermeden önce, ilk olarak TBA ile FA arasındaki farklılıklar açıklanmıştır.

TBA ile FA arasındaki en önemli fark, varyansların ele alınış biçimidir (Çolakoğlu ve Büyükekeşi, 2014: 61). Şekil 4.1’de TBA ve FA şematik olarak gösterilmektedir. TBA’da analiz gözlemlenen değişkenlerdeki tüm varyans üzerinden gerçekleştirilirken, FA’da ortak varyans analiz edilerek farklı varyans dışarıda tutulmaktadır (Büyüköztürk 2002: 475, Tezbaşaran ve Gelbal 2018: 228). Bu durum iki analizi birbirinden ayıran temel farkların başında gelmektedir.

Şekil 6: Temel Bileşenler Analizi ve Faktör Analizi



Kaynak: Kim ve Loayza, 2019: 14

TBA ve FA arasındaki bir diğer önemli fark ise, değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisinin yönüdür. Nedensellik ilişkileri Şekil 4'te oklar ile gösterilmektedir. TBA'daki oklar ölçülen değişkenlerden ana bileşene işaret ederken, FA'da bunun tersi olmaktadır. Oklar, TBA'da ölçülen değişkenlerin, temel bileşene doğru nedenselliğini gösterirken; FA'da gizil faktörden, ölçülen değişkenlere doğru nedensellik ilişkilerini ifade etmektedir. Bu sebeple boyutların adı birinde “bileşenler”, diğerinde “faktörler” olarak adlandırılmaktadır. Adlarından da anlaşılacağı gibi, FA faktör üretirken, TBA bileşen oluşturmaktadır.

Marcoulides ve Hershberger (1997: 164)'e göre TBA bir veri azaltma yöntemidir. TBA'nın amacı büyük bir değişken kümesinin varyansının çoğunu açıklayacak nispeten az sayıda bileşene ulaşmaktır. FA'nın amacı, ise gözlemlenen değişkenler tarafından paylaşılan varyans olarak adlandırılan ortak varyansı açıklamaktır. Özellikle ölçülen yapı yeni ve az biliniyorsa FA, ölçülen yapıya ait literatürde henüz yer almayan veya teorik olarak tahmin edilememiş faktörleri keşfedebilmektedir. Tabachnick ve Fidell (2013)'e göre eğer gözlemlenen değişkenlerin arkasında yatan gizli yapıların ortaya çıkarılması amaçlanıyorsa, FA'nın, ancak basit bir şekilde veri setinin daha az değişken ile özetlenmesi amaçlanıyorsa, TBA yönteminin kullanılması gereklidir.

TBA, Pearson (1901) ve Hotelling'in (1933) çalışmalarıyla ortaya çıkmıştır. TBA'nın amacı, en büyük varyansa sahip değişkenlerin birim uzunluktaki ($LxL = I$) doğrusal kombinasyonlarını bulmaktır. TBA yöntemi, karşılıklı bağımlılık yapısı gösteren p adet değişkenden oluşan bir veri setini doğrusal, dikey ve birbirinden bağımsız olan k adet ($k < p$) yeni değişkenlere veya bileşenlere dönüştürmektir. (Vyas ve Kumaranayake, 2006). Bileşenler sıralandığında ilk temel bileşen maksimum genel varyansa sahiptir. İkinci temel bileşen, birinci temel bileşenle ilişkili olmayan tüm birim uzunluktaki doğrusal kombinasyonlar arasında maksimum varyansa sahiptir. Son temel bileşen ise, değişkenlerin tüm birim uzunluklu doğrusal kombinasyonları arasında en küçük varyansa sahip olanıdır. Cebirsel olarak temel bileşenlerin ağırlıklarının kareleri toplamı bire eşit olmaktadır.

TBA'nın ampirik olarak kullanılabilirliğini test etmek için literatürde en yaygın kullanılan test: Kaiser-Meyer-Olkin örneklem uygunluk ölçüsüdür. Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) test istatistiği 0 ile 1 arasında değişen değerler almaktadır (Kaiser, 1974). Field (2000)'e göre KMO için 0.5 kritik değerinin altındaki test değerleri ilgili veri kümesinin faktörlenemeyeceğini işaret etmektedir. Kaiser ve Rice'ye (1974) göre KMO; 0.9 ve üzeri değeri için mükemmel, 0.80 ve 0.90 değerleri arası çok iyi, 0.70 ile 0.80 değerleri arası iyi, 0.60 ile 0.70 değerleri arası orta, 0.50 ve 0.60 değerleri arası kötü ve 0,50 veya daha aşağısı değerleri için kabul edilemez olmaktadır.

4.3.2. Stokastik Sınır Analizi

Stokastik sınır analizi Aigner vd. (1977), Battese ve Corra (1977) ve Meeusen ve van Den Broeck (1977) tarafından ortaya atılmıştır. SSA üretimin sınır fonksiyonunu tahmin etmek ve üreticinin

etkinliğini ölçmek üzere kullanılan bir yaklaşımdır (Avcı ve Çağlar, 2016). Bu yöntem, hata bileşenini ikiye ayırarak, her bir bileşen için dağılım farklılığı varsaymaktadır. Birleşik bir hata terimi kullanan SSA, üretim fonksiyonunun yapısı ve etkinsizlik faktörlerinin dağılımlarına karşı büyük bir hassasiyeti olan parametrik bir yöntemdir (Mastromarco, 2008). SSA yöntemi; eğitim (Stevens, 2005; Karasaç, 2020), bankacılık (Kraft ve Tırtıroğlu, 1998; Ekinci, 2018) sağlık (Greene, 2004; Atılgan ve Çalışkan, 2015; Öztürk ve Yıldız, 2016), hayvancılık (Lawson vd., 2004; Külekçi ve Bayram, 2012), tarım (Coelli vd., 2003; Parlakay ve Alemdar, 2011), ulaşım (Assaf, 2009; Tutulmaz ve Şahin, 2014) gibi birçok alanda etkinlik ölçümü için kullanılmıştır.

Bu çalışmada SSA ülkeler arası makro düzeyde karşılaştırmalar yapmak, ülkeye özgü teknik etkinsizlikleri ve üretim sınırındaki teknolojik değişiklikleri incelemek için kullanılacaktır. Analiz toplam faktör verimliliği değişimini, teknolojik değişim (ortak üretim sınırında kayma) ile teknik etkinlik değişimi (ülkenin ortak üretim sınırına göre hareketi veya potansiyel ve gözlemlenen çıktı arasındaki farkla) olmak üzere ikiye ayırmaktadır.

Çalışmada Battese ve Coelli (1995)'nin modeli kullanılmaktadır. Literatürde bu modelden önce toplam faktör verimliliğini etkileyen teknik etkinsizliğin kaynağı ile ilgili uygulamalı çalışmalar, iki aşamalı olarak yapılmaktaydı. İki aşamalı uygulamanın ilk aşamasında, belirli bir üretim fonksiyonu üzerinden parametrik yaklaşımlar ile teknik etkinlik değerleri hesaplanmakta, ardından hesaplanan teknik etkinlik değerleri, ikinci aşamada bağımlı değişken olarak kabul edilerek, yeniden dışsal faktörlerle parametrik yaklaşımlar kullanılarak tahmini edilmektedir. Battese ve Coelli (1995) modeli ise teknik etkinsizlik faktörlerini açıklamak için eski iki aşamalı yöntemlere karşı önemli bir alternatif olmaktadır (Sena, 2003:15). Panel veriler için stokastik sınır üretim fonksiyonu aşağıdaki denklem 6'da yer almaktadır.

$$Y_{it} = bek(X_{it} * \beta + V_{it} - U_{it}) \quad (6)$$

Denklem 6'de yer alan Y_{it} , i ülkesinin t dönemindeki belirli ekonomik faaliyetinin gözlemlenen çıktısıdır. X_{it} , i ülkesinin t dönemindeki üretim fonksiyonunun girdilerinin değerlerini ifade eden (1 x k) vektörüdür. β , tahmin edilecek bilinmeyen parametrelerin bir (k x 1) vektörüdür. V_{it} , $N(0, \sigma_v^2)$ dağılıma sahip istatistiksel hata olup U_{it} 'den bağımsız dağılmaktadır. U_{it} , üretimin teknik etkinsizliğini ifade etmekte olup, negatif olmayan rastgele değişkendir. Ayrıca U_{it} , $N(z_{it}\delta, \sigma^2)$ bağımsız dağılıma ve kesikli (sıfırda) normal dağılımı sahiptir.

Denklem 6, sermaye (K) ve emek (L) olmak üzere iki üretim faktörü ve bir çıktıdan (Y) oluşan bir translog üretim teknolojisi formu varsayımı altında şu şekilde ifade edilebilir:

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_k k_{it} + \beta_{hl} l_{it} + \beta_t t + 1/2 [\beta_{kk}(k_{it})^2 + \beta_{hlhl}(l_{it})^2 + \beta_{tt}t^2] + \beta_{kl}k_{it}l_{it} + \beta_{kt}kt_{it} + \beta_{lt}lt_{it} + V_{it} - U_{it} \quad (7)$$

Küçük harfler, doğal logaritmaları önceden tanımlanmış değişkenleri ($y_{it} = \ln Y_{it}$, $k_{it} = \ln k_{it}$, $l = \ln L_{it}$) göstermektedir. Modelde l_t emek, k_t sermaye, t zaman değişkeni ve β 'ler tahmin katsayılarıdır. Denklem 6 ve 7'deki stokastik sınır üretim fonksiyonunda yer alan teknik etkinsizlik (U_{it}) ise, denklem 8'de tanımlanmaktadır. Teknik etkinsizlik değişkeni, ilgili ülkenin sınır ve fiili üretim seviyesi arasındaki bağlantıyı sağlamaktadır. Başka bir deyişle; teknik etkinsizlik gerçek çıktı seviyesiyle, potansiyel çıktı seviyesi arasında olan mesafeyi temsil etmektedir. Teknik etkinsizlik, çevresel(dışsal) değişkenlerin bir fonksiyonu olarak modellenmiştir.

$$U_{it} = z_{it}\delta + W_{it} \quad (8)$$

Denklem 8'de yer alan z_{it} , (1 x m) vektörü zamanla değişebilen ülkeye özgü bağımsız değişkenleri ifade etmektedir. δ , karar alıcılara özgü etkinsizlik değişkenlerinin bilinmeyen katsayılarının bir (m x 1) vektörüdür. W_{it} ise kesikli normal dağılımlı olup, sıfır ortalamalı ve σ_w^2 varyansa sahip rastgele bir değişkendir. Hem stokastik sınır modelinin, hem de etkinsizlik etkisi modellerinin parametreleri maksimum olabilirlik yöntemiyle tutarlı bir şekilde tahmin edilmektedir. Denklem (7) ve (8) göz önüne alındığında, t'inci yılda, i'inci ülke için teknik etkinlik fonksiyonu denklem 9'da tanımlanmaktadır.

$$TE_{it} = \text{bek}(-U_{it}) \quad (9)$$

Denklem 7'de belirtilen ampirik model çerçevesinde, TFV değişikliği, aşağıdaki gibi üç bileşene ayrıştırılmaktadır (Kumbhakar ve Lovell, 2000). Denklem 11 TFV'deki değişimin teknolojik değişim, teknik etkinlik değişimi ve ölçek etkinliği değişiminden meydana geldiğini göstermektedir.

$$\Delta TFV = \Delta TD + \Delta TE + \Delta \text{Ölçek} \quad (11)$$

Teknolojik değişimin en genel formu denklem 12'de verilmektedir.

$$\Delta TD = \beta_t + \beta_{tt}t^2 + \beta_{kt}kt_{it} + \beta_{lt}lt_{it} \quad (12)$$

$\Delta TD > 0$ üretim sınırında yukarı doğru bir kaymayı gösterirken (teknolojik ilerleme), $\Delta TD < 0$, üretim sınırındaki aşağı doğru bir kaymayı temsil etmekte (teknolojik gerileme), $\Delta TD = 0$ ise üretim sınırın değişmeden kaldığı anlamına gelmektedir. Teknolojik değişim fonksiyonunda yer alan β_{kt} , β_{lt} katsayılarının sıfır olması ya da istatistiksel olarak anlamsız olması durumunda, mevcut teknoloji Hicks-nötr teknolojik değişim olarak isimlendirilmektedir.

Denklem 13 teknik etkinlik değişiminin ülkeler arasında ve zamanla değişimini göstermektedir.

$$\Delta TE = -\partial U / \partial it = -\delta \frac{\partial z}{\partial it} - \frac{\partial w}{\partial it} \quad (13)$$

$TE > 0$ olduğu durumda ülke sınır üretime doğru hareket etmektedir (ülke daha etkin hale gelmektedir). $TE < 0$ olduğu durumda ülke üretim sınırından uzaklaşırken, $TE = 0$ durumunda ise ülkenin

üretim sınırına göre konumu değişmeden kalmaktadır. Denklem 14 ve 15 sırasıyla sermaye ve emek esnekliklerinin formülünü göstermektedir. Girdilerin esneklikleri, üretim fonksiyonunun ilgili girdiye göre kısmi türevi alınarak hesaplanmaktadır.

$$\varepsilon_k = \partial y / \partial k = \beta_k + \beta_{kk}k + \beta_{kl}l \quad (14)$$

$$\varepsilon_l = \partial y / \partial l = \beta_l + \beta_{ll}l + \beta_{kl}k \quad (15)$$

Denklem 16 ölçeğe göre getiri formüle ederken, denklem 17 ölçek esnekliğinin zamanla ve ülkeler arasında değiştiğini ortaya koymaktadır. Denklem 17’de bulunan $\dot{k}$, sermayenin büyüme oranını, $\dot{l}$ ise emeğin büyüme oranını göstermektedir.

$$\varepsilon = \varepsilon_k + \varepsilon_l = \beta_k + \beta_l + (\beta_{kk} + \beta_{kl})k + (\beta_{ll} + \beta_{kl})l \quad (16)$$

$$\Delta \text{Ölçek} = (\varepsilon - 1)[(\varepsilon_l / \varepsilon)\dot{l} + (\varepsilon_k / \varepsilon)\dot{k}] \quad (17)$$

4.4. Bulgular

Çalışmada elde edilen ampirik bulgular beş alt başlıkta incelenmiştir. İlk alt başlıkta çalışmada kullanılacak olan üretim sınır fonksiyonunun tespiti ve analizde kullanılacak olan stokastik sınır analizi yönteminin çalışma için uygunluğu ortaya konulmuştur. İkinci alt başlıkta teori ve literatüre uygun olarak oluşturulan, teknik etkinsizlik endeksleri hesaplanmıştır. Üçüncü başlıkta toplam faktör verimliliği ayrıştırılması yapılmaktadır. Dördüncü alt başlıkta, çalışmaya konu olan ülkelerin ortalama teknik etkinlik değerleri ve teknik etkinliklerinin yıllar içerisindeki değişimi ortaya konulmuştur. Beşinci alt başlıkta, ülkelerin teknik etkinsizliklerine sebep olan faktörler ampirik olarak incelenmiştir. Altıncı ve son başlıkta ise, çalışmada ulaşılan ampirik sonuçlar her ülke için ayrı ayrı incelenmiştir.

4.4.1. Üretim Fonksiyonunun Belirlenmesi

Çalışmada ekonometrik bir analiz yapmadan önce ilk olarak ülkelerin etkinsizliğinin istatistiksel uygunluğunun test edilmesi gerekmektedir. Stokastik sınır yaklaşımı, belirli bir üretim sürecinde teknik etkinsizliğin varlığının test edilmesine imkân sağlamaktadır. Bu bağlamda, denklem 9’daki katsayıların ortak anlamlılığının sıfırdan farklı olması durumunun test edilmesi gerekmektedir. Bununla birlikte, üretim teknolojisinin formunun veya fonksiyonunun⁴ tahmin edilmesi de gerekmektedir. Tablo 8’de çalışmaya konu olan ülkelerin teknik etkinsizliğe sahip olup olmadığı ile ülkelerin tabi olduğu üretim teknolojisinin fonksiyonunun belirlenmesi ile ilgili kurulan hipotezler ve kurulan hipotezlere ilişkin LR Test sonuçları mevcuttur.

⁴ Bu alanda en yaygın kullanılan üretim fonksiyonu Cobb Douglas fonksiyonu olmakla birlikte translog üretim fonksiyonu teknik olarak Cobb Douglas üretim fonksiyonunda kapsamaktadır.

Tablo 8: Üretim Fonksiyonu

Aşamalar	Boş Hipotez	LR Test İstatistiği	Prob	S.D.	Karar
1. Aşama SSA gerekliliği	Teknik etkinsizlik yoktur $H_o: \gamma = \delta_1 = \delta_2 = \dots \delta_n = 0$	223.965	0.0000	6	H0 RED
2. Aşama Üretim teknolojileri fonksiyonu seçimi	Cobb Douglas model uygundur $H_o: \beta_{kk} = \beta_{hlhl} = \beta_{khl} = 0$	26.74	0.0000	3	H0 RED
3. Aşama Teknolojik değişimin formu	Hick Nötr teknolojik değişim uygundur $H_o: \beta_{kt} = \beta_{hlt} = 0$	3.05	0.2176	2	H0 KABUL
4. Aşama Teknolojik değişim	Teknolojik değişim yoktur. $H_o: \beta_t = 0$	3.43	0.0640	1	H0 RED
Not: LR test istatistiği takip eden formülle hesaplanmaktadır: $\lambda = -2\{\log [L(H_0)] - \log [L(H_1)]\}$ %1 ve %5 anlamlılık düzeyi için Kodde ve Palm'dan (1986) kritik değerler alınmıştır. S.D.: Serbestlik derecesi anlamına gelmektedir.					

Birinci aşamada çalışmada kullanılacak olan stokastik sınır analizinin uygunluğu test edilmektedir. Boş hipotez, $H_o = \gamma = \delta_1 = \delta_2 = \dots \delta_n = 0$ teknik etkinsizliğin modelde her düzeyde bulunmadığı ve stokastik olmadığı şeklinde kurulmaktadır. Boş hipotezin kabul edilmesi SSA'nın analize konu olan veri setine uygun olmadığını ifade ederken, boş hipotezin reddedilmesi ise SSA'nın uygunluğunu ortaya koymaktadır. Hipotezde yer alan γ , 0 ile 1 arasında değişmekte olup $\gamma = \sigma_u^2 / (\sigma_u^2 + \sigma_v^2)$ şeklinde tanımlanmaktadır. σ_u^2 teknik etkinsizlik teriminin varyansını; σ_v^2 rassal hata teriminin varyansını; $\sigma_u^2 + \sigma_v^2$ ise birleşik hata teriminin varyansını göstermektedir (Battese ve Coelli, 1995). γ , 1'e yaklaştıkça teknik etkinsizlikten kaynaklanan varyans ve veri setinin SSA'ya uygunluğu artmaktadır. LR testi ile “teknik etkinsizlik yoktur” boş hipotezi, %1 anlamlılık düzeyinde reddedilmektedir. Bu sonuç, veri setindeki ülkelerin istatistiksel olarak %1 anlamlılık düzeyinde etkinsiz bir üretim sürdürdüklerini ifade etmektedir. Bu durum stokastik sınır analizi yönteminin kullanılmasının gerekliliğini ortaya koymuştur.

İkinci aşamada, ülkelerin tabi olduğu üretim teknolojileri fonksiyonu belirlenmiştir. Boş hipotezin kabul edilmesi, Cobb-Douglas üretim fonksiyonu uygunluğunu ifade ederken, alternatif hipotezin kabul edilmesi ise translog üretim fonksiyonunun uygunluğunu ifade etmektedir. $H_o: \beta_{kk} = \beta_{hlhl} = \beta_{khl} = 0$ olan boş hipotez %1 anlamlılık düzeyinde reddedilerek alternatif hipotez kabul edilmiştir. Bu durum analizde Cobb Douglas üretim fonksiyonunu da kapsayan translog üretim fonksiyonunun kullanılmasının uygun olduğu anlamına gelmektedir.

Üçüncü aşamada, üretim fonksiyonuna ilişkin teknolojik değişim formu belirlenmektedir. β_{kt} ile β_{hlt} 'nin istatistiksel olarak sıfırdan farklı olması durumunda gerçekleşen teknolojik değişim, emek tasarrufu sağlayan veya sermaye tasarrufu sağlayan teknolojik değişim olmaktadır. Hicks nötr teknolojik değişimin olduğunu ifade eden $H_o: \beta_{kt} = \beta_{hlt} = 0$ boş hipotezi kabul edilmektedir. Bu sonuç, 2010-

2018 yılları arasında gerçekleşen teknolojik değişimin, Hicks nötr teknolojik değişim olduğunu ifade etmektedir.

Dördüncü aşamada teknolojik değişimin zamana bağlı olarak değişimi test edilmektedir. Boş hipotez %10 anlamlılık düzeyinde reddedilerek, alternatif hipotez kabul edilmiştir. Bu sebeple, üretim teknolojileri fonksiyonu iki üretim faktörlü translog üretim fonksiyonu ve zaman değişkeninden meydana gelmektedir.

4.4.2. Endekslerin Oluşturulması: Temel Bileşenler Analizi

Çalışmada kullanılan endeksler TBA ile hesaplanmıştır. Bu endeksler sırasıyla; BİT kullanım, demografik gelişim, makro ekonomik performans, yenilik kapasitesi ve yönetim'dir.

Temel Bileşenler analizi başlangıçtaki p sayıda değişkene karşılık elde edilen p sayıda temel bileşen oluşturur. Her bir temel bileşen orijinal değişkenlerin doğrusal bir bileşimi olmaktadır. Bu sebeple, her bir temel bileşen bünyesinde tüm değişkenlerden belirli orandaki bilgiyi barındırmaktadır. Temel bileşenlerin varyans değerleri bu bilgileri göstermektedir. Kaiser Kuralı (Kaiser, 1960) gereğince varyansı 1'den küçük olan herhangi bir temel bileşen, orijinal değişkenlerin birinden daha az bilgi içermektedir (Jolliffe 2002: 114). Bu sebeple endeksler oluşturulurken, varyans değerleri 1'den büyük olan temel bileşenler kullanılmaktadır.

Tablo 9'da BİT kullanım endeksine ilişkin TBA sonuçları paylaşılmıştır. BİT kullanım endeksi için sabit telefon abonelikleri (100 kişi başına), sabit geniş bant abonelikleri (100 kişi başına) ve internet kullanan bireyler (% nüfus) değişkenleri kullanılmıştır. Temel bileşenin varyansının birden büyük olma şartını sadece birinci temel bileşen olan TB1 sağlamaktadır.

Tablo 9: BİT Kullanım Endeksine ilişkin TBA sonuçları

Temel Bileşenler	Varyans	Açıklanan Varyans / Toplam Varyans	Birikimli Açıklanan Varyans / Toplam Varyans
TB1	2.44163	0.8139	0.8139
TB2	0.451915	0.1506	0.9645
TB3	0.106452	0.0355	1

Tablo 10'da demografik gelişim endeksine ilişkin TBA sonuçları paylaşılmıştır. Demografik gelişim endeksi için doğum oranı (1.000 kişi başına), beklenen yaşam süresi (yıl), kentsel nüfus (% toplam nüfus) ve işgücüne katılım oranı (15-64) değişkenleri kullanılmıştır. Temel bileşenin varyansının birden büyük olma şartını sadece birinci temel bileşen olan TB1 sağlamaktadır.

Tablo 10: Demografik Gelişim Endeksine ilişkin TBA sonuçları

Temel Bileşenler	Varyans	Açıklanan Varyans / Toplam Varyans	Birikimli Açıklanan Varyans / Toplam Varyans
TB1	2.56035	0.6401	0.6401
TB2	0.653141	0.1633	0.8034
TB3	0.493332	0.1233	0.9267
TB4	0.293177	0.0733	1

Tablo 11’de makro ekonomik performans endeksine ilişkin TBA sonuçları paylaşılmıştır. Makro ekonomik performans endeksi için cari hesap dengesi (% GSYH), istihdam/nüfus oranı, ticari açıklık (% GSYH), GSYH deflatör enflasyonu (yıllık) ve kişi başına GSYH (satın alma gücü paritesi) değişkenleri kullanılmıştır. Temel bileşenin varyansının birden büyük olma şartını hem birinci temel bileşen (TB1) hem de ikinci temel bileşen (TB2) sağlamaktadır. Bu sebeple, varyansı birden büyük olan her iki temel bileşen de analize dahil edilmektedir. Bu durumda, her iki temel bileşen kullanılarak, yeni bir bileşen oluşturulmaktadır. Yeni bileşen hesaplanmasında, her bileşen açıklanan varyans oranları ile ağırlandırılmaktadır. Temel bileşenler denklem 13’de yerine konularak, yeni endeks bileşeni hesaplanmaktadır (Şanlı 2016:20).

σ_i^2 : ilgili temel bileşenin açıkladığı varyans

σ_T^2 : toplam açıklanan varyans

$$i = 1, \dots, n$$

Olmak üzere:

$$Endeks = \left(\frac{\sigma_1^2}{\sigma_T^2}\right).TB1 + \left(\frac{\sigma_2^2}{\sigma_T^2}\right).TB2 + \dots + \left(\frac{\sigma_n^2}{\sigma_T^2}\right).TBn \quad (13)$$

Tablo 11: Makro Ekonomik Performans Endeksine ilişkin TBA sonuçları

Temel Bileşenler	Varyans	Açıklanan Varyans / Toplam Varyans	Birikimli Açıklanan Varyans / Toplam Varyans
TB1	2.0672	0.4134	0.4134
TB2	1.11842	0.2237	0.6371
TB3	0.825818	0.1652	0.8023
TB4	0.619099	0.1238	0.9261
TB5	0.369465	0.0739	1

Tablo 12’de yenilik kapasitesi endeksine ilişkin TBA sonuçları paylaşılmıştır. Yenilik kapasitesi endeksi için ar ge yoğunluğu (% GSYH), patent başvuru oranı, makale sayısı oranı ve yüksek teknoloji ihracat (ABD doları) büyümesi değişkenleri kullanılmıştır. Temel bileşenlerin varyansının birden büyük olma şartını sadece birinci temel bileşen olan TB1 sağlamaktadır.

Tablo 12: Yenilik Kapasitesi Endeksine ilişkin TBA sonuçları

Temel Bileşenler	Varyans	Açıklanan Varyans / Toplam Varyans	Birikimli Açıklanan Varyans / Toplam Varyans
TB1	2.66839	0.6671	0.6671
TB2	0.915891	0.229	0.8961
TB3	0.32652	0.0816	0.9777
TB4	0.089204	0.0223	1

Tablo 13’de yönetim endeksine ilişkin TBA sonuçları paylaşılmıştır. Yönetişim endeksi için yolsuzluğun kontrolü, hükümet etkinliği, düzenleyicilik kalitesi, siyasi istikrar ve şiddet/terörizmin yokluğu, hukukun üstünlüğü ve konuşma yetkisi ile hesap verebilirlik değişkenleri kullanılmıştır. Temel bileşenlerin varyansının birden büyük olma şartını sadece birinci temel bileşen olan TB1 sağlamaktadır.

Tablo 13: Yönetişim Endeksine ilişkin TBA sonuçları

Temel Bileşenler	Varyans	Açıklanan Varyans / Toplam Varyans	Birikimli Açıklanan Varyans / Toplam Varyans
TB1	5.29354	0.8823	0.8823
TB2	0.323334	0.0539	0.9361
TB3	0.231438	0.0386	0.9747
TB4	0.087415	0.0146	0.9893
TB5	0.039384	0.0066	0.9959
TB6	0.024889	0.0041	1

Temel bileşenler analizinin ampirik olarak kullanılabilirliğini test etmek için literatürde en yaygın kullanılan test Kaiser-Meyer-Olkin örneklem uygunluk ölçüsüdür. Değişkenlerin temel bileşen analizinde kullanılabilmesi için, yeterince yüksek derecede ortaklığa sahip olmaları gerekmektedir. Beş endeksin her biri için ayrı ayrı yapılan Kaiser-Meyer-Olkin test istatistikleri toplu olarak Tablo 14’te sunulmuştur

Tablo 14: Kaiser-Meyer-Olkin Örneklem Yeterlilik Ölçüsü Testi

Endeks	Değişkenler	Kaiser-Meyer-Olkin Test	
Bilgi İletişim Teknolojileri	Sabit Telefon Abonelikleri (STA)	0.710	0.618
	Sabit Geniş Bant Abonelikleri (SGB)	0.571	
	İnternet Kullanan Bireyler (İNT)	0.615	
Demografik Gelişim	Doğum Oranı (DO)	0.730	0.748
	Beklenen Yaşam Süresi (BYS)	0.700	
	Kentsel Nüfus Oranı (KNO)	0.763	
	İşgücüne Katılım Oranı (İKO)	0.836	

Tablo 14: (devamı)

Endeks	Değişkenler	Kaiser-Meyer-Olkin Test	
Makro Ekonomik Performans	Cari Hesap Dengesi (CH)	0.565	0.5799
	İstihdam/Nüfus Oranı (İN)	0.579	
	Ticari Açıklık (TA)	0.529	
	Enflasyon (ENF)	0.588	
	Kişi Başına GSYH (KBGSYH)	0.620	
Yenilik Kapasitesi	Ar-Ge Yoğunluğu (ARGE)	0.643	0.623
	Patent Başvurusu Oranı (PAT)	0.602	
	Makale Sayısı Oranı (MAK)	0.591	
	Yüksek Teknoloji İhracatı (YTİ)	0.687	
Yönetişim	Yolsuzluğun Kontrolü (YK)	0.907	0.907
	Hükümet Etkinliği (HE)	0.881	
	Düzenleyicilik Kalitesi (DK)	0.953	
	Siyasi İstikrar (Sİ)	0.947	
	Hukukun Üstünlüğü (HU)	0.873	
	Söz hakkı ve hesap verebilirlik (SH)	0.898	

Tablo 14'te gösterilen KMO test değerleri incelendiğinde, bütün değerler 0.5 kritik test değerinin üstünde yer almaktadır.

Tablo 15'de teori ve literatüre uygun olarak belirlenen 22 bağımsız değişkenin ilgili endekslerdeki ağırlıkları, beklenen ilişkinin yönü ve hesaplanan endekslerin açıklanan varyansı gösterilmektedir.

Tablo 15: Bağımsız Değişkenlerin İlgili Endekslerdeki Ağırlıkları

Endeks	Değişkenler	Ağırlık	Beklenen İlişki	Açıklanan Varyans
Bilgi İletişim Teknolojileri Kullanım	Sabit Telefon Abonelikleri (STA)	0.535	Pozitif	0.814
	Sabit Geniş Bant Abonelikleri (SGB)	0.615	Pozitif	
	İnternet Kullanan Bireyler (İNT)	0.579	Pozitif	
Demografik Gelişim	Doğum Oranı (DO)	-0.506	Negatif	0.640
	Beklenen Yaşam Süresi (BYS)	0.549	Pozitif	
	Kentsel Nüfus Oranı (KNO)	0.451	Pozitif	
	İşgücüne Katılım Oranı (İKO)	0.488	Pozitif	
Makro Ekonomik Performans	Cari Hesap Dengesi (CH)	0.290	Pozitif	0.637
	İstihdam/Nüfus Oranı (İN)	0.299	Pozitif	
	Ticari Açıklık (TA)	0.018	Pozitif	
	Enflasyon (ENF)	-0.035	Negatif	
	Kişi Başına GSYH (KBGSYH)	0.214	Pozitif	
Yenilik Kapasitesi	Ar-Ge Yoğunluğu (ARGE)	0.411	Pozitif	0.667
	Patent Başvurusu Oranı (PAT)	0.529	Pozitif	
	Makale Sayısı Oranı (MAK)	0.546	Pozitif	
	Yüksek Teknoloji İhracatı (YTİ)	0.504	Pozitif	

Tablo 15: (devamı)

Endeks	Değişkenler	Ağırlık	Beklenen İlişki	Açıklanan Varyans
Yönetişim	Yolsuzluğun Kontrolü (YK)	0.420	Pozitif	0.882
	Hükümet Etkinliği (HE)	0.419	Pozitif	
	Düzenleyicilik Kalitesi (DK)	0.417	Pozitif	
	Siyasi İstikrar (Sİ)	0.377	Pozitif	
	Hukukun Üstünlüğü (HU)	0.426	Pozitif	
	Söz hakkı ve hesap verebilirlik (SH)	0.388	Pozitif	

Çalışmada yer alan, BİT kullanım, demografik gelişim, makro ekonomik performans, yenilik kapasitesi ve yönetim endekslerinin hesaplanan değerleri ekte mevcuttur. Hesaplanan endeksler, maksimum-minimum değerler kullanılarak, 0 ile 100 arasında eşitlik 14'e göre yeniden ölçeklendirilerek normalizasyon yapılmıştır. Buradaki temel amaç, endekslerin yorumlanmasını ve karşılaştırılmasını kolaylaştırmaktır.

$$X_{endeks_{it}} = \frac{X_{it} - \min(x)}{\max(x) - \min(x)} * 100 \quad (14)$$

$$i = 1, \dots, 43 \quad t = 1, \dots, 9$$

i ülkeyi, t zamanı ifade ederken, $X_{endeks_{it}}$ ilgili endeksin yeni değerini, $\min(x)$ ilgili göstergenin minimum değerini ve $\max(x)$ ilgili göstergenin maksimum değerini ifade etmektedir.

Tablo 16'da ülkelerin 2010-2018 yılları arasındaki BİT kullanım endeks değerleri sunulmuştur. Ayrıca söz konusu ülkeler 2010-2018 yılları arası ortalama değerler baz alınarak büyükten küçüğe doğru sıralamaya tabi tutulmuştur. Ülkelerin BİT kullanım endeksinde Fransa ve Kore Cumhuriyeti sırasıyla birinci ve ikinci konumda iken, Almanya bu iki ülkeye en yakın ülke konumundadır. BİT kullanım alanında 2010-2018 yılları arasında 39 ülke kendini geliştirirken, sadece 4 ülke gerileme yaşamıştır. Bu yıllar arasında BİT Kullanım alanında en yüksek gelişim gösteren ülkelerin başında Portekiz, Kazakistan ve Yunanistan gelmektedir. Bu ülkeleri Çin, Tayland, Romanya, Şili, Arjantin, Sırbistan, Meksika ve Kosta Rika takip etmektedir. İsveç, Finlandiya, Norveç ve Danimarka bu yıllar arasında BİT Kullanım alanında kayıp yaşayan ülkelerdir.

Tablo 16: BİT Kullanım Endeksi Ülke Sıralaması (2010-2018)

	Ülkeler/ Tarih	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Ort.	Fark
1	Fransa	92.3	93.8	96.1	96.6	98.2	96.6	98.1	99.2	100.0	96.8	7.7
2	Kore Cum.	92.0	93.8	94.9	95.9	96.7	98.1	99.2	99.8	99.2	96.6	7.2
3	Almanya	93.6	93.3	93.6	94.0	94.4	94.8	94.1	94.6	95.1	94.2	1.5
4	Birleşik Krallık	86.1	87.5	89.3	91.9	93.0	93.9	95.3	93.0	93.2	91.5	7.1
5	Hollanda	89.9	90.5	91.9	92.7	91.2	91.9	91.5	92.3	90.0	91.3	0.1
6	Danimarka	91.1	90.4	90.0	90.1	89.3	86.7	86.4	84.1	84.6	88.1	-6.5
7	Kanada	85.9	87.4	86.9	87.2	87.5	88.3	88.2	88.5	89.1	87.7	3.2
8	Japonya	79.2	80.2	80.5	84.9	85.7	87.4	89.2	89.1	89.4	85.1	10.2

Tablo 16: (devamı)

	Ülkeler/ Tarih	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Ort.	Fark
9	İsveç	88.6	88.1	86.5	86.0	84.9	84.2	82.4	82.3	78.5	84.6	-10.1
10	Belçika	76.5	80.4	80.7	81.8	83.9	84.2	85.0	85.6	85.8	82.7	9.3
11	Norveç	83.6	82.6	82.3	81.0	80.4	79.9	79.1	78.0	77.1	80.5	-6.5
12	ABD	75.5	74.1	76.2	74.3	74.3	75.2	80.1	80.3	80.2	76.7	4.7
13	Avusturya	70.2	72.0	72.6	73.3	75.5	78.0	78.2	80.2	79.9	75.5	9.7
14	İspanya	66.1	67.1	68.6	70.5	73.9	76.2	78.2	81.1	82.8	73.8	16.7
15	Yunanistan	61.0	65.3	67.3	71.0	74.2	77.8	80.1	81.8	84.2	73.7	23.2
16	Portekiz	58.0	60.1	63.8	66.0	70.0	74.7	78.2	81.7	85.2	70.8	27.2
17	Finlandiya	69.8	69.4	68.5	68.8	65.8	64.2	63.6	62.6	63.0	66.2	-6.8
18	Macaristan	57.8	60.2	62.3	65.1	66.7	67.1	71.0	71.3	71.8	65.9	14
19	İtalya	57.4	57.7	58.2	58.9	57.5	58.9	61.2	63.7	69.3	60.3	11.9
20	Çekya	55.1	56.8	58.8	60.0	61.1	60.8	61.3	62.2	63.0	59.9	7.9
21	Sırbistan	45.9	47.4	50.9	55.1	58.0	60.4	62.2	63.7	65.8	56.6	19.9
22	Slovak Cum.	52.7	52.8	54.4	55.8	57.4	57.0	58.8	59.6	60.2	56.5	7.5
23	Rusya	42.5	47.3	51.9	53.7	54.6	54.4	54.8	57.9	59.9	53.0	17.4
24	Polonya	45.8	46.8	45.5	49.5	53.8	53.5	54.7	55.6	55.5	51.2	9.7
25	Bulgaristan	43.5	46.7	48.5	48.7	49.7	50.7	51.9	53.4	54.1	49.7	10.6
26	Arjantin	35.9	39.2	41.9	45.9	48.5	50.7	52.6	54.4	56.9	47.3	21
27	Romanya	36.3	38.1	41.9	44.9	47.5	48.6	50.8	53.6	57.6	46.6	21.3
28	Şili	34.3	38.1	39.6	41.5	43.8	51.6	55.0	54.3	55.4	46.0	21.1
29	Kazakistan	26.7	37.2	44.4	46.3	47.9	49.8	50.7	51.5	50.3	45.0	23.6
30	Malezya	34.7	37.5	40.7	36.5	39.4	42.6	45.6	49.0	50.7	41.9	16
31	Brezilya	30.3	34.2	36.2	38.2	40.4	42.4	43.5	46.6	48.2	40.0	17.9
32	Çin	29.1	32.2	34.7	36.5	37.3	42.0	44.8	48.8	51.6	39.7	22.5
33	Kosta Rika	30.6	31.6	35.2	34.6	37.0	40.3	43.9	47.7	49.4	38.9	18.8
34	Türkiye	32.6	33.5	33.4	34.5	35.5	36.4	38.9	43.0	47.3	37.2	14.7
35	Meksika	25.5	28.7	30.9	31.2	31.6	39.1	40.9	43.2	45.1	35.1	19.6
36	Ukrayna	25.7	28.2	31.5	34.4	36.3	37.5	38.9	40.2	40.8	34.8	15.1
37	Kolombiya	24.2	27.0	31.7	33.9	35.1	37.1	38.6	40.7	41.8	34.5	17.6
38	Tunus	21.2	22.4	22.5	23.0	24.0	24.0	25.9	30.3	36.5	25.5	15.3
39	Tayland	13.9	15.1	16.8	18.4	21.0	23.6	27.9	35.7	35.4	23.1	21.5
40	Güney Afrika	11.5	16.1	19.5	21.6	22.5	23.8	24.7	25.8	27.1	21.4	15.6
41	Mısır Arap Cum.	11.9	13.3	13.8	14.2	16.2	18.4	20.3	22.7	25.3	17.3	13.4
42	Guatemala	6.1		9.3	11.6	13.0	15.4	20.5	21.9		14.0	19.2
43	Hindistan	0.0	1.2	1.6	2.1	2.5	3.2	3.9	4.5	5.3	2.7	5.3

Tablo 17’de ülkelerin 2010-2018 yılları arasındaki demografik gelişim endeksi değerleri sunulmuştur. Ayrıca söz konusu ülkeler 2010-2018 yılları arasında ortalama değerleri baz alınarak, büyükten küçüğe doğru sıralanmıştır. Ülkelerin demografik gelişim endeksi sıralamasında birinci sırada Japonya bulunmaktadır. Japonya’yı takiben sırasıyla Hollanda, İsveç, Danimarka, Kanada ve İspanya yüksek demografik gelişime sahip olan ülkelerin başında gelmektedir. 2010-2018 yılları arasında Mısır Arap Cumhuriyeti hariç, tüm ülkeler demografik gelişim alanında ilerleme kaydetmiştir. Bu alanda önemli bir ilerleme kaydeden ülkelerin başında Güney Afrika gelmektedir. Ülke, ilgili alanda her yıl düzenli olarak gelişim göstermiştir. Bu alanda önemli bir ilerleme kaydeden bir diğer ülke ise

Türkiye’dir. Türkiye de Güney Afrika gibi demografik gelişim alanında her yıl düzenli olarak gelişim göstermiştir. Fakat bu gelişime rağmen, Türkiye 2010 yılında bulunduğu otuz yedinci sıradan, 2018 yılı itibariyle bir üst sıraya bile yükselememiştir.

Tablo 17: Demografik Gelişim Endeksi Ülke Sıralaması (2010-2018)

	Ülkeler/	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Ort.	Fark
1	Japonya	91.4	91.3	92.5	93.7	95.0	95.7	97.2	98.3	100.0	95.0	8.6
2	Hollanda	85.9	87.7	89.0	90.4	90.7	91.6	91.9	92.8	93.7	90.4	7.8
3	İsveç	85.5	87.6	87.7	89.2	90.2	90.9	91.3	92.5	93.2	89.8	7.7
4	Danimark	82.8	84.8	85.0	85.5	86.2	86.5	86.4	87.6	87.7	85.8	4.9
5	Kanada	84.2	84.7	85.0	85.6	85.5	86.0	86.3	87.1	87.6	85.8	3.4
6	İspanya	80.9	83.1	84.0	86.0	86.2	86.1	87.3	87.7	88.7	85.6	7.8
7	Finlandiya	79.5	81.5	82.3	83.4	84.3	85.8	86.6	88.4	90.4	84.7	10.9
8	Almanya	83.4	84.9	84.8	84.9	85.5	84.3	84.2	84.6	84.9	84.6	1.5
9	Norveç	80.9	81.8	82.9	84.1	84.9	85.9	86.1	86.8	88.1	84.6	7.2
10	Birleşik	78.0	79.2	79.7	81.3	82.4	82.3	83.2	84.3	85.2	81.7	7.2
11	Belçika	79.3	79.3	79.4	80.7	82.2	82.3	83.1	83.9	84.8	81.7	5.5
12	Kore	73.9	75.0	75.4	77.7	79.6	80.4	82.2	84.5	85.3	79.3	11.4
13	Fransa	74.2	75.2	75.7	76.9	77.8	78.1	79.1	79.8	80.7	77.5	6.5
14	Yunanistan	72.8	74.2	75.2	77.2	77.5	77.5	78.3	78.9	80.0	76.9	7.2
15	Portekiz	70.0	73.2	74.2	75.6	76.7	76.7	77.1	78.7	79.0	75.7	9
16	Avusturya	72.3	73.3	73.6	74.3	74.4	73.8	75.0	75.2	76.1	74.2	3.8
17	ABD	72.1	72.3	72.8	72.7	72.8	72.7	73.2	74.2	75.0	73.1	2.9
18	Çekya	67.5	69.6	71.0	72.6	74.0	74.1	75.5	76.2	77.0	73.1	9.5
19	İtalya	68.1	68.9	70.7	72.1	73.7	73.5	75.9	76.2	77.6	73.0	9.5
20	Şili	67.0	68.7	69.4	70.2	71.2	72.2	72.9	74.0	75.1	71.2	8.1
21	Kolombiya	60.1	61.8	63.6	64.2	65.2	66.4	66.9	67.5	68.0	64.9	7.9
22	Bulgaristan	59.0	60.5	62.0	64.6	64.4	65.4	65.5	68.2	68.9	64.3	9.9
23	Kosta	58.5	59.1	63.5	64.2	65.1	65.2	64.2	66.1	69.1	63.9	10.6
24	Brezilya	59.6	59.7	61.3	62.1	62.8	63.9	64.5	65.7	66.6	62.9	7
25	Macaristan	56.1	58.0	59.2	61.0	62.7	64.3	66.2	66.9	68.4	62.5	12.3
26	Arjantin	59.3	60.0	60.5	60.8	60.6	61.5	62.4	63.3	64.8	61.5	5.5
27	Polonya	56.6	58.6	59.5	60.9	62.3	62.5	63.2	63.0	63.8	61.2	7.2
28	Çin	57.2	56.2	55.2	58.4	58.2	61.8	60.4	62.6	66.0	59.5	8.8
29	Tayland	55.1	58.1	59.0	58.5	58.9	59.7	60.0	60.5	62.0	59.1	6.9
30	Slovak	54.4	55.6	57.9	59.0	59.8	59.8	61.2	61.3	61.8	59.0	7.4
31	Rusya	54.1	55.6	55.3	56.4	56.8	57.7	59.6	63.0	64.5	58.1	10.4
32	Ukrayna	51.0	52.0	51.3	52.9	52.1	52.7	53.8	55.8	56.7	53.2	5.7
33	Sırbistan	48.2	49.6	50.6	52.3	52.8	53.0	55.5	56.3	58.0	52.9	9.8
34	Malezya	46.4	48.4	50.1	52.3	53.3	54.2	54.8	55.7	56.9	52.4	10.5
35	Romanya	48.7	50.8	51.1	53.2	52.7	52.7	52.6	53.8	55.0	52.3	6.3
36	Meksika	47.2	47.8	48.9	49.2	49.2	49.9	50.6	51.1	52.0	49.5	4.8
37	Türkiye	35.3	37.7	39.1	41.3	43.1	45.1	47.1	49.0	50.5	43.1	15.2
38	Kazakistan	35.2	35.8	37.1	39.1	40.2	41.7	42.2	43.8	44.2	39.9	9
39	Tunus	33.2	33.5	34.3	34.2	34.6	35.3	36.2	37.2	38.2	35.2	5
40	Guatemala	17.1	18.4	24.3	21.1	22.8	23.8	25.4	26.7	28.0	23.1	10.9
41	Güney	0.0	2.7	5.8	8.8	11.3	14.5	16.4	18.5	19.7	10.9	19.7
42	Hindistan	5.0	5.9	6.8	7.9	8.9	9.8	10.5	11.1	11.7	8.6	6.7
43	Mısır	3.4	2.7	2.7	3.2	3.6	2.7	3.3	3.3	3.3	3.1	-0.1

Tablo 18’de ülkelerin 2010-2018 yılları arasındaki makro ekonomik performans endeksi değerleri sunulmuştur. Ayrıca söz konusu ülkeler 2010-2018 yılları arası ortalama değerleri baz alınarak, büyükten küçüğe doğru sıralanmıştır. Ülkelerin makro ekonomik performans endeksinin ilk sırasında Norveç bulunmaktadır. 2011’den itibaren makro ekonomik performansında düşüş yaşayan Norveç 2014, 2017 ve 2018 yılları dışında bu kayıpları telafi edememiştir. Buna rağmen, Norveç hala genel sıralamada lider konumdadır. Fakat 2016, 2017 ve 2018 yılları özelinde ülkenin, liderliği Hollanda’ya kaptırdığı gözlemlenmektedir. Norveç’i takiben Hollanda, Danimarka, Almanya, İsveç, Tayland ve Kore Cumhuriyeti bu alanda önde gelen ülkeler olmuştur. İlgili dönemde 27 ülke makro ekonomik performans açısından ilerleme kaydederken, geri kalan 16 ülke bu alanda kayıplar yaşamıştır. 2010-2018 yılları arasında makro ekonomik performansı en çok gelişen ülkeler sırasıyla Portekiz, Polonya, Sırbistan, Çekya, Macaristan, Slovak Cumhuriyeti, İspanya ve Türkiye’dir. Genel sıralamada 38. sırada olan Türkiye 2011 yılındaki düşüşün ardından önemli bir gelişim trendi yakalamıştır. Nitekim 2010 ve 2011 yıllarında 41. sırada bulunan ülke, 2018 yılı itibarıyla 35. sıraya yükselmiştir. İlgili yıllar arasında önemli düşüş yaşayan ülkeler ise sırasıyla Arjantin, Tunus, Mısır Arap Cumhuriyeti, Norveç, Ukrayna ve Malezya’dır.

Tablo 18: Makro Ekonomik Performans Endeksi Ülke Sıralaması (2010-2018)

	Ülkeler/ Tarih	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Ort.	Fark
1	Norveç	97.3	100	99.4	94.5	96.5	91.0	81.9	83.7	89.1	92.6	-8.2
2	Hollanda	84.3	87.9	90.6	87.6	84.8	81.3	85.2	92.0	93.4	87.4	9.1
3	Danimarka	77.8	78.1	76.3	79.0	81.6	81.3	81.5	82.6	82.1	80.0	4.3
4	Almanya	70.9	74.5	76.7	75.9	77.7	80.7	82.2	81.9	82.6	78.1	11.7
5	İsveç	74.4	75.0	74.7	74.6	73.0	72.3	71.1	73.0	73.0	73.5	-1.4
6	Tayland	71.6	72.2	65.2	60.6	69.7	77.2	82.8	80.5	73.3	72.6	1.7
7	Kore Cum.	63.7	62.9	68.4	72.6	73.8	76.6	75.9	72.9	73.1	71.1	9.4
8	Avusturya	70.3	68.4	68.3	69.0	69.2	67.8	70.4	68.6	68.8	69.0	-1.5
9	Malezya	71.9	75.7	66.7	65.3	67.6	65.4	63.9	65.1	65.4	67.4	-6.5
10	Japonya	64.7	61.2	59.0	59.8	59.6	64.8	67.5	69.1	69.5	63.9	4.8
11	Çin	64.7	60.8	63.2	61.3	63.0	64.1	62.1	61.3	58.8	62.1	-5.9
12	ABD	58.9	58.8	60.1	61.6	62.2	63.0	63.9	65.1	65.5	62.1	6.6
13	Kazakistan	60.2	69.5	64.5	63.6	68.7	57.5	49.3	54.7	62.4	61.2	2.2
14	Kanada	58.4	60.6	59.5	60.6	62.1	60.1	60.4	61.6	62.9	60.7	4.5
15	Rusya Federasyonu	58.9	59.0	60.0	57.2	59.6	63.4	58.3	58.5	68.2	60.3	9.3
16	Çekya	46.7	49.6	50.9	53.6	55.9	58.3	62.5	63.5	62.9	56.0	16.2
17	Finlandiya	60.9	55.7	54.1	53.8	54.0	54.4	53.1	56.4	55.8	55.4	-5.1
18	Belçika	56.9	50.1	53.6	55.5	55.3	56.5	55.1	57.1	55.6	55.1	-1.3
19	Birleşik Krallık	53.7	55.9	53.2	51.2	52.2	53.2	53.4	57.5	57.7	54.2	4
20	Fransa	51.0	50.7	50.1	50.5	49.2	50.9	50.9	51.2	51.3	50.6	0.3
21	Macaristan	38.8	40.4	43.0	48.0	47.0	51.8	58.8	55.0	53.1	48.4	14.3
22	Portekiz	32.0	38.3	44.1	48.8	47.4	48.4	51.4	54.5	54.8	46.6	22.8
23	Slovak Cum.	36.8	36.7	48.9	50.8	50.7	46.4	47.2	49.8	50.6	46.4	13.8
24	İspanya	39.0	39.8	42.5	44.9	45.3	48.1	52.3	53.1	52.8	46.4	13.8
25	Meksika	47.0	46.1	46.5	44.9	45.1	44.6	45.2	46.1	46.3	45.7	-0.7

Tablo 18: (devamı)

	Ülkeler/ Tarih	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Ort.	Fark
26	Kolombiya	43.8	45.3	46.8	47.3	44.1	42.4	45.0	47.1	44.5	45.1	0.7
27	İtalya	37.6	38.4	42.6	43.7	45.0	44.7	47.9	49.0	49.4	44.3	11.8
28	Şili	48.1	43.6	41.3	40.9	45.7	45.2	45.5	45.0	42.4	44.2	-5.7
29	Guatemala	43.2	40.1	39.6	37.7	40.5	44.7	49.0	50.1	49.8	43.9	6.6
30	Bulgaristan	35.2	37.8	36.0	41.0	42.3	40.7	47.3	51.5	47.5	42.1	12.3
31	Polonya	32.5	33.4	36.3	41.2	41.2	45.9	47.7	49.9	49.6	42.0	17.1
32	Brezilya	41.6	42.1	40.8	41.4	39.5	40.3	40.7	41.5	38.5	40.7	-3.1
33	Arjantin	45.1	44.7	45.5	41.1	38.3	38.1	35.0	33.3	29.8	39.0	-15.3
34	Kosta Rika	39.0	33.0	37.8	38.6	38.7	40.4	40.5	38.5	41.2	38.6	2.2
35	Romanya	32.6	32.0	33.5	41.3	43.9	42.6	41.4	40.8	38.7	38.5	6.1
36	Ukrayna	34.4	27.2	24.9	24.1	30.8	44.1	33.1	30.1	28.3	30.8	-6.1
37	Yunanistan	23.4	17.9	27.8	26.7	28.3	30.7	30.0	31.1	30.4	27.4	7
38	Türkiye	20.7	17.5	25.2	25.9	28.9	31.7	32.3	30.2	33.7	27.3	13
39	Hindistan	27.4	26.5	22.6	26.9	29.4	29.5	29.8	27.4	25.0	27.2	-2.4
40	Güney Afrika	22.6	21.4	16.6	15.8	16.9	18.8	21.0	22.0	20.9	19.6	-1.7
41	Mısır Arap Cum.	25.8	22.5	20.0	24.0	21.8	14.5	13.4	14.8	15.1	19.1	-10.7
42	Sırbistan	11.5	0.9	0.0	13.3	19.1	24.3	29.0	26.2	28.5	17.0	17
43	Tunus	17.8	9.9	9.4	9.9	8.9	9.1	9.0	6.4	4.4	9.4	-13.4

Tablo 19’da ülkelerin 2010-2018 yılları arasındaki yenilik endeks değerleri sunulmuştur. Ayrıca söz konusu ülkeler, 2010-2018 yılları arasında ortalama değerleri baz alınarak, büyüktен küçüğe doğru sıralanmıştır. Ülkelerin yenilik kapasitesi endeksinde Çin ilk sırada yer alırken, ABD ise ikinci sırada yer almaktadır. Üstelik bu iki ülkenin yenilik kapasitesi diğer ülkelerden bir hayli yüksektir. Söz konusu ülkeleri Japonya, Kore Cumhuriyeti ve Almanya takip etmektedir. Guatemala en düşük yenilik kapasitesine sahip ülke olurken, Guatemala’yı sırasıyla Mısır Arap Cumhuriyeti, Kolombiya ve Şili takip etmektedir. 2010- 2018 yılları arasında 28 ülke yenilik kapasitesini artırırken, geri kalan 15 ülke ise yenilik kapasitesinde düşüş yaşamıştır. Çin ilgili yıllar arasında büyük bir ivme ile yenilik kapasitesini artırarak, yenilik kapasitesi endeksinin bir önceki lideri olan ABD’yi geçmiştir. Çin’i takiben Polonya, Belçika, Tayland, Kore Cumhuriyeti, Çekya ve Hindistan da yenilik kapasitesini artıran ülkelerin başında gelmektedir. Türkiye genel sıralamada 27. sırada kendine yer bulurken, yenilik kapasitesini artıran ilk 11 ülke arasında yer almıştır. ABD ise bu yıllar arasında Çin ile giriştiği yenilik kapasitesi yarışını kaybetmesinin yanı sıra, yenilik kapasitesinde önemli bir kayıp yaşamıştır. Yenilik kapasitesinde önemli bir düşüş yaşayan diğer bir ülke ise Japonya’dır. Japonya tecrübe ettiği kayıp ile 2017 ve 2018 yılları sıralamasındaki yerini Kore Cumhuriyeti’ne kaptırmıştır.

Tablo 19: Yenilik Kapasitesi Endeksi Ülke Sıralaması (2010-2018)

	Ülkeler/ Tarih	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Ort.	Fark
1	Çin	68.1	72.6	75.6	81.1	84.3	88.2	92.8	95.1	100.	84.2	31.9
2	ABD	81.2	79.7	78.4	76.9	75.5	74.1	72.3	71.5	69.6	75.5	-11.6
3	Japonya	53.3	52.2	50.4	48.5	47.7	45.6	44.1	44.2	43.7	47.7	-9.6
4	Kore Cum.	42.1	43.1	43.9	44.5	45.0	44.2	43.3	44.9	46.1	44.1	4
5	Almanya	39.1	39.4	39.7	39.2	39.4	39.1	38.9	39.0	39.0	39.2	-0.1

Tablo 19: (devamı)

	Ülkeler/ Tarih	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Ort.	Fark
6	Fransa	31.3	31.4	31.5	31.5	31.5	30.8	30.5	30.2	30.1	31.0	-1.2
7	Birleşik Krallık	29.9	30.1	29.6	29.6	29.4	29.3	29.0	28.8	28.8	29.4	-1.1
8	İsveç	27.1	27.4	27.2	27.3	26.6	26.7	26.8	27.0	26.8	27.0	-0.3
9	Hollanda	24.9	25.9	25.9	26.9	27.0	26.3	26.3	26.6	26.6	26.3	1.7
10	Kanada	26.1	25.8	26.1	25.5	25.1	24.9	24.5	24.3	24.5	25.2	-1.6
11	Avusturya	23.7	23.8	24.9	25.4	26.0	25.4	25.5	25.2	25.2	25.0	1.5
12	Belçika	21.5	22.2	22.5	23.3	23.8	23.6	24.4	24.8	25.8	23.5	4.3
13	Danimarka	23.0	23.5	23.5	23.6	23.5	24.0	24.1	23.1	23.3	23.5	0.3
14	İtalya	22.8	23.0	23.1	23.5	23.6	23.1	23.4	23.4	23.6	23.3	0.8
15	Finlandiya	25.6	25.0	23.7	22.7	22.4	20.7	19.9	20.1	20.3	22.3	-5.3
16	Hindistan	20.0	21.2	21.3	21.8	22.2	21.8	22.0	22.5	23.8	21.8	3.8
17	Malezya	20.5	20.7	20.9		21.9	21.8	22.3		21.8	21.4	1.3
18	Çekya	18.5	20.2	21.0	21.4	22.0	21.6	20.5	21.4	22.4	21.0	3.9
19	İspanya	20.0	20.4	20.3	20.2	20.1	19.5	19.8	19.6	19.7	20.0	-0.3
20	Brezilya	18.9	19.0	19.2	19.3	19.5	20.0	19.8	19.1	19.4	19.3	0.5
21	Rusya Federasyonu	17.6	17.1	17.8	18.3	18.8	19.7	20.0	20.1	20.0	18.8	2.4
22	Meksika	17.8	17.8	17.9	17.9	18.1	18.1	17.9	18.0	18.0	17.9	0.2
23	Macaristan	17.2	17.7	17.3	17.8	17.4	17.2	16.7	17.4	18.4	17.4	1.2
24	Tayland		15.6		16.1	16.4	17.0	17.7	19.1	19.6	17.4	4
25	Polonya	15.0	15.1	16.1	16.7	17.6	17.9	17.8	18.3	19.4	17.1	4.4
26	Norveç	15.9	16.1	16.0	16.2	16.6	17.2	17.2	17.5	17.2	16.7	1.3
27	Türkiye	11.3	11.6	11.9	13.2	13.7	13.6	13.6	14.0	14.0	13.0	2.7
28	Slovak Cum.	10.6	11.3	12.6	13.3	13.7	14.5	13.0	13.8	13.6	12.9	3
29	Portekiz	12.4	12.6	12.5	12.6	12.6	12.2	12.7	13.2	13.4	12.7	1
30	Romanya	10.9	11.5	10.2	9.8	10.2	10.7	11.1	11.3	11.7	10.8	0.8
31	Güney Afrika	10.1	10.4	10.5	10.2	10.6	10.8	10.4	10.3	9.8	10.3	-0.3
32	Yunanistan	8.2	8.7	8.2	8.2	9.1	9.6	9.9	10.4	11.3	9.3	3.1
33	Ukrayna		9.4	10.3	9.9	9.2	8.3	7.0	7.1	7.2	8.5	-2.2
34	Arjantin	8.5	8.9	8.7	8.9	8.3	8.3	7.8	8.0	5.6	8.1	-2.9
35	Bulgaristan	6.2	6.6	6.8	7.3	7.9	8.7	8.3	8.7	9.2	7.7	3
36	Kosta Rika	8.2	8.4	9.0	9.3	8.7	5.5	5.8	6.1	6.0	7.5	-2.2
37	Kazakistan	7.0	7.3	8.1	7.8	8.1	7.6	6.7	6.2	6.2	7.2	-0.8
38	Tunus	7.1	7.4	6.6	6.4	6.6	6.4	6.4	6.9	6.9	6.8	-0.2
39	Sırbistan	4.2	4.3	6.0	5.1	5.3	5.3	5.5	5.6	6.1	5.3	1.9
40	Şili	4.1	4.4	4.6	5.3	5.4	4.8	5.3	4.8	5.0	4.8	0.9
41	Kolombiya	3.1	3.0	3.8	4.8	5.0	5.5	4.9	4.6	4.5	4.4	1.4
42	Mısır Arap Cum.	0.5	1.6	0.2	0.5	2.7	1.4	0.2	0.8	2.5	1.2	2
43	Guatemala	0.4	0.0	0.1	0.2	0.3	0.5	0.6	0.5	0.6	0.3	0.2

Tablo 20’de ülkelerin 2010-2018 yılları arasındaki yönetim endeks değerleri sunulmuştur. Ayrıca söz konusu ülkeler, 2010-2018 yılları arası ortalama değerleri baz alınarak, yüksekten düşüğe doğru sıralamaya tabi tutulmuştur. Yönetim endeksinde Finlandiya, Norveç, İsveç ve Danimarka gibi Kuzey Avrupa ülkeleri en üst sıralarda yer almaktadır. Bu ülkeler arasında Norveç (ve Danimarka ülkesinin 2013 yılı) hariç diğer ülkeler, 9 yıllık süreçte yönetim alanında düşüş yaşamıştır. Bu süre zarfında 19 ülke yönetim alanında kendini geliştirirken, 24 ülkede ise yönetim alanında gerileme ortaya çıkmıştır.

İlgili dönemde yönetim alanında en yüksek gelişimi gösteren iki ülke Arjantin ve Çin'dir. Bu ülkeleri sırasıyla Kolombiya, Kazakistan, Hindistan Malezya, Kore Cumhuriyeti, Portekiz, Rusya Federasyonu, Japonya ve Sırbistan takip etmektedir. 2010-2018 yılları arasında yönetim alanında en çok gerileme sergileyen ülke ise Türkiye'dir. Genel sıralamada 32. sırada yer alan ülke, 2011 yılından itibaren düzenli olarak yönetim alanında düşüş yaşamıştır. Türkiye, 2015 ve 2016 yıllarındaki büyük düşüşlerin ardından herhangi bir toparlama süreci de yaşamamıştır. Yönetim alanında en çok gerileme yaşayan diğer bir ülke ise Brezilya'dır. Brezilya'yı sırasıyla Mısır, Macaristan, Şili, Fransa, Polonya, Meksika, Belçika ve Ukrayna takip etmektedir.

Tablo 20: Yönetim Endeksi Ülke Sıralaması (2010-2018)

	Ülkeler/ Tarih	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Ort.	Fark
1	Finlandiya	99.6	99.3	100.	99.6	98.8	96.3	95.6	97.1	96.3	98.1	-3.3
2	Norveç	94.2	95.0	96.5	97.7	95.5	95.7	96.3	98.1	96.0	96.1	1.8
3	İsveç	95.0	97.2	97.9	96.6	94.1	94.0	94.2	93.0	92.7	95.0	-2.3
4	Danimarka	97.6	98.5	96.4	96.6	94.2	94.2	92.5	91.7	92.5	94.9	-5.1
5	Hollanda	91.5	93.8	94.7	93.6	93.6	92.6	93.4	92.6	92.6	93.1	1.1
6	Kanada	90.5	90.5	91.0	90.9	92.4	92.4	92.9	93.2	89.6	91.5	-0.9
7	Avusturya	88.4	86.0	87.9	88.4	87.5	85.3	84.0	85.3	85.7	86.5	-2.7
8	Almanya	84.4	84.5	85.2	85.8	89.2	87.7	87.0	86.5	86.3	86.3	1.9
9	Birleşik Krallık	83.8	82.3	83.4	84.2	85.7	87.5	84.5	83.7	81.6	84.1	-2.2
10	Japonya	76.9	77.7	78.2	80.5	82.3	81.8	82.1	82.2	81.1	80.3	4.2
11	Belçika	81.1	82.2	82.0	83.1	79.6	79.8	78.4	75.5	75.4	79.7	-5.7
12	ABD	78.2	78.6	79.0	77.5	77.4	78.0	78.1	78.5	78.1	78.1	-0.1
13	Fransa	78.9	76.7	76.1	75.2	73.6	72.6	70.8	72.9	72.4	74.3	-6.5
14	Şili	76.9	75.8	76.2	75.9	75.5	72.1	69.6	69.4	69.3	73.4	-7.6
15	Portekiz	66.6	65.6	66.8	67.8	67.0	70.6	69.8	72.5	71.4	68.7	4.8
16	Çekya	67.0	67.7	65.8	66.1	67.3	68.4	67.2	69.1	67.9	67.4	0.9
17	İspanya	64.6	66.0	64.7	63.8	62.3	62.7	64.7	62.9	63.0	63.9	-1.6
18	Kore Cum.	61.8	63.3	61.3	61.7	61.5	59.3	61.4	63.6	66.9	62.3	5.1
19	Polonya	62.5	63.0	64.2	64.0	64.8	64.1	59.4	56.8	56.1	61.7	-6.4
20	Slovak Cum.	61.1	61.1	60.6	59.4	59.5	57.9	59.0	57.8	56.2	59.2	-4.9
21	Kosta Rika	55.2	53.6	56.6	57.0	56.4	56.7	55.2	53.0	53.8	55.3	-1.4
22	Macaristan	59.7	59.9	57.4	57.8	53.2	52.8	49.9	52.9	51.4	55.0	-8.3
23	İtalya	54.9	53.4	53.0	53.5	51.7	51.9	52.9	52.1	51.5	52.8	-3.4
24	Malezya	45.9	44.7	45.2	46.9	51.3	48.1	45.7	45.4	51.2	47.2	5.3
25	Yunanistan	48.5	46.5	42.9	45.4	41.8	40.9	38.9	40.2	44.0	43.2	-4.5
26	Güney Afrika	43.2	43.6	41.5	42.9	41.2	40.4	41.1	38.6	38.1	41.2	-5.1
27	Romanya	39.9	38.9	37.1	40.7	41.4	42.7	43.8	42.2	40.0	40.8	0.1
28	Bulgaristan	41.6	39.7	40.3	38.2	38.0	38.4	40.3	42.0	42.3	40.1	0.7
29	Sırbistan	28.6	30.0	28.6	30.3	35.3	35.9	33.8	32.5	32.3	31.9	3.7
30	Brezilya	38.1	37.1	35.7	33.4	32.4	28.9	28.5	26.9	24.4	31.7	-13.7
31	Meksika	28.1	29.0	30.6	29.6	26.4	25.7	25.4	23.2	21.7	26.6	-6.4
32	Türkiye	32.5	32.6	31.8	31.1	29.6	24.6	17.9	17.5	17.7	26.2	-14.8
33	Arjantin	23.7	25.7	21.9	21.0	19.4	22.1	31.7	33.8	33.1	25.8	9.4
34	Kolombiya	21.5	25.5	23.9	24.4	26.0	27.2	28.7	27.5	27.6	25.8	6.1
35	Tunus	25.4	27.2	25.9	23.7	25.6	25.1	23.3	24.9	25.4	25.2	0

Tablo 20: (devamı)

	Ülkeler/ Tarih	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Ort.	Fark
36	Hindistan	23.7	22.8	21.0	21.6	23.2	26.4	27.3	28.9	29.3	24.9	5.6
37	Tayland	21.9	24.5	25.0	24.2	23.9	23.1	23.3	24.9	24.1	23.9	2.2
38	Çin	14.0	14.6	14.3	14.4	17.4	17.9	19.1	22.5	22.8	17.5	8.8
39	Kazakistan	16.5	12.6	10.5	9.5	17.4	19.1	19.0	21.2	22.4	16.5	5.9
40	Guatemala	13.1	13.4	12.3	12.3	12.5	12.6	13.8	12.5	12.6	12.8	-0.5
41	Ukrayna	14.7	12.9	13.6	8.5	4.5	4.6	7.7	9.6	9.3	9.5	-5.4
42	Rusya Federasyonu	7.7	7.7	8.2	9.1	9.9	7.4	8.8	10.9	12.1	9.1	4.4
43	Mısır Arap Cum.	13.8	6.6	6.7	1.3	0.0	0.9	1.7	2.6	4.4	4.2	-9.4

4.4.3. Toplam Faktör Verimliliği Ayrıştırılması

Çalışmada sınırlı üretim literatürünü (Nishimizu ve Page (1982), Färe vd. (1994), Osiewalski vd. (1997)) takiben TFV’i; teknolojik değişim, teknik etkinlik ve ölçek etkinliği olmak üzere üç bileşene ayrıştırılmaktadır. Bu bağlamda teknolojik değişim üretim sınırındaki kaymayı ifade ederken, teknik etkinlik değişimi ise teknolojik sınırı yakalamayı ifade etmektedir. Üretimin tam etkin bir şekilde gerçekleştiği varsayımı altında, TFV’nin büyümesi tamamen teknolojik değişime atfedilmektedir. Bu durum teknik etkinlik bileşenini tamamen yok saymaktadır. Teknolojik değişim ile teknik etkinlik değişim bileşenleri TFV’nin en önemli bileşenleridir. Literatürde TFV değişimi konusunda teknolojik değişimin önemi sıklıkla vurgulanırken, teknik etkinlik değişimi görece olarak daha az gündeme gelmektedir. Fakat, teknik etkinlik değişimi kavramı, teknolojik değişim kadar önemli bir kavramdır. Ülkeler açısından verimlilik seviyelerini artırmanın tek yolu teknolojik ilerleme değildir. Ülkeler mevcut teknolojiyi daha etkin kullanarak da verimlilik seviyelerini artırabilirler. Toplam faktör verimliliğinin ayrıştırılması; TFV değişiminin, teknolojik değişimden mi yoksa teknik etkinlik değişiminden mi kaynakladığının belirlenmesi, ülkelerin kendilerine özgü politika geliştirmelerine önemli katkıda bulunmaktadır.

Bu çalışmada 2010-2018 dönemi için translog stokastik üretim fonksiyonunu tahmin etmek üzere 43 ülkeden oluşan bir panel veri seti kullanılmıştır. Tahmin edilen araştırma modeli; sermaye (K) ve vasıflı emek (H*L) olmak üzere iki üretim faktörü ile Reel GSYH (Y) olarak bir çıktıdan oluşmaktadır. Modelde kullanılan translog üretim fonksiyonu sebebiyle, girdi ve çıktı faktörlerinin doğal logaritması alınmıştır. Araştırma modeli translog teknolojisi varsayımı altında şu şekilde ifade edilebilir:

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_k k_{it} + \beta_{hl} hl_{it} + \beta_t t + \beta_{khl} k_{it} hl_{it} + 1/2 [\beta_{kk} (k_{it})^2 + \beta_{hlhl} (hl_{it})^2] - U_{it} + V_{it} \quad (10)$$

Küçük harfler, doğal logaritmaları önceden tanımlanmış değişkenleri ($y_{it} = \ln Y_{it}$, $k_{it} = \ln k_{it}$, $hl = \ln HL_{it}$) göstermektedir. Modelde y_{it} çıktı, hl_{it} vasıflı emek, k_{it} sermaye, t zaman değişkeni ve β tahmin katsayısıdır. Rastgele hata terimi, V_{it} , sıfır ortalama ve sabit varyansla özdeş dağılımlı olup, ölçüm hatalarını ve dışsal şokları ölçmektedir. U_{it} , hata teriminin negatif olmayan rastgele teknik etkinsizlik bileşeni olup 0 noktasından kesiklidir.

Ülkelerin teknik etkinliklerini etkileyen faktörlerin başında; bilgi iletişim teknolojilerinin kullanım, demografik gelişim, makro ekonomik performans, yenilik kapasitesi ve yönetim gelmektedir. Bu sebeple etkinsizlik modeli, denklem 11’de ki gibi ifade edilmektedir.

$$U_{it} = \delta_0 + \delta_1 B\dot{T}_{it} + \delta_2 Demografi_{it} + \delta_3 Makro_{it} + \delta_4 Yenilik_{it} + \delta_5 Yönetişim_{it} + w_{it} \quad (11)$$

Denklem 10’daki teknik etkinsizlik U_{it} yerine, denklem 11 yazılarak, denklem 12 elde edilmektedir. Elde edilen denklem 12 çalışmada kullanılan Model 1 olup, bu model kapsamında maksimum olabilirlik yöntemi tahmin edilmektedir.

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_k k_{it} + \beta_{hl} hl_{it} + \beta_t t + \beta_{khl} k_{it} hl_{it} + 1/2 [\beta_{kk} (k_{it})^2 + \beta_{hlhl} (hl_{it})^2] - [\delta_0 + \delta_1 B\dot{T}_{it} + \delta_2 Demografi_{it} + \delta_3 Makro_{it} + \delta_4 Yenilik_{it} + \delta_5 Yönetişim_{it} + w_{it}] + V_{it}$$

$$i = 1, \dots, 43 \quad t = 1, \dots, 9 \quad (12)$$

Çalışmada tahmin edilen ikinci modele denklem 13’te yer verilmiştir. İkinci modelde bölgesel kukla değişkenlerinden faydalanılmıştır. Kukla değişkenlerin modele dahil edilmesi, bölgesel olan ve zamana bağlı değişmeyen geçmiş kaynaklı değişkenleri tek bir faktörde toplamaktadır. Bu sebeple, bölgesel kukla değişkenlerinin yer aldığı model, daha kapsayıcı olup, açıklama değeri görece yüksektir.

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_k k_{it} + \beta_{hl} hl_{it} + \beta_t t + \beta_{khl} k_{it} hl_{it} + 1/2 [\beta_{kk} (k_{it})^2 + \beta_{hlhl} (hl_{it})^2] + Sahraaltı Afrika + Güney Asya + Kuzey Amerika + Orta Doğu Kuzey Afrika + Doğu Asya Pasifik$$

$$- [\delta_0 + \delta_1 B\dot{T}_{it} + \delta_2 Demografi_{it} + \delta_3 Makro_{it} + \delta_4 Yenilik_{it} + \delta_5 Yönetişim_{it} + w_{it}] + V_{it}$$

$$i = 1, \dots, 43 \quad t = 1, \dots, 9 \quad (13)$$

Sonuç olarak stokastik sınır analizi kullanılarak tahmin edilen denklem 12 ve 13’ün ampirik sonuçları, sırasıyla Model 1 ve Model 2 olarak Tablo 21’de gösterilmektedir.

Tablo 21: Tahmin Sonuçları

	Model 1	Model 2
Bağımsız Değişken	LN _Y	LN _Y
Gözlem sayısı	380	380
Grup sayısı	43	43
Grup başına gözlem (min / ort / max)	7/8.8/9	7/8.8/9
Üretim Sınırı		
LN _K	-4.92***	-2.31***
LN _{HL}	5.77***	3.25***
LN _K *LN _K	0.38***	0.20***
LN _{HL} *LN _{HL}	0.21***	0.11**
LN _K *LN _{HL}	-0.31***	-0.16***
T	0.00	0.01**
Sahraaltı Afrika		-0.23***

Tablo 21: (devamı)

	Model 1	Model 2
Güney Asya		-0.41***
Kuzey Amerika		0.22***
Orta Doğu Kuzey Afrika		0.22***
Doğu Asya Pasifik		-0.18***
Sabit	35.75***	20.95***
Teknik Etkinsizlik		
Bilgi İletişim Teknolojileri Kullanım	-0.029**	-0.006***
Demografik Gelişim	0.034***	0.015***
Makro Ekonomik Performans	-0.009**	-0.007***
Yenilik Kapasitesi	-0.007	-0.017***
Yönetişim	-0.036*	-0.011***
Yüksek Gelirli Ülkeler	1.45**	0.39***
Sabit	-0.54***	-0.19***
σ_u	0.21	0.20
σ_v	0.15	0.08
γ	0.64	0.87
Log simulated-likelihood	130.44	206.99
Prob>chi2	0.00	0.00
	15746.33	26266.94
*, **, *** sırasıyla %10, %5, %1 anlamlılık değerini göstermektedir		

Tablo 21’de görüldüğü üzere, Model 1 ve Model 2 arasındaki tek fark, Model 2’de bulunan bölgesel kukla değişkenleridir. Bölgesel kukla değişkenlerin modele eklenmesi, modelin hem γ değerini hem de Log simulated-likelihood değerini artırmaktadır. Bu sebeple, Model 2 çalışmanın temel modeli olarak belirlenmiştir. Model 2’nin sonuçlarına göre, bölgesel kukla değişkenleri ise istatistiksel olarak anlamlı olmaktadır. Bölgesel kukla değişkenlerin katsayıları iktisadi olarak Kuzey Amerika ve Orta Doğu Kuzey Afrika bölgelerinde bölgesel olan ve zamana bağlı değişmeyen geçmiş kaynaklı üretimi pozitif etkileyen faktörlerin, Sahraaltı Afrika, Güney Asya ve Doğu Asya Pasifik bölgelerinde ise, üretimi negatif etkileyen faktörlerin varlığını göstermektedir.

Tahmin edilen üretim fonksiyonunun translog olması sebebiyle, üretim faktörlerinin katsayıları direkt olarak yorumlanamamaktadır. Bu nedenle, üretim fonksiyonunun üretim faktörüne göre kısmi türevi alınarak esneklik katsayıları hesaplanmıştır. Üretim fonksiyonunda yer alan T (zaman) değişkeni, 2010-2018 yılları arasında yaşanan teknolojik değişimi göstermektedir. İstatistiksel olarak anlamlı olan T değişkeninin katsayısının pozitif olması, ilgili zaman aralığında teknolojik değişimin pozitif olduğunu ifade etmektedir.

Tablo 21’deki teknik etkinsizlik faktörleri incelendiğinde, istatistiksel olarak anlaşımlı olan BİT kullanım, makro ekonomik performans, yenilik kapasitesi ve yönetim faktörlerinin katsayılarının negatif, yüksek gelirli ülkeler kukla değişkeni ve demografik gelişim değişkeninin katsayılarının ise pozitif olduğu gözlemlenmektedir. Katsayıların negatif olması, ilgili alanlarında yapılacak olan pozitif yönlü gelişmelerin, ülkelerin teknik etkinsizliklerini düşürmelerini sağladığını ifade etmektedir. Diğer bir bakış açısıyla, 2010-2018 yılları arasında veri setine konu olan ülkeler, bu alanlarda gerekli atılımları yapmadığı veya yapamadığı için, mevcut olan üretim kapasitelerini diğer ülkelere göre daha az etkin kullanmıştır. Bu durum, yüksek BİT kullanım, makro ekonomik performans, yenilik kapasitesi ve yönetim değerlerine sahip olan ülkelerin, teknik etkinliklerinin daha yüksek olduğunu ortaya koymaktadır. Model tahmin sonuçlarında pozitif katsayıya sahip olan iki etkinsizlik faktörü yer almaktadır. Bunlardan ilki yüksek gelirli ülkeler kukla değişkenidir. Bu değişkenin katsayısının pozitif olması yüksek gelirli ülkelerin orta gelirli ülkelere kıyasla daha az teknik etkinsizliğe sahip olduğunu göstermektedir. Diğer bir deyişle, yüksek gelirli ülkelere orta gelirli ülkelere kıyasla daha etkin üretim yapılmaktadır. Model tahmin sonuçlarında katsayısı pozitif olan bir diğer teknik etkinsizlik faktörü ise demografik gelişimdir. Bu durum, demografik gelişim artışının teknik etkinliği azalttığını ifade etmektedir.

Tablo 22’de çalışmaya konu olan ülkelerin bölgeleri, ait oldukları gelir grupları, ortalama teknik etkinlik değerleri, ortalama sermaye esneklikleri (EK), ortalama işgücü esneklikleri (EL) ve ortalama toplam esneklikleri yer almaktadır. Ülkelerin teknik etkinlik değerleri, mevcut teknolojiyi ne kadar etkin kullandıklarını ifade etmektedir. Tablo 22’de ülkelerin 2010-2018 yılları arası ortalama teknik etkinlik değerleri sunulmuştur.

2010-2018 yılları arasında en etkin ülke ABD’dir. Teknik etkinlik değerleri açısından bir sıralama yapıldığında, ilk 10 ülke arasında 7 yüksek gelirli ülke yer almaktadır. Bu bağlamda ABD’yi takiben Norveç 2. ülke olurken, sırasıyla Kore Cumhuriyeti 4., Japonya 5., Almanya 6., Hollanda 7. ve Danimarka 9. ülke olmaktadır. Orta gelirli üç ülke arasından Çin orta gelir grubunda 1. ülke olmasının yanı sıra, genel sıralama da ise 3. ülkedir. Orta gelir grubunda Türkiye 2. sırayı alırken, ülke genel sıralamada 8. ülke konumundadır. İlk 10 ülke arasına giren bir diğer orta gelirli ülke ise Malezya’dır. Ülke genel sıralamada ise 10. ülke durumundadır.

Tablo 22: Etkinlik ve Esneklik Değerleri

Sıra	Ülke	Bölge	Gelir Grubu	Teknik Etkinlik	EK	EL	ET
1	ABD	Kuzey Amerika	YG	0.978	0.65	0.30	0.95
2	Norveç	Avrupa ve Orta Asya	YG	0.977	0.58	0.46	1.04
3	Çin	Doğu Asya ve Pasifik	OG	0.961	0.39	0.49	0.88
4	Kore Cumhuriyeti	Doğu Asya ve Pasifik	YG	0.958	0.56	0.42	0.98
5	Japonya	Doğu Asya ve Pasifik	YG	0.957	0.62	0.35	0.97

Tablo 22: (devamı)

Sıra	Ülke	Bölge	Gelir Grubu	Teknik Etkinlik	EK	EL	ET
6	Almanya	Avrupa ve Orta Asya	YG	0.949	0.64	0.34	0.98
7	Hollanda	Avrupa ve Orta Asya	YG	0.949	0.61	0.41	1.02
8	Türkiye	Avrupa ve Orta Asya	OG	0.943	0.58	0.42	0.99
9	Danimarka	Avrupa ve Orta Asya	YG	0.937	0.57	0.47	1.03
10	Malezya	Doğu Asya ve Pasifik	OG	0.931	0.44	0.54	0.98
11	İsveç	Avrupa ve Orta Asya	YG	0.929	0.59	0.44	1.03
12	Polonya	Avrupa ve Orta Asya	YG	0.925	0.36	0.60	0.96
13	Güney Afrika	Sahraaltı Afrika	OG	0.924	0.36	0.60	0.96
14	Hindistan	Güney Asya	OG	0.921	0.35	0.54	0.89
15	Finlandiya	Avrupa ve Orta Asya	YG	0.920	0.53	0.50	1.03
16	Avusturya	Avrupa ve Orta Asya	YG	0.910	0.63	0.41	1.04
17	Kazakistan	Avrupa ve Orta Asya	OG	0.906	0.27	0.69	0.96
18	Arjantin	Latin Amerika ve Karayipler	OG	0.902	0.40	0.56	0.97
19	Birleşik Krallık	Avrupa ve Orta Asya	YG	0.895	0.60	0.38	0.98
20	Fransa	Avrupa ve Orta Asya	YG	0.880	0.70	0.31	1.00
21	Belçika	Avrupa ve Orta Asya	YG	0.879	0.66	0.38	1.04
22	Mısır	Orta Doğu ve Kuzey Afrika	OG	0.855	0.19	0.73	0.93
23	Kosta Rika	Latin Amerika ve Karayipler	OG	0.828	0.20	0.78	0.99
24	Romanya	Avrupa ve Orta Asya	OG	0.827	0.37	0.61	0.98
25	Meksika	Latin Amerika ve Karayipler	OG	0.804	0.50	0.46	0.96
26	Kanada	Kuzey Amerika	YG	0.803	0.57	0.42	0.99
27	Şili	Latin Amerika ve Karayipler	OG	0.784	0.42	0.57	0.99
28	İspanya	Avrupa ve Orta Asya	YG	0.766	0.67	0.34	1.01
29	Rusya Federasyonu	Avrupa ve Orta Asya	OG	0.765	0.53	0.42	0.95
30	Bulgaristan	Avrupa ve Orta Asya	OG	0.728	0.25	0.73	0.98
31	Tayland	Doğu Asya ve Pasifik	OG	0.726	0.41	0.55	0.95
32	Macaristan	Avrupa ve Orta Asya	YG	0.723	0.46	0.55	1.01
33	İtalya	Avrupa ve Orta Asya	YG	0.722	0.76	0.26	1.02
34	Brezilya	Latin Amerika ve Karayipler	OG	0.719	0.43	0.51	0.94
35	Çekya	Avrupa ve Orta Asya	YG	0.696	0.54	0.47	1.02
36	Slovak Cumhuriyeti	Avrupa ve Orta Asya	YG	0.655	0.39	0.61	1.01
37	Kolombiya	Latin Amerika ve Karayipler	OG	0.651	0.27	0.68	0.94
38	Guatemala	Latin Amerika ve Karayipler	OG	0.644	0.25	0.73	0.98
39	Portekiz	Avrupa ve Orta Asya	YG	0.628	0.67	0.37	1.05
40	Tunus	Orta Doğu ve Kuzey Afrika	OG	0.611	0.22	0.76	0.98
41	Sırbistan	Avrupa ve Orta Asya	OG	0.575	0.36	0.64	1.00
42	Yunanistan	Avrupa ve Orta Asya	YG	0.565	0.63	0.41	1.04
43	Ukrayna	Avrupa ve Orta Asya	OG	0.350	0.56	0.43	0.99
	Yüksek Gelirli Ülkeler		YG	0.845	0.59	0.42	1.01
	Orta Gelirli Ülkeler		OG	0.779	0.37	0.59	0.96

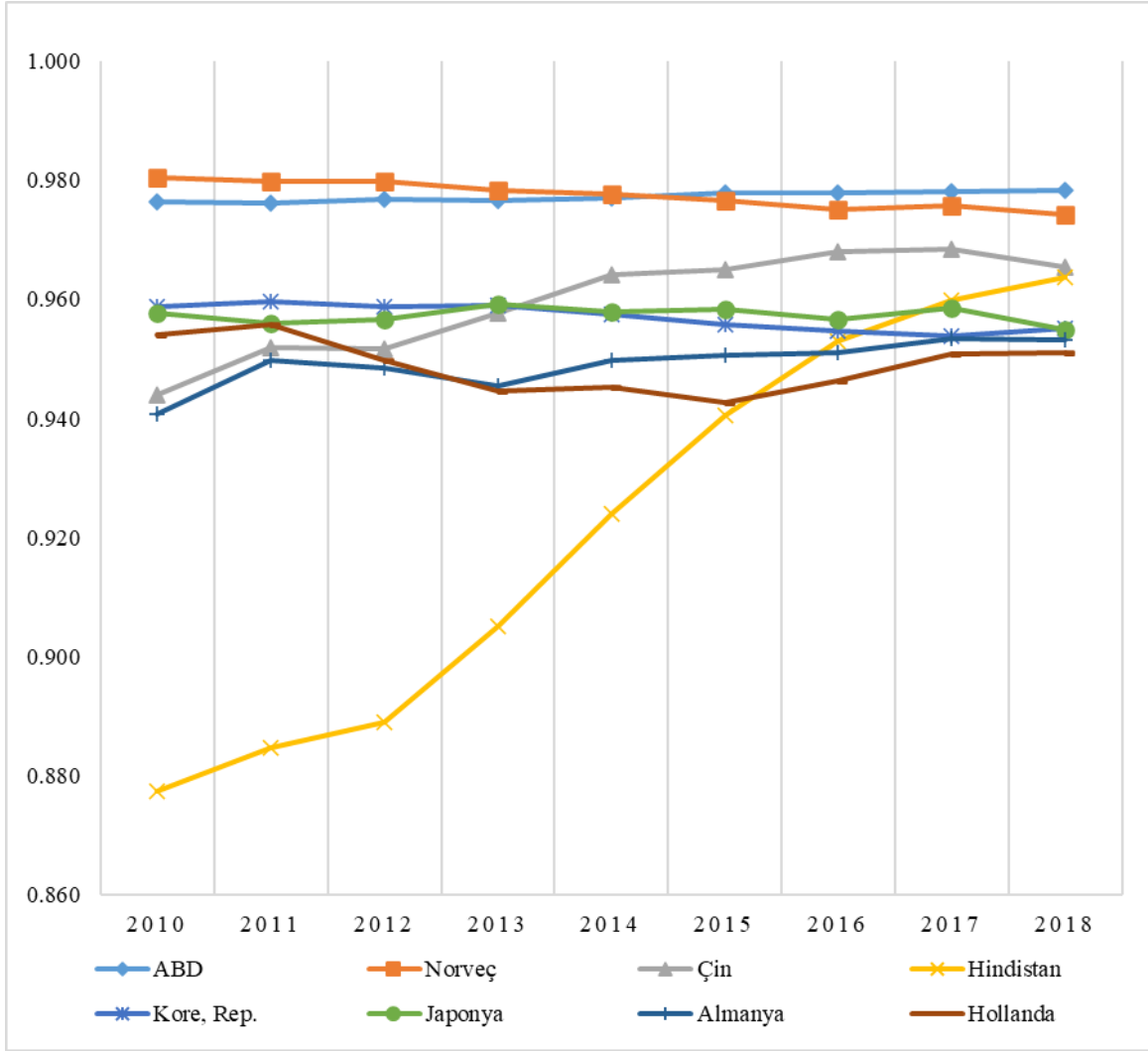
Tablo 22’de yer alan son 10 ülke teknik etkinlik değerleri açısından incelendiğinde, listede 4 ysek gelirli ve 6 orta gelirli ülke olduğu gözlemlenmektedir. Çekya, Slovak Cumhuriyeti, Portekiz ve Yunanistan son 10 ülke arasında olan ysek gelirli ülkelerdendir. Brezilya, Kolombiya, Guatemala, Tunus, Sırbistan ve Ukrayna ise orta gelirli ülke grubundan olup, teknik etkinlik değerleri listesinin son sıralarında yer almaktadır.

4.4.4. Teknik Etkinlik Değerleri

Bu bölümde ülkelerin teknik etkinliklerinin yıllar içerisindeki değişimi incelenmektedir. Grafik 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8 araştırmaya konu olan ülkelerin teknik etkinliklerinin yıllar içerisindeki değişimini göstermektedir. Bu sayede 2010-2018 yılları arasında ülkelerin teknik etkinliklerinin, artma ya da azalma eğiliminde olup olmadığı gözlemlenebilmektedir. lke sayısının çokluğu ve tüm ülkelerin bir grafikte gösterilmesinin uygunsuzluğu sebebiyle, ülkeler teknik etkinlik değerlerine göre 5 ayrı grupta incelenmektedir. Bu gruplar sırasıyla: birinci ülke grubu, ikinci ülke grubu, üçüncü ülke grubu, dördüncü ülke grubu ve beşinci ülke grubudur.

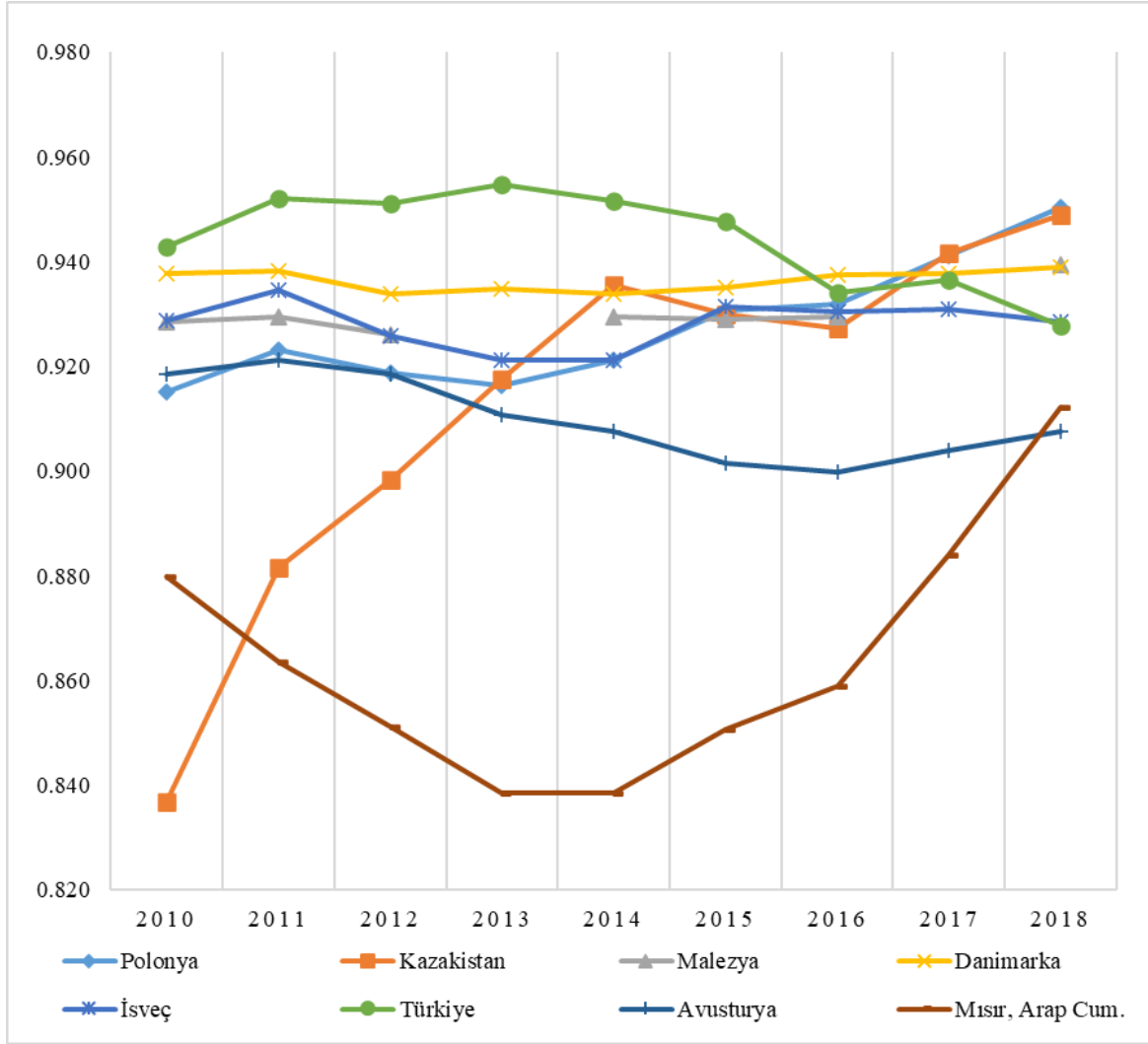
Birinci lke grubunda teknik etkinlik değeri 2018 yılı itibariyle 0.95’ten ysek olan ülkeler bulunmaktadır. İkinci grupta teknik etkinlik değeri 2018 yılı itibariyle 0.95 ile 0.90 arasında olan ülkeler yer alırken, üçüncü grupta teknik etkinlik değeri 2018 yılı itibariyle 0.90 ile 0.80 arasında olan ülkeler yer almaktadır. Dördüncü grup teknik etkinlik değeri 2018 yılı itibariyle 0.80 ile 0.70 arasında olan ülkeleri temsil etmektedir. Beşinci ve son grupta ise teknik etkinlik değeri 2018 yılı itibariyle 0.70’ten düşük olan ülkeler yer verilmiştir. Grafik 2, 3, 4, 5 ve 6 sırasıyla birinci grup, ikinci grup, üçüncü grup, dördüncü grup ve beşinci grubun zaman içerisindeki teknik etkinlik değerlerini göstermektedir. Ayrıca 2010-2018 yılları arasında örneklem içerisindeki ülkelerin kayda değer teknik etkinlik artışıları veya azalışları ortaya koymak için, Grafik 7 ve 8 oluşturulmuştur. Grafik 7 ve 8 sırayla; teknik etkinlikleri artan ülkeleri ve teknik etkinlikleri azalan ülkeleri göstermektedir.

Grafik 2: Birinci Ülke Grubu



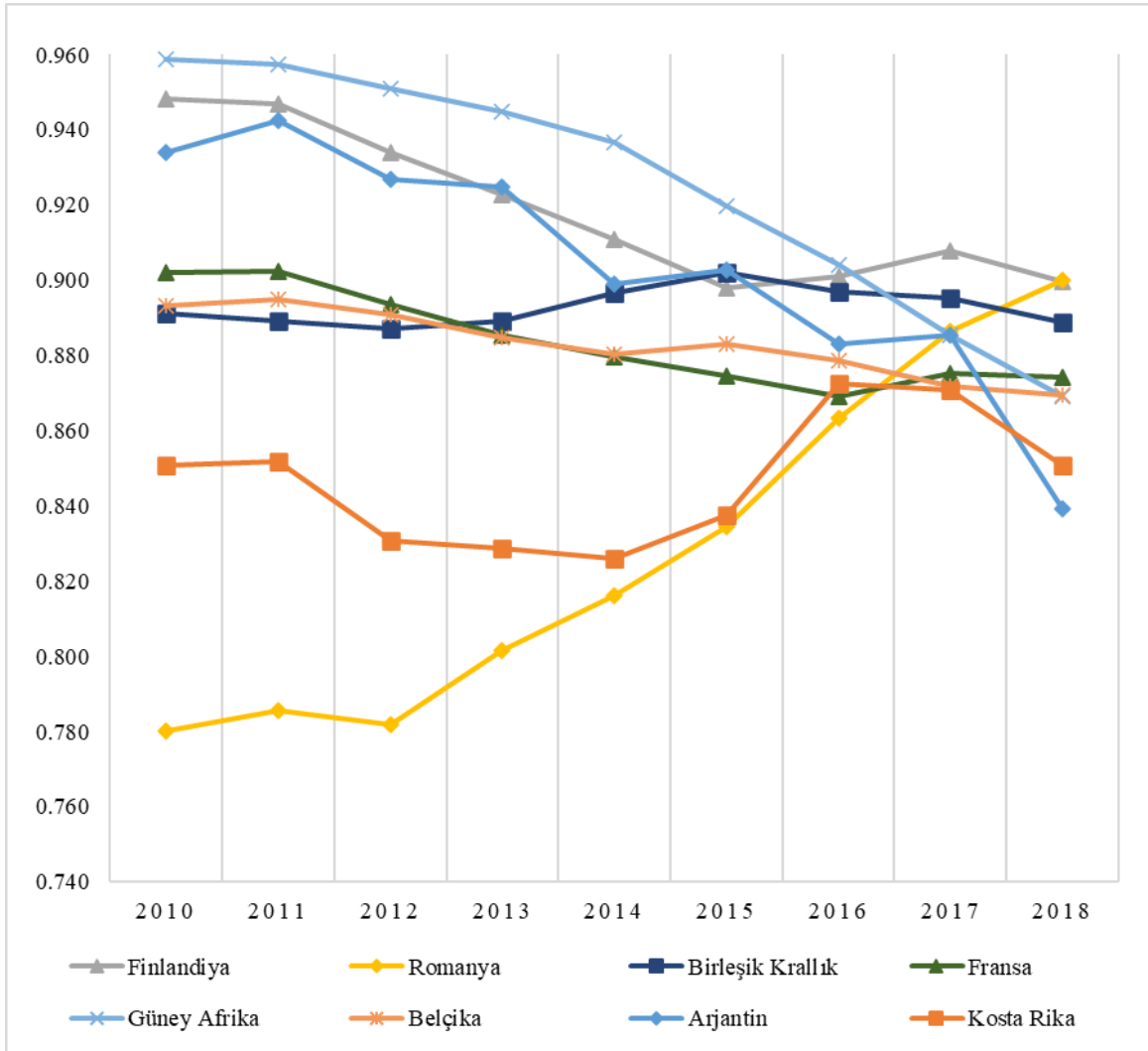
Grafik 2, teknik etkinlik değerleri 2018 yılı itibariyle 0.95’den yüksek olan ülkeleri göstermektedir. 2010 yılında en yüksek teknik etkinlik değerine sahip olan ülke Norveç, 2014 yılı itibariyle bu konumunu ABD’ye devretmiştir. Grafikte Kore Cumhuriyeti, Japonya, Almanya ve Hollanda’nın teknik etkinlik açısından durağan bir seyrde oldukları gözlemlenmektedir. Grafik 2’de dikkat çeken diğer bir gözlem ise Çin ve Hindistan’ın etkinlik artışlarıdır. Çin bu zaman aralığında düzenli yükselişini sürdürerek 2018 yılı itibariyle, en yüksek 3. teknik etkinlik değerine sahip ülke konumuna yükselmiştir. Hindistan ise 2010-2018 yılları arasında teknik etkinliğini artırarak, birinci grubun içerisinde yer almakla birlikte, 2018 yılı itibariyle en yüksek 4. teknik etkinlik değerine sahip ülke konuma yükselmiştir.

Grafik 3: İkinci Ülke Grubu



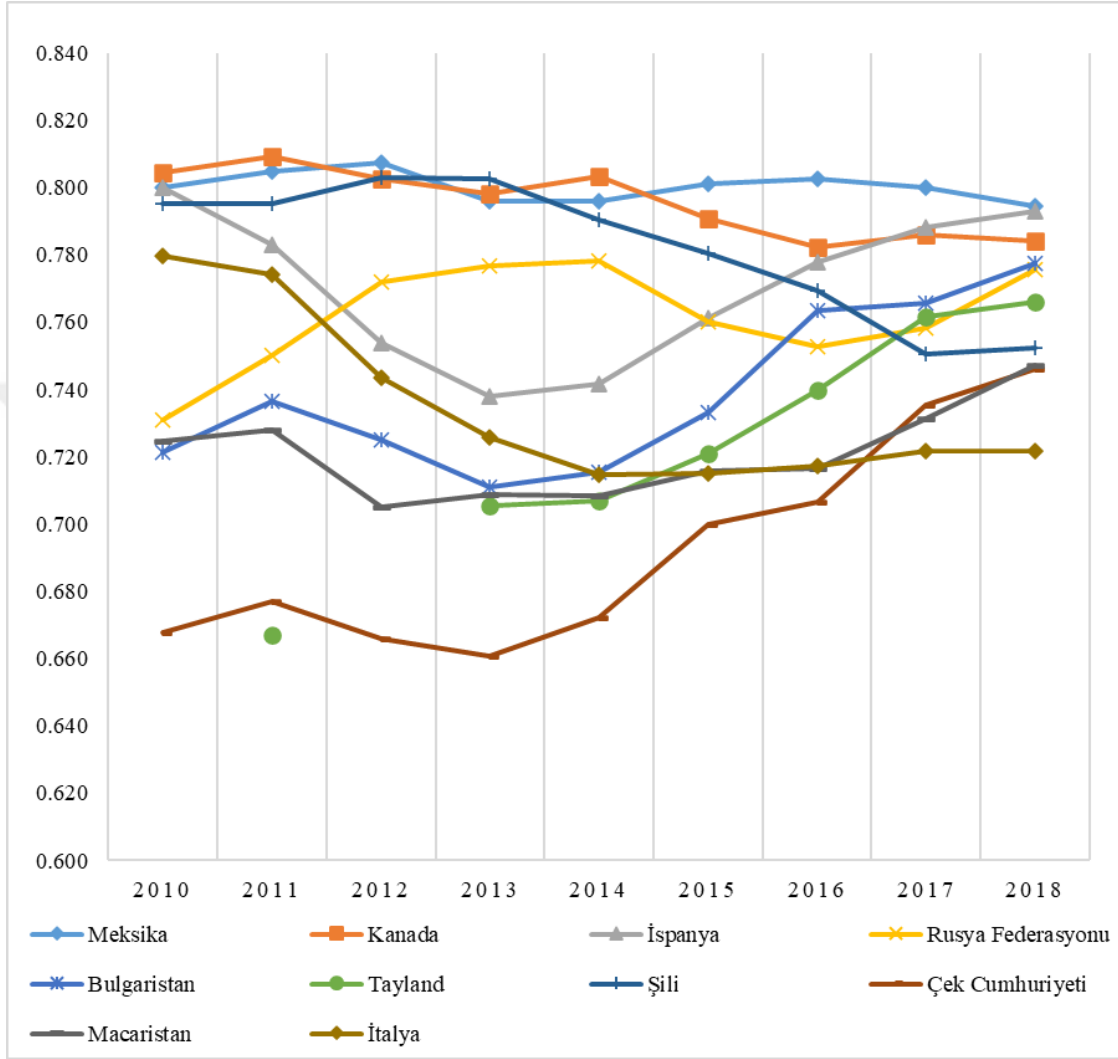
Grafik 3, teknik etkinlik değerleri 2018 yılı itibariyle 0.90 ile 0.95 arasında yer alan ülkeleri göstermektedir. Bu grupta yer alan ülkelerden Malezya, Danimarka ve İsveç durağan bir seyre sahipken, Türkiye ve Avusturya azalan bir seyre sahiptir. 2010 yılı itibariyle bu grupta yer almayan Kazakistan'ın 2010-2018 yılları arasındaki yükselişi kayda değerdir. Polonya bu zaman aralığında yükselişte olan bir diğer ülke konumundadır. Mısır Arap Cumhuriyeti ise 2010-2014 yılları arasında teknik etkinlik kaybı yaşamasına rağmen, takip eden yıllarda teknik etkinliğini tekrar artırmayı başarmıştır.

Grafik 4: Üçüncü Ülke Grubu



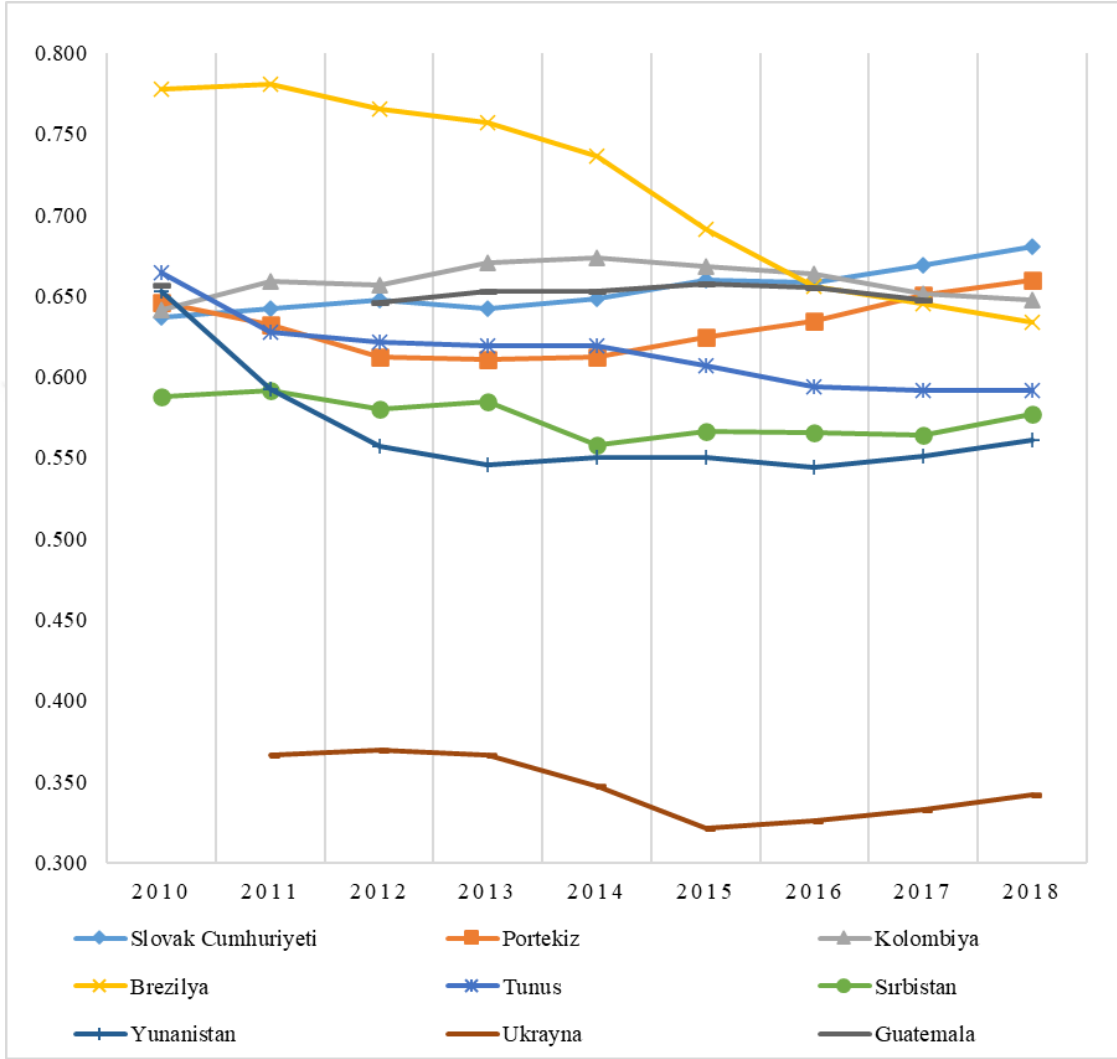
Grafik 4, teknik etkinlik değerleri 2018 yılı itibarıyla 0.80 ile 0.90 değerleri arasında yer alan ülkeleri göstermektedir. Grafikte dikkat çeken en önemli gözlem, 2010 yılı itibarıyla birinci ülke grubunda yer alan Güney Afrika ile ikinci ülke grubunda yer alan Finlandiya ve Arjantin'in kayda değer bir düşüş yaşayarak bu grupta yer almasıdır. Bu grupta yer alan Birleşik Krallık durağan bir seyre sahipken, Fransa ve Belçika azalan bir seyre sahiptir. 2010 yılı itibarıyla bu grupta yer almayan Romanya'nın 2010-2018 yılları arasındaki yükselişi kayda değerdir. Kosta Rika teknik etkinlik kaybı yaşamamasına rağmen, takip eden yıllarda bu kaybı telafi etmeyi başarmıştır.

Grafik 5: Dördüncü Ülke Grubu



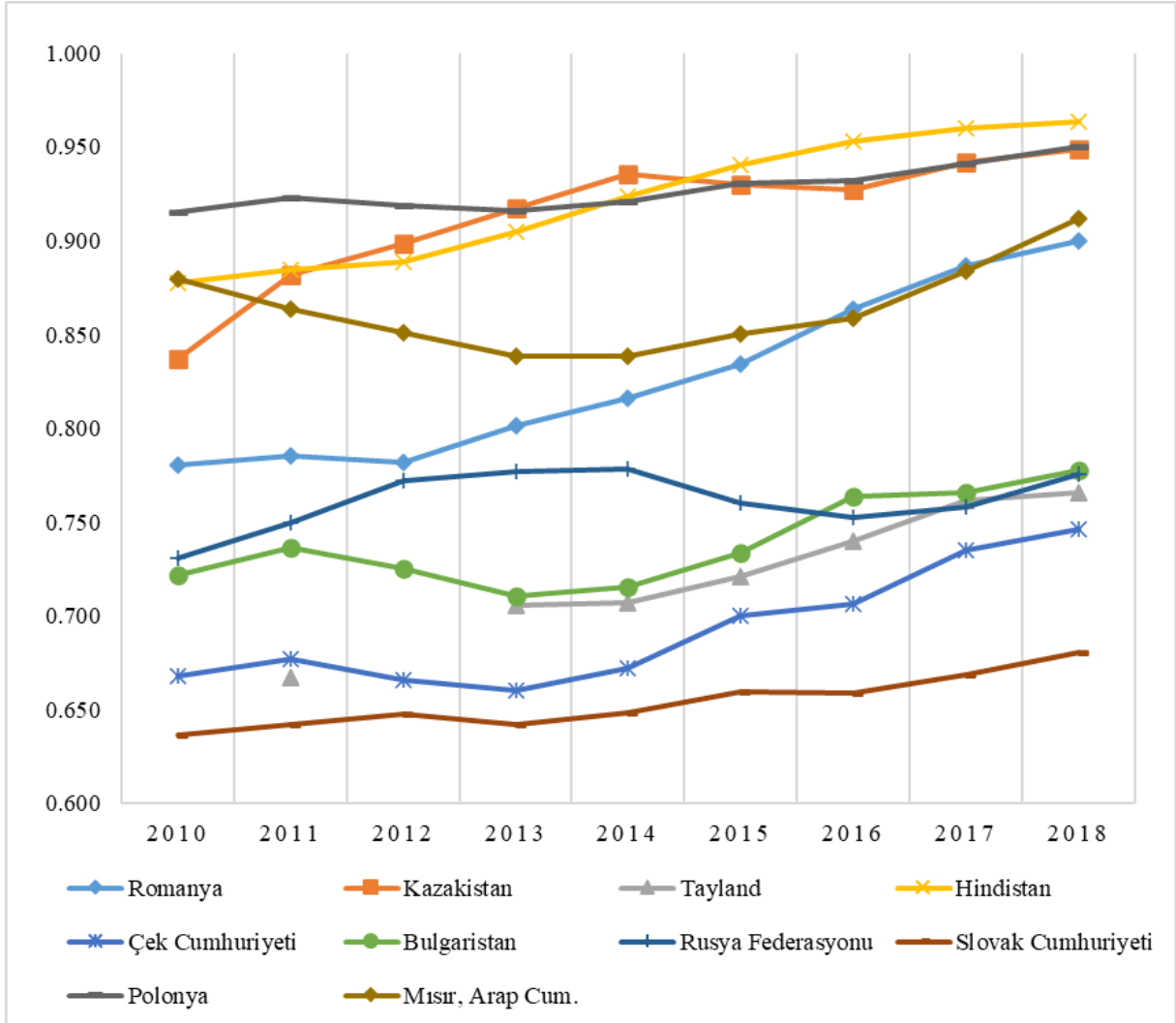
Grafik 5, teknik etkinlik değerleri 2018 yılı itibarıyla 0.70 ile 0.80 değerleri arasında yer alan ülkeleri göstermektedir. Bu grupta yer alan Meksika 2010- 2018 yılları arasında genel olarak durağan bir süreç yaşamakta iken, Kanada bu süreçte teknik etkinlik kaybı tecrübe ederek, teknolojik lider ülkelerden uzaklaşmaktadır. Teknolojik lider ülkeden uzaklaşan diğer ülkelerin başında İtalya gelirken, İspanya ve Şili de bu süreçte teknik etkinlik kaybı yaşamıştır. İspanya teknik etkinlik kaybı yaşamasına rağmen, takip eden yıllarda bu kaybı telafi etmeyi başarmıştır. İtalya ve Şili ise İspanya'nın aksine yaşadığı düşüşü durduramamıştır. Rusya Federasyonu, Bulgaristan, Macaristan, Çekya ve Tayland bu grupta teknik etkinliklerini yükseltmeyi başaran ülkelerden olmuştur.

Grafik 6: Beşinci Ülke Grubu



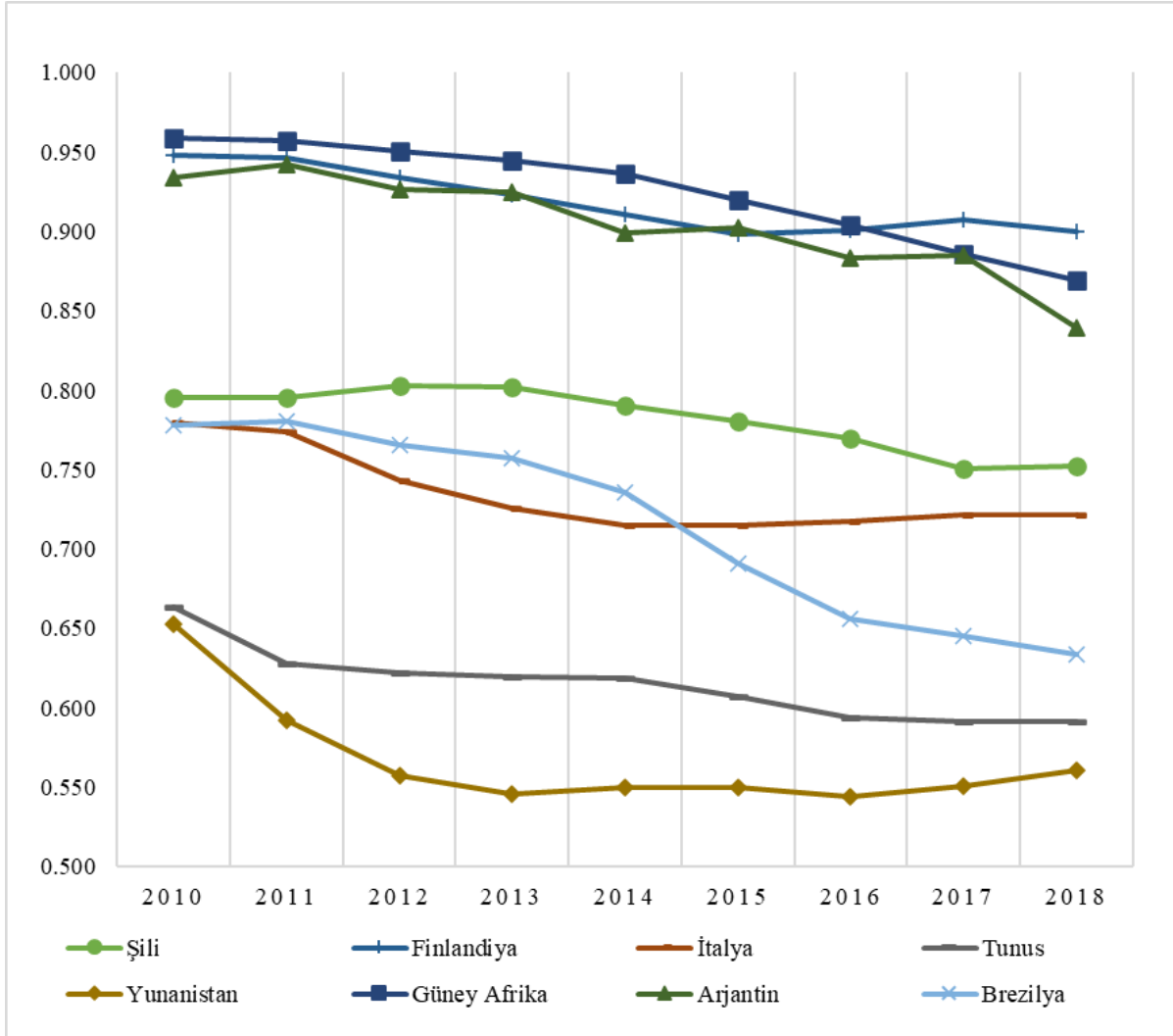
Grafik 6, teknik etkinlik değerleri 2018 yılı itibarıyla 0.70 değerinden düşük ülkeleri kapsamaktadır. Grafikte dikkat çeken en önemli gözlem, Ukrayna'nın diğer ülkelerden oldukça uzak bir biçimde etkinsiz bir üretim yapmasıdır. Brezilya teknik etkinlik düşüşü yaşayarak bir alt gruba düşerken, Yunanistan ve Tunus da bu süreçte teknik etkinlik kaybı yaşamıştır. Bu grupta Slovak Cumhuriyeti teknik etkinliklerini kayda değer artıran tek ülke olmuştur. Teknik etkinlik bakımından Portekiz, Kolombiya, Sırbistan ve Guatemala görece durağan bir seyir izlemiştir.

Grafik 7: Teknik Etkinlikleri Artan Ülkeler



Grafik 7, 2010-2018 dönem aralığında teknik etkinlik değerleri en çok artan 10 ülkeyi göstermektedir. Teknik etkinlikleri en çok artan on ülkeden yedisi orta gelirli ülke olmuştur. Bu durum orta gelirli ülkelerin teknolojik yakalama (technological catch up) gerçekleştirdiklerini istatistiksel olarak ortaya koymuştur. Bununla birlikte Romanya 2010-2018 döneminde teknik etkinliğini en çok artıran ülke konumundadır. Romanya'yı takiben Kazakistan, Tayland, Hindistan ve Çekya teknik etkinliklerini artıran ülkelerin başında gelmektedir. Orta gelirli ülkeler grubunda yer alan Romanya, Kazakistan, Tayland, Hindistan, Bulgaristan, Rusya Federasyonu ve Mısır Arap Cumhuriyeti gibi ülkelerin teknik etkinliklerini artırması yakalama/yakınsama hipotezini doğrular birer kanıt niteliğindedir.

Grafik 8: Teknik Etkinlikleri Azalan Ülkeler



Grafik 8, 2010-2018 dönem aralığında teknik etkinlik değerleri en çok azalan 8 ülkeyi göstermektedir. Teknik etkinlikleri en çok azalan sekiz ülkeden beşi orta gelirli ülke kapsamındadır. Brezilya 2010-2018 döneminde teknik etkinliği en çok azalan ülkedir. Brezilya'yı takiben teknik etkinliği azalan ülkeler sırasıyla; Arjantin, Güney Afrika, Yunanistan, Tunus, İtalya Finlandiya ve Şili'dir.

4.4.5. Teknik Etkinsizlik Faktörleri

Çalışmada teknik etkinliği etkileyen dört faktör belirlenmiştir. Bunlar alfabetik sırayla; BİT kullanım, makro ekonomik performans, yenilik kapasitesi ve yönetişimdir.

Çalışmaya konu olan ülkelerin teknik etkinlik değerlerinin yüksek ya da düşük olması bu dört faktörden kaynaklanmaktadır. Diğer bir deyişle, bu faktörlerin (BİT kullanım, makro ekonomik performans, yenilik kapasitesi ve yönetim) etkin kullanımı ülkelerin teknik etkinliğini artırırken, etkin olmayan kullanımı ülkelerin teknik etkinlik kaybını veya teknik etkinsizliğini artırmaktadır. Çalışmanın takip eden kısmında sırasıyla BİT kullanım, demografik değişim, makro ekonomik performans, yenilik kapasitesi ve yönetim endekslerinin ülkelerin teknik etkinlikleri üzerindeki ortalama marjinal katkıları incelenmiştir.

Grafik 9, 10, 11 ve 12’de sırasıyla BİT kullanım, makro ekonomik performans, yenilik kapasitesi ve yönetim endekslerinin teknik etkinlik üzerindeki marjinal etkisi gösterilmektedir. Grafiklerde her bir nokta belirli bir ülkenin 9 yıllık ortalama değerleri ile hesaplanmıştır. Grafikler çalışmaya konu 2010-2018 yılları arasında ülkelerin hem ortalama endeks değerlerini, hem de bu endeks değerlerinin teknik etkinlik üzerindeki ortalama marjinal katkılarını göstermesi açısından fayda sağlamaktadır. Grafiklerde x eksen (yatay eksen) ilgili endeks puanını, y eksen (dikey eksen) ilgili endeks değerlerinin teknik etkinlik üzerindeki ortalama marjinal katkı puanını göstermektedir. X eksen 0-100 arası değer alırken, y eksen ise 0 – %1,8 arasında değer almaktadır.

Eksenler birbirlerini ortanca değerlerden kesmektedir. Yani yatay eksenin üzerinde yer alan veriler, ortanca değerden daha yüksek marjinal katkıyı; dikey eksenin sağında kalan veriler de, ortanca değerden daha yüksek endeks puanını temsil etmektedir. Ortanca değerler her grafikte farklılık göstereceği için, eksenlerin kesim noktaları her bir grafikte değişmektedir. Bu yöntem ile her grafik dört bölgeye ayrılmaktadır. Dört ayrı bölgenin genel olarak yorumlanması aşağıdaki gibidir.

Birinci bölgede bulunan ülkeler, ilgili alanda yüksek endeks değerlerine sahip olmakla birlikte, ilgili endekste yaşanacak artıştan kaynaklı teknik etkinlik artışında örneklemin ortanca değerinin üstünde yer almaktadır. Bu bölgede bulunan ülkeler, ilgili alanda ileri düzeyde gelişme sağlamış ülkelerdir. Buna karşın söz konusu ülkeler, hala bu alanda yapılacak iyileştirmeler vasıtasıyla teknik etkinliklerini önemli düzeyde artırmaları mümkündür.

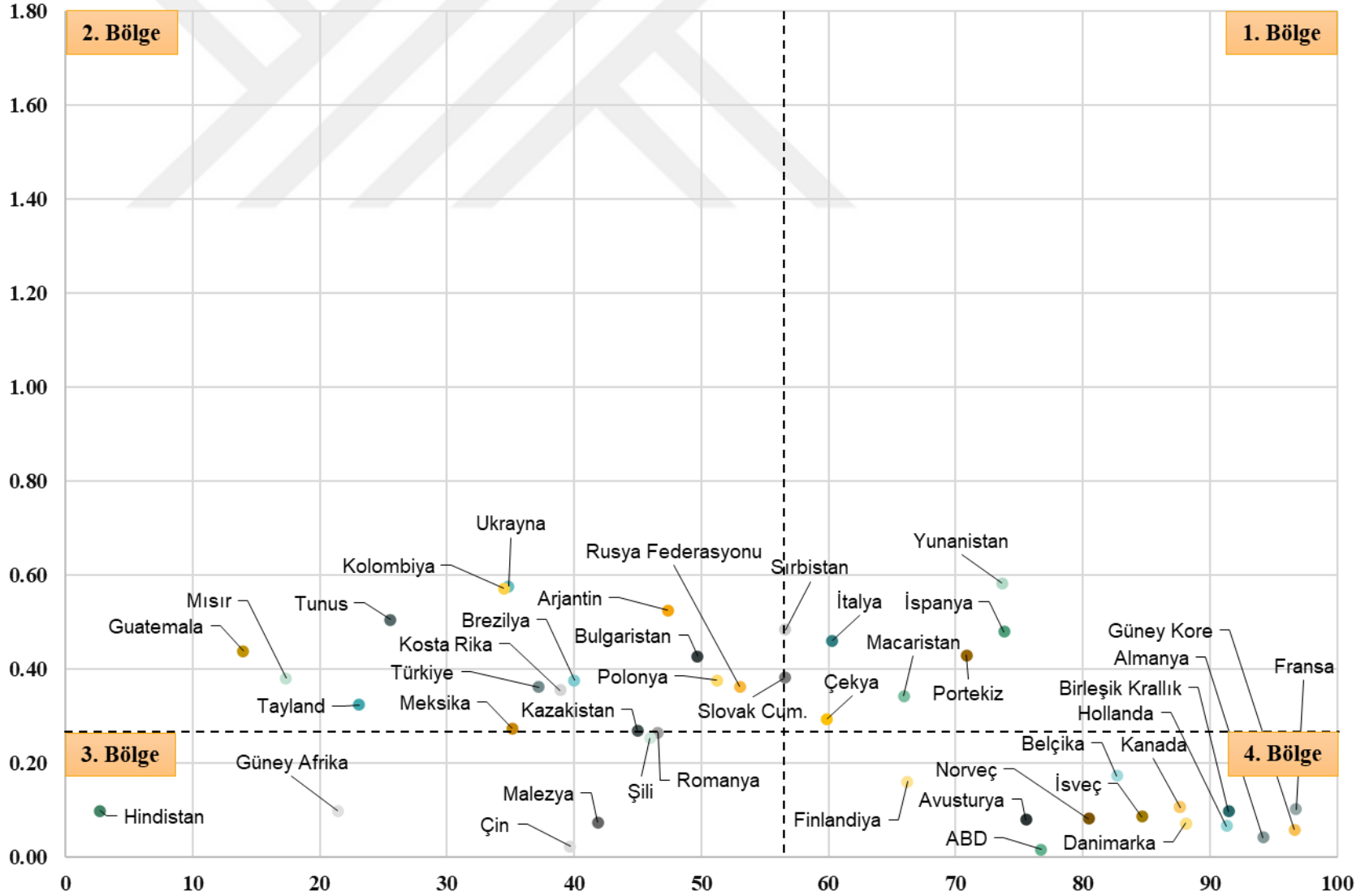
İkinci bölgede bulunan ülkeler, ilgili endekste yaşanacak artıştan kaynaklı, teknik etkinlik artışında örneklemin ortanca değerinin üstünde yer almaktadır. Fakat bunun altında yatan temel sebep; ilgili ülkelerin endeks değerlerinin, örneklemin ortanca değerinin altında yer almasıdır. Ülkelerin diğer ülkelere kıyasla, endeks değerlerinin düşük düzeyde olmasından dolayı, ilgili alanda yapılacak iyileştirmeler ülkelerin teknik etkinliklerini önemli düzeyde artırmaktadır.

Üçüncü bölgede bulunan ülkeler, ilgili endekste yaşanacak artıştan kaynaklı, teknik etkinlik artışında örneklemin ortanca değerinin altında yer almaktadır. Bu ülkelerin diğer ülkelere kıyasla ilgili endeks değerlerinin düşüktür. Bununla birlikte söz konusu ülkelerin ilgili alanda yapılacak iyileştirmeler aracılığıyla, teknik etkinliklerini artırma imkânları oldukça sınırlıdır.

Dördüncü bölgede bulunan ülkeler, ilgili alanda yüksek endeks değerlerine sahip olmakla birlikte, ilgili endekste yaşanacak artıştan kaynaklı, teknik etkinlik artışında örneklemin ortanca değerinin altında yer almaktadır. Bunun altında yatan temel sebep, ilgili ülkelerin endeks değerlerinin örneklemin ortanca değerinin üstünde yer almasıdır. Bu ülkelerin endeks değerlerinin yüksek düzeyde olması ve ilgili alanda sınırlı teknik etkinlik kaybı yaşamalarından dolayı, diğer ülkelere kıyasla, bu alanda yapılacak iyileştirmelerden teknik etkinliklerini artırma imkânları oldukça sınırlıdır.

Bu bilgiler ışığında hem endeks değerinin düşük olması, hemde ilgili alanda yaşanacak gelişmelerden daha yüksek bir teknik etkinlik kazanımı sağlanmasının mümkün olmasından dolayı, ülkeler için en avantajlı ve gelişime açık bölge 2. bölgedir. Bu sebeple ülkelerin teknik etkinliklerini artırmaları için, ilk odaklanacakları alan 2. bölgede yer alan endeksler olmalıdır. Ayrıca 2. bölgeyi takiben yüksek teknik etkinlik artışına imkân verdiği için ülkelerin 1. bölgede bulunduğu endekslere odaklanmaları da mantıklı olacaktır.

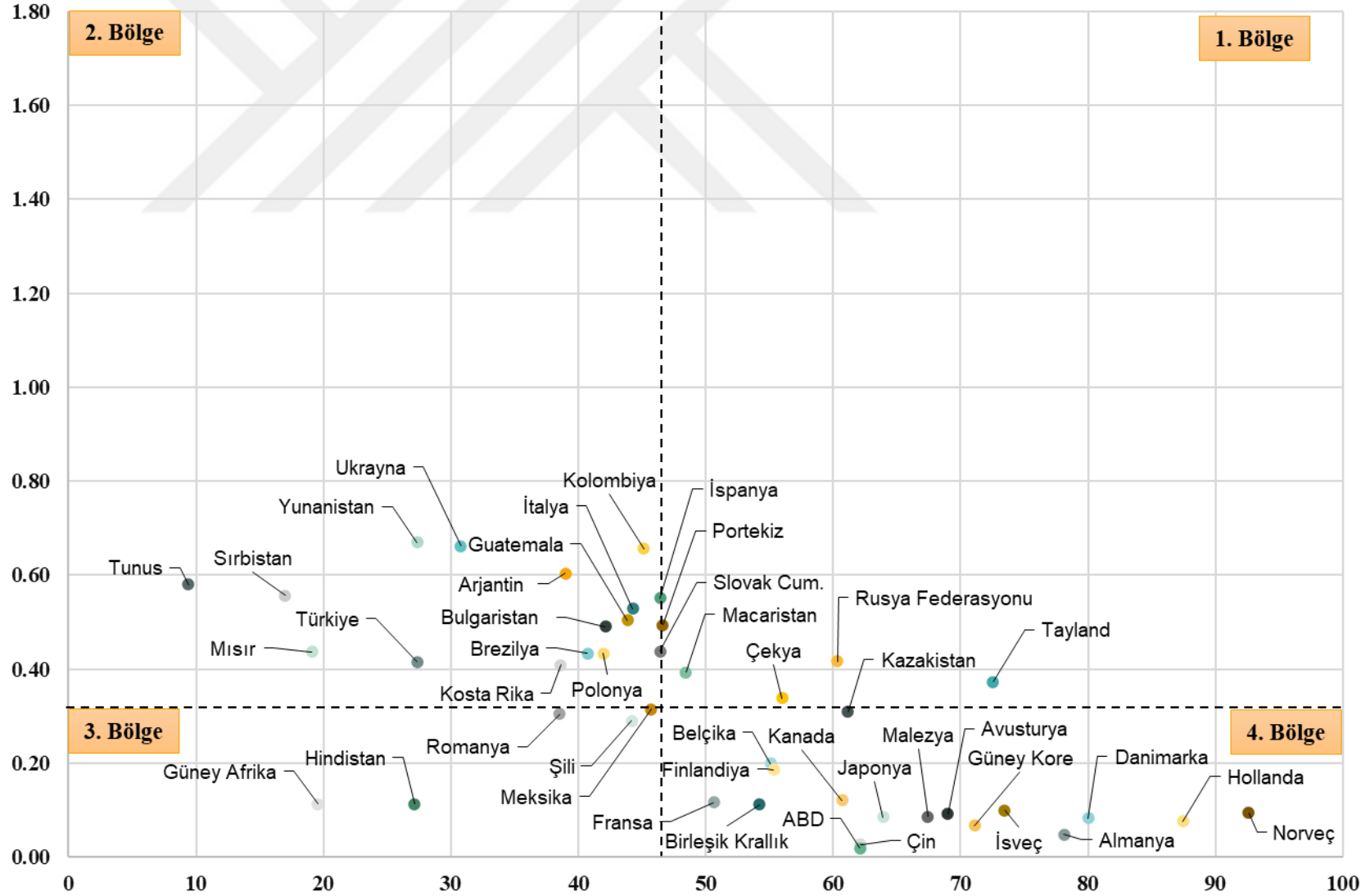
Grafik 9: BİT Kullanım Endeksinin Teknik Etkinlik Üzerindeki Marjinal Etkisi



Grafik 9’de BİT Kullanım endeksinin ülkelerin teknik etkinlik üzerindeki ortalama marjinal etkileri görülmektedir. Grafikte dikkat çeken önemli bulgular:

- Endekste bir birimlik artış/azalış ülkelerin teknik etkinliklerini % 0,02 ile % 0,58 arasında artırmaktadır/azaltmaktadır.
- Birinci bölgede bulunan Yunanistan, İspanya, Portekiz, Macaristan, İtalya ve Çekya’nın endeks değerleri, örneklemin ortanca değerinin üstünde yer almakla birlikte, BİT kullanım endeksinde yaşanacak iyileştirme kaynaklı teknik etkinlik artışında da örneklemin ortanca değerinin üstünde yer almaktadır. Bu durum, ülkelerin BİT Kullanım alanında gelişim göstermeleri durumunda, teknik etkinliklerini önemli düzeyde artırmalarının mümkün olduğunu göstermektedir.
- İkinci bölgede bulunan Rusya Federasyonu, Polonya, Bulgaristan, Arjantin, Brezilya, Kosta Rika, Türkiye, Ukrayna, Kolombiya, Tunus, Tayland, Mısır ve Guatemala’nın endeks değerleri örneklemin ortanca değerinin üstünde yer almaktadır. Bu ülkelerin BİT kullanım alanında gelişim göstermeleri durumunda, teknik etkinliklerini önemli düzeyde artırmaları mümkündür.
- Üçüncü bölgede bulunan Romanya, Şili, Malezya, Çin, Güney Afrika ve Hindistan’ın hem endeks değerleri örneklemin ortanca değerinin, hem de BİT kullanım endeksinde yaşanacak iyileştirme kaynaklı teknik etkinlik artışında, örneklemin ortanca değerinin altında yer almaktadır. Bu durum ülkelerin BİT Kullanım alanında gelişim göstermeleri durumunda, yaşayacakları teknik etkinlik artışının sınırlı olacağını ifade etmektedir.
- Dördüncü bölgede bulunan Fransa, Güney Kore, Almanya, Birleşik Krallık, Hollanda, Danimarka, Kanada, Belçika, İsveç, Norveç, ABD, Avusturya ve Finlandiya’nın endeks değerleri, örneklemin ortanca değerinin üstünde yer almaktadır. Bu ülkelerin BİT kullanım alanında gelişim göstermeleri durumunda dahi, teknik etkinliklerini artırma imkanları sınırlıdır.
- Son olarak BİT kullanım etkin olarak kullanan ve teknik etkinlik kaybını 0.10’un altında tutmayı başaran ülkeler sırasıyla ABD, Çin, Almanya, Güney Kore, Hollanda, Danimarka, Japonya, Malezya, Avusturya, Norveç ve İsveç’tir.

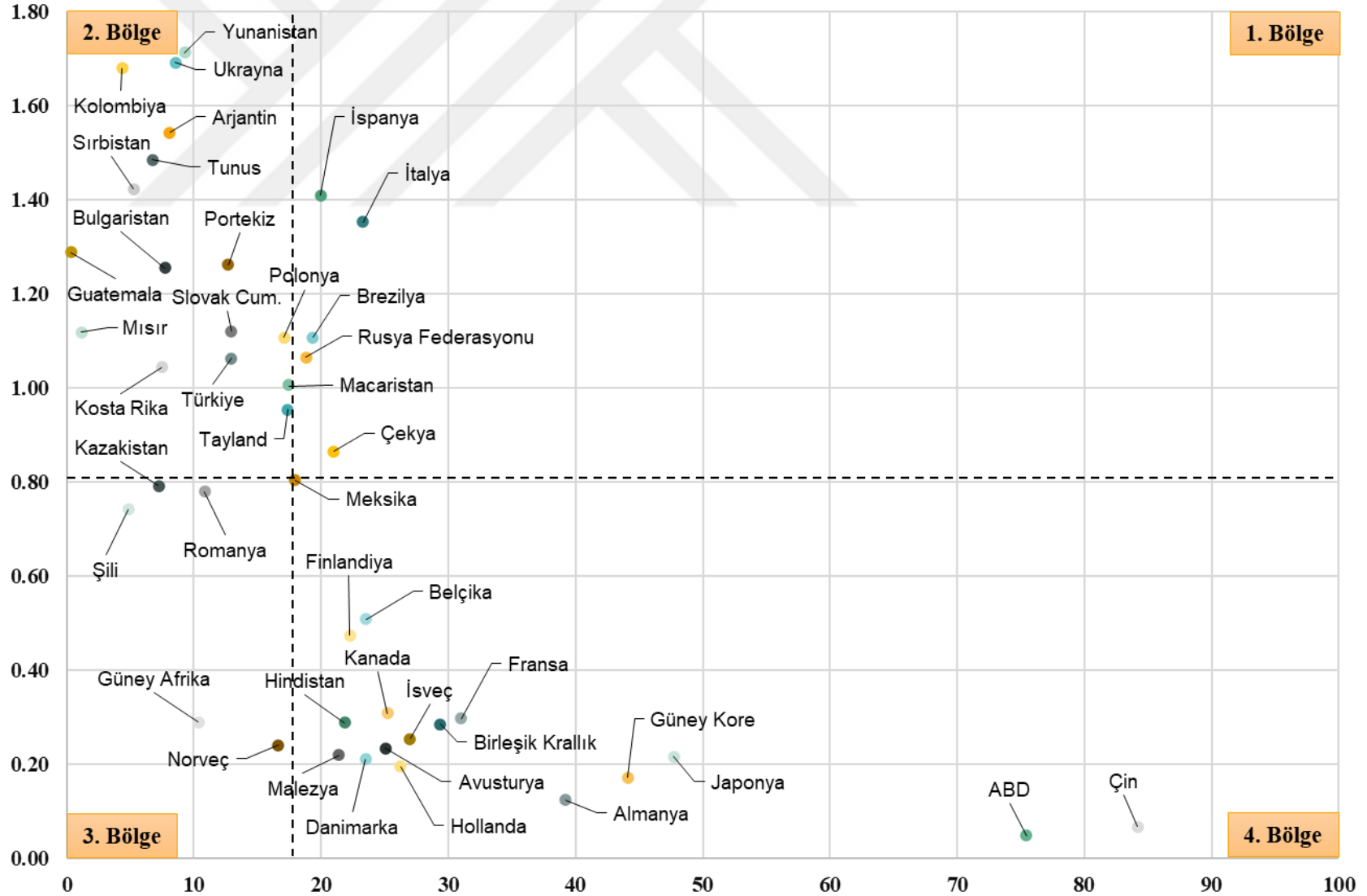
Grafik 10: Makro Ekonomik Performans Endeksinin Teknik Etkinlik Üzerindeki Marjinal Etkisi



Grafik 10’de makro ekonomik performans endeksinin ülkelerin teknik etkinlik üzerindeki ortalama marjinal etkileri görülmektedir. Grafikte dikkat çeken önemli bulgular:

- Endekste bir birimlik artış/azalış ülkelerin teknik etkinliklerini % 0,02 ile % 0,67 arasında artırmaktadır/azaltmaktadır.
- Birinci bölgede bulunan Tayland, Rusya Federasyonu, Çekya ve Macaristan’ın endeks değerleri, örneklemin ortanca değerinin üstünde yer almakla birlikte, makro ekonomik performans endeksinde yaşanacak iyileştirme kaynaklı teknik etkinlik artışında da, örneklemin ortanca değerinin üstünde yer almaktadır. Bu durum, ülkelerin makro ekonomik performans gelişimi göstermeleri durumunda, teknik etkinliklerini önemli ölçüde artırmalarının mümkün olduğunu göstermektedir.
- İkinci bölgede bulunan Kolombiya, İtalya, Guatemala, Bulgaristan, Polonya, Brezilya, Kosta Rika, Arjantin, Ukrayna, Yunanistan Türkiye, Mısır, Sırbistan ve Tunus’un endeks değerleri, örneklemin ortanca değerinin üstünde yer almaktadır. Bu ülkelerin, makro ekonomik performans alanında gelişim göstermeleri durumunda, teknik etkinliklerini önemli düzeyde artırmaları mümkündür.
- Üçüncü bölgede bulunan Şili, Romanya, Hindistan ve Güney Afrika’nın hem endeks değerleri, hem de makro ekonomik performans endeksinde yaşanacak iyileştirme kaynaklı teknik etkinlik artışında, örneklemin ortanca değerinin altında yer almaktadır. Bu durum, ülkelerin makro ekonomik performans alanında gelişim göstermeleri durumunda, yaşayacakları teknik etkinlik artışının sınırlı olduğunu ifade etmektedir.
- Dördüncü bölgede bulunan Norveç, Hollanda, Danimarka, Almanya, İsveç, Güney Kore, Avusturya, Malezya, Japonya, ABD, Çin, Kanada, Finlandiya, Belçika, Birleşik Krallık ve Fransa’nın endeks değerleri, örneklemin ortanca değerinin üstünde yer almaktadır. Bu ülkelerin makro ekonomik performans alanında gelişim göstermeleri durumunda dahi, teknik etkinliklerini artırma imkanları sınırlıdır.
- Son olarak makro ekonomik performansı etkin olarak kullanan ve teknik etkinlik kaybını 0.10’un altında tutmayı başaran ülkeler sırasıyla ABD, Çin, Almanya, Güney Kore, Hollanda, Danimarka, Japonya, Malezya, Avusturya ve Norveç olmaktadır.

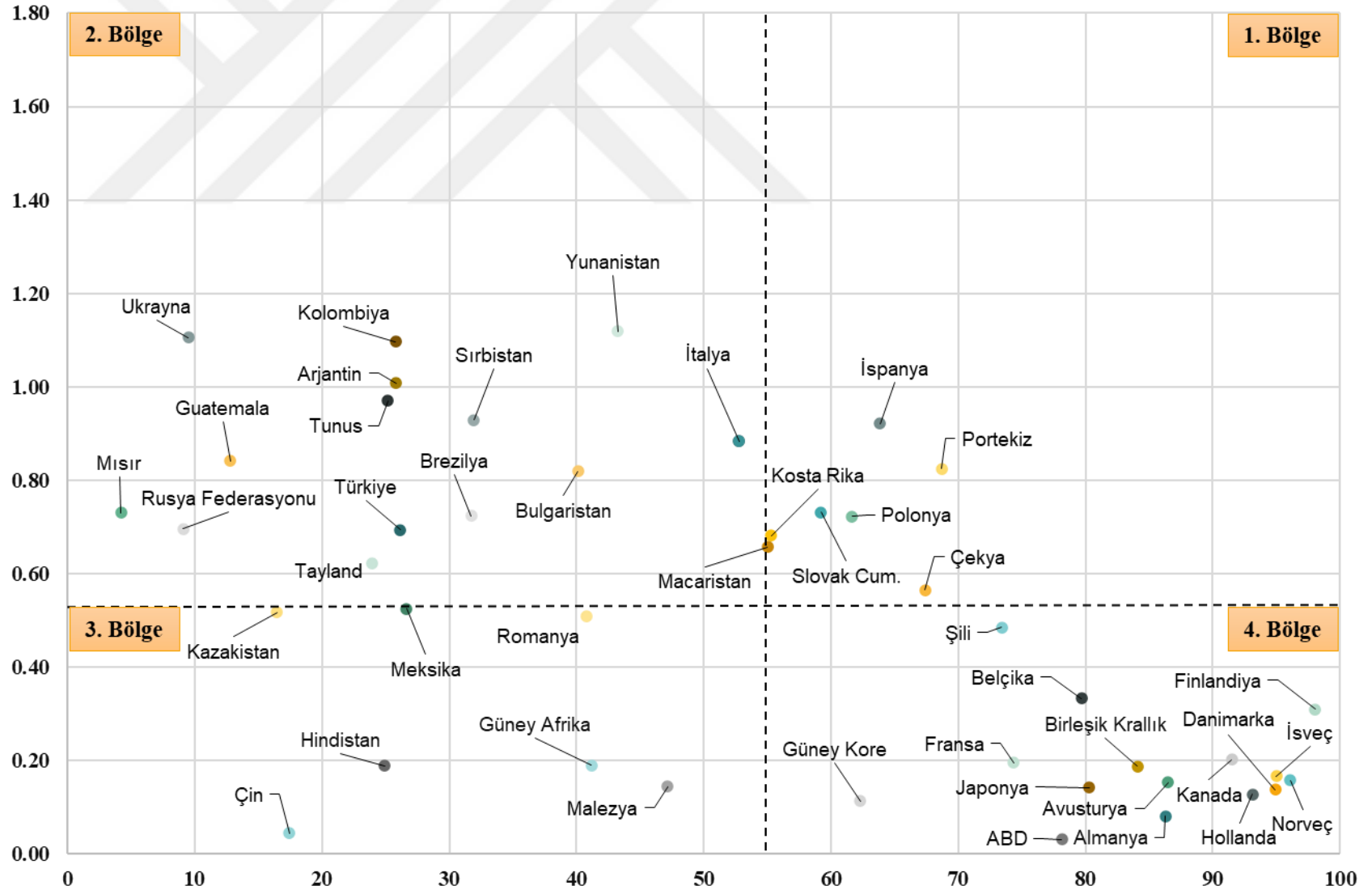
Grafik 11: Yenilik Kapasitesi Endeksinin Teknik Etkinlik Üzerindeki Marjinal Etkisi



Grafik 11’de yenilik kapasitesi endeksinin ülkelerin teknik etkinlik üzerindeki ortalama marjinal etkileri görülmektedir. Grafikte dikkat çeken önemli bulgular:

- Endekste bir birimlik artış/azalış ülkelerin teknik etkinliklerini % 0,05 ile % 1,71 arasında artırmaktadır/azaltmaktadır.
- Birinci bölgede bulunan İtalya, İspanya, Brezilya, Rusya Federasyonu ve Çekya’nın endeks değerleri, örneklemin ortanca değerinin üstünde yer almakla birlikte, yenilik kapasitesi endeksinde yaşanacak iyileştirme kaynaklı teknik etkinlik artışında da, örneklemin ortanca değerinin üstünde yer almaktadır. Bu durum, ülkelerin yenilik kapasitelerini geliştirmeleri durumunda, teknik etkinliklerini önemli ölçüde artırmalarının mümkün olduğunu göstermektedir.
- İkinci bölgede bulunan Tayland, Macaristan, Polonya, Türkiye, Slovak Cumhuriyeti, Portekiz, Yunanistan, Ukrayna, Arjantin, Bulgaristan, Kosta Rika, Tunus, Sırbistan, Kolombiya, Mısır ve Guatemala’nın endeks değerleri, örneklemin ortanca değerinin üstünde yer almaktadır. Bu ülkelerin yenilik kapasitesi alanında gelişim göstermeleri durumunda, teknik etkinliklerini önemli düzeyde artırabilirler.
- Üçüncü bölgede bulunan Norveç, Romanya, Güney Afrika, Kazakistan ve Şili’nin hem endeks değerleri örneklemin ortanca değerinin altında, hem de yenilik kapasitesi endeksinde yaşanacak iyileştirme kaynaklı teknik etkinlik artışında örneklemin ortanca değerinin altında yer almaktadır. Bu durum ülkelerin yenilik kapasitesi alanında gelişim göstermeleri durumunda, teknik etkinlik artışının sınırlı olacağını ifade etmektedir.
- Dördüncü bölgede bulunan Çin, ABD, Japonya Güney Kore, Almanya, Fransa, Birleşik Krallık, İsveç, Hollanda, Avusturya, Kanada, Belçika, Danimarka, Finlandiya, Hindistan ve Malezya ve Meksika’nın endeks değerleri, örneklemin ortanca değerinin üstünde yer almaktadır. Bu ülkelerin makro ekonomik performans alanında gelişim göstermeleri durumunda dahi teknik etkinliklerini artırma imkanları sınırlıdır.
- Son olarak yenilik kapasitesini etkin olarak kullanan ve teknik etkinlik kaybını 0.10’un altında tutmayı başaran ülkeler ABD ve Çin’dir. Bu ülkeleri takiben sırayla Almanya, Güney Kore ve Japonya yenilik kapasitelerini etkin şekilde kullanmaktadır.

Grafik 12: Yönetişim Endeksinin Teknik Etkinlik Üzerindeki Marjinal Etkisi



Grafik 12’de yönetim endeksinin, ülkelerin teknik etkinlik üzerindeki ortalama marjinal etkileri görülmektedir. Grafikte dikkat çeken önemli bulgular:

- Endekste bir birimlik artış/azalış ülkelerin teknik etkinliklerini % 0,03 ile % 1,12 arasında artırmaktadır/azaltmaktadır.
- Birinci bölgede bulunan Portekiz, Çekya, İspanya, Polonya, Slovak Cumhuriyeti ve Kosta Rika’nın endeks değerleri, örneklemin ortanca değerinin üstünde yer almakla birlikte, yönetim endeksinde yaşanacak iyileştirme kaynaklı teknik etkinlik artışında da, örneklemin ortanca değerinin üstünde yer almaktadır. Bu durum ülkelerin yönetim alanında gelişim göstermeleri durumunda, teknik etkinliklerini önemli ölçüde artırmalarının mümkün olduğunu göstermektedir.
- İkinci bölgede bulunan Macaristan, İtalya, Yunanistan, Bulgaristan, Sırbistan, Brezilya, Türkiye, Kolombiya, Arjantin, Tunus, Tayland, Guatemala, Rusya Federasyonu, Ukrayna ve Mısır’ın endeks değerleri, örneklemin ortanca değerinin üstünde yer almaktadır. Bu ülkelerin yönetim alanında gelişim göstermeleri durumunda, teknik etkinliklerini önemli düzeyde artırmaları mümkündür.
- Üçüncü bölgede bulunan Malezya, Güney Afrika, Romanya, Hindistan, Çin ve Kazakistan hem endeks değerleri örneklemin ortanca değerinin altında, hem de makro ekonomik performans endeksinde yaşanacak iyileştirme kaynaklı teknik etkinlik artışında, örneklemin ortanca değerinin altında yer almaktadır. Bu durum ülkelerin makro ekonomik performans alanında gelişim göstermeleri durumunda, teknik etkinlik artışının sınırlı olduğunu ifade etmektedir.
- Dördüncü bölgede bulunan Finlandiya, İsveç, Norveç, Danimarka, Hollanda, Kanada, Avusturya, Almanya, Birleşik Krallık, Japonya, ABD, Belçika, Fransa, Şili ve Güney Kore’nin endeks değerleri, örneklemin ortanca değerinin üstünde yer almaktadır. Bu ülkelerin makro ekonomik performans alanında gelişim göstermeleri durumunda, teknik etkinliklerini artırma imkanları sınırlıdır.
- Finlandiya, ortalama en yüksek yönetim endeks değerlerine sahip ülke olmasına rağmen, Norveç, İsveç ve Danimarka’ya kıyasla, yönetim alanında yapacağı iyileştirmeler sonucu, daha etkin üretim yapması muhtemeldir.
- Son olarak, yönetimi etkin olarak kullanan ve teknik etkinlik kaybını 0.10’un altında tutmayı başaran ülkeler sırasıyla ABD, Çin ve Almanya olmaktadır.

Tablo 23 ve 24’te çalışmaya konu olan ülkelerin sırasıyla Grafik 9, 10, 11 ve 12’de yer aldıkları bölgeler sunulmaktadır. Tablo 24’de yüksek gelirli ülkelere yer verilirken, Tablo 25’te orta gelirli ülkeler gösterilmektedir. Tablo 24 ve 25’te bulunan ülkeler çalışmada sıklıkla kullanıldığı üzere, ortalama teknik

etkinlik değerlerine göre sıralanmıştır. İlgili tablolarda bulunan ülkelerin, hem genel ortalama etkinlik sıralamasındaki yeri, hemde ait olduğu gelir grubu içerisindeki ortalama etkinlik sıralamasındaki yeri gösterilmektedir.

Tablo 23: Yüksek Gelirli Teknik Etkinsizlik Bölgeleri

Grup Sıra	Genel Sıra	Ülke	BİT Kullanım	Makro Ekonomik Performans	Yenilik Kapasitesi	Yönetişim
1	1	ABD	4. Bölge	4. Bölge	4. Bölge	4. Bölge
2	2	Norveç	4. Bölge	4. Bölge	3. Bölge	4. Bölge
3	4	Kore Cumhuriyeti	4. Bölge	4. Bölge	4. Bölge	4. Bölge
4	5	Japonya	4. Bölge	4. Bölge	4. Bölge	4. Bölge
5	6	Almanya	4. Bölge	4. Bölge	4. Bölge	4. Bölge
6	7	Hollanda	4. Bölge	4. Bölge	4. Bölge	4. Bölge
7	9	Danimarka	4. Bölge	4. Bölge	4. Bölge	4. Bölge
8	11	İsveç	4. Bölge	4. Bölge	4. Bölge	4. Bölge
9	12	Polonya	2. Bölge	2. Bölge	2. Bölge	1. Bölge
10	15	Finlandiya	4. Bölge	4. Bölge	4. Bölge	4. Bölge
11	16	Avusturya	4. Bölge	4. Bölge	4. Bölge	4. Bölge
12	19	Birleşik Krallık	4. Bölge	4. Bölge	4. Bölge	4. Bölge
13	20	Fransa	4. Bölge	4. Bölge	4. Bölge	4. Bölge
14	21	Belçika	4. Bölge	4. Bölge	4. Bölge	4. Bölge
15	26	Kanada	4. Bölge	4. Bölge	4. Bölge	4. Bölge
16	28	İspanya	1. Bölge	2. Bölge	1. Bölge	1. Bölge
17	32	Macaristan	1. Bölge	1. Bölge	2. Bölge	1. Bölge
18	33	İtalya	1. Bölge	2. Bölge	1. Bölge	2. Bölge
19	35	Çekya	1. Bölge	1. Bölge	1. Bölge	1. Bölge
20	36	Slovak Cumhuriyeti	1. Bölge	2. Bölge	2. Bölge	1. Bölge
21	39	Portekiz	1. Bölge	1. Bölge	2. Bölge	1. Bölge
22	42	Yunanistan	1. Bölge	2. Bölge	2. Bölge	2. Bölge

Tablo 23’de gözlemlendiği üzere ABD, Kore Cumhuriyeti, Japonya, Almanya, Hollanda, Danimarka, İsveç, Finlandiya, Avusturya, Birleşik Krallık, Fransa, Belçika ve Kanada dört teknik etkinlik alanında da 4. bölgede yer alırken, Norveç ise ilgili alanlarda 3.ve 4. bölgelerde yer almaktadır. Çekya dört teknik etkinlik alanında da 1. bölgede yer alırken; Polonya, İspanya, Macaristan, İtalya, Slovak Cumhuriyeti, Portekiz ve Yunanistan ise ilgili alanlarda 1.ve 2. bölgelerde yer almaktadır.

Yüksek gelirli ülkeler grubunda bulunan Polonya’nın teknik etkinlik listesinde ön sıralarda olmasına rağmen, ilgili alanlarda 1. ve 2. bölgeler yer alması, ülkenin teknik etkinlik potansiyelin yüksek olduğuna işaret etmektedir.

Tablo 24: Orta Gelirli Ülkelerin Teknik Etkinsizlik Bölgeleri

Grup Sıra	Genel Sıra	Ülke	BİT Kullanım	Makro Ekonomik Performans	Yenilik Kapasitesi	Yönetişim
1	3	Çin	3. Bölge	4. Bölge	4. Bölge	3. Bölge
2	8	Türkiye	2. Bölge	2. Bölge	2. Bölge	2. Bölge
3	10	Malezya	3. Bölge	4. Bölge	4. Bölge	3. Bölge
4	13	Güney Afrika	3. Bölge	3. Bölge	3. Bölge	3. Bölge
5	14	Hindistan	3. Bölge	3. Bölge	4. Bölge	3. Bölge
6	17	Kazakistan	3. Bölge	4. Bölge	3. Bölge	3. Bölge
7	18	Arjantin	2. Bölge	2. Bölge	2. Bölge	2. Bölge
8	22	Mısır	2. Bölge	2. Bölge	2. Bölge	2. Bölge
9	23	Kosta Rika	2. Bölge	2. Bölge	2. Bölge	1. Bölge
10	24	Romanya	3. Bölge	3. Bölge	3. Bölge	3. Bölge
11	25	Meksika	3. Bölge	3. Bölge	1. Bölge	3. Bölge
12	27	Şili	3. Bölge	3. Bölge	3. Bölge	4. Bölge
13	29	Rusya Federasyonu	2. Bölge	1. Bölge	1. Bölge	2. Bölge
14	30	Bulgaristan	2. Bölge	2. Bölge	2. Bölge	2. Bölge
15	31	Tayland	2. Bölge	1. Bölge	2. Bölge	2. Bölge
16	34	Brezilya	2. Bölge	2. Bölge	1. Bölge	2. Bölge
17	37	Kolombiya	2. Bölge	2. Bölge	2. Bölge	2. Bölge
18	38	Guatemala	2. Bölge	2. Bölge	2. Bölge	2. Bölge
19	40	Tunus	2. Bölge	2. Bölge	2. Bölge	2. Bölge
20	41	Sırbistan	1. Bölge	2. Bölge	2. Bölge	2. Bölge
21	43	Ukrayna	2. Bölge	2. Bölge	2. Bölge	2. Bölge

Tablo 24’de gözlemlendiği üzere Çin, Malezya, Hindistan, Kazakistan ve Şili dört teknik etkinlik alanında da 3.ve 4. bölgelerde yer alırken, Güney Afrika ve Romanya ise ilgili alanlarda 3. bölgede yer almaktadır. Türkiye, Arjantin, Mısır, Bulgaristan, Kolombiya, Guatemala, Tunus ve Ukrayna dört teknik etkinlik alanında da 2. bölgede yer alırken; Kosta Rika, Rusya Federasyonu, Tayland, Brezilya ve Sırbistan ise ilgili alanlarda 1.ve 2. bölgelerde yer almaktadır.

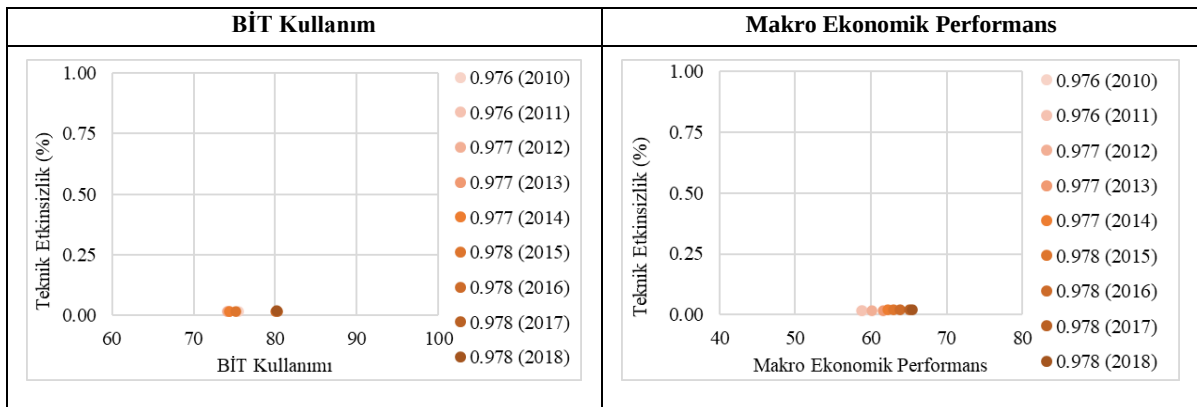
Orta gelirli ülkeler grubunda bulunan Türkiye teknik etkinlik listesinde ön sıralarda olmasına rağmen, ilgili alanların hepsinde 2. bölgede yer alması, ülkenin teknik etkinlik potansiyelinin yüksek olduğuna işaret etmektedir. Türkiye’yi takiben Arjantin, Mısır ve Kosta Rika teknik etkinlik artırma potansiyeli yüksek diğer ülkeler olmaktadır.

4.4.6. Ülke Değerlendirmeleri

Bir önceki başlıkta ülkelerin teknik etkinlikleri ve onları etkileyen faktörler ortalama değerler üzerinden yorumlanmıştır. Bu yaklaşım ülkelerarası karşılaştırma yapmayı kolaylaştırmakta ve birçok önemli tespitin yapılmasını da mümkün kılmaktadır. Fakat yaklaşım ülkelerin yıllar içerisindeki sergiledikleri değişimi göstermemektedir. Teknik etkinliğe sebep olan faktörlerin (BİT kullanım, makro ekonomik performans, yenilik kapasitesi ve yönetim) teknik etkinlik üzerindeki marjinal katkıları, ülkeden ülkeye farklılaştığı gibi yıllar içerisinde de değişmektedir. Bu değişimin incelenmesi ve ülkelerin zaman içerisindeki eğilimlerinin ortaya çıkması analiz sonuçlarının daha geniş ve bütüncül bir çerçeveden yorumlanmasını mümkün kılmaktadır. Bu sebeple, bu başlık altında teknik etkinliğe sebep olan faktörler, her ülke özelinde ayrı grafiklerle incelenmiştir..

Bu bölümde kullanılan grafikler, ortalama teknik etkinlik değeri yüksek olan ülkeden, düşük olan ülkeye doğru sıralanarak incelenmiştir. Bu sıralama Tablo 22’de yer alan sıralamanın aynısıdır. Grafiklerin en sağ kısmında yer alan bilgiler, ülkenin teknik etkinlik değerlerini ifade ederken, teknik etkinlik değerlerinin ait olduğu yıl, parantez içerisinde gösterilmiştir. Grafiklerdeki her bir nokta 2010-2018 tarihleri arasındaki yıllara karşılık gelmektedir. Her bir yılı temsil eden noktalar ilerleyen yıllara birlikte daha koyu bir renk ile gösterilmektedir. Bu değerler ülkenin yıllar içerisindeki genel teknik etkinlik değerlerinin takibi için verilmiştir. Bununla birlikte, BİT Kullanım, makro ekonomik performans, yenilik kapasitesi ve yönetim endekleri ile ilgili endekslerin teknik etkinsizlik üzerindeki marjinal katkıları göstermek üzere grafikler mevcuttur. Bu grafiklerin yatay eksenini ilgili endeks değeri gösterirken, dikey eksen ise ilgili endeks değerinin teknik etkinlik üzerindeki marjinal katkısını göstermektedir. Yatay eksen sağı doğru gidildikçe ilgili endeks değeri artarken, dikey eksen ise yukarı doğru gidildikçe ilgili endeksin teknik etkinlik üzerindeki marjinal katkısı artmaktadır.

Grafik 13: Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: ABD

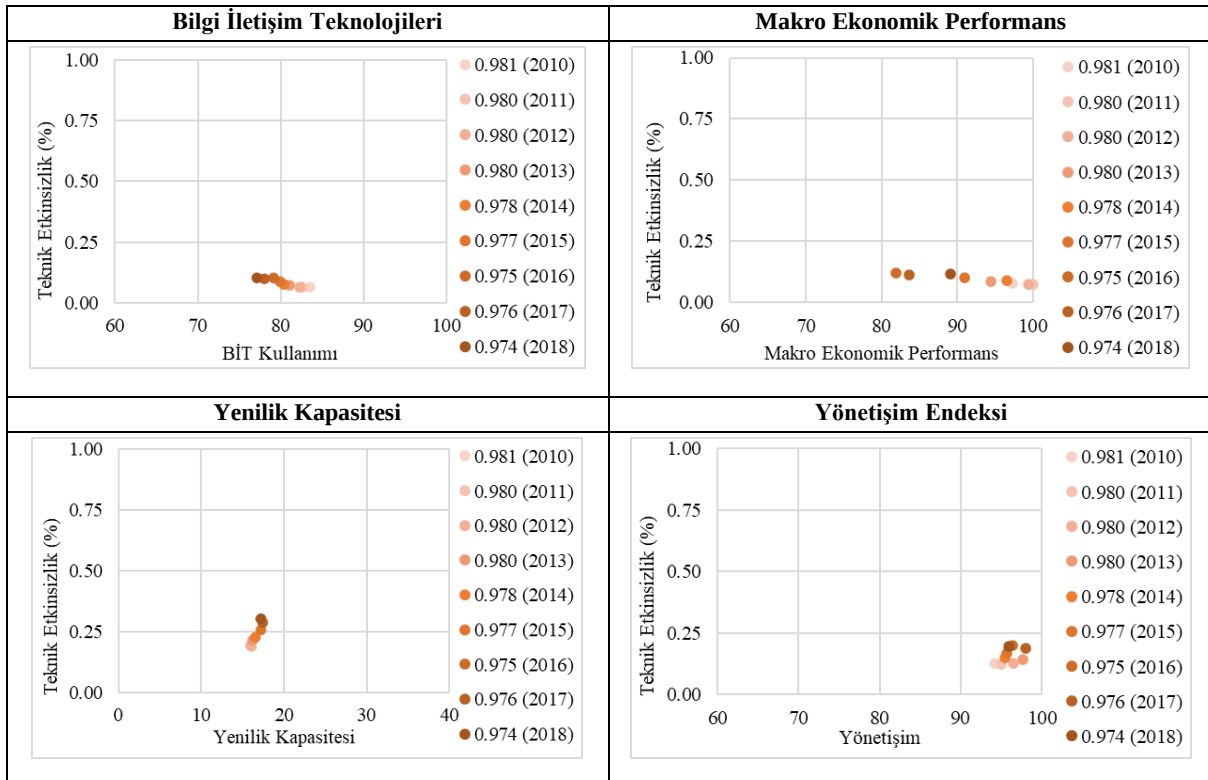


Grafik 13: (devamı)



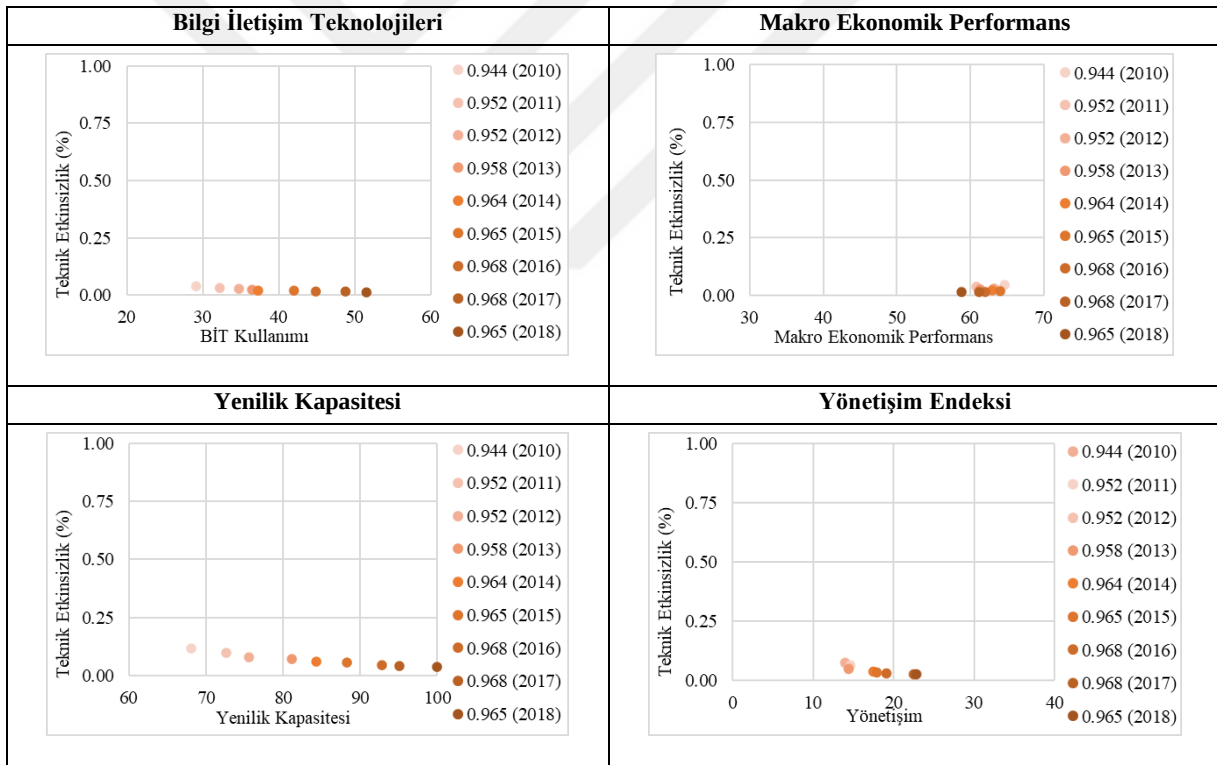
Grafik 13'e göre, ABD'nin 2010-2018 yılları arasındaki teknik etkinlik değerleri düzenli olarak artarak 0.976'den 0.978 değerine yükselmektedir. Böylece, ABD en yüksek ortalama teknik etkinlik değerine sahip olan ülke olmaktadır. Yıllar içerisinde ülkenin yenilik kapasitesi önemli bir düşüş yaşamıştır. Yenilik kapasitesindeki bu düşüş, ülkenin ilgili alanda teknik etkinsizliğini artırmaktadır. Diğer taraftan 2010-2018 yılları arasında ülke, makro ekonomik performans ve BİT kullanım alanında ilerleme kaydetmektedir. Bu durum, ülkenin bu alanlardan kaynaklı teknik etkinsizlik artışı yaşamamasını engellemektedir. Yönetişim alanında da belirli bir standardın altına düşmeyen ülke, genel olarak teknik etkinliğini sınırlı da olsa artırmıştır.

Grafik 14: Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Norveç



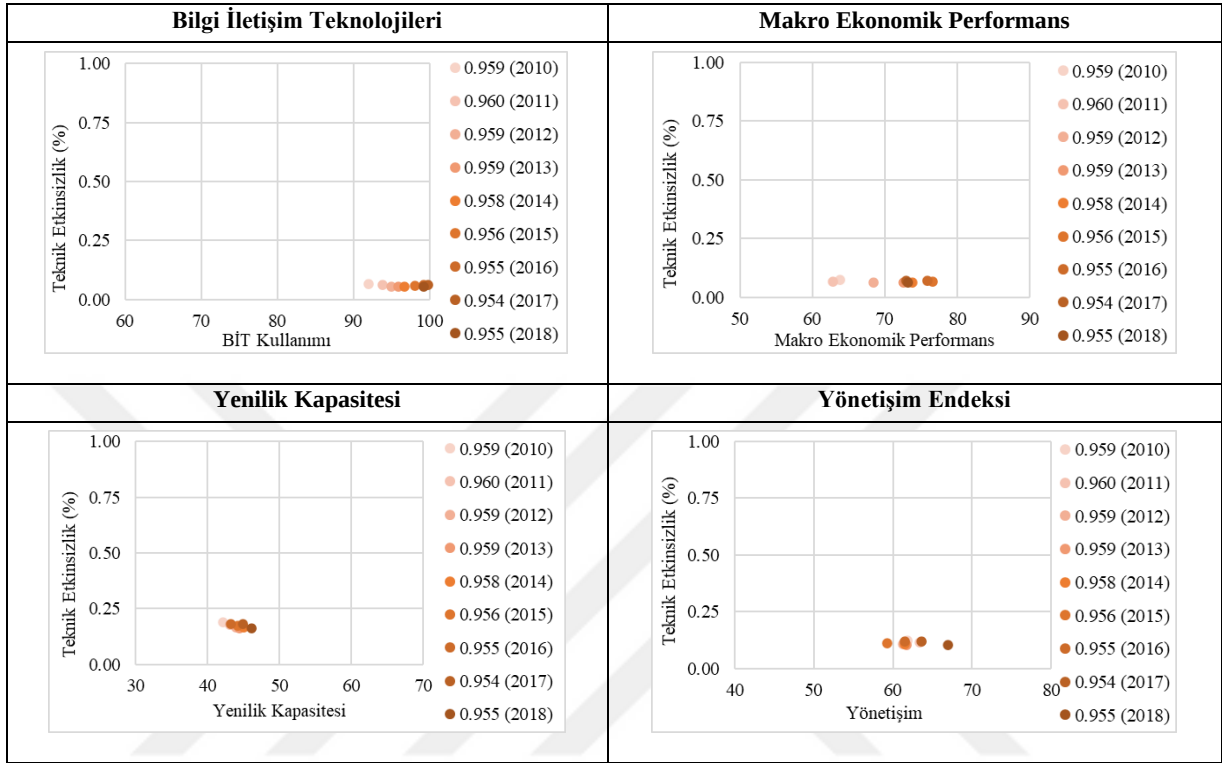
Grafik 14'e göre, Norveç'in 2010-2018 yılları arasında teknik etkinlik değerleri düzenli olarak düşerek 0.981'den 0.974'e gerilemiştir. Makro ekonomik performans ve BİT kullanım alanlarında gerileme yaşayan ülke, yönetim ve yenilik kapasitesi alanlarında sınırlı olsa bir ilerleme kaydetmiştir. Norveç, bütün alanlarda teknik etkinsizlik artışı yaşamıştır. Makro ekonomik performans ve BİT kullanım alanlarında yaşanan azalmanın, teknik etkinsizlik artışının temel sebebi olduğu söylenebilir. Diğer taraftan, yönetim ve yenilik kapasitesi alanlarında yaşanan ilerlemeye rağmen, bu alanlarda da teknik etkinsizlik artmıştır. Bu artış, ilgili alanlardaki ilerlemelerin yeterli olmadığını göstermektedir. Ülkenin 2010-2018 yılları arasındaki sergilediği teknik etkinlik düşüşünün, hem makro ekonomik performans ve BİT kullanımında yaşanan gerilemeden, hem de yönetim ve yenilik kapasitesi alanlarındaki ilerlemenin düşük düzeyde kalmasından kaynaklandığını söylemek mümkündür.

Grafik 15: Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Çin



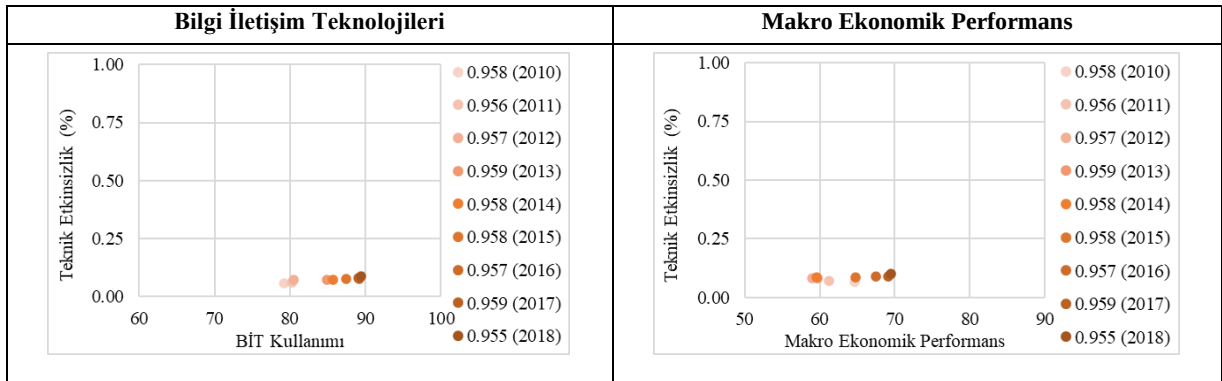
Grafik 15'e göre, Çin'in 2010-2018 yılları arasındaki teknik etkinlik değerleri artarak 0.944'den 0.965 değerine ulaşmıştır. Ülke, 2016 ve 2017 yıllarında, en yüksek teknik etkinlik değerine ulaşmıştır. Çin özellikle yenilik kapasitesi artışı sayesinde, bu alandaki teknik etkinsizlik katsayısını düşürmüştür. Yönetişim ve BİT kullanım alanlarında buna benzer bir ilerleme yakalayan ülke, sadece makro ekonomik performans alanında bir gerileme yaşamıştır. Ülkenin bu gerilemeye rağmen, yenilik kapasitesi, yönetim ve BİT kullanım alanlarında yakaladığı başarı sayesinde, önemli bir atılım gerçekleştirdiğini söylemek mümkündür.

Grafik 16: Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Kore Cumhuriyeti

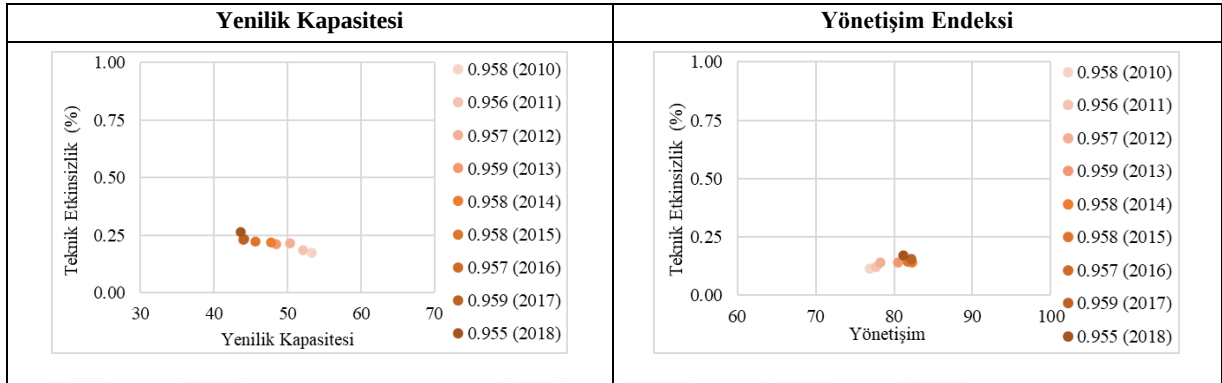


Grafik 16'ya göre, Kore Cumhuriyeti'nin 2010 yılında 0.959 olan teknik etkinlik değeri, 2011 yılında 0.960 değerine yükselmesine karşın, takip eden yıllarda düzenli olarak azalarak, 2018 yılı itibarıyla 0.955 değerine düşmüştür. Makro ekonomik performans ve BİT kullanım alanlarında kayda değer bir ilerleme kaydeden ülke, yönetim ve yenilik kapasitesi alanlarında da gelişim göstermiştir. Bütün endekslerde ilerleme kaydeden ülke, sınırlı da olsa teknik etkinlik düşüşüne engel olamamıştır.

Grafik 17: Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Japonya

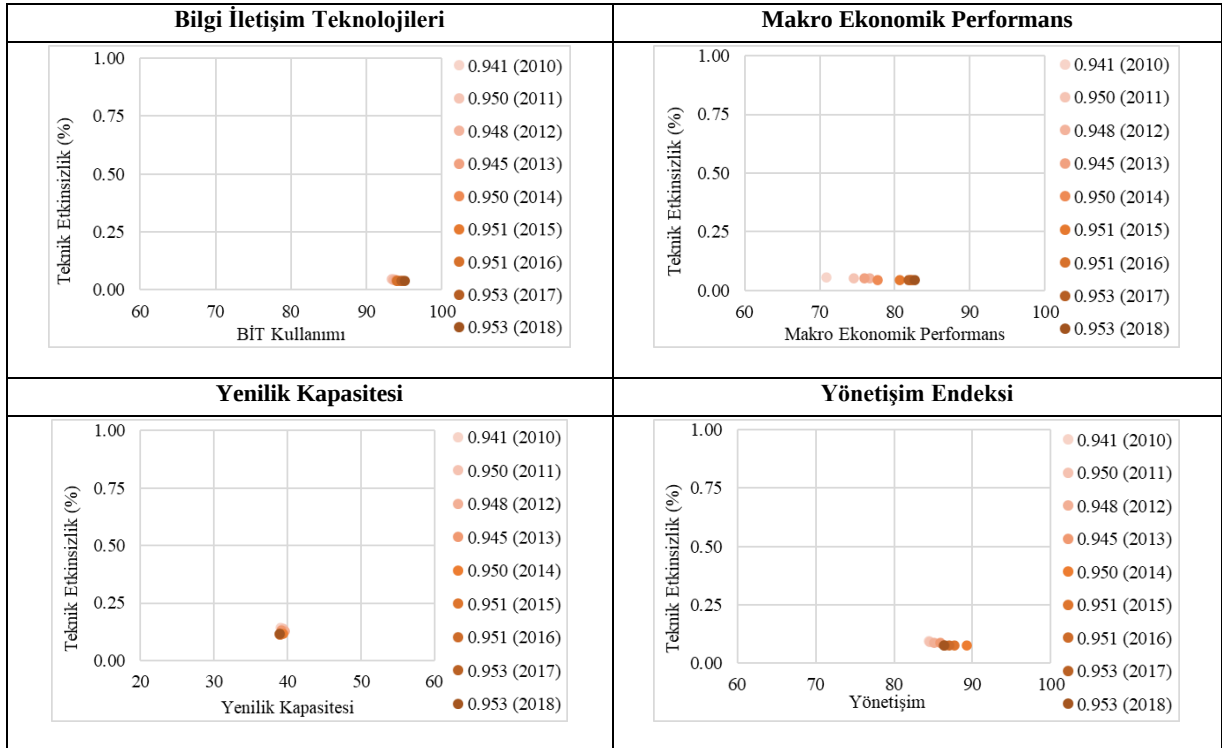


Grafik 17: (devamı)



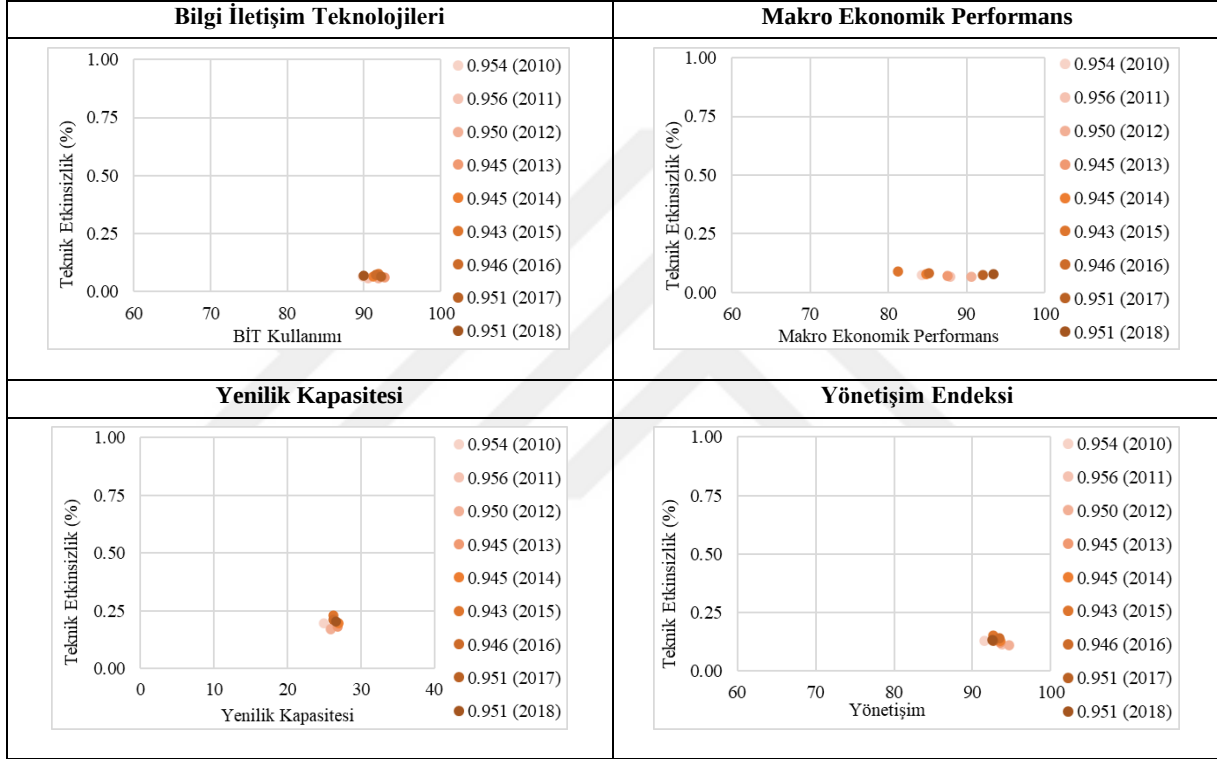
Grafik 17'ye göre, Japonya'nın 2010-2018 yılları arasındaki teknik etkinlik değerleri düzensiz olarak hareket etmiştir. 2010 yılında 0.958 olan teknik etkinlik değeri, 2013 ve 2017 yıllarında en yüksek değerine (0.959), 2018 yılında ise en düşük değerine (0.955) ulaşmıştır. Japonya; yönetim, makro ekonomik performans ve BİT kullanım alanlarında önemli ilerlemeler gerçekleştirmiştir. Bu alanlarda yaşanan ilerlemeye karşın, teknik etkinsizlik değerlerinin düşmemesi, ilgili alanlardaki ilerlemenin yeterli olmadığını ve bu alanlardaki teknik etkinsizliğin arttığını göstermektedir. Ayrıca ülkenin, yenilik kapasitesinde yaşanan düşüş nedeniyle de teknik etkinsizlik artışı yaşadığını ifade etmek mümkündür.

Grafik 18: Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Almanya



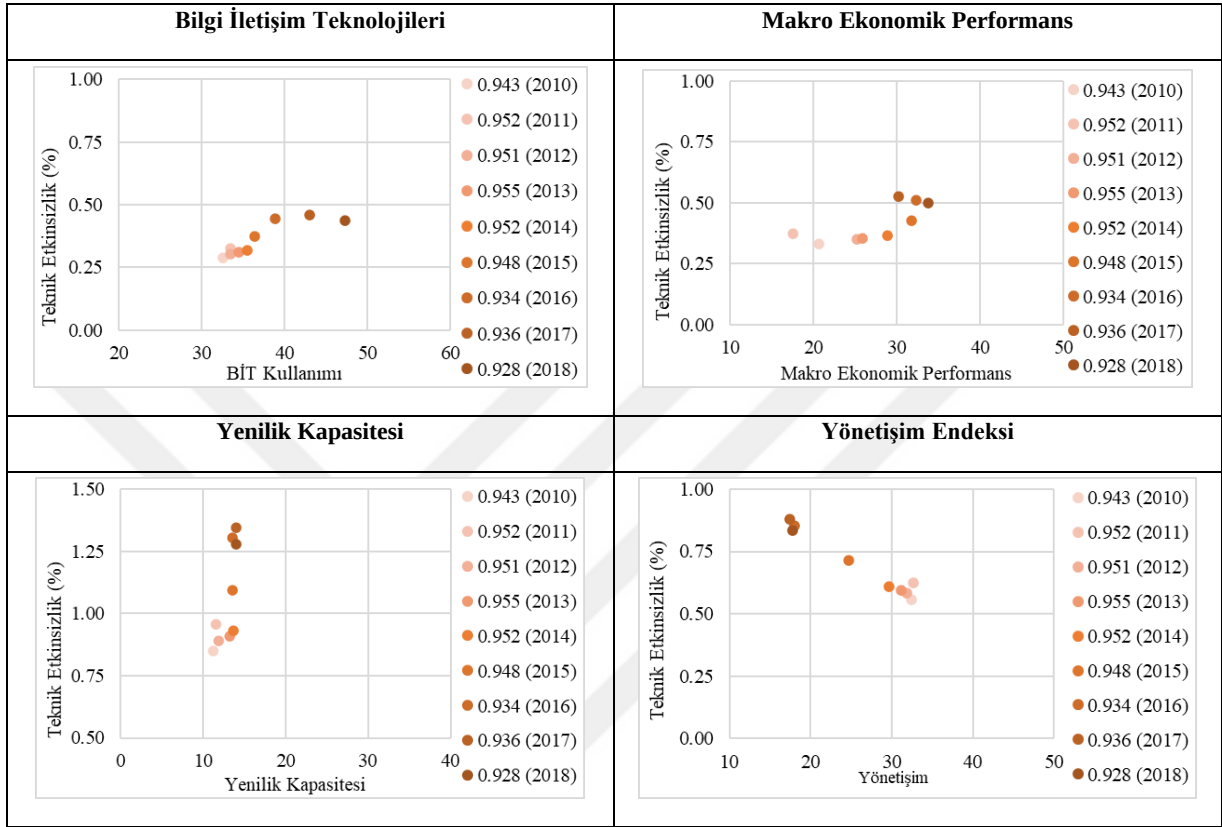
Grafik 18'e göre, Almanya'nın 2010-2018 yılları arasındaki teknik etkinlik değerleri dalgalı bir seyir izleyerek, 2010 yılında en düşük (0.941), 2017 ve 2018 yıllarında ise en yüksek (0.953) değerine ulaşmıştır. Ülke, özellikle makro ekonomik performans alanında önemli bir ilerleme kaydetmiştir. Yenilik kapasitesi alanında sınırlı bir gerileme yaşayan ülke, genel olarak teknik etkinliğini yüksek seviyede tutmayı başarmıştır.

Grafik 19: Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Hollanda



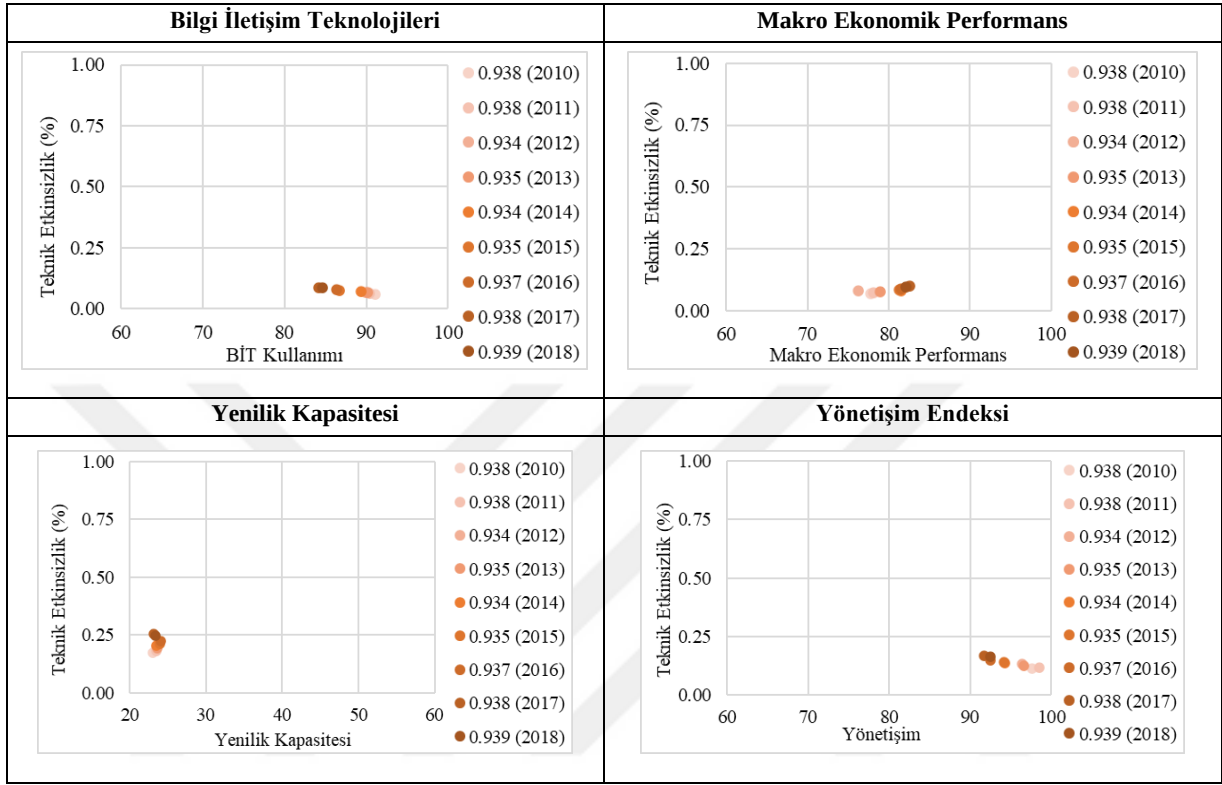
Grafik 19'a göre, Hollanda'nın 2010-2018 yılları arasındaki teknik etkinlik değerleri dalgalı hareket etmiştir. 2010 yılında 0.954 olan teknik etkinlik değeri, 2011 yılında en yüksek (0.956), 2015 yılında ise en düşük değerine (0.943) ulaşmıştır. Makro ekonomik performans alanında önemli bir ilerleme kaydeden ülke, diğer alanlarda sınırlı da olsa bir ilerleme kaydetmiştir. Ülke genel olarak teknik etkinliğini yüksek tutmayı başarmıştır.

Grafik 20: Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Türkiye



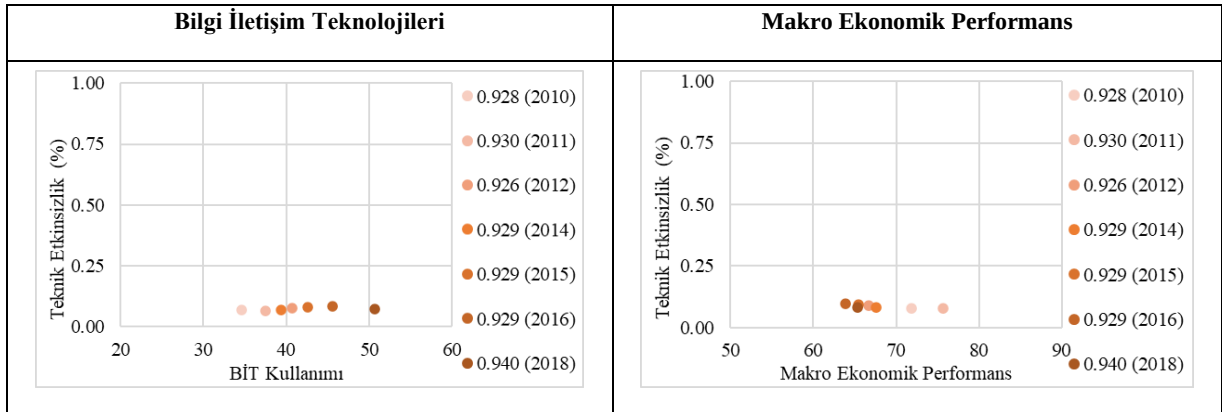
Grafik 20'ye göre, Türkiye'nin 2010-2018 yılları arasındaki teknik etkinlik değerleri dalgalı bir seyir izlemiştir. 2013 yılında en yüksek teknik etkinlik değerine (0.955) ulaşan ülke, bu tarihten sonra bir düşüş trendine girerek, 2018 yılında en düşük teknik etkinlik değerine (0.928) sahip olmuştur. Ülke 2010-2018 yılları arasında makro ekonomik performans ve BİT kullanım alanında önemli ilerleme kaydetmiştir. Ayrıca, ilgili yıllarda yenilik kapasitesi alanında sınırlı da olsa bir gelişme yaşamıştır. Bu alanlarda kaydedilen ilerlemeler, ülkenin ilgili alanlardaki teknik etkinsizliğini düşürememiştir. Bu durum, Türkiye'nin bu alanlarda yakaladığı gelişimin yeterli olmadığı şeklinde yorumlanabilir. Diğer taraftan, ülkenin yönetim alanında yaşadığı düşüş, ülkeyi örneklem içindeki en yüksek değer kaybı yaşayan ülke konumuna yükseltmiştir. Bu düşüş, ülkenin teknik etkinliğini ayrıca düşürmektedir. Sonuç olarak, ülkenin her alandaki teknik etkinsizlik kaybı yıllar içerisinde artmıştır.

Grafik 21: Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Danimarka

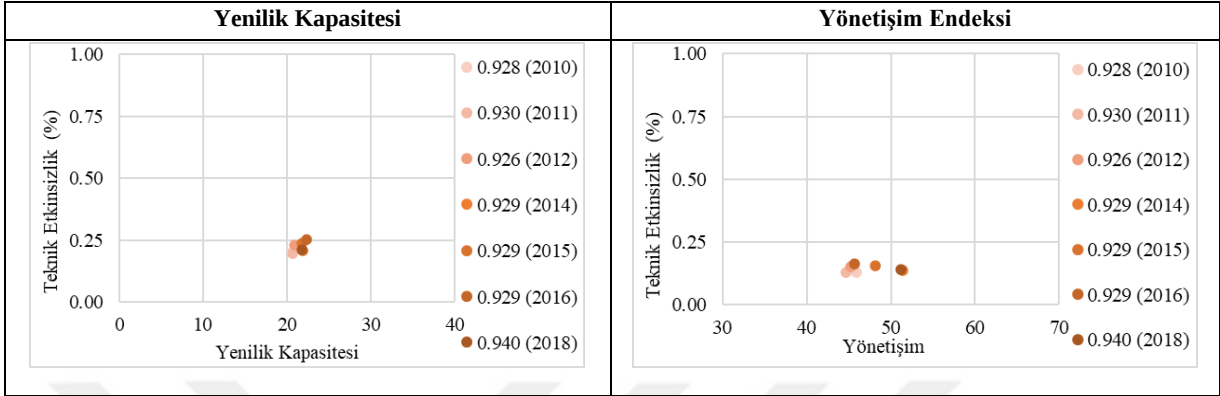


Grafik 21'e göre, Danimarka'nın 2010-2018 yılları arasında teknik etkinlik değerleri durağan şekilde hareket etmiştir. Ülkenin 2010 yılında 0.938 değerinde olan teknik etkinlik değeri, 2012 ve 2014 yıllarında en düşük değerine (0.934), 2018 yılında ise en yüksek değerine (0.939) ulaşmıştır. Makro ekonomik performans alanında ilerleme kaydeden ülke, BİT kullanım ve yönetim alanlarında ise gerileme yaşamıştır.

Grafik 22: Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Malezya

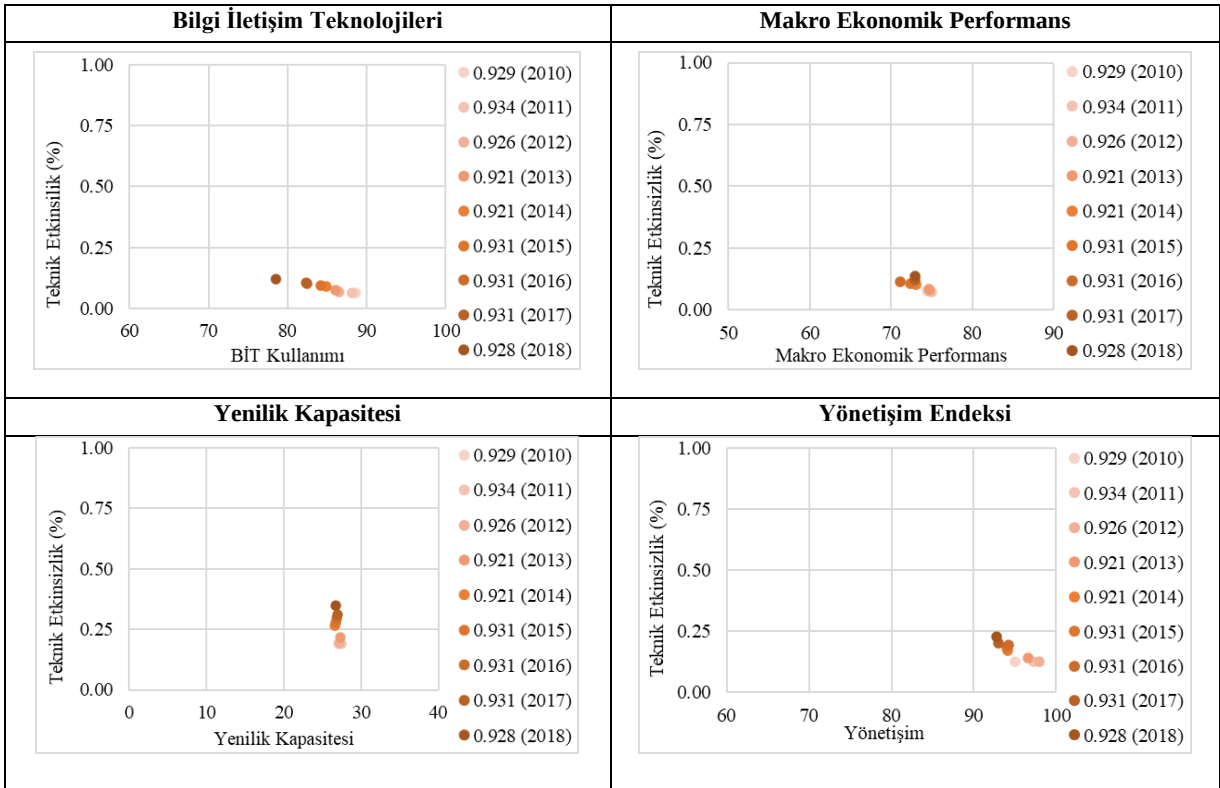


Grafik 22: (devamı)



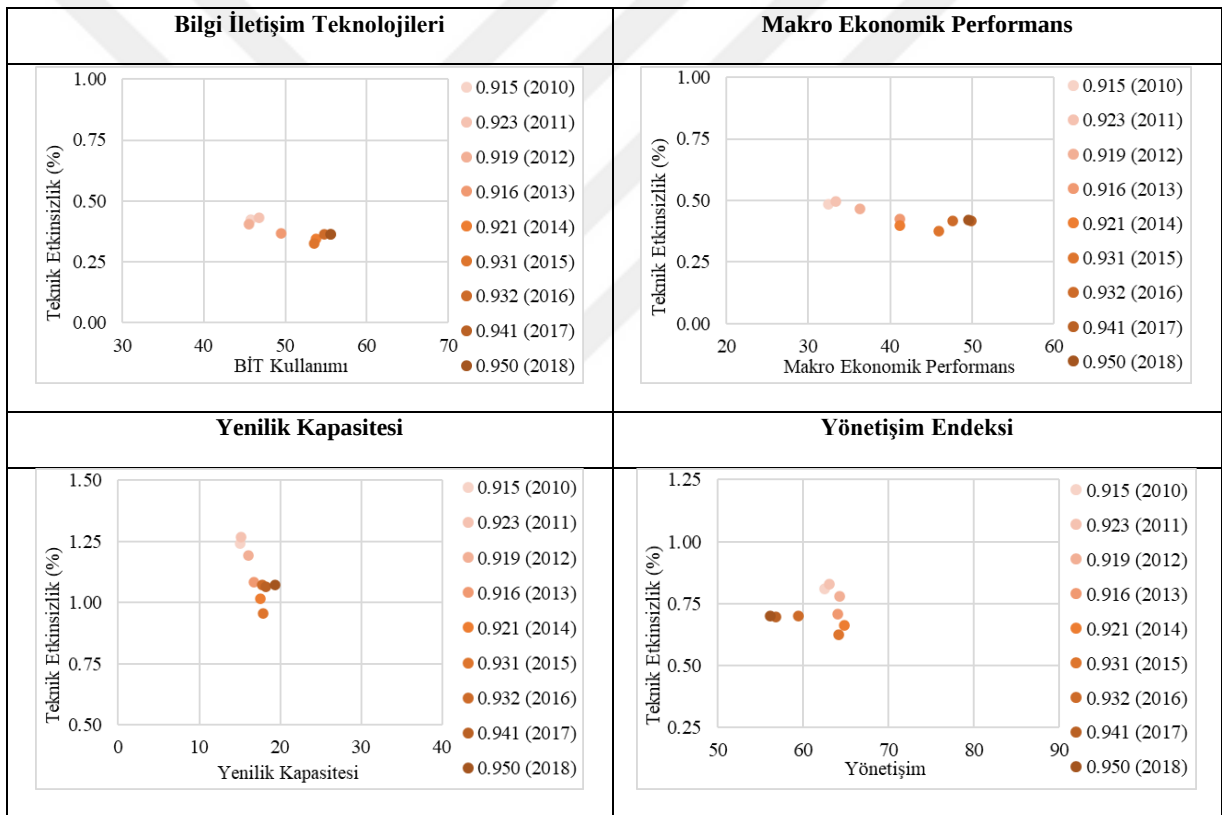
Grafik 22'ye göre, Malezya'nın 2010-2018 yılları arasında teknik etkinlik değerleri genel olarak artış göstermiştir. Ülkenin veri setinden kaynaklı 2013 ve 2017 yıllarındaki teknik etkinlik değerleri hesaplanamamıştır. Makro ekonomik performans alanında gerileme yaşayan ülke, BİT kullanım alanında önemli düzeyde gelişim kaydetmiştir. Bunlara ek olarak, yönetim alanında gelişim gösteren ülke, yenilik kapasitesi alanında ise sınırlı bir gelişim yakalamıştır. Genel olarak bakıldığında Malezya; yönetim, yenilik kapasitesi, makro ekonomik performans ve BİT kullanımını alanlarından kaynaklı teknik etkinsizlik seviyesinin artmasının önüne geçmiştir.

Grafik 23: Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: İsveç



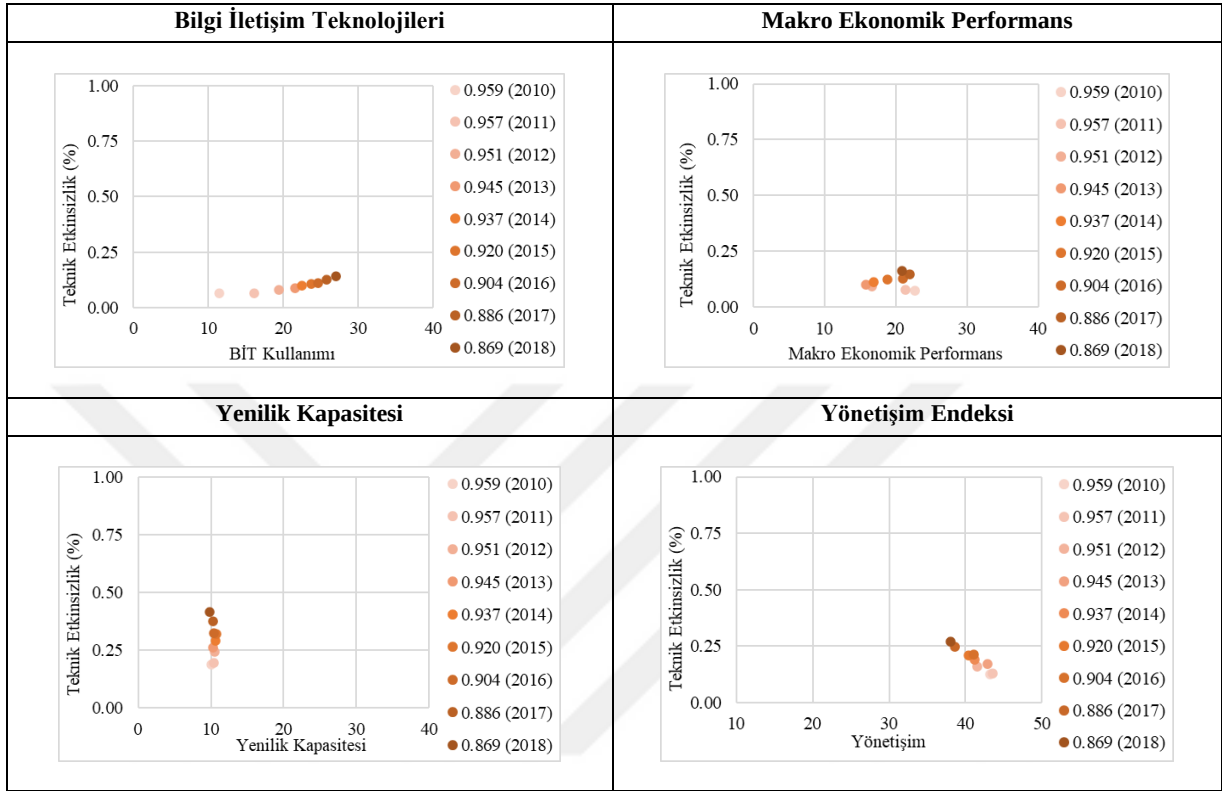
Grafik 23'e göre, İsveç'in 2010-2018 yılları arasında teknik etkinlik değerleri dalgalı olarak hareket etmektedir. 2010 yılında 0.929 olan teknik etkinlik değeri, 2011 yılında en yüksek (0.934), 2013 ve 2014 yıllarında ise en düşük değerine (0.921) ulaşmıştır. 2018 yılı itibariyle ülkenin teknik etkinlik değeri 0.928 olmakla birlikte, bu değer 2010 yılındaki değerden düşüktür. Kısaca ülke, yıllar içerisinde teknik etkinlik değerlerini artırmayı başarmasına rağmen, 2018 yılı itibariyle, 2010 yılının gerisinde kalmıştır. İsveç; BİT kullanım, makro ekonomik performans, yenilik kapasitesi ve yönetim alanlarının hepsinde gerileme yaşamıştır. İlgili alanlardaki teknik etkinsizlik artışın temel sebebi olarak endekslerde yaşanan bu gerilemenin olduğunu ifade etmek mümkündür.

Grafik 24: Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Polonya



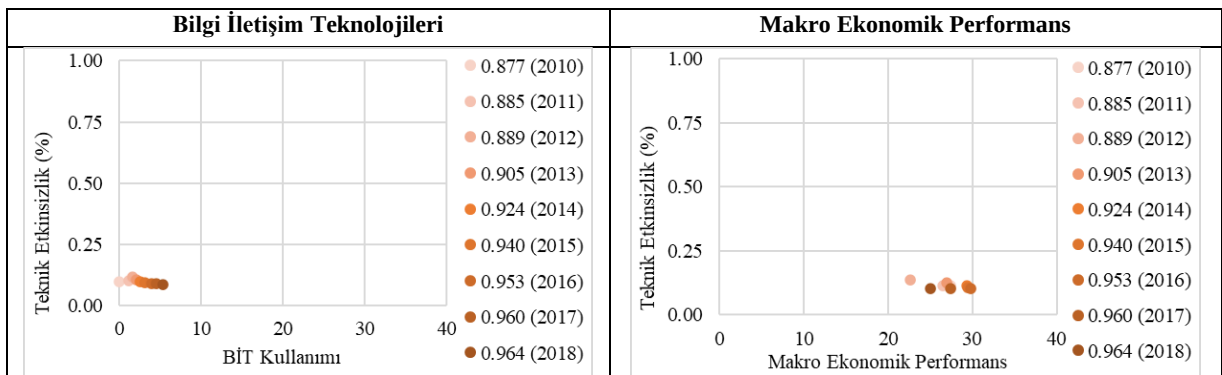
Grafik 24'e göre, Polonya'nın 2010-2018 yılları arasında teknik etkinlik değerleri dalgalı olarak hareket etmekte birlikte, 2014 yılı itibariyle bir artış trendine girmiştir. 2010 yılında 0.915 olan teknik etkinlik değeri, 2010-2018 yılları arasındaki en düşük değerdedir. Ülke en yüksek değerine (0.950) ise 2018 yılında ulaşmıştır. Polonya; BİT kullanım, makro ekonomik performans ve yenilik kapasitesi alanlarında önemli ilerleme kaydederek, bu alanlardaki teknik etkinsizliklerini düşürmüştür. Bununla birlikte, yönetim alanında gerileme yaşayan ülke, bu alanda teknik etkinsizlik artışı yaşamaktadır.

Grafik 25: Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Güney Afrika

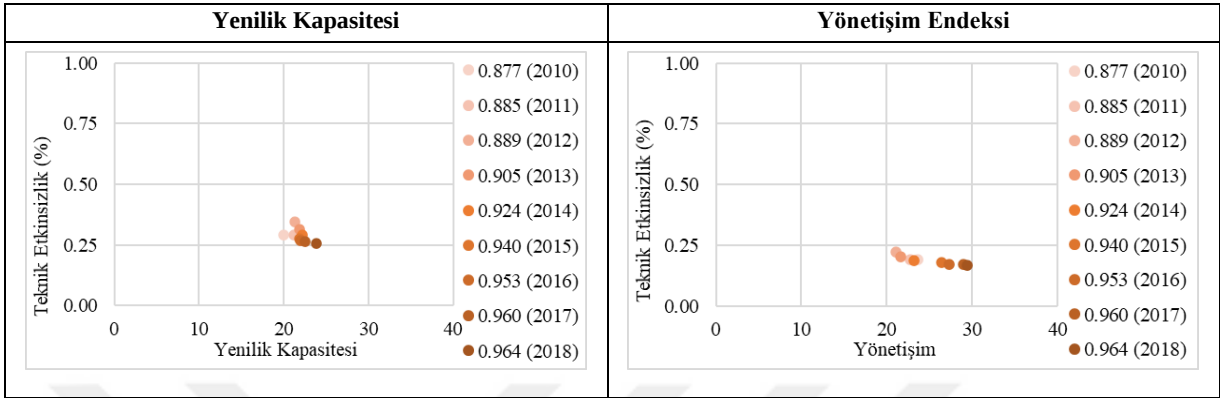


Grafik 25'e göre, Güney Afrika'nın 2010-2018 yılları arasındaki teknik etkinlik değerleri düzenli olarak azalmıştır. 2010 yılında 0.959 olan teknik etkinlik değeri, aynı zamanda 2010-2018 yılları arasındaki en yüksek değer olurken, 2018 yılında 0.869 olan teknik etkinlik değeri ise bu zaman aralığındaki en düşük değerdir. Ülke BİT kullanım alanında istikrarlı ve önemli bir ilerleme göstermesine rağmen, bu alanda teknik etkinsizlik artışı yaşamıştır. Bu durumda yapılan ilerlemenin yeterli olmadığını söylemek mümkündür. Makro ekonomik performans, yenilik kapasitesi ve yönetim alanlarında gerileme yaşayan Güney Afrika, bu gerilemeler ile birlikte ilgili alanlarda teknik etkinsizlik artışı yaşamıştır.

Grafik 26: Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Hindistan

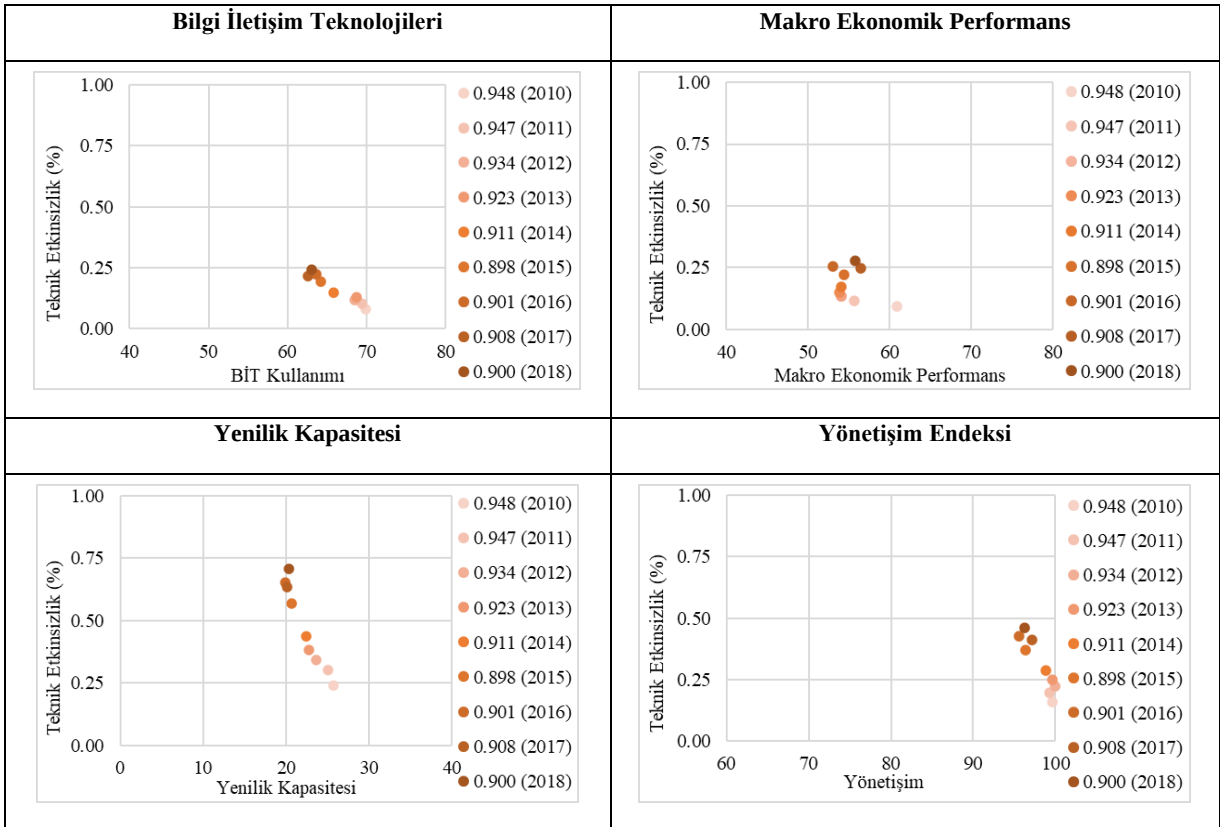


Grafik 26: (devamı)



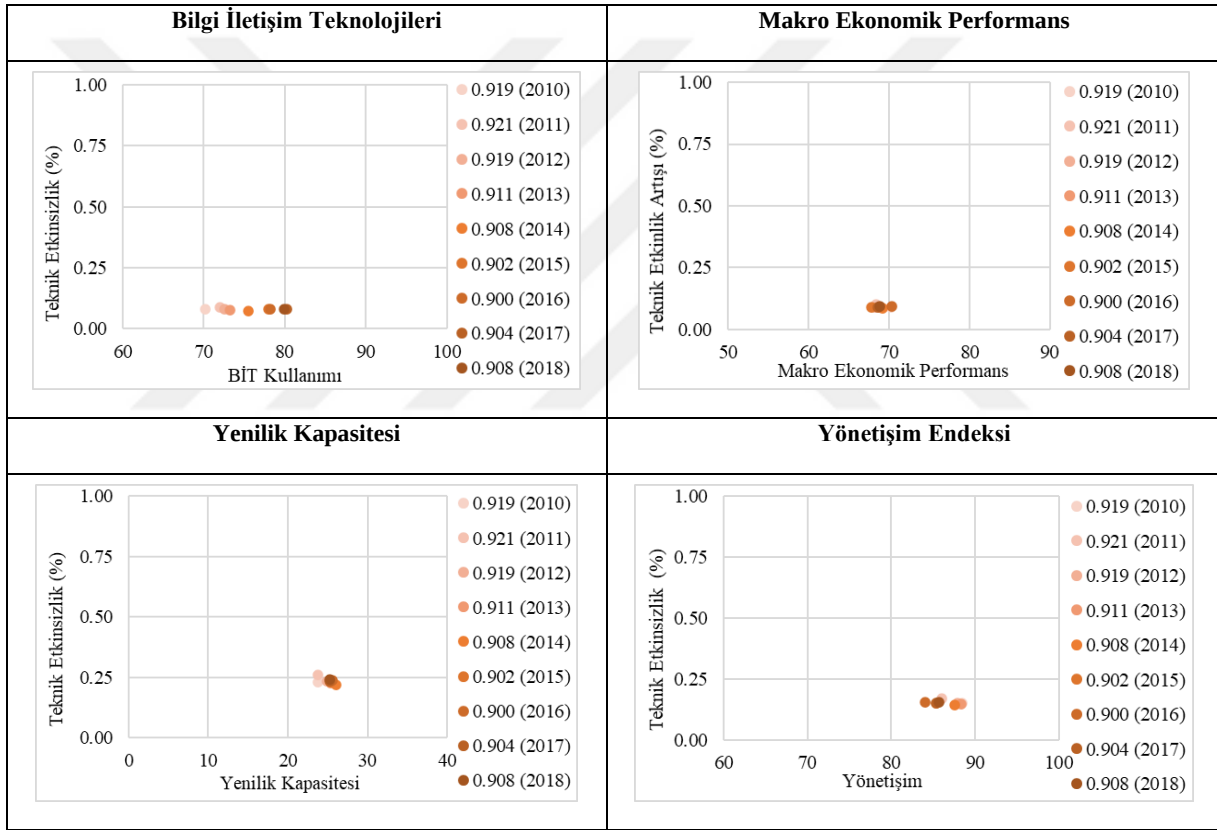
Grafik 26'ya göre, Hindistan'ın 2010-2018 yılları arasındaki teknik etkinlik değerleri düzenli olarak artmıştır. 2010 yılında 0.877 olan teknik etkinlik değeri, 2010-2018 yılları arasındaki en düşük değer olurken, 2018 yılında 0.964 olan teknik etkinlik değeri, bu zaman aralığındaki en yüksek değerdir. BİT kullanım, yenilik kapasitesi ve yönetim alanlarında ilerleme kaydeden ülke, makro ekonomik performans alanında ise gerilemeye engel olamamıştır. Bununla birlikte, Hindistan tüm alanlarda teknik etkinsizlik azalışı yaşamaktadır.

Grafik 27: Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Finlandiya



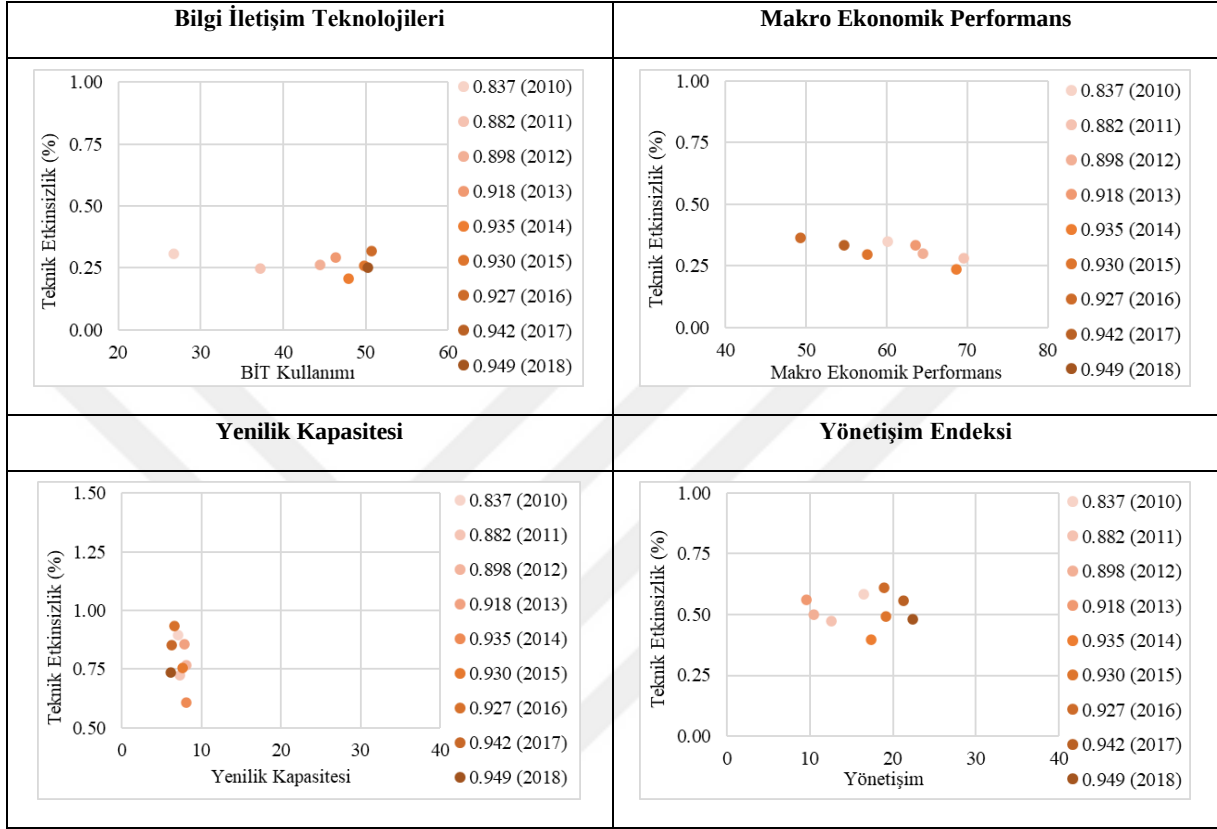
Grafik 27'ye göre, Finlandiya'nın 2010-2015 yılları arasındaki teknik etkinlik değerleri düzenli olarak azalmıştır. Ülke teknik etkinlik değerlerinde; 2016 ve 2017 yıllarında bir toparlanma sürecine girse de, 2018 yılında tekrar bir gerileme yaşamıştır. Finlandiya'nın 2010 yılında 0.948 olan teknik etkinlik değeri, 2010-2018 yılları arasındaki en yüksek değer olurken, 2015 yılında 0.898 olan teknik etkinlik değeri, bu zaman aralığındaki en düşük değer olmuştur. Ülke; BİT kullanım, makro ekonomik performans, yenilik kapasitesi ve yönetim alanlarının hepsinde gerileme yaşarken, bu gerilemelerle birlikte teknik etkinliğini kaybederek, tüm alanlarda teknik etkinsizlik artışı sergilemiştir.

Grafik 28: Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Avusturya



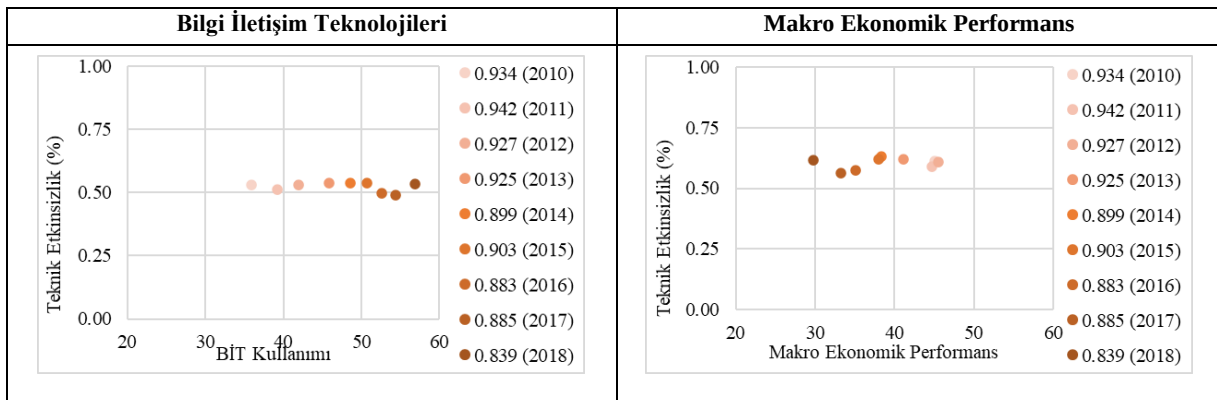
Grafik 28'e göre, Avusturya'nın 2010-2015 yılları arasındaki teknik etkinlik değerleri düzensiz olarak hareket etmiştir. 2010 yılında 0.919 olan teknik etkinlik değeri, 2011 yılında en yüksek değerine (0.921), 2016 yılında ise en düşük değerine (0.900) ulaşmıştır. 2018 yılı itibarıyla ülkenin teknik etkinlik değeri 0.908 iken, bu değer 2010 yılındaki değerden düşüktür. Ülke BİT kullanım alanında belirgin ilerleme kaydederken, yenilik kapasitesi alanında sınırlı gelişim göstermiştir. Makro ekonomik performans ve yönetim alanlarında sınırlı gerileme yaşayan ülke, tüm alanlarda belirgin bir teknik etkinsizlik artışı veya azalışı sergilememiştir.

Grafik 29: Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Kazakistan

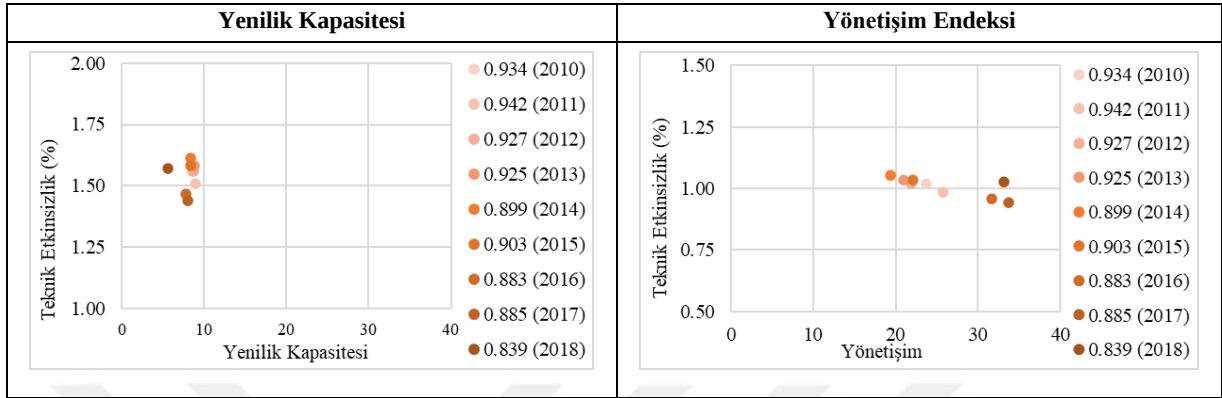


Grafik 29'a göre, Kazakistan'ın 2010-2018 yılları arasındaki teknik etkinlik değerleri düzenli olarak artmıştır. 2010 yılında 0.837 olan teknik etkinlik değeri, 2010-2018 yılları arasındaki en düşük değer olurken, 2018 yılında 0.949 olan teknik etkinlik değeri, bu zaman aralığındaki en yüksek değerdir. BİT kullanım ve yönetim alanlarında önemli ilerleme gerçekleştiren ülke, makro ekonomik performans alanında ise sınırlı bir gelişim yaşamıştır. Yenilik kapasitesi alanında düşük düzeyde gerileme yaşayan ülke, tüm alanlarda teknik etkinsizlik azalışı yaşamıştır.

Grafik 30: Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Arjantin

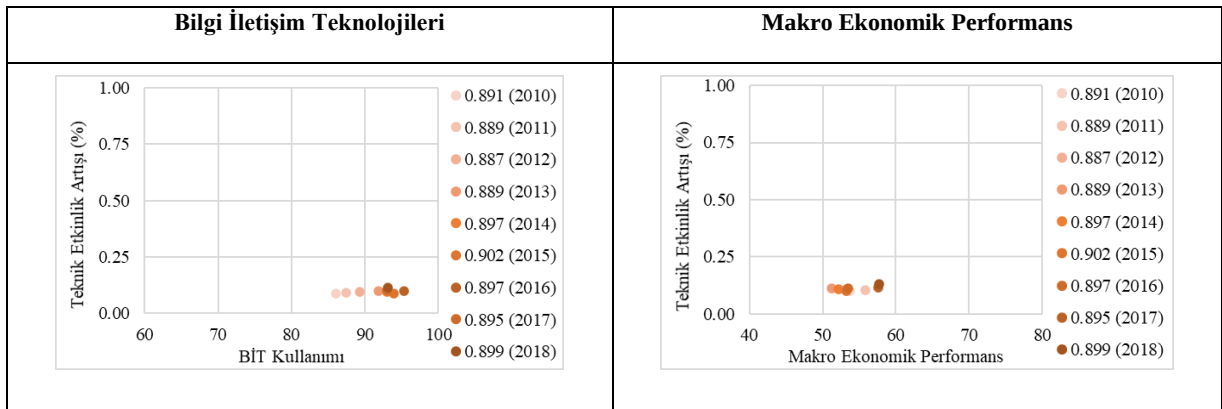


Grafik 30: (devamı)



Grafik 30'a göre, Arjantin'in 2010-2018 yılları arasındaki teknik etkinlik değerleri düzensiz olarak azalmıştır. 2010 yılında 0.934 olan teknik etkinlik değeri, 2010-2018 yılları arasındaki en yüksek değerine (0.942) 2011 yılında ulaşırken, 2018 yılında ise 0.839 olan teknik etkinlik değeri, bu zaman aralığındaki en düşük değer olmuştur. Bununla birlikte, Arjantin'in teknik etkinlik değerinde düşüş önemli boyutlara ulaşmıştır. Makro ekonomik performans alanında sürekli gerileme yaşayan ülke, BİT kullanım alanında ise sürekli gelişim göstermiştir. Ayrıca Arjantin; yönetim alanında zaman içerisinde düşüşler yaşamakla birlikte, 9 yıllık süre sonunda bu alanda ilerleme kaydetmiştir. Bunlara ek olarak yenilik kapasitesi alanında ülke sınırlı olsa düşüş yaşamıştır. Endekslerdeki bu değişimler, 9 yıllık süre sonunda, ilgili alanlardan kaynaklı belirgin teknik etkinsizlik artışına ya da azalışına neden olmamıştır. Bununla birlikte, Arjantin'in genel teknik etkinlik değerinde önemli ölçüde düşüş yaşadığı gözlemlenmiştir.

Grafik 31: Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Birleşik Krallık

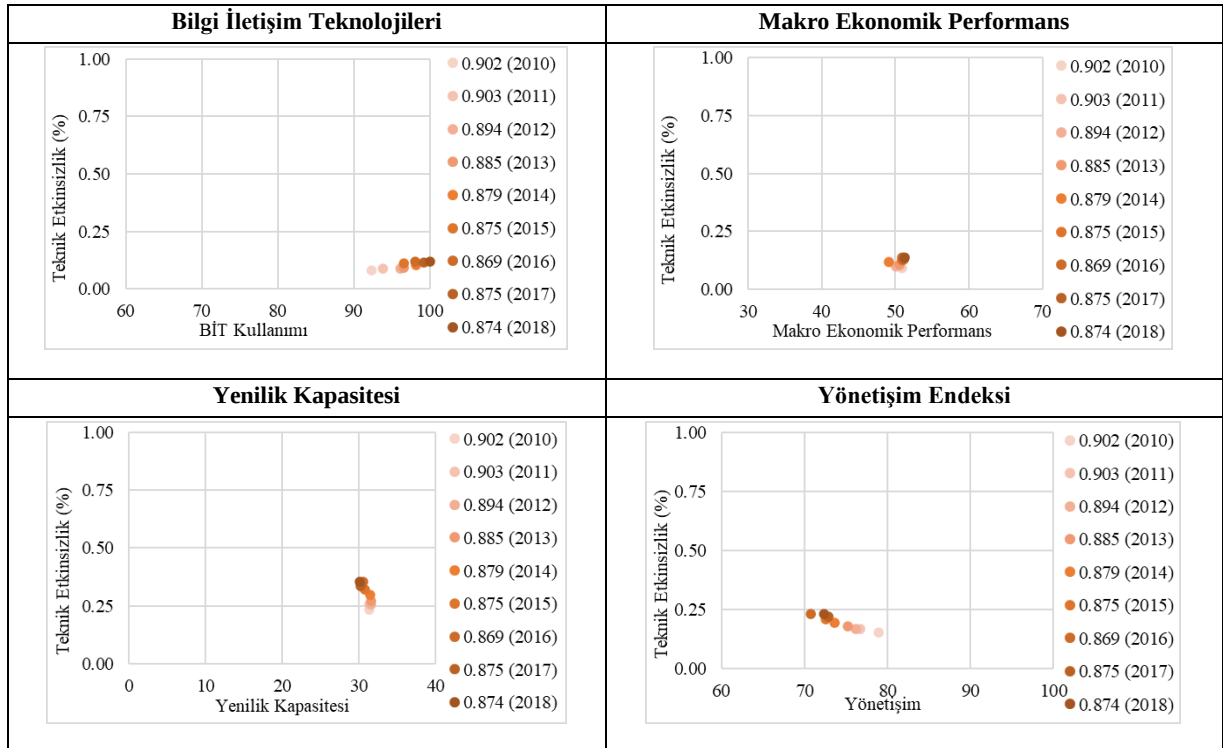


Grafik 31: (devamı)



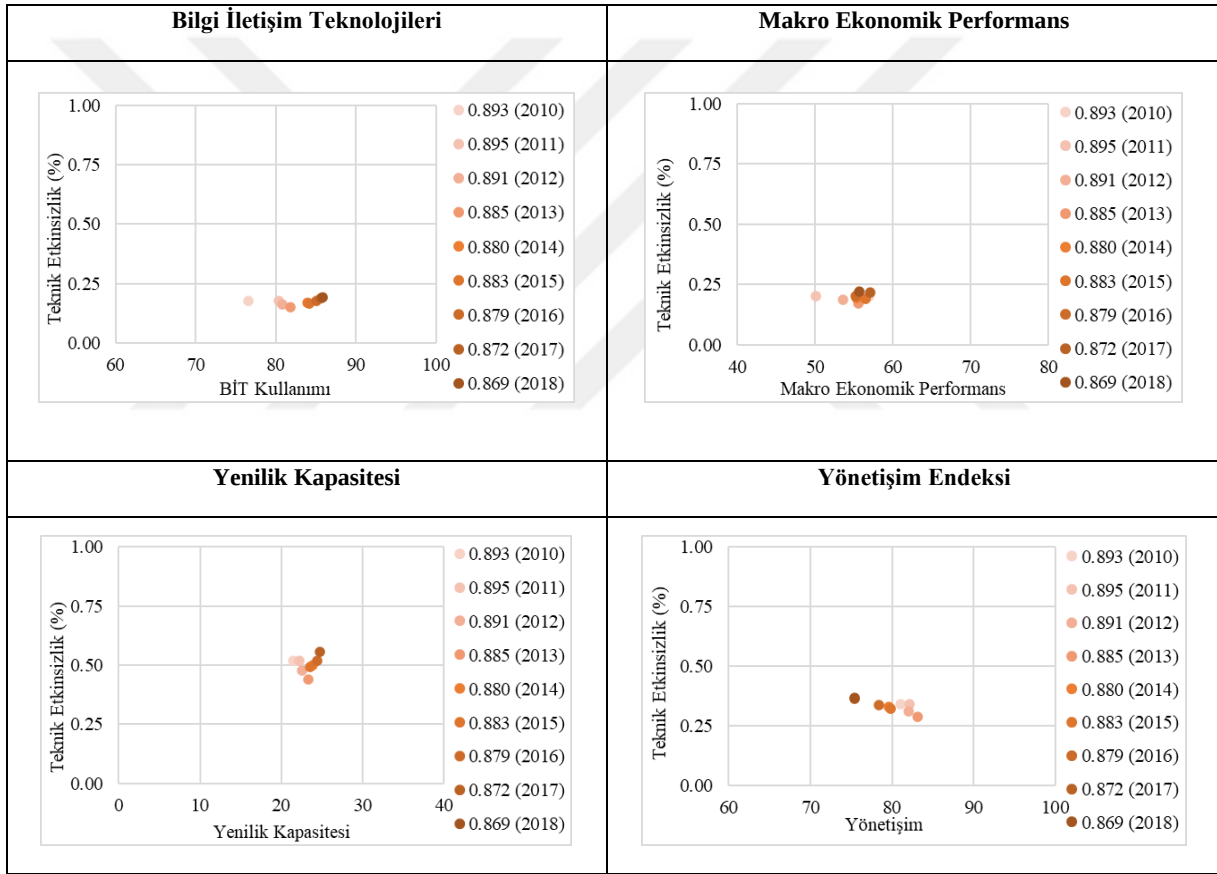
Grafik 31'e göre, Birleşik Krallık 2010-2018 yılları arasındaki teknik etkinlik değerleri düzensiz olarak hareket etmiştir. 2010 yılında 0.891 olan teknik etkinlik değeri, 2015 yılında en yüksek değerine (0.902), 2012 yılında ise en düşük değerine (0.887) ulaşmıştır. 2018 yılı itibarıyla ülkenin teknik etkinlik değeri 0.899 olurken, bu değer 2010 yılındaki değerden yüksektir. Kısaca, ülke yıllar içerisinde teknik etkinlik değerlerini artırmayı başarmıştır. Birleşik Krallık; BİT kullanım ve makro ekonomik performans alanlarında gelişim göstermekle birlikte, bu alanlardaki teknik etkinsizliklerini azaltamamaktadır. Diğer taraftan, yenilik kapasitesi ve yönetim alanında gerileme yaşayan ülke, bu alanlarda teknik etkinsizlik artışı yaşamıştır.

Grafik 32: Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Fransa



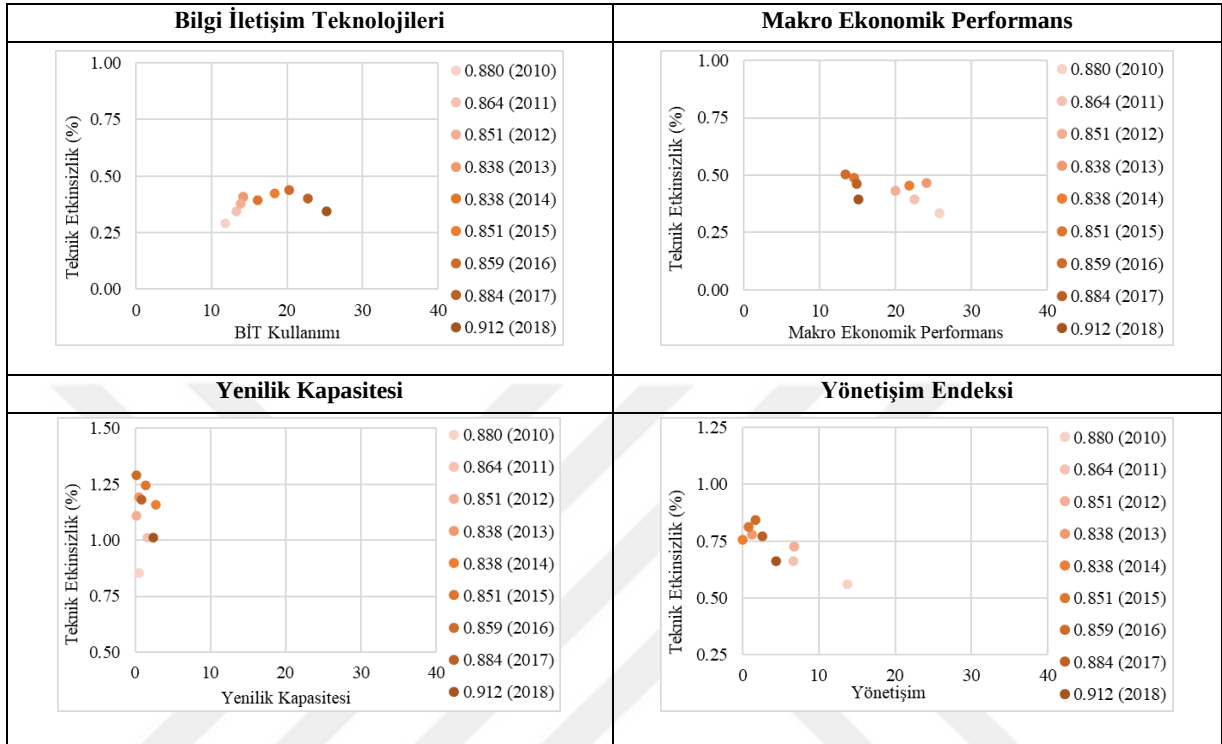
Grafik 32'ye göre, Fransa'nın 2010-2018 yılları arasındaki teknik etkinlik değerleri düzensiz olarak azalmıştır. 2010 yılında 0.902 olan teknik etkinlik değeri, 2010-2018 yılları arasındaki en yüksek değerine (0.903) 2011 yılında ulaşırken, 2018 yılında 0.874 olan teknik etkinlik değeri, bu zaman aralığındaki en düşük ikinci değer olmuştur. BİT kullanım alanında belirgin ilerleme kaydeden ülke, makro ekonomik performans alanında da sınırlı bir gelişim yaşamıştır. Yenilik kapasitesi ve yönetim alanların da ise ülke gerileme sergilemiştir. Ülke tüm alanlarda yaşanan teknik etkinsizlik artışına paralel olarak genel teknik etkinlik kaybına uğramıştır.

Grafik 33: Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Belçika



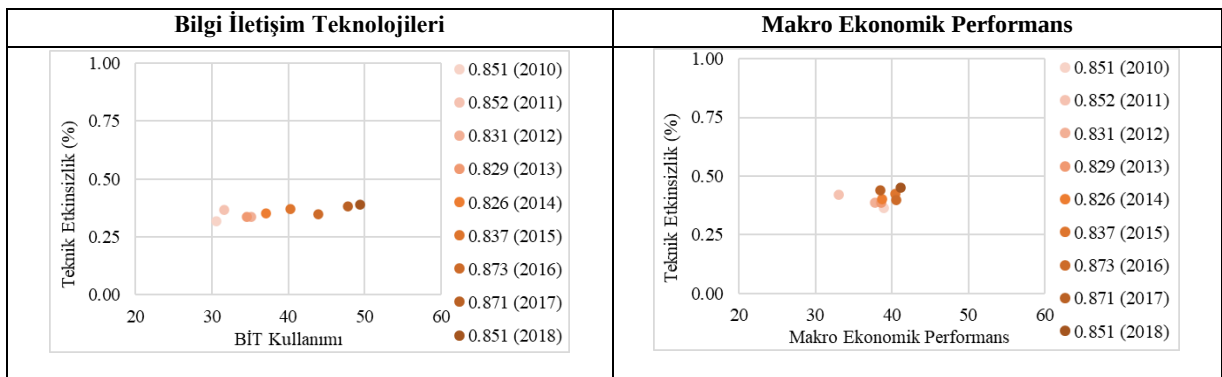
Grafik 33'e göre, Belçika'nın 2010-2018 yılları arasındaki teknik etkinlik değerleri düzensiz olarak azalmıştır. Ülkenin 2010 yılında 0.893 olan teknik etkinlik değeri, 2010-2018 yılları arasındaki en yüksek değerine (0.895) 2011 yılında ulaşırken, 2018 yılındaki 0.869 olan teknik etkinlik değeri ise bu zaman aralığındaki en düşük değeridir. BİT kullanım ve yenilik kapasitesi alanlarında ilerleme yaşayan ülke makro ekonomik performans ve yönetim alanlarında ise gerilemeye engel olamamıştır. Tüm alanlarda teknik etkinsizlik artışı ile karşılaşan ülke, genel olarak teknik etkinlik kaybı yaşamıştır.

Grafik 34: Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Mısır

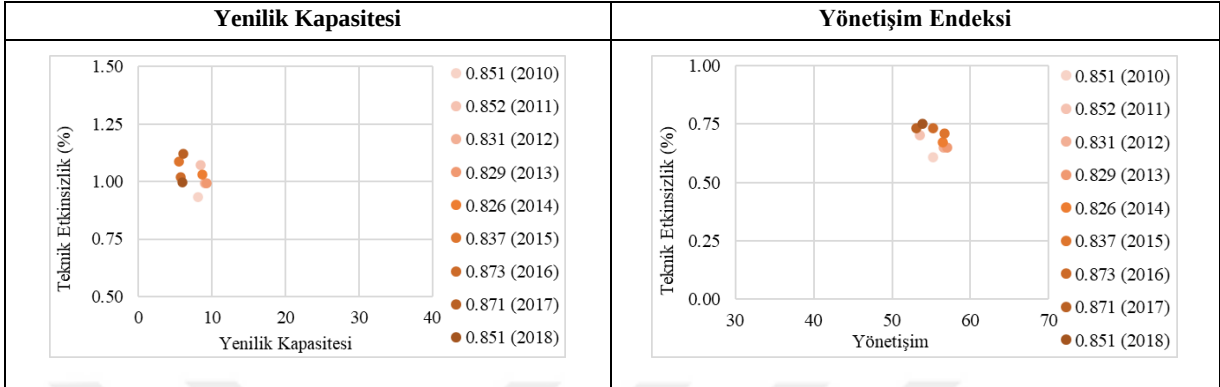


Grafik 34'e göre, Mısır'ın 2010-2018 yılları arasındaki teknik etkinlik değerleri önce azalmakta, ardından artmaktadır. Ülkenin 2010 yılında 0.880 olan teknik etkinlik değeri, 2010-2018 yılları arasındaki en düşük değerini (0.838) 2013 ve 2014 yıllarında sergilemiştir. 2018 yılında ise 0.912 olan teknik etkinlik değeri, bu zaman aralığındaki en yüksek değer olmuştur. Mısır, BİT kullanım alanında istikrarlı olarak gelişim göstermekle birlikte, yenilik kapasitesi alanında da bir artış gerçekleştirmiştir. Makro ekonomik performans ve yönetim alanlarında gerileme yaşayan ülke, bu alanda önemli kayıplar vermiştir. 2010-2018 yılları düşünüldüğünde, ülke tüm alanlarda teknik etkinsizlik artışı yaşamıştır. İlgili alanlardaki yaşanan teknik etkinsizlik artışlarına rağmen, ülke yıllar içersinde yaşadığı genel teknik etkinlik kaybını son yıllarda düşürmeyi başarmıştır.

Grafik 35: Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Kosta Rika

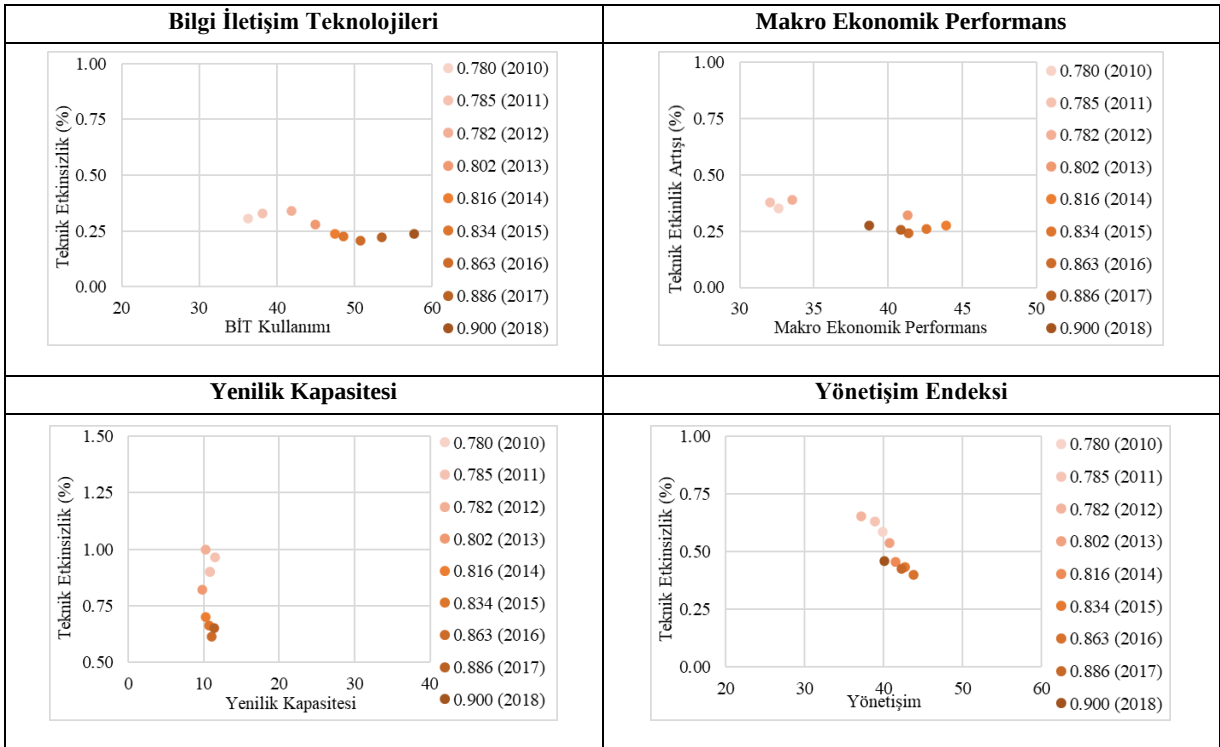


Grafik 35: (devamı)



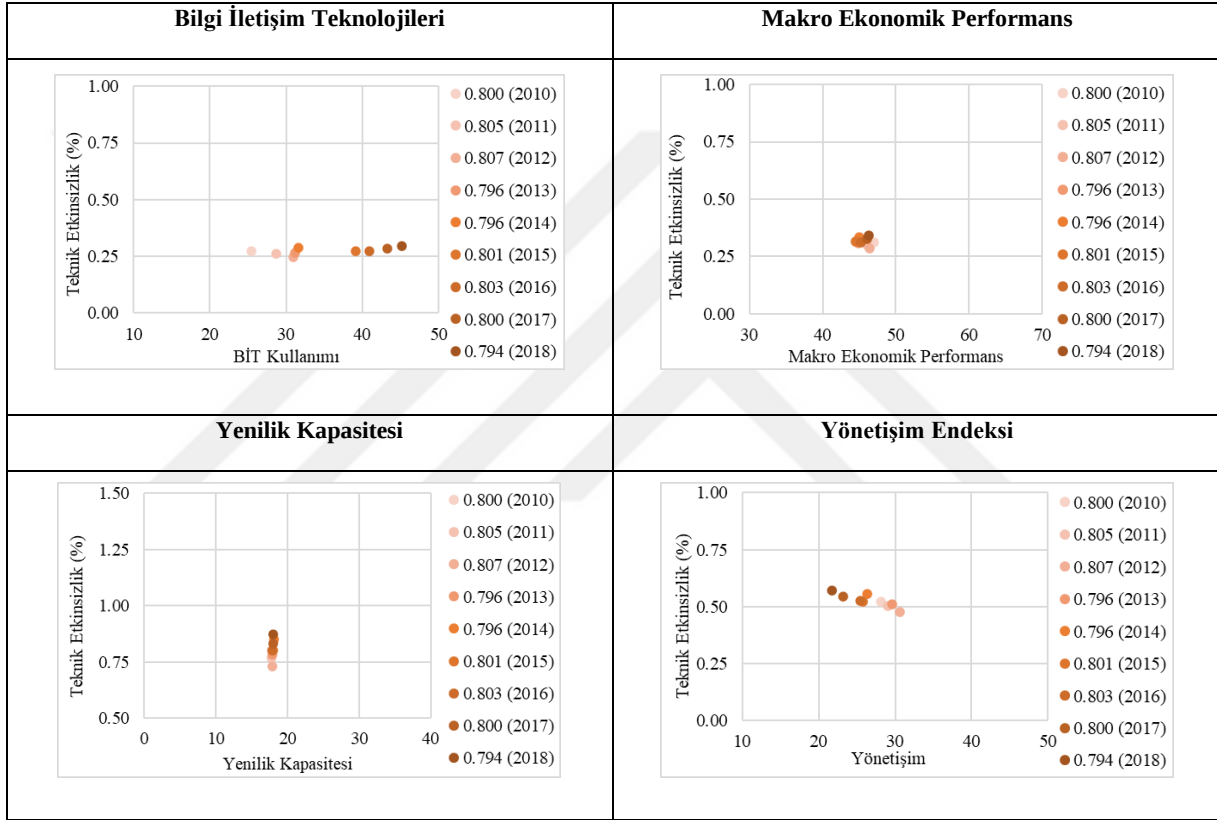
Grafik 35'e göre, Kosta Rika'nın 2010-2018 yılları arasındaki teknik etkinlik değerleri düzensiz olarak hareket etmiştir. Ülkenin 2010 yılında 0.851 olan teknik etkinlik değeri, 2010-2018 yılları arasındaki en yüksek değerine (0.871) 2017 yılında ulaşırken, bu zaman aralığındaki en düşük değerine (0.826) ise 2014 yılında düşmüştür. Kosta Rika, BİT kullanım alanında önemli bir ilerleme kaydetmekle birlikte, bu alanda teknik etkinsizlik azalış yaşamamıştır. Bu durumda gerçekleşen ilerlemelerin yeterli olmadığı söylemek mümkündür. Makro ekonomik performans alanında sınır gelişim gerçekleştiren ülke, yenilik kapasitesi ve yönetim alanlarında ise sınırlı gerileme tecrübe etmiştir. Tüm alanlarda teknik etkinsizlik artışı ile karşılaşan ülke, genel olarak teknik etkinlik kaybı yaşamamıştır.

Grafik 36: Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Romanya



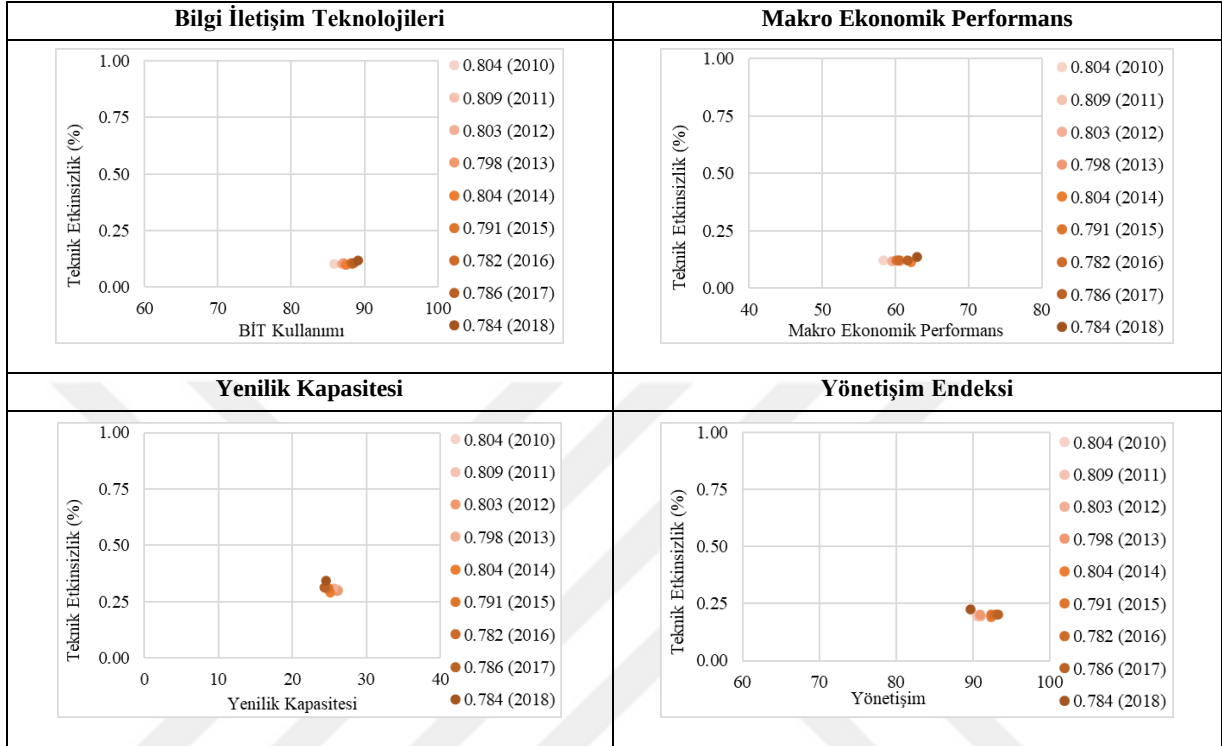
Grafik 36'ya göre, Romanya'nın 2010-2018 yılları arasındaki teknik etkinliği düzenli olarak artarak 0.780'den 0.900 değerine yükselmiştir. Ülke; BİT kullanım ve makro ekonomik performans alanlarında önemli düzeyde, yenilik kapasitesi ve yönetim alanlarında ise sınırlı düzeyde ilerlemeler göstererek, tüm alanlardaki teknik etkinsizliğini azaltmıştır. İlgili alanlardaki gelişmelere paralel olarak, ülke genel teknik etkinliğini artırmıştır.

Grafik 37: Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Meksika



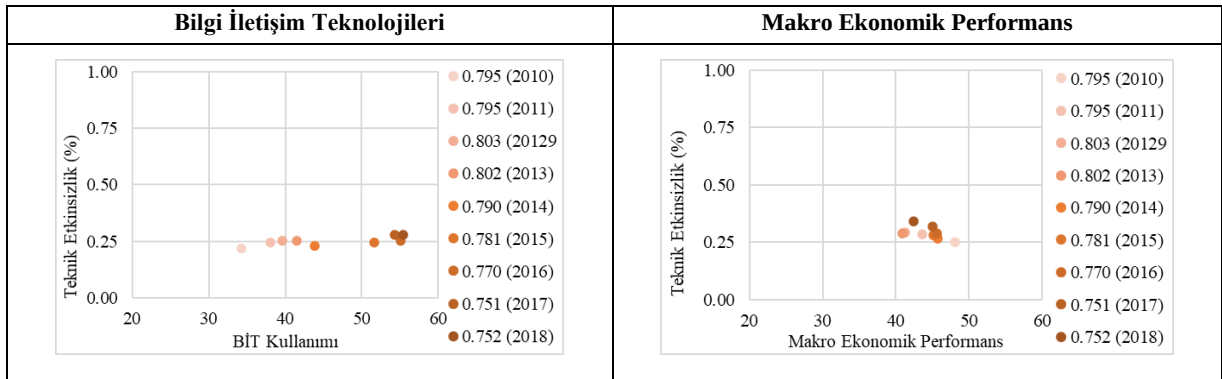
Grafik 37'ye göre, Meksika'nın 2010-2018 yılları arasındaki teknik etkinlik değerleri düzensiz olarak hareket etmiştir. Ülkenin 2010 yılında 0.800 olan teknik etkinlik değeri, 2010-2018 yılları arasındaki en yüksek değerine (0.851) 2012 yılında ulaşırken, bu zaman aralığındaki en düşük değerine (0.794) ise 2018 yılında ulaşmıştır. BİT kullanım alanında ilerleme kaydeden ülke, yönetim alanında ise gerilemeye engel olamamıştır. Ülke makro ekonomik performans ve yenilik kapasitesi alanlarında ise belirgin bir artış ya da azalış yaşamamıştır. Tüm alanlarda teknik etkinsizlik artışı yaşanan ülke, özellikle yenilik kapasitesi alanında, belirgin bir teknik etkinsizlik artışıyla karşılaşmıştır.

Grafik 38: Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Kanada

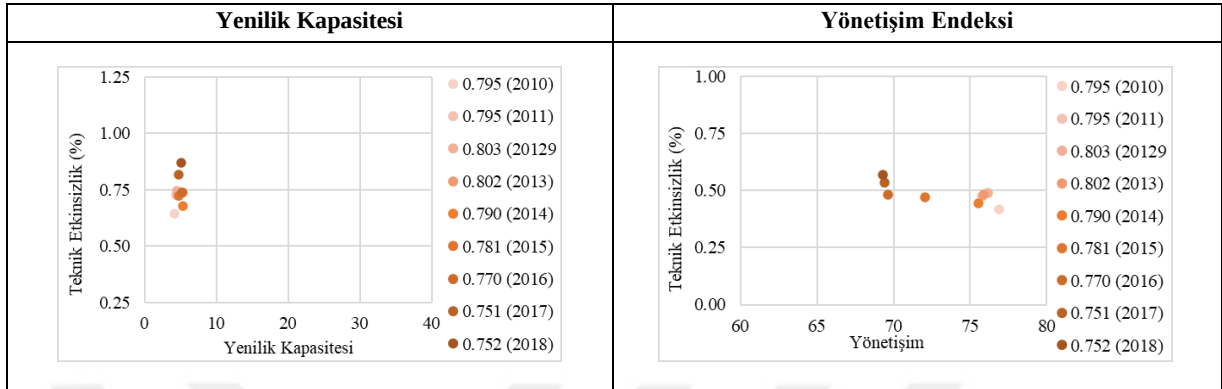


Grafik 38'e göre, Kanada'nın 2010-2018 yılları arasındaki teknik etkinlik değerleri düzensiz olarak hareket etmiştir. Ülkenin 2010 yılında 0.804 olan teknik etkinlik değeri, 2010-2018 yılları arasındaki en yüksek değerine (0.809) 2011 yılında ulaşırken, bu zaman aralığındaki en düşük değerine (0.782) ise 2016 yılında ulaşmıştır. Ülke; BİT kullanım ve makro ekonomik performans alanlarında sınırlı ilerlemeler gerçekleştirirken, yenilik kapasitesi ve yönetim alanlarında ise sınırlı gerileme yaşamıştır. Genel olarak tüm alanlarda sınırlı olsa teknik etkinsizlik artışı ile karşılaşan Kanada, herhangi bir alanda dikkat çeken ilerleme ya da gerileme yaşamamıştır.

Grafik 39: Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Şili

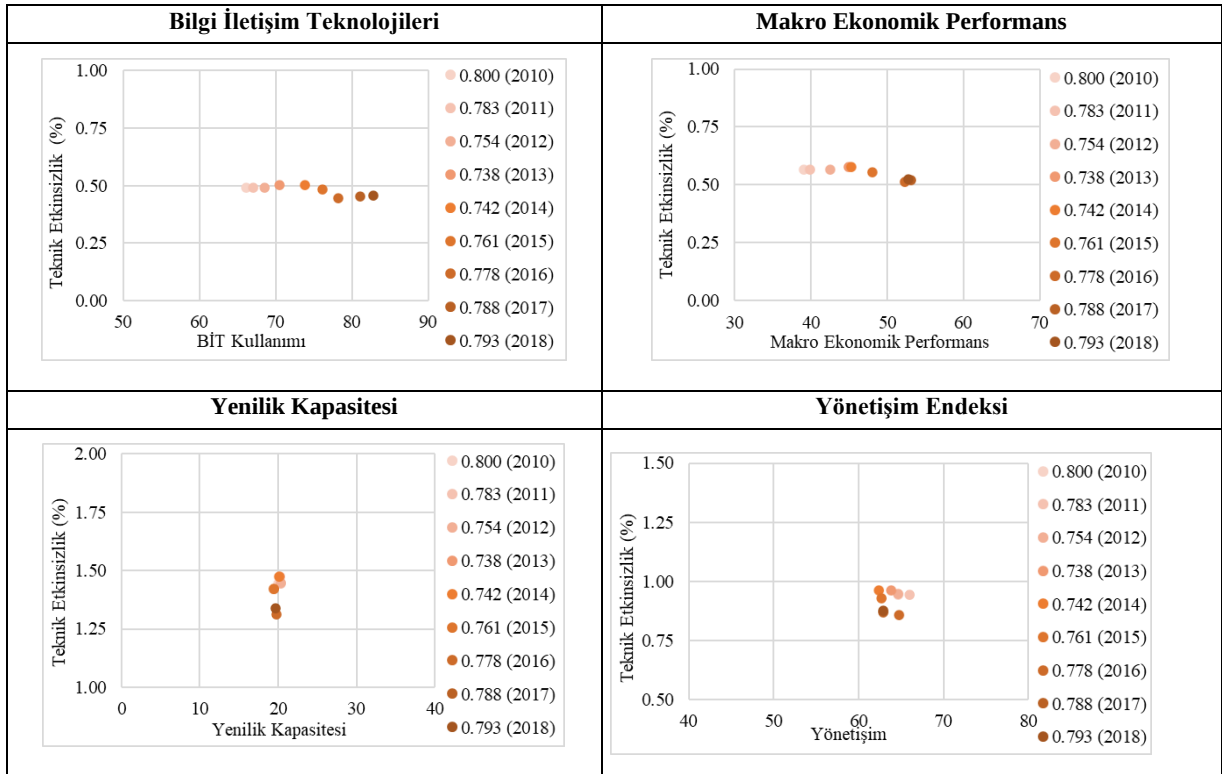


Grafik 39: (devamı)



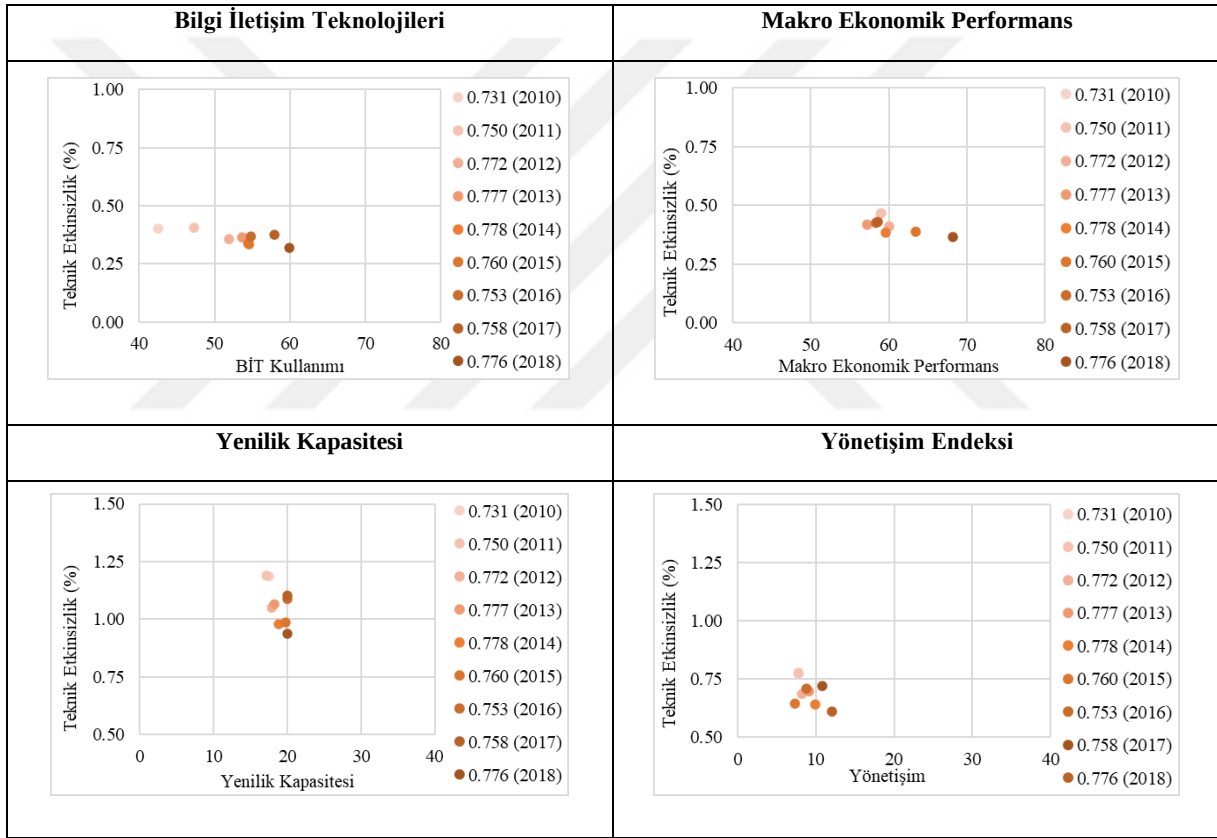
Grafik 39'a göre, Şili'nin 2010-2018 yılları arasındaki teknik etkinlik değerleri düzensiz olarak hareket etmiştir. Ülkenin 2010 yılında 0.795 olan teknik etkinlik değeri, 2010-2018 yılları arasındaki en yüksek değerine (0.803) 2012 yılında ulaşırken, bu zaman aralığındaki en düşük değerine (0.751) ise 2017 yılında ulaşmıştır. BİT kullanım alanında önemli bir ilerleme kaydeden ülke, makro ekonomik performans ve yönetim alanlarında ise kayda değer bir gerilemeye engel olamamıştır. Şili, yenilik kapasitesi alanında sınırlı bir gelişim göstermekle birlikte, bu gelişim ülkenin bu alandan kaynaklı teknik etkinsizlik artışının önüne geçememiştir.

Grafik 40: Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: İspanya



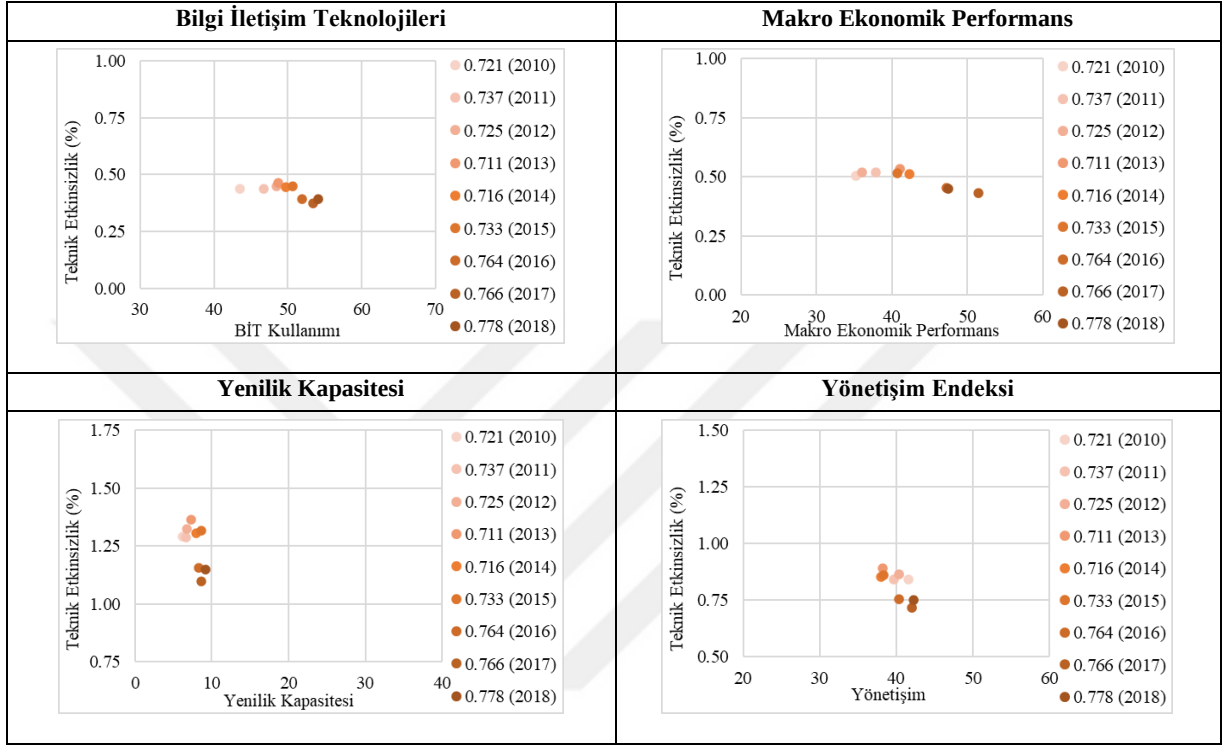
Grafik 40'a göre, İspanya'nın 2010-2018 yılları arasında teknik etkinlik değerleri dalgalı olarak hareket etmiştir. 2010 yılında 0.800 değerinde olan teknik etkinlik değeri, 2013 yılında en düşük değerine (0.738) ulaşmıştır. İspanya, 2018 yılı itibarıyla 0.793 teknik etkinlik değerine ulaşmakla birlikte, 2010 yılındaki teknik etkinlik seviyesinin gerisinde kalmıştır. Kısaca, ülke yıllar içerisinde kaybettiği teknik etkinliğini, 2018 itibarıyla hala geri kazanamamıştır. İspanya, hem makro ekonomik performans, hem de BİT kullanım alanlarında önemli bir ilerleme sağlamakla birlikte, yönetim ve yenilik kapasitesi alanlarında sınırlı gerileme yaşamıştır.

Grafik 41: Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Rusya Federasyonu



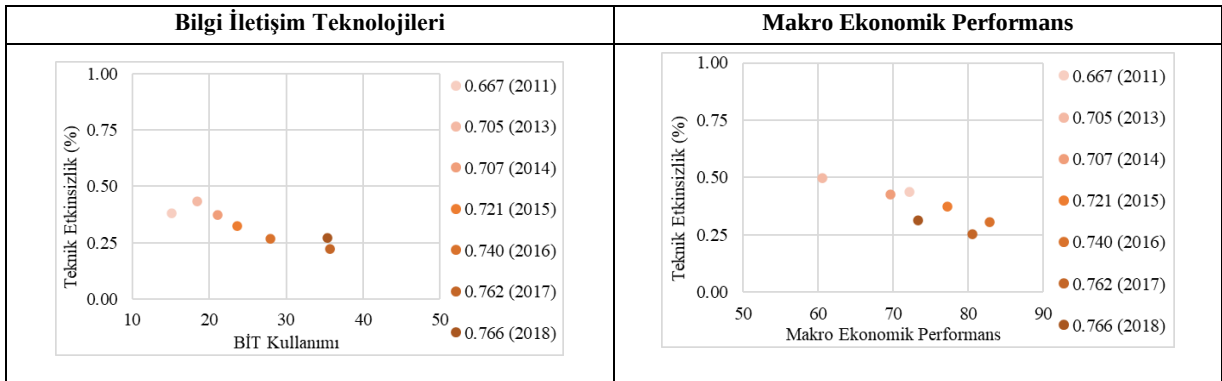
Grafik 41'e göre, Rusya Federasyonu'nun 2010-2018 yılları arasındaki teknik etkinlik değerleri genel olarak artış trendine sahip olmakla birlikte, dalgalı olarak hareket etmiştir. Ülkenin 2010 yılında 0.731 olan teknik etkinlik değeri, aynı zamanda 2010-2018 yılları arasındaki en düşük değeridir. 2014 yılında 0.778 olan teknik etkinlik değeri ise, bu zaman aralığındaki en yüksek değerdir. BİT kullanım alanında düzenli olarak ilerleme kaydeden Rusya Federasyonu, tüm alanlarda gelişim gerçekleştirerek teknik etkinsizliğini düşürmeyi başarmıştır.

Grafik 42: Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Bulgaristan



Grafik 42’ e göre, Bulgaristan’ ın 2010-2018 yılları arasındaki teknik etkinlik değerleri genel olarak artış trendine sahip olmakla birlikte, dalgalı olarak hareket etmiştir. Ülkenin 2010 yılında 0.721 olan teknik etkinlik değeri, 2010-2018 yılları arasındaki en düşük değerine (0.711) 2013 yılında ulaşmıştır. 2018 yılında 0.778 olan teknik etkinlik değeri ise, bu zaman aralığındaki en yüksek değerdir. Bütün alanlarda gelişim içinde olan ülkenin, özellikle makro ekonomik performans ve BİT kullanım alanlarındaki performansı kayda değerdir. Bu ilerleme sayesinde Bulgaristan, teknik etkinsizliğini azaltmayı başarmıştır.

Grafik 43: Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Tayland

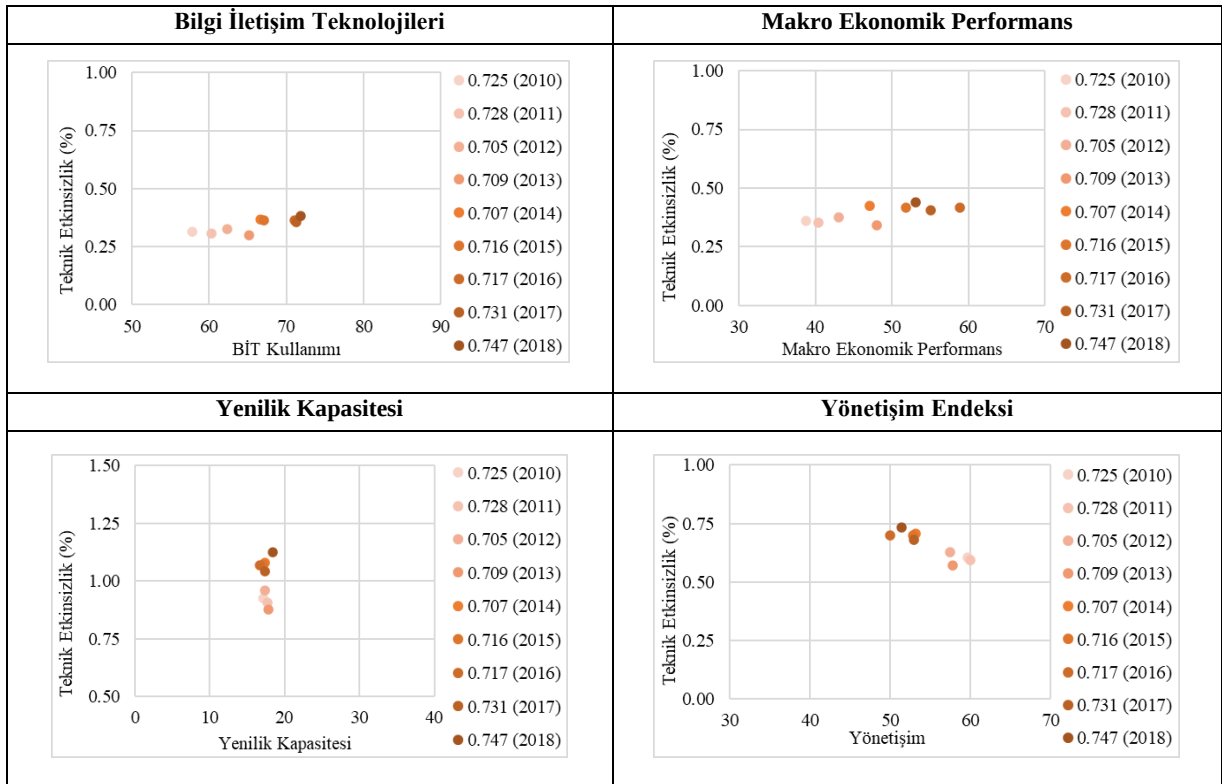


Grafik 43: (devamı)



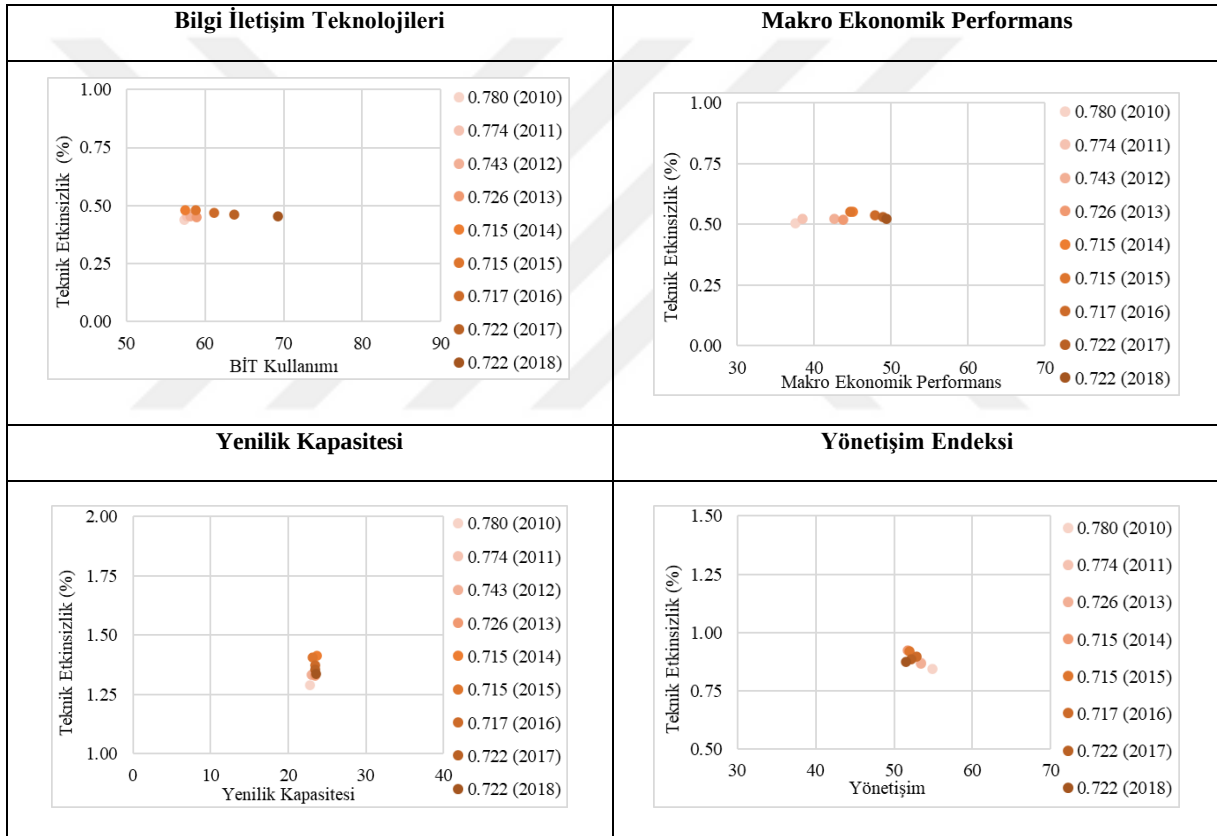
Grafik 43'e göre, Tayland'ın 2010-2018 yılları arasındaki teknik etkinlik değerleri düzenli olarak artarak, 0.667'den 0.766 değerine yükselmiştir. Ülkenin kendi veri setinden kaynaklı olarak 2012 yılındaki teknik etkinlik değerleri hesaplanamamıştır. Ülkenin 2010 yılında 0.667 olan teknik etkinlik değeri, aynı zamanda 2010-2018 yılları arasındaki en düşük değeri olurken, 2018 yılındaki 0.766 olan teknik etkinlik değeri ise bu zaman aralığındaki en yüksek değerdir. Bütün alanlarda gelişim içinde olan ülkenin, özellikle makro ekonomik performans ve BİT kullanım alanlarındaki ilerlemeleri kayda değerdir. Bu ilerleme sayesinde ülke, bütün alanlarda teknik etkinsizliğini azaltmayı başarmıştır.

Grafik 44: Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Macaristan



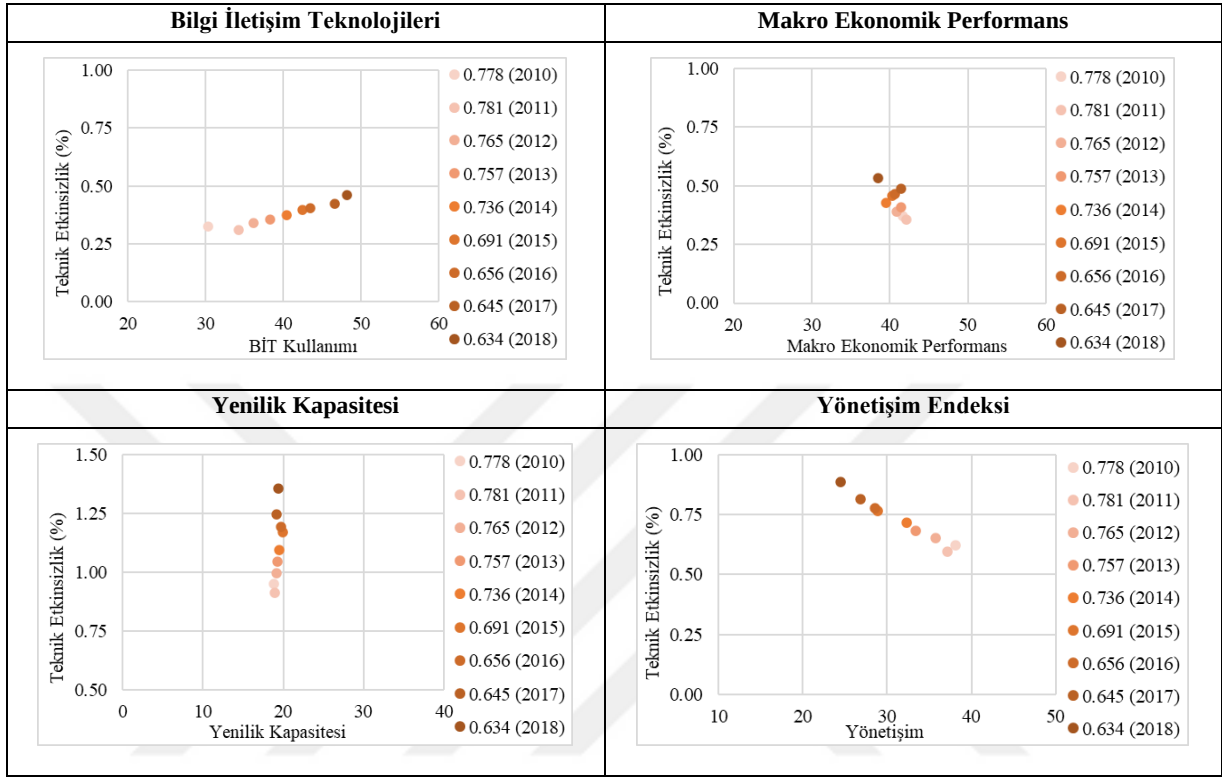
Grafik 44'e göre, Macaristan'ın 2010-2018 yılları arasındaki teknik etkinlik değerleri önce azalmış, ardından artmıştır. Ülkenin 2010 yılında 0.725 olan teknik etkinlik değeri, 2010-2018 yılları arasındaki en düşük değerine (0.705) 2012 yılında ulaşmıştır. 2018 yılında 0.747 olan teknik etkinlik değeri ise bu zaman aralığındaki en yüksek değerdir. Ülke özellikle BİT kullanım ve makro ekonomik performans alanlarında ilerleme kaydetmiştir. Ülkede yaşanan yönetim alanındaki önemli gerileme, teknik etkinsizliğin artmasına sebep olmuştur. Yenilik kapasitesi alanında ise belirgin düzeyde gelişim göstermeyen ülke, teknik etkinsizliğin artmasına engel olamamıştır.

Grafik 45: Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: İtalya



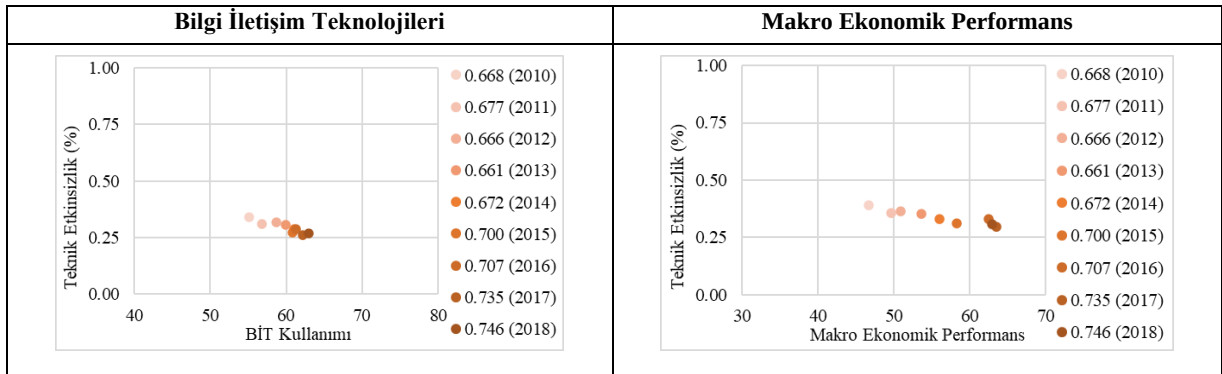
Grafik 45'e göre, İtalya'nın 2010-2018 yılları arasındaki teknik etkinlik değerleri önce azalmış, ardından sınırlı düzeyde artmıştır. Ülkenin 2010 yılında 0.780 olan teknik etkinlik değeri, aynı zamanda 2010-2018 yılları arasındaki en yüksek değeridir. Ülke bu zaman aralığındaki en düşük teknik etkinlik değerini (0.715) 2014 ve 2015 yıllarında sergilemiştir. İtalya BİT kullanım ve makro ekonomik performans alanlarında ilerleme kaydederken, ülkede yaşanan yönetim alanındaki gerileme, teknik etkinsizliğin artmasına sebep olmuştur. Yenilik kapasitesi alanında ise sınırlı gelişim gerçekleştiren ülke, teknik etkinsizliğin artmasına engel olamamıştır.

Grafik 46: Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Brezilya

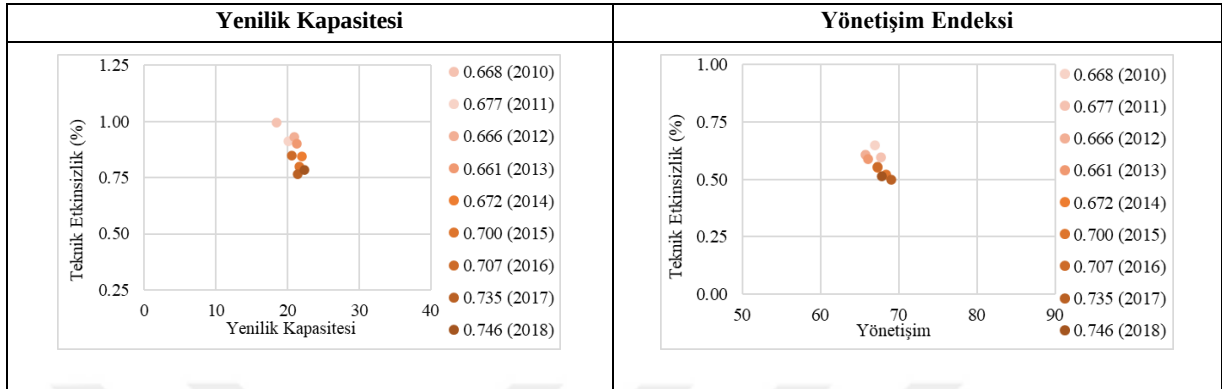


Grafik 46'ya göre, Brezilya'nın 2010-2018 yılları arasında teknik etkinlik değerleri önce artmış, ardından azalmıştır. Ülkenin 2010 yılında 0.778 olan teknik etkinlik değeri, 2010-2018 yılları arasındaki en yüksek değerine (0.781) 2012 yılında ulaşmıştır. 2018 yılında 0.634 olan teknik etkinlik değeri ise bu zaman aralığındaki en düşük değerdir. Ülke BİT kullanım alanında belirgin ilerleme kaydetmesine karşın, yönetim alanında yüksek düzeyde bir gerileme yaşamıştır. Diğer taraftan, yenilik kapasitesi alanında sınırlı gelişim gösteren ülke, makro ekonomik performans alanında ise yaşanan gerilemeye engel olamamıştır. Makro ekonomik performans ve yönetim alanındaki gerilemelerin, ülkenin teknik etkinsizlik artışında etkili olduğunu söylemek mümkündür.

Grafik 47: Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Çekya

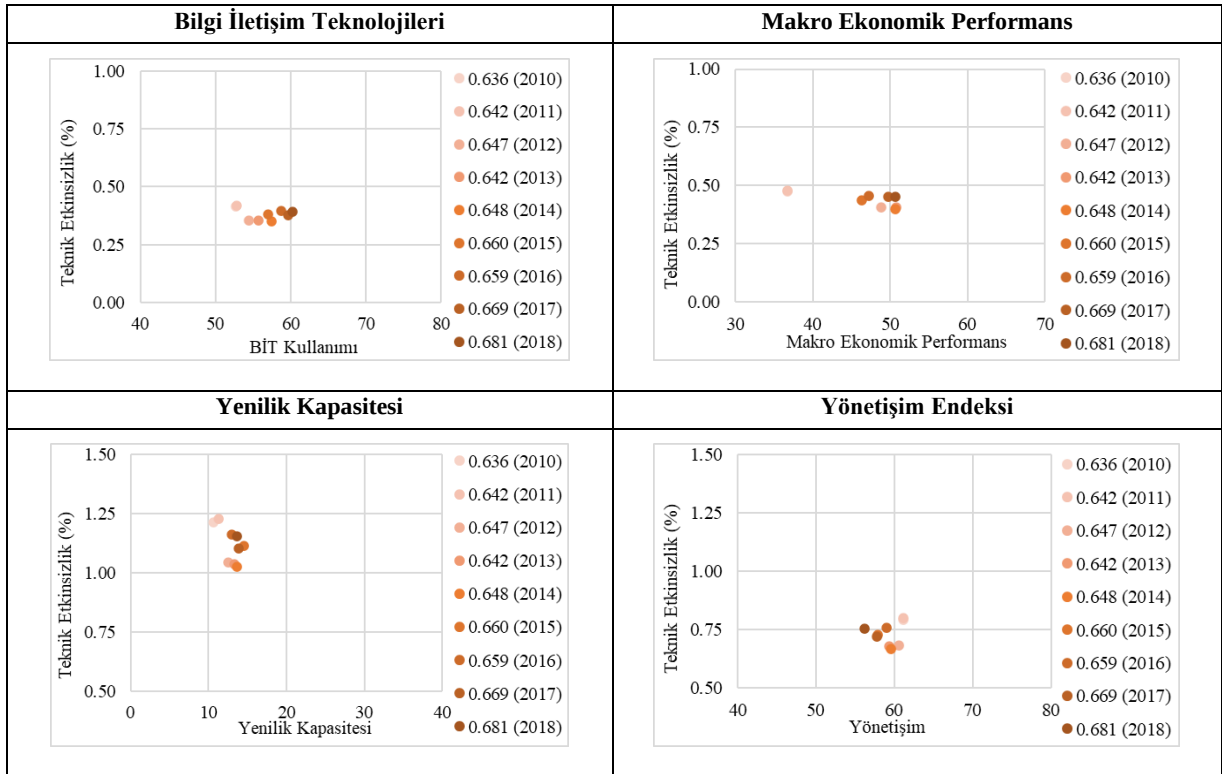


Grafik 47: (devamı)



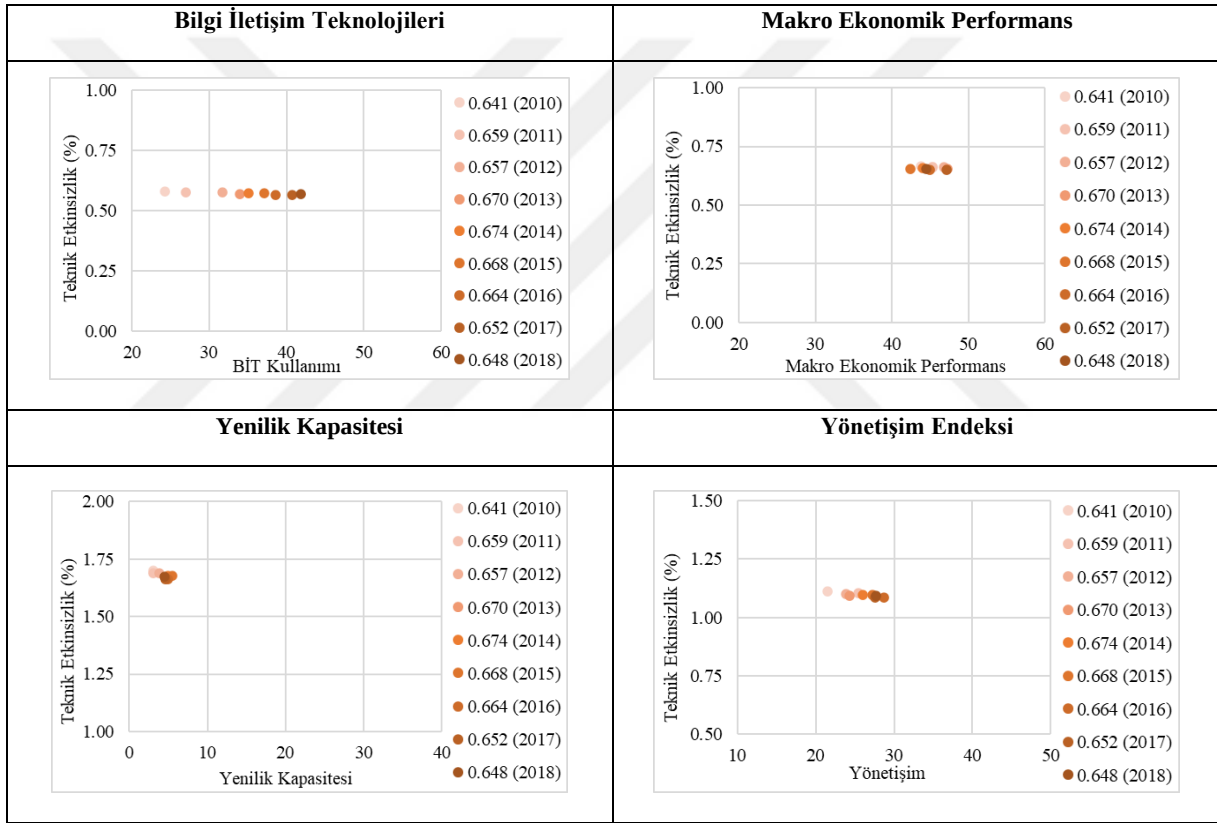
Grafik 47'ye göre, Çekya'nın 2010-2018 yılları arasındaki teknik etkinlik değerleri genel olarak artış trendine sahip olmakla birlikte, dalgalı olarak hareket etmiştir. Ülkenin 2010 yılında 0.668 olan teknik etkinlik değeri, 2010-2018 yılları arasındaki en düşük değerine (0.661) 2013 yılında ulaşmıştır. 2018 yılındaki 0.746 olan teknik etkinlik değeri ise bu zaman aralığındaki en yüksek değerdir. Bütün alanlarda gelişim gösteren Çekya'nın, özellikle makro ekonomik performans ve BİT kullanım alanlarındaki ilerlemeleri kayda değerdir. Bununla birlikte ülke, teknik etkinsizliklerini azaltmayı başarmıştır.

Grafik 48: Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Slovak Cumhuriyeti



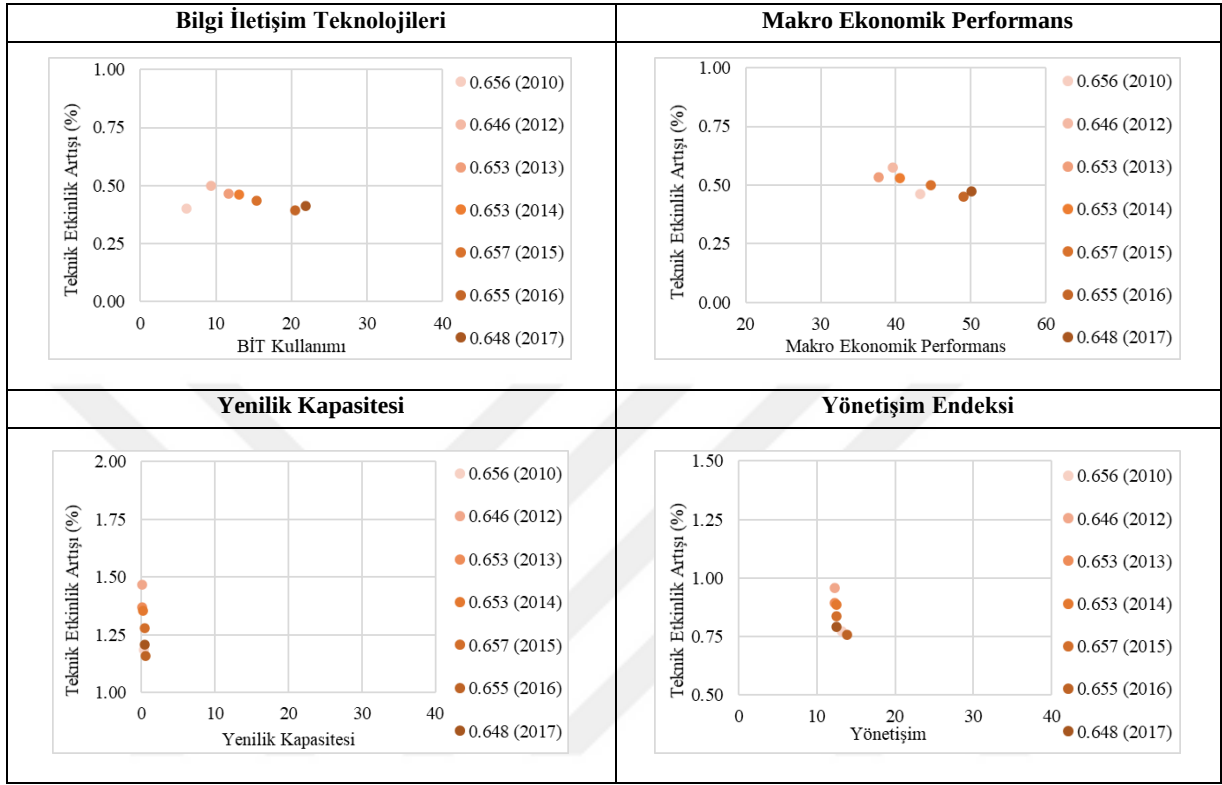
Grafik 48'e göre, Slovak Cumhuriyeti'nin 2010-2018 yılları arasındaki teknik etkinlik değerleri düzenli olarak artarak 0.636'den 0.681 değerine yükselmiştir. Ülkenin 2010 yılında 0.636 olan teknik etkinlik değeri, aynı zamanda 2010-2018 yılları arasındaki en düşük teknik etkinlik değeridir. 2018 yılındaki 0.681 olan teknik etkinlik değeri ise bu zaman aralığındaki en yüksek değeridir. Ülke BİT kullanım, makro ekonomik performans ve yenilik kapasitesi alanlarında ilerleme kaydetmiştir. Diğer taraftan ise yönetim alanında bir gerileme yaşamıştır. Ülke yönetim alanında yaşadığı gerilemeye rağmen, teknik etkinsizliğini azaltmayı başarmıştır.

Grafik 49: Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Kolombiya



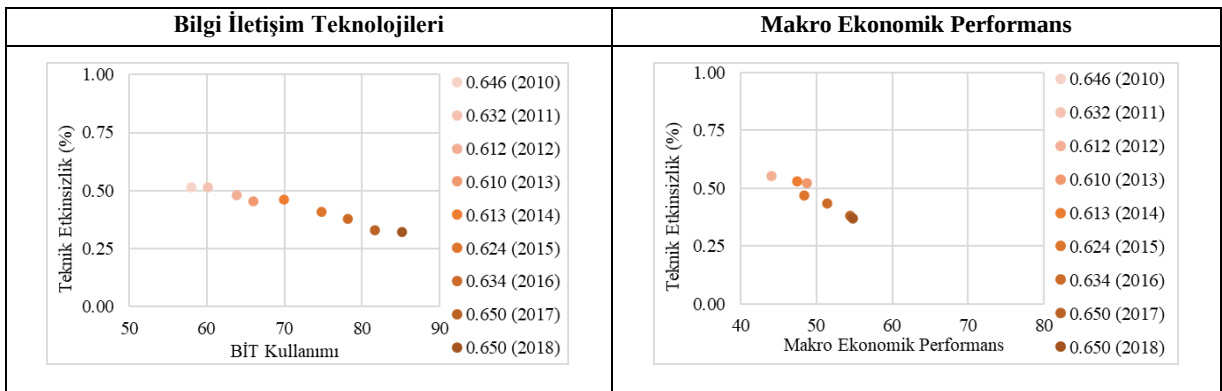
Grafik 49'a göre, Kolombiya'nın 2010-2018 yılları arasındaki teknik etkinlik değerleri önce artmış, ardından azalmıştır. Ülkenin 2010 yılında 0.641 olan teknik etkinlik değeri, 2010-2018 yılları arasındaki en yüksek değerine (0.674) 2014 yılında ulaşmıştır. 2018 yılında 0.648 olan teknik etkinlik değeri ise bu zaman aralığındaki en düşük ikinci değerdir. Ülke BİT kullanım ve yönetim alanlarında kayda değer ilerlemeler, makro ekonomik performans ve yenilik kapasitesi alanlarında ise sınırlı ilerlemeler kaydetmiştir. Tüm alanlarda gelişim gösteren ülke, teknik etkinsizliğini düşük düzeyde de olsa azaltmayı başarmıştır.

Grafik 50: Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Guatemala



Grafik 50'ye göre, Guatemala'nın 2010-2018 yılları arasında teknik etkinliği düzensiz olarak hareket etmiştir. Ülkenin veri setinden kaynaklı olarak 2011 ve 2018 yıllarındaki teknik etkinlik değerleri hesaplanamamıştır. Ülkenin 2010 yılında 0.656 olan teknik etkinlik değeri, 2010-2018 yılları arasındaki en yüksek değerine (0.657) 2015 yılında ulaşırken, bu zaman aralığındaki en düşük değerine (0.646) ise 2012 yılında ulaşmıştır. Ülke BİT kullanım ve makro ekonomik performans alanlarında kayda değer bir ilerleme gerçekleştirerek, teknik etkinsizliğini azaltmıştır. Yenilik kapasitesi alanında sınırlı ilerleme kaydeden ülke, yönetim alanındaki gerilemeye rağmen teknik etkinsizliğini azaltmayı başarmıştır.

Grafik 51: Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Portekiz

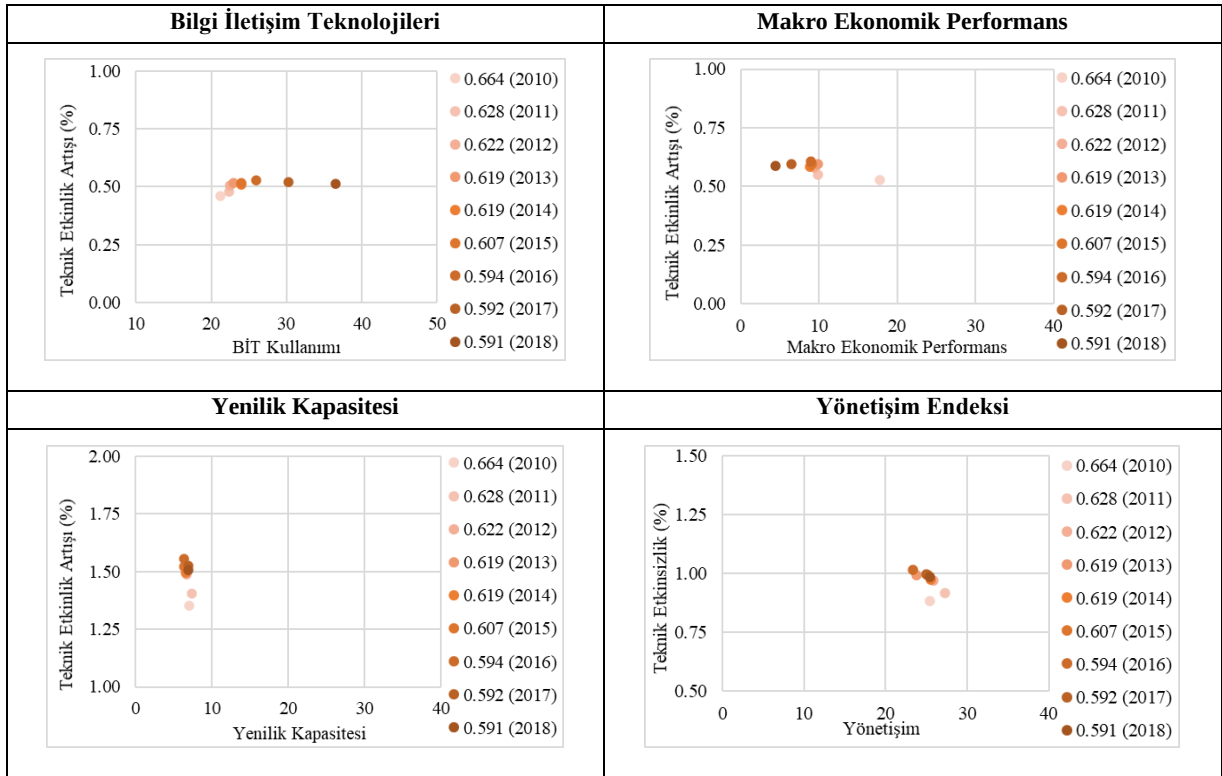


Grafik 51: (devamı)



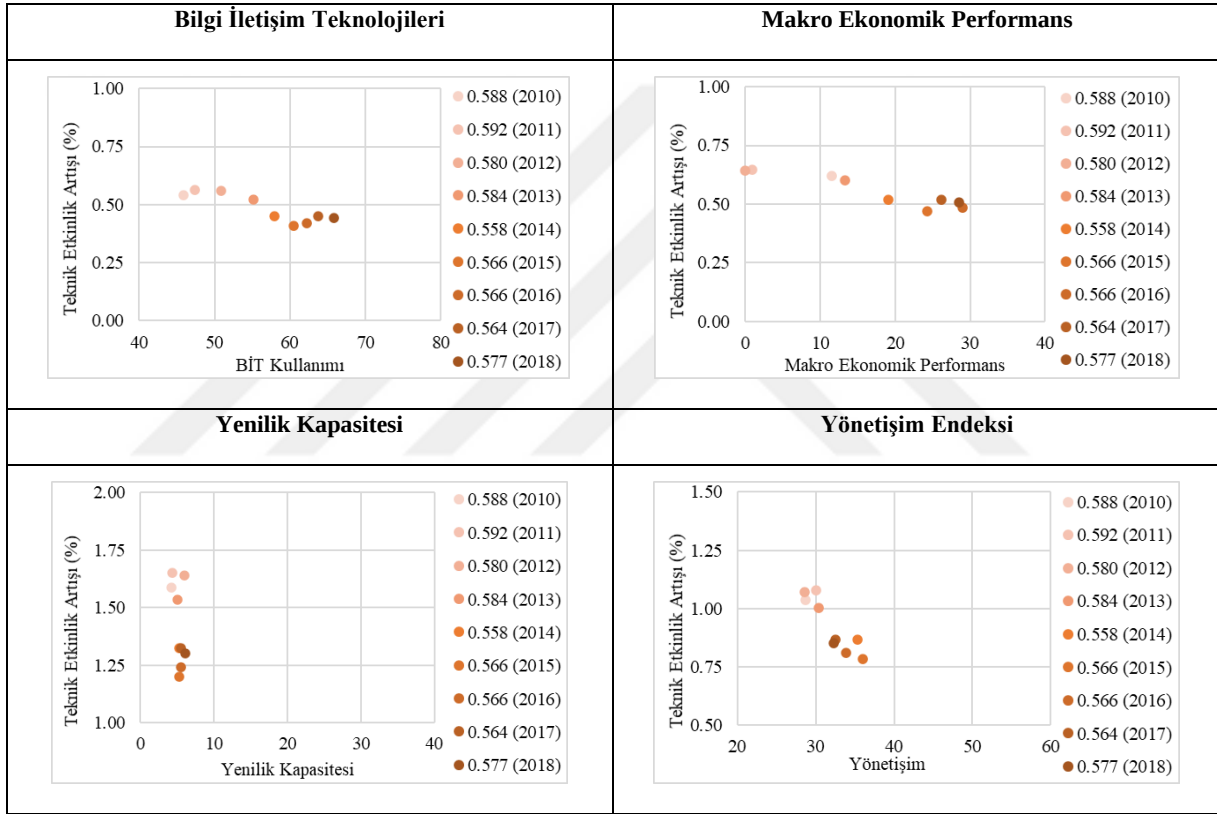
Grafik 51'e göre, Portekiz'in 2010-2018 yılları arasındaki teknik etkinlik değerleri önce azalmış, ardından artmıştır. Ülkenin 2010 yılında 0.646 olan teknik etkinlik değeri, 2010-2018 yılları arasındaki en düşük değerine (0.610) 2014 yılında ulaşırken, 2018 yılında 0.650 olan teknik etkinlik değeri ise bu zaman aralığındaki en yüksek değerdir. Bütün alanlarda gelişim içinde olan ülkenin özellikle BİT kullanım, makro ekonomik performans ve yönetim alanlarındaki ilerlemeleri kayda değer olmaktadır. İlgili alanlarda yaşanan pozitif gelişmeler, ülkenin teknik etkinsizliği azaltmasına önemli katkı sağlamıştır.

Grafik 52: Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Tunus



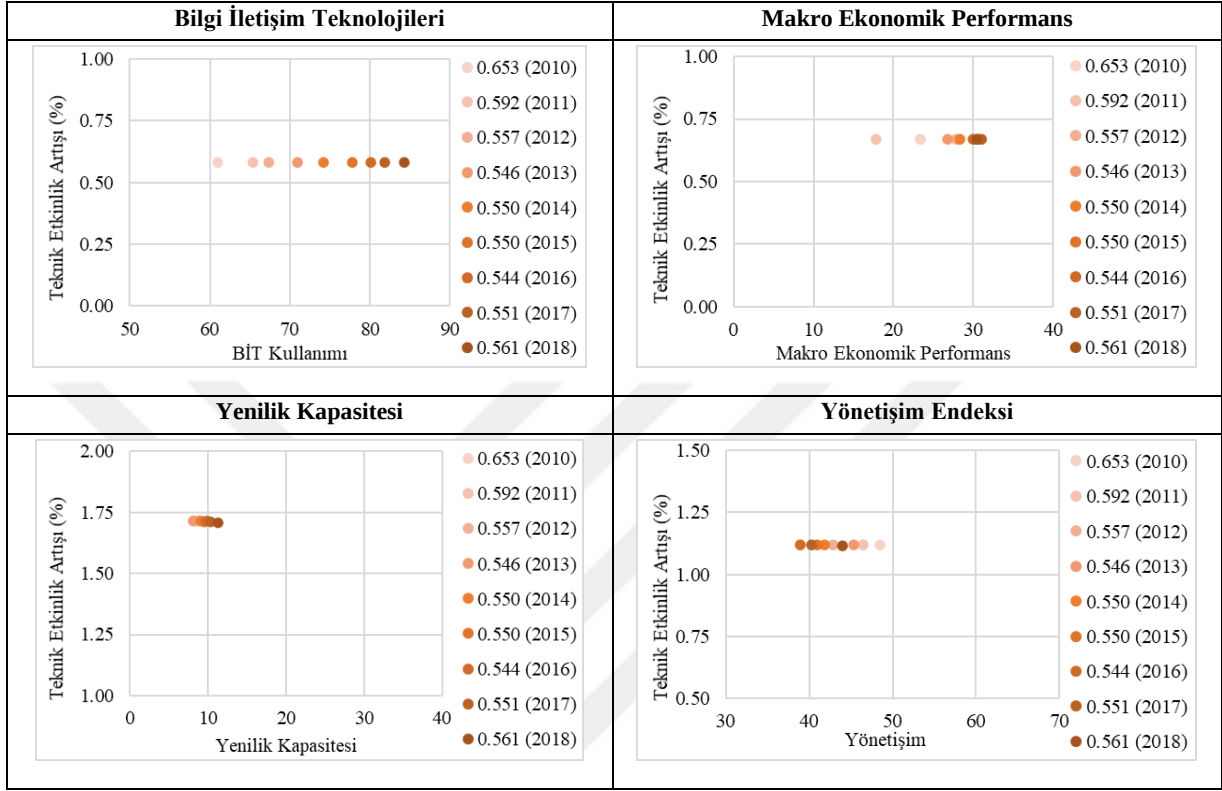
Grafik 52'ye göre, Tunus'un 2010-2018 yılları arasındaki teknik etkinlik değerleri düzenli olarak azalarak 0.664'den 0.591 değerine düşmüştür. Ülkenin 2010 yılında 0.664 olan teknik etkinlik değeri aynı zamanda 2010-2018 yılları arasındaki en yüksek değeridir. 2018 yılındaki 0.591 olan teknik etkinlik değeri ise bu zaman aralığındaki en düşük değerdir. BİT kullanım alanında önemli bir ilerleme kaydeden ülke, makro ekonomik performans alanında ise önemli düzeyde gerileme yaşamıştır. Yenilik kapasitesi ve yönetim alanlarında durağan bir süreç geçiren ülke, teknik etkinsizlik artışını engelleyememiştir.

Grafik 53: Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Sırbistan



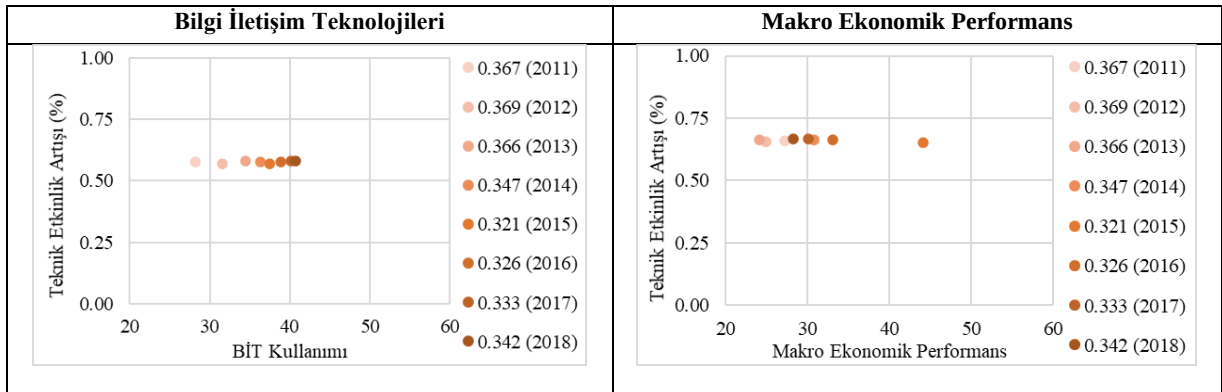
Grafik 53'e göre, Sırbistan'ın 2010-2018 yılları arasındaki teknik etkinlik değerleri düzensiz olarak hareket ederek 0.588'den 0.577 değerine düşmüştür. Ülkenin 2010 yılında 0.588 olan teknik etkinlik değeri aynı zamanda 2010-2018 yılları arasındaki en yüksek değeridir. Ülkenin teknik etkinlik değeri, 2010-2018 yılları arasındaki en düşük değerine (0.566) 2015 ve 2016 yıllarında ulaşmıştır. BİT kullanım ve makro ekonomik performans alanlarında kayda değer ilerlemeler kaydeden Sırbistan, bunlara ek olarak, yenilik kapasitesi ve yönetim alanlarında da gelişme göstermiştir. İlgili endekslerdeki gelişmeler neticesinde ülke, teknik etkinsizliğini azaltmayı başarmıştır.

Grafik 54: Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Yunanistan

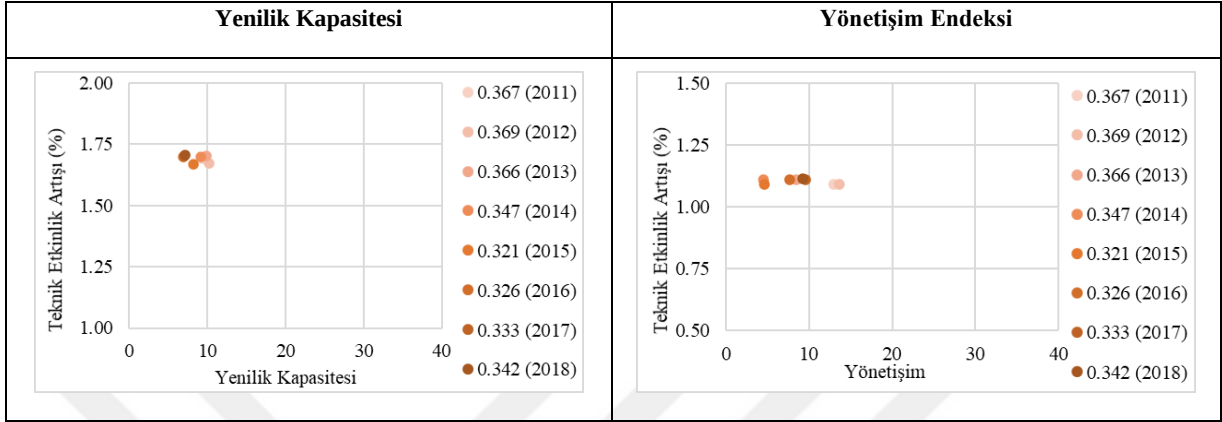


Grafik 54'e göre, Yunanistan'ın 2010-2018 yılları arasındaki teknik etkinlik değerleri önce azalmış, ardından artmıştır. Ülkenin 2010 yılında 0.653 olan teknik etkinlik değeri, 2010-2018 yılları arasındaki en düşük değerine (0.544) 2016 yılında ulaşırken, 2018 yılında 0.561 olan teknik etkinlik değeri ise bu zaman aralığındaki en yüksek üçüncü değerdir. BİT kullanım ve makro ekonomik performans alanlarında kayda değer gelişme yakalayan ülke, yenilik kapasitesi alanında ise sınırlı bir ilerleme kaydetmiştir. Diğer taraftan ülke yönetim alanında gerilemeye engel olamamıştır. Teknik etkinsizlik açısından ülke, belirgin bir teknik etkinsizlik artışı ya da azalışı yaşamamıştır.

Grafik 55: Endeksler ve Teknik Etkinsizlik: Ukrayna



Grafik 55: (devamı)



Grafik 55'e göre, Ukrayna'nın 2010-2018 yılları arasındaki teknik etkinlik değerleri düzensiz olarak hareket etmiştir. Ülkenin 2010 yılında 0.367 olan teknik etkinlik değeri, 2010-2018 yılları arasındaki en düşük değerine (0.321) 2015 yılında düşerken, 2018 yılında 0.342 olan teknik etkinlik değeri ise bu zaman aralığındaki en yüksek beşinci değerdir. Ülke en yüksek teknik etkinlik değerine (0.369) 2012 yılında ulaşmıştır. BİT kullanım alanında kayda değer gelişim gösteren ülke, makroekonomik performans alanında da sınırlı gelişim göstermiştir. Diğer taraftan ülke, yenilik kapasitesi ve yönetim alanlarında gerilemeye engel olamamıştır. Teknik etkinsizlik açısından ülke belirgin bir teknik etkinsizlik artışı ya da azalışı yaşamamıştır.

SONUÇ ve ÖNERİLER

TFV, genel ekonomik büyümenin açıklanmasında önemli bir faktördür. Kavram temel olarak ekonomik büyümenin sermaye ve emek girdilerinin etkisine atfedilmeyen kısmını yansıtmaktadır. TFV sıklıkla literatürde teknolojiye eşdeğer görülmekte ya da teknolojiyi temsil eden mevcut en iyi vekil olduğu kabul edilmektedir. Bu durum, ekonomik büyümenin büyük bir kısmını açıklayan TFV'nin, teknoloji ile eşanlamli kullanılmasına neden olmakta ve TFV'nin detaylıca incelenmesinin önüne geçmektedir. Kavramın önemi, birçok çalışma tarafından ortaya konulmakta olup, kavramın belirleyicileri hakkında da geniş bir alan yazını mevcuttur. Bununla birlikte, literatürde TFV kavramı'nı detaylı, sistematik ve artık değer yapısına uygun olarak inceleyen çalışmalar ise oldukça sınırlıdır. Bu çalışmada, toplam faktör verimliliği stokastik sınır analizi yardımı ile teknik etkinlik, teknolojik değişim ve ölçek etkisi olarak ayırtırmakla birlikte, toplam faktör verimliliğinin teknik etkinlik bileşenini ve bu bileşenin belirleyicileri ampirik olarak incelenmiştir. Bir diğer ifadeyle, çalışma kapsamında birçok farklı kavram ile ilişkili olduğu ortaya konan TFV , sistematik ve artık değer yapısına uygun olarak incelenmiştir. Bu sayede TFV kavramı sadece teknolojik değişime indirgenmekten kurtulmakta ve içerisinde teknolojik değişim kadar önemli bir kavram olan, teknik etkinliği de barındırdığı vurgulanmıştır.

Ülkelerin teknik etkinliklerini etkileyen faktörlerin belirlenmesi amacıyla yapılan bu çalışma, 2010-2018 döneminde 21'i yüksek gelirli olmak üzere, toplam 43 ülkeyi kapsamaktadır. Bu zaman aralığı, 2008 ekonomik krizi ile Covid-19 pandemisi gibi dünya ekonomisi üzerinde çok önemli etkilere neden olan iki kriz arasındır. Çalışmanın ilk yılları 2008 Ekonomik Krizi'nin etkilerinin küresel ölçekte hafiflediği ve kısmi ölçekte ise ülkeler üzerinde ekonomik durgunlukların azaldığı döneme denk gelmektedir. İki büyük kriz arası döneme odaklanan bu çalışma ülkelerin küresel ekonomik krizden sonra nasıl bir yol izlediklerini incelemek için araştırmacılara önemli bir imkân sunmaktadır.

Çalışmada ulaşılan ilk bulgu, ilgili dönemde ülkelerin tam etkin olarak üretim yapmadıklarıdır. Bu sonuç çalışmanın odağını oluşturmaktadır. Ülkelerin tam etkin olarak üretim yapmadıkları veya yapamadıkları Adkins vd. (2002), Kumar ve Russell (2002), Iyer vd. (2008), Mastromarco ve Ghosh (2009), Pires ve Garcia (2012), Elgin ve Çakır (2015), Aguiar vd. (2017), Hou vd. (2020), vb. tarafından da ortaya konmuştur. Bu sonuçtan hareketle çalışmada sınır üretim fonksiyonu tahmin edilmiştir.

Çalışmaya konu olan 2010-2018 döneminde sınır üretimi benimseyen diğer çalışmalar Hou vd. (2020), Malik ve Masood (2021) ve Yiğiteli ve Öztürk (2021) tarafından yapılmıştır.

Çalışmada ulaşılan ikinci bulgu üretim fonksiyonunun formudur. Literatürde sınır üretim fonksiyonu benimseyen çalışmalar arasında, hem Cobb- Douglas üretim fonksiyonu, hem de Translog üretim fonksiyonu veya varyansları sıklıkla kullanılmaktadır. Bu çalışmada ampirik testlerden hareketle translog üretim fonksiyonunu tercih edilmiştir.

Çalışmada ulaşılan üçüncü bulgu ülkelerin teknik etkinsizlik değerlerinin tespit edilmesidir. 2010-2018 yılları arası ortalama teknik etkinlik değerleri açısından büyükten küçüğe bir sıralama yapıldığında, ilk on ülke arasında yer alan yedi ülke yüksek gelirli ülke grubunda yer almaktadır. İlgili yıllar arasında en etkin ülke ABD'dir. ABD'yi takiben Norveç ikinci ülke olurken, sırasıyla Kore Cumhuriyeti dördüncü, Japonya beşinci, Almanya altıncı, Hollanda yedinci ve Danimarka dokuzuncu ülke olmaktadır. Orta gelirli üç ülke arasında Çin orta gelir grubunda birinci ülke olmasının yanı sıra, genel sıralama da ise üçüncü ülkedir. Orta gelir grubunda Türkiye ikinci sırayı alırken, ülke genel sıralamasında sekizinci ülke konumundadır. İlk on ülke arasına giren bir diğer orta gelirli ülke ise Malezya'dır. Ülke genel sıralamasında ise onuncu ülkedir. Bu ülkeler 2010-2018 döneminde üretimlerini diğer ülkelere kıyasla çok daha etkin olarak sürdürmektedirler. Ortalama teknik etkinlik değerleri açısından yapılan sıralamanın son on ülkesi incelendiğinde, listede dört yüksek gelir ve altı orta gelirli ülke olduğu gözlemlenmektedir. Yüksek gelirli ülkelerden Çekya, Slovak Cumhuriyeti, Portekiz ve Yunanistan, orta gelirli ülkelerden Brezilya, Kolombiya, Guatemala, Tunus, Sırbistan ve Ukrayna ise listesinin son sıralarında yer almaktadırlar.

Çalışmada ulaşılan dördüncü bulgu ülkelerin teknik etkinsizlik değerlerinin yıllar içerisinde sergilediği değişimdir. İlgili dönemde Romanya teknik etkinliğini en çok artıran ve üretim sınırına en çok yaklaşan ülke olurken; Romanya'yı takiben Kazakistan, Tayland, Hindistan ve Çekya teknik etkinliklerini artıran ülkelerin başında gelmektedir. Teknik etkinliklerini en çok artıran ilk on ülkeden yedisi orta gelirli ülke olmuştur. Bu durum orta gelirli ülkelerin teknolojik yakalamayı gerçekleştirdiklerini istatistiksel olarak ortaya koymaktadır. Orta gelirli ülkeler grubunda yer alan Romanya, Kazakistan, Tayland, Hindistan Bulgaristan Rusya Federasyonu ve Mısır Arap Cumhuriyeti gibi ülkelerin, teknik etkinliklerini artırması yakalama/yakınsama hipotezini doğrular birer kanıt niteliğindedir. Diğer taraftan ilgili dönemde, Brezilya teknik etkinliği en çok azalan ve üretim sınırından en çok uzaklaşan ülke olurken; Brezilya'yı takiben Arjantin, Güney Afrika, Yunanistan, Tunus, İtalya, Finlandiya ve Şili gelmektedir. Teknik etkinlik değerleri en çok azalan ilk sekiz ülkeden beşi orta gelirli ülkedir. Bu durum, ülkelerin teknik etkinliklerini artırarak, yakalama/yakınsama hipotezinin gerçekleşmesinin her ülke için geçerli olmadığını ortaya koymaktadır. Türkiye bu dönemde teknik etkinlik değerleri açısından dalgalı bir seyir izlemektedir. 2013 yılında en yüksek teknik etkinlik değerine

ulaşan ülke, bu tarihten itibaren bir düşüş trendine girerek, 2018 yılında tüm zamanların en düşük teknik etkinlik değerine sahip olarak üretim sınırından uzaklaşan ülkeler arasında yer almıştır.

Çalışmada ulaşılan beşinci bulgu ülkelerin teknik etkinsizlik değerlerini etkileyen faktörlere ilişkindir.. Bu kapsamda ülkelerin teknik etkinliklerini etkilediği düşünülen BİT kullanım, demografik gelişim, makro ekonomik performans, yenilik kapasitesi ve yönetim olmak üzere toplam beş faktör belirlenmiştir. Bu faktörlerin her biri için en az üç en fazla altı değişken kullanılarak, temel bileşen analizi ile beş farklı özgün endeks oluşturulmuştur. Bu doğrultuda elde edilen bulguları şu şekilde özetlemek mümkündür.

- BİT kullanım endeksi için sabit telefon abonelikleri, sabit geniş bant abonelikleri ve internet kullanan bireyler değişkenleri kullanılmış olup; endeksteği ağırlıkları sırasıyla 0.535, 0.615, 0.579 olmuştur.
- Demografik gelişim endeksi için doğum oranı, beklenen yaşam süresi, kentsel nüfus oranı ve işgücüne katılım oranı değişkenleri kullanılmış olup; endeksteği ağırlıkları sırasıyla -0.506, 0.549, 0.451, 0.488 olmuştur.
- Makro ekonomik performans endeksi için cari hesap dengesi, istihdam/nüfus oranı, ticari açıklık, GSYH deflatör enflasyonu ve kişi başına reel GSYH değişkenleri kullanılmış olup; ağırlıkları sırasıyla 0.290, 0.299, 0.018, -0.035, 0.214 olmuştur.
- Yenilik kapasitesi endeksi için ar ge yoğunluğu, patent başvurularının toplam patent başvurularına oranı, makale sayısının toplam makale sayısına oranı ve yüksek teknoloji ihracatı büyümesi değişkenleri kullanılmış olup; ağırlıkları sırasıyla 0.411, 0.529, 0.546, 0.504 olmuştur.
- Yönetişim endeksi için yolsuzluğun kontrolü, hükümet etkinliği, düzenleyicilik kalitesi, siyasi istikrar ve şiddet/terörizmin yokluğu, hukukun üstünlüğü ve konuşma yetkisi ile hesap verebilirlik değişkenleri kullanılmış olup; ağırlıkları sırasıyla 0.420, 0.419, 0.417, 0.377, 0.426, 0.388 olmuştur.

Çalışmada ulaşılan altıncı bulgu ülkelerin teknik etkinsizlik değerlerini etkileyen faktörlerin teknik etkinlik üzerindeki ortalama marjinal etkileridir. Ampirik bulgulara göre, ülkelerin teknik etkinliğini belirleyen en önemli faktör yenilik kapasitesidir. Bu değişkendeği bir birimlik artış, teknik etkinlikte maksimum 0.0171 birimlik bir artışa sebep olmaktadır. Bu değişkeni yönetim endeksi takip etmekte olup, ilgili endeksteği bir birimlik artış, teknik etkinlikte maksimum 0.0112 birimlik bir artışa sebep olmaktadır. Makro ekonomik performans endeksindeği bir birimlik artış, teknik etkinlikte maksimum 0.0067 birimlik bir artışa sebep olurken, BİT kullanım endeksindeği bir birimlik artış ise teknik etkinlikte maksimum 0.0058 birimlik bir artışa sebep olmaktadır. Dolayısıyla ampirik bulgulara göre belirlenen beş temel endeks arasında teknik etkinliği belirleyen en önemli faktörün yenilik kapasitesi olduğunu ifade etmek mümkündür.

Çalışmada ulaşılan yedinci ve son bulgu her bir ülke için oluşturulan ülke değerlendirmeleridir. Bu değerlendirmeler teknik etkinliğe sebep olan faktörlerin, teknik etkinlik üzerindeki marjinal katkıları hesaplanarak ortaya konulmuş; her ülkeye özgü olarak 4.4.6 nolu başlıkta sunulmuş ve yıllar içerisindeki değişimler de gösterilmiştir.

Bu çalışmanın literatüre temel katkısı ise birçok farklı kavram ile ilişkili olduğu ortaya konan toplam faktör verimliliğinin sistematik ve artık değer yapısına uygun olarak incelenmesidir. Bu kapsamda stokastik sınır analizi kullanılarak, toplam faktör verimliliği ayrıştırılması yapılmıştır. Çalışmanın literatüre ilk katkısı 2010-2018 yılları arasında çalışmaya konu olan ülkelerin tam etkin olarak üretim yapmadıklarının ortaya konmasıdır. Çalışmada TFV ayrıştırılması yapılırken, eşanlı olarak teknik etkinsizlik faktörleri modele dahil edilmiştir. Bu sayede ilgili alan yazının gelişimine ve yaygınlaşmasına katkıda bulunulmuştur.

Teknik etkinsizlik faktörlerini uygun metodoloji ile inceleyen tüm çalışmalara Bölüm 3.4’de yer verilmiştir. İlgili çalışmalarda teknik etkinsizlik faktörü olarak sıklıkla ticari açıklık, beşerî sermaye, doğrudan yabancı yatırım, makine ve teçhizat ithalatı, BİT yatırımı değişkenlerine odaklanırken; gini katsayısı, ekonomik liberalleşme, demokratikleşme, yabancı portföy yatırımı, tropikal iklim, yolsuzluk, finansal gelişme, altyapı, kentleşme, siyasi istikrar, yüksek öğrenim mezunu ve tarım vb. değişkenlere yer verilmiştir. Dolayısıyla bu çalışmayı literatürdeki diğer çalışmalardan ayıran temel özellik, teknik etkinsizlik faktörü olarak beş ayrı endeks kullanılmasıdır. Temel bileşenler analizi ile oluşturulan ilgili endeksler sayesinde teknik etkinsizlik faktörlerinin kapsamı genişletilmiş ve bir çerçeveye oturtulmuştur.

Teknik etkinsizlik faktörlerini uygun metodoloji ile inceleyen tüm çalışmalara Bölüm 3.4’de yer verilmiştir. İlgili çalışmalarda teknik etkinsizlik faktörü olarak sıklıkla ticari açıklık, beşerî sermaye, doğrudan yabancı yatırım, makine ve teçhizat ithalatı, BİT yatırımı değişkenlerine odaklanırken; gini katsayısı, ekonomik liberalleşme, demokratikleşme, yabancı portföy yatırımı, tropikal iklim, yolsuzluk, finansal gelişme, altyapı, kentleşme, siyasi istikrar, yüksek öğrenim mezunu ve tarım vb. değişkenlere yer verilmiştir. Dolayısıyla bu çalışmayı literatürdeki diğer çalışmalardan ayıran temel özellik, teknik etkinsizlik faktörü olarak beş ayrı endeks kullanılmasıdır. Temel bileşenler analizi ile oluşturulan ilgili endeksler sayesinde teknik etkinsizlik faktörlerinin kapsamı genişletilmiş ve bir çerçeveye oturtulmuştur.

Çalışmada tahmin edilen model sonuçlarına göre; BİT kullanımı, makro ekonomik performans, yenilik kapasitesi ve yönetim alanındaki gelişmelerin teknik etkinliği artırdığı istatistiksel olarak ortaya konulmuştur. Bu sonuçlar Adkins (2002), Mastromarco ve Ghosh (2009), Dimelis ve Papaioannou (2012), Ghosh ve Mastromarco (2013), Aguiar vd. (2017) ve Kim ve Loayza (2019) tarafından yapılan çalışmalardan elde edilen bulgularla örtüşmektedir. Bu kapsamda sabit telefon abonelikleri (STA), sabit geniş bant abonelikleri (SGB), internet kullanan bireyler (İNT), cari hesap dengesi (CH), istihdam/nüfus

oranı (İN), ticari açıklık (TA), kişi başına GSYH (KBGSYH), ar-ge yoğunluğu (ARGE), patent başvurusu oranı (PAT), makale sayısı oranı (MAK), yüksek teknoloji ihracatı (YTİ), yolsuzluğun kontrolü (YK), hükümet etkinliği (HE), düzenleyicilik kalitesi (DK), siyasi istikrar (Sİ), hukukun üstünlüğü (HU), söz hakkı ve hesap verebilirlik (SH) değişkenlerinde ortaya çıkacak artışın ve enflasyon (ENF) değişkeninde ortaya çıkacak düşüşün teknik etkinsizliği düşürdüğü ampirik olarak kanıtlanmıştır. Diğer taraftan, demografik gelişim alanındaki gelişmelerin teknik etkinsizliği artırdığı sonucu istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu durum; beklenen yaşam süresi (BYS), kentsel nüfus oranı (KNO) ve işgücüne katılım oranının (İKO) artmasının, doğum oranının (DO) ise azalmasının teknik etkinsizliği artırdığını ifade etmektedir. İlgili faktörler ile ilgili literatür incelendiğinde belirsiz bir tablo görülmektedir. Aguiar vd. (2017) çalışmalarında hem beklenen yaşam süresinin, hem de kentsel nüfus oranının teknik etkinliği artıran bir faktör olduğu sonucuna ulaşmakla birlikte, ilgili her iki değişkenin %10 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olmadığını tespit etmiştir. Danquah vd., (2014) ise beklenen yaşam süresi, nüfus artışı, nüfus yoğunluğu ve kentsel nüfus oranı değişkenlerinin teknik etkinlik üzerindeki etkisini ampirik olarak incelemiş ve demografi ile ilgili hiçbir değişkenin anlamlı olmadığı sonucuna ulaşmışlardır. Isaksson (2007) ise demografik değişkenler ile verimlilik arasındaki ilişkinin iki yönlü de olabileceğini ifade etmiştir.

Çalışmada tahmin edilen modelde yer alan bir diğer teknik etkinsizlik değişkeni ise yüksek gelirli ülke grubunu temsil eden kukla değişkendir. Kukla değişkenin katsayısının pozitif olması, yüksek gelirli ülkelerin orta gelirli ülkelere kıyasla daha az teknik etkinsizliğe sahip olduğunu göstermektedir. Böylece, bu çalışmada yüksek gelirli ülkelerin orta gelirli ülkelere kıyasla daha etkin üretim yaptığı sonucuna ulaşılmıştır.

Çalışmada tahmin edilen modelde yer alan bir diğer teknik etkinsizlik değişkeni ise yüksek gelirli ülke grubunu temsil eden kukla değişkendir. Kukla değişkenin katsayısının pozitif olması, yüksek gelirli ülkelerin orta gelirli ülkelere kıyasla daha az teknik etkinsizliğe sahip olduğunu göstermektedir. Böylece, bu çalışmada yüksek gelirli ülkelerin orta gelirli ülkelere kıyasla daha etkin üretim yaptığı sonucuna ulaşılmıştır.

Analiz sonuçlarına göre, orta gelirli ülkeler grubunda bulunan Türkiye teknik etkinliğini arttırma potansiyeli en yüksek ülke konumundadır. Bu durum Türkiye'nin BİT kullanımı, makro ekonomik performans, yenilik kapasitesi ve yönetim alanlarının herhangi birinde gelişim göstermesi durumunda teknik etkinlik kazanacağını ifade etmektedir. Özellikle yenilik kapasitesi alanında yaşanacak bir gelişme, ülkenin teknik etkinliğini diğer alanlara kıyasla daha fazla artırmaktadır. Bu sonuçtan hareketle politika yapımcıların yenilik kapasitesinin artırılmasına daha fazla önem vermeleri gerekmektedir. Yenilik kapasitesinin artması için ar-ge harcamaları, patent başvuruları, yayınlanmış bilimsel ve teknik dergi makaleleri ve yüksek teknoloji ihracatı ön plana çıkmaktadır. Bu kapsamda bilim, teknoloji ve yenilik

politikalarının bütünsel olarak ele alınması gerekmektedir. Bu süreçte yenilik kapasitesini artırmaya yönelik uygulanabilecek birçok politika önerisi sunmak mümkündür. Bu öneriler;

- Ar-Ge çalışmalarının özendirilmesi, maddi ve manevi teşvik edilmesi ve sonuçların katma değer içeren ürün, hizmet ya da süreçlere dönüştürülmesi,
- Üniversite-Sanayi arasındaki iletişimin güçlendirilerek, ihracat potansiyeli olan yüksek teknoloji ürünlerin üretilmesi,
- Üniversitesi, araştırma merkezleri ve enstitüler ile işbirlikleri kapsamında yürütülen programlar ve projelerin geliştirilmesi,
- Bilimin ilerlemesi, gelişmesi için gerekli olan bilimsel bilginin üretilmesi amacıyla akademik faaliyetlerin desteklenmesi,
- Ulusal ve uluslararası yayın sayısının ve kalitesinin artması için Yükseköğretim Kurulu'nun güçlendirilmesidir.

Yukarıda yer verilen politika önerilerine ek olarak, bu alanda çalışma yapan araştırmacılara birtakım önerilerde bulunmak mümkündür. Bu çalışmada TFV ayrıştırılması kapsamında stokastik sınır analizi kullanılmıştır. Dolayısıyla takip eden benzer akademik çalışmaların bu çalışmanın sonuçlarından faydalanması mümkündür. Ayrıca bu çalışmada toplam faktör verimliliğinin bileşenlerinden olan teknik etkinlik kavramının öneminin vurgulanması, takip eden çalışmalara yol göstereci niteliktedir. Bunlara ek olarak teknik etkinlik faktörü olarak oldukça kapsamlı bir değişken seti içeren çalışma, araştırmacılara önemli bir başlangıç noktası sunmaktadır. Son olarak, çalışma dönem olarak 2008 ekonomik krizi ile Covid-19 pandemisi arasına odaklanmıştır. İlgili dönem bu çalışmanın temel odak noktası olmakla birlikte, Covid-19 pandemisi sonrası döneme ait verileri içermemektedir. Bu nedenle çalışmanın Covid-19 pandemisi sonrası dönemini içerecek şekilde genişletilmesinin literatüre önemli bir katkı sunacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- Abramovitz, Moses (1979). “Rapid Growth Potential and Its Realisation: The Experience of Capitalist Economies in The Postwar Period”, Edmond Malinvaud (Ed.), **Economic Growth and Resources**, içinde (1-51), Mac Millan Press, London and NewYork
- Abramovitz, Moses (1986), “Catching Up, Forging Ahead, and Falling Behind”, **The Journal Of Economic History**, 46(2), 385-406.
- Abramowitz, Moses (1956), “Resource and Output Trend in the United States Since1870.” **American Economic Review**, 46(2), 5–23.
- Acemoğlu Daron (2010). “When Does Labor Scarcity Encourage Innovation?”, **Journal of Political Economy**, 118(6), 1037-1078.
- Acemoğlu, Daron (2006), “A Simple Model of Inefficient Institutions”, **The Scandinavian Journal of Economics**, 108(4), 515-546.
- Acemoğlu, Daron (2009), “**Introduction to Modern Economic Growth**”, Princeton University Press
- Acemoğlu, Daron (2015), “Localised And Biased Technologies: Atkinson and Stiglitz's New View, Induced Innovations, and Directed Technological Change,” **The Economic Journal**, 125(583), 443-463.
- Acemoğlu, Daron vd. (2001). “Deunionization, Technical Change and Inequality”. **Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy** 55(1), 229-264.
- Acemoğlu, Daron ve Zilibotti, Fabrizio (2001), “Productivity Differences”, **The Quarterly Journal Of Economics**, 116(2), 563-606.
- Ades, Alberto ve Tella, Rafael Di (1997), “National Champions and Corruption: Some Unpleasant Interventionist Arithmetic”, **The Economic Journal**, 107(443), 1023-1042.
- Adkins, Lee C vd. (2002), “Institutions, Freedom, and Technical Efficiency”, **Southern Economic Journal**, 69(1), 92.
- Afonso, António & St. Aubyn, Miguel (2013), “Public and private inputs in aggregate production and growth: A cross-country efficiency approach”, **Applied Economics**, 45(32), 4487-4502.

- Aghion, Philippe ve Howitt, Peter (1992), “A Model of Growth Through Creative Destruction”, **Econometrica**, (60), 323-351
- Aghion, Philippe ve Howitt, Peter (2007), “Capital, Innovation, and Growth Accounting”, **Oxford Review of Economic Policy**, 23(1), 79-93.
- Aguiar, Diana vd. (2017), “An Attempt to Explain Differences in Economic Growth: A Stochastic Frontier Approach”, **Approach. Bulletin of Economic Research**, 69(4), 42-65.
- Aidt, Toke S. (2009), “Corruption, Institutions, and Economic Development”, **Oxford Review Of Economic Policy**, 25(2), 271-291.
- Aigner, Dennis vd. (1977), “Formulation And Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models”, **Journal of Econometrics**, 6(1), 21-37.
- Aiyar, Shekhar S. ve Feyrer, James (2002), “A Contribution To The Empirics of Total Factor Productivity”, **Dartmouth College Working Paper**
- Al-Shammaria, Nayef ve Al Rakhishb, Monira (2019), “The Determinants of Total Factor Productivity Across MENA Region”, **International Journal of Innovation, Creativity and Chang**, 8(4), 339-354.
- Aparicio, Juan vd. (2016), “Advances in Efficiency and Productivity Editors' Introduction”, Juan Aparicio vd. (Ed.), **Advances in Efficiency and Productivity içinde** (3-11), Springer International Publishing, Cham, Switzerland
- Atılgan, Emre ve Çalışkan, Zafer (2015), “Türk Hastanelerinin Maliyet Etkinliği: Stokastik Sınır Analizi”, **İktisat İşletme ve Finans**, 30(355), 09-30.
- Atkinson, Anthony B. ve Stiglitz, Joseph E. (1969), “A New View Of Technological Change”, **Economic Journal**, 79, 573–78.
- Audretsch, David B. vd. (2002), “The Economics of Science And Technology”, **The Journal Of Technology Transfer**, 27, 155-203.
- Avcı, Tahsin ve Çağlar, Atalay (2016), “Stokastik Sınır Analizi: İstanbul Sanayi Odası’na Kayıtlı Firmalara Yönelik Bir Uygulama”, **Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi**, 4(2), 17-57.
- Balkan, Dursun ve Suiçmez, Halit (2015) “Türkiye ve Dünyada İşgücü Verimliliğinin Karşılaştırmalı Analizi”, **Verimlilik Dergisi**, 1, 93-113.
- Barro, Robert Joseph (1991), “Economic Growth in A Cross Section of Countries”, **The Quarterly Journal of Economics**, 106(2), 407-443.

- Barro, Robert Joseph (1999), "Notes on Growth Accounting", **Journal of Economic Growth**, 4, 119-137.
- Barro, Robert Joseph ve Lee, Jong-Wha (2001), "International Data on Educational Attainment: Updates and Implications", **Oxford Economic Papers**, 53(3), 541-563.
- Barro, Robert Joseph ve Sala-i-Martin, Xavier X. (1992), "Convergence", **Journal of Political Economy**, 100(2), 223-251.
- Barro, Robert Joseph ve Sala-i-Martin, Xavier X. (1997), "Technological Diffusion, Convergence, and Growth", **Journal of Economic Growth**, 2, 1-26.
- Basu, Susanto ve Weil, David N. (1998), "Appropriate Technology and Growth", **The Quarterly Journal of Economics**, 113(4), 1025-1054.
- Battese, George E. ve Corra, Greg S. (1977), "Estimation of A Production Frontier Model: With Application to The Pastoral Zone of Eastern Australia", **Australian Journal of Agricultural Economics**, 21(3), 169-179.
- Battese, George Edward ve Coelli, Tim J. (1995), "A Model For Technical Inefficiency Effects in A Stochastic Frontier Production Function For Panel Data", **Empirical Economics**, 20(2), 325-332.
- Bauer, Paul W. (1990), "Recent Developments in The Econometric Estimation of Frontiers", **Journal of Econometrics**, 46(1-2), 39-56.
- Beaudry, Paul & Green, David A. (2002), "Population Growth, Technological Adoption, and Economic Outcomes in The Information Era", **Review of Economic Dynamics**, 5(4), 749-774.
- Bekar, Clifford vd. (2018), "General Purpose Technologies in Theory, Application and Controversy: A Review", **Journal Of Evolutionary Economics**, 28, 1005-1033.
- Bos, Jaap vd. (2010), "Do All Countries Grow Alike?", **Journal of Development Economics**, 91(1), 113-127.
- Bosworth, Barry ve Collins, Susan Margaret (2003), "The Empirics of Growth: An Update", **Brookings Papers on Economic Activity**, 2003 (2), 113-206.
- Bresnahan, Timothy F. ve & Trajtenberg, Manuel (1995), "General Purpose Technologies 'Engines of Growth'?", **Journal of Econometrics**, 65(1), 83-108.
- Brock, William A. ve Durlauf, Steven N. (2001), "Interactions-Based Models", James J. Heckman ve Edward Leamer (Ed.) **Handbook of Econometrics içinde** (3297-3380), San Diego ve Amsterdam: Elsevier.

- Büyüköztürk, Ş. (2002), “Faktör Analizi: Temel Kavramlar ve Ölçek Geliştirmede Kullanımı”, **Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi**, 32(32), 470-483.
- Cardoso, Catarina Moura e Sa ve Ravishankar, Geetha (2015), “Productivity Growth and Convergence: A Stochastic Frontier Analysis”, **Journal of Economic Studies**, 42(2), 224-236.
- Carlaw, Kenneth I. ve Lipsey, Richard G. (2003), “Productivity, Technology And Economic Growth: What is The Relationship?”, **Journal of Economic Surveys**, 17(3), 457-495.
- Caselli, Francesco (2005), “Accounting For Cross-Country Income Differences” Philippe Aghion ve Steven Durlauf (Ed.) **Handbook of Economic Growth içinde** (679-741), North Holland, Amsterdam ve New York.
- Caselli, Francesco ve Coleman, Wilbur John (2006), “The World Technology Frontier”, **American Economic Review**, 96(3), 499-522.
- Cass, David (1965), “Optimum Growth in an Aggregative Model of Capital Accumulation”, **The Review of Economic Studies**, 32(3), 233-240.
- Coe, David T. vd. (2009), “International R&D Spillovers and Institutions”, **European Economic Review**, 53(7), 723-741.
- Coe, David T. ve Helpman, Elhanan (1995), “International R&D Spillovers”, **European Economic Review**, 39(5), 859-887.
- Coe, David. T. vd. (1997), “North-South R&D Spillovers”, **The Economic Journal**, 107(440), 134-149.
- Coelli, Tim vd. (2003), “A Stochastic Frontier Approach To Total Factor Productivity Measurement in Bangladesh Crop Agriculture, 1961–92”, **Journal of International Development: The Journal of the Development Studies Association**, 15(3), 321-333.
- Çolakoğlu, Özgür Murat ve Büyükeksi, Cem (2014), “Açımlayıcı Faktör Analiz Sürecini Etkileyen Unsurların Değerlendirilmesi”, **Karaelmas Eğitim Bilimleri Dergisi**, 2(1), 56-64.
- Dahlman, Carl ve Westphal, Larry (1982), “Technology Effort in Industrial Development an Interpretative Survey of Recent Research”, Frances Stewart and Jeffrey James (Ed.) **The Economies of New Technology in Development Countries içinde** (105-137), Frances Printer, London
- Danquah, Michael vd. (2011), “TFP Growth And Its Determinants: Nonparametrics and Model Averaging”, **Banco de Espana Working Paper**, No. 1104, Bank of Spain, Madrid, Spain.
- Danquah, Michael vd. (2014), “TFP Growth and Its Determinants: A Model Averaging Approach”, **Empirical Economics**, 47(1), 227-251.

- Danquah, Michael vd. (2018), “Technology Transfer and National Efficiency: Does Absorptive Capacity Matter?”, **African Development Review**, 30(2), 162-174.
- Daştan, Hüseyin ve Çalmaşur, Gürkan (2014), “Verimlilik, Teknoloji ve Etkinlik (Avrupa Birliği’ne Üye ve Aday Ülkelerin Performans Ölçümü)”, **Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi**, 6(11), 56-86.
- De la Fuente-Mella, Hanns, vd. (2020). “Stochastic Analysis of The Economic Growth of OECD Countries”, **Economic Research-Ekonomska Istraživanja**, 33(1), 2189-2202.
- Deliktas, Ertugrul ve Balcilar, Mehmet (2005), “A Comparative Analysis of Productivity Growth, Catch-Up, and Convergence in Transition Economies”, **Emerging Markets Finance and Trade**, 41(1), 6-28.
- Deliktas, Ertugrul ve Gürel Günel, Gülçin (2016), “Economic Growth and Input Use Efficiency in Low, Upper -Middle and High Incomed Countries (1991-2011): A Data Envelopment Analysis”, **Procedia Economics and Finance**, 38, 308-317.
- Diewert, Erwin ve Lawrence, Denis (1999), “Measuring New Zealand's Productivity”, **New Zealand Treasury Working Paper**, 99(05), New Zealand Government, The Treasury, Wellington
- Dimand, Robert W. ve Spencer, Barbara J. (2009), “Trevor Swan And The Neoclassical Growth Model”, **History of Political Economy**, 41, 107-126
- Dimelis, Sophia P. ve Papaioannou, Sotiris K. (2012), “Technical Efficiency and The Role of Information Technology: A Stochastic Production Frontier Study Across OECD Countries”, **Internet Econometrics içinde** (43-65), Palgrave Macmillan, London.
- Dosi, Giovanni, ve Nelson, Richard R. (1994), “An Introduction to Evolutionary Theories in Economics”, **Journal of Evolutionary Economics**, 4, 153-172.
- Dosi, Giovanni, ve Nelson, Richard R. (2010), “Technical Change and Industrial Dynamics As Evolutionary Processes”, Bronwyn, Hall ve Nathan, Rosenberg **Handbook of The Economics of Innovation içinde** (51-127), Amsterdam, North Holland
- Durlauf, Steven N. (2005), “Growth Econometrics”, Philippe Aghion ve Steven N. Durlauf (Ed), **Handbook of Economic Growth içinde** (555–677), North Holland, Amsterdam ve New York
- Easterly, William ve Levine, Ross (2001), “What Have We Learned From A Decade of Empirical Research on Growth? It's Not Factor Accumulation: Stylized Facts and Growth Models”, **The World Bank Economic Review**, 15(2), 177-219.
- Easterly, William ve Rebelo, Sergio (1993), “Fiscal Policy and Economic Growth”, **Journal of Monetary Economics**, 32(3), 417-458.

- Edquist, Harald ve Henrekson, Magnus (2017), “Do R&D and ICT Affect Total Factor Productivity Growth Differently?”, **Telecommunications Policy**, 41(2), 106-119.
- Eichengreen, Barry (2001), “Capital Account Liberalization: What Do Cross-Country Studies Tell Us?”, **The World Bank Economic Review**, 15(3), 341-365.
- Ekinci, Ramazan (2018), “Avrupa Birliği Bankacılık Endüstrisinde Maliyet Etkinliği ve Belirleyenleri: Stokastik Sınır Analizi” **Yaşar Üniversitesi E-Dergisi**, 13(51), 256-266.
- Elgin, Ceyhun ve Çakır, Selman (2015), “Technological Progress And Scientific Indicators: A Panel Data Analysis”, **Economics of Innovation and New Technology**, 24(3), 263-281.
- Englander, A. Steven ve Mittelstadt, Axel (1988), “Total Factor Productivity: Macroeconomic and Structural Aspects of The Slowdown”, **OECD Economic Studies**, 10(7), 8-56.
- Erdil, Erkan vd. (2016), “Bilgi, Bilim, Teknoloji ve Yenilik: Kavramsal Tartışma”, İbrahim Semih Akçomak vd. (Ed.), **Bilim, Teknoloji ve Yenilik Kavramlar, Kuramlar ve Politika içinde** (19-46), Ankara, Türkiye
- Erdoğan, Seyfettin ve Canbay, Şerif (2016), “İktisadi Büyüme-Araştırma ve Geliştirme (Ar-Ge) Harcamaları İlişkisi Üzerine Teorik Bir İnceleme”, **Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, 4(2), 29-43.
- Fabricant, Solomon (1954), “Economic Progress and Economic Change”, **Economic Progress and Economic Change içinde** (1-97) National Bureau of Economic Research, New York
- Fabricant, Solomon (1959), “**Basic Facts on Productivity Change**” Columbia University Press, New York.
- Fantom, Neil James ve Serajuddin, Umar (2016), “The World Bank's classification of countries by income”, **World Bank Policy Research Working Paper**, (7528).
- Fare, Rolf vd. (1994), “Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in Industrialized Countries”. **The American Economic Review**, 66-83.
- Farrell, Michael James (1957), “The Measurement of Productive Efficiency”, **Journal of The Royal Statistical Society Series A: Statistics in Society**, 120(3), 253-281.
- Feyrer, James (2007), “Demographics and Productivity”, **The Review of Economics and Statistics**, 89(1), 100-109.
- Field, Andy (2000), “**Discovering Statistical Using SPSS for Windows**”, Sage Publications, London-Thousand Oaks-New Delhi.

- Filippetti, Andrea ve Payrache, Antonio (2010), “Productivity Growth and Catch Up in Europe: A New Perspective on Total Factor Productivity Differences”, **MPRA Working Papers**. No.27212
- Fischer, Stanley. (1993), “The Role Of Macroeconomic Factors in Growth”, **Journal of Monetary Economics**, 32(3), 485-512.
- Gehringer, Agnieszka vd. (2016), “What Are The Drivers of Total Factor Productivity in The European Union?”, **Economics of Innovation and New Technology**, 25(4), 406-434.
- Gerschenkron, Alexander (1962). “**Economic Backwardness in Historical Perspective**”, Cambridge, MA: Belknap Press of Harvard University Press.
- Ghosh, Sucharita ve Mastromarco, Camilla (2013), “Cross-Border Economic Activities, Human Capital and Efficiency: A Stochastic Frontier Analysis for OECD Countries: Efficiency and Cross-Border Activities”, **The World Economy**, 36(6), 761-785.
- Gomulka, Stanislaw (1971), “**Inventive Activity, Diffusion, and The Stages of Economic Growth**”, Aarhus University Institute of Economics. Aarhus
- Gomulka, Stanislaw (1987), “Catching-up”, John Eatwell, Murray Milgate, Peter Newman (Ed.), **The New Palgrave. A Dictionary of Economics içinde**, (379), MacMillan, London.
- Gong, Binlei (2020), “New Growth Accounting”, **American Journal of Agricultural Economics**, 102(2), 641-661.
- Greene, William (2004), “Distinguishing Between Heterogeneity and Inefficiency: Stochastic Frontier Analysis of The World Health Organization's Panel Data on National Health Care Systems”, **Health Economics**, 13(10), 959-980.
- Griliches, Zvi (1987), “R&D and Productivity: Measurement Issues and Econometric Results”, **Science**, 237(4810), 31-35.
- Griliches, Zvi (1997), “Education, Human Capital And Growth: A Personal Perspective”, **Journal of Labor Economics**, 15(1), 330-344.
- Grossman, Gene M. ve Helpman, Elhanan (1991), “Trade, Knowledge Spillovers, and Growth”, **European Economic Review**, 35(2-3), 517-526.
- Habib, Misbah vd. (2019), “Are Human Capital, Intellectual Property Rights, and Research and Development Expenditures Really Important For Total Factor Productivity? An Empirical Analysis”, **International Journal of Social Economics**, 46(6), 756-774.
- Hall, Robert E. ve Jones, Charles I. (1999), “Why Do Some Countries Produce So Much More Output Per Worker Than Others?”, **The Quarterly Journal of Economics**, 114(1), 83-116.

- Hardy, Andrew P. (1980), "The Role of The Telephone in Economic Development", **Telecommunications Policy**, 4(4), 278-286.
- Harrod, Roy F. (1948). "**Towards A Dynamic Economics**", Macmillan, London
- Harrod, Roy F. (1937), "Mr. Keynes and Traditional Theory", **Econometrica, Journal of The Econometric Society**, 74-86.
- Henderson, Daniel J. ve Russell, R. Robert (2005), "Human Capital and Convergence: A Production-Frontier Approach", **International Economic Review**, 46(4), 1167-1205.
- Henry, Michael vd. (2009). "Trade, Technology Transfer and National Efficiency in Developing Countries", **European Economic Review**, 53(2), 237-254.
- Hicks, John (1932), "**The Theory of Wages**", Macmillan., London
- Holwegler, Bernhard (2003), "**Innovation, Diffusion und Beschäftigung**", Peter Lang International Academic Publishers, Bern.
- Hotelling, Harold (1933), "Analysis of A Complex of Statistical Variables Into Principal Components", **Journal of Educational Psychology**, 24(6), 417.
- Hou, Zheng vd. (2020), "Directed Technological Change, Energy and More: A Modern Story", **Environment and Development Economics**, 25(6), 611-633.
- Hulten, Charles R. (2001), "Total Factor Productivity: A Short Biography", **New Developments in Productivity Analysis içinde** (1-54), University of Chicago Press.
- Isaksson, Anders (2007), "Determinants of Total Factor Productivity: A Literature Review", **Research and Statistics Branch, UNIDO**, 1(101), 672.
- Islam, Nazrul (1999), "International Comparison of Total Factor Productivity: A Review", **Review of Income and Wealth**, 45(4), 493-518.
- Işık, Cem (2016), "Türkiye’de Toplam Faktör Verimliliği ve Ekonomik Büyüme İlişkisi", **Verimlilik Dergisi**, (2), 45-56.
- Iyer, Krishna G. vd. (2008), "Efficiency Externalities of Trade And Alternative Forms of Foreign Investment in OECD Countries", **Journal of Applied Econometrics**, 23(6), 749-766.
- Jerzmanowski, Michał (2007), "Total Factor Productivity Differences: Appropriate Technology vs. Efficiency", **European Economic Review**, 51(8), 2080-2110.
- Jolliffe, Ian T. (2002), "**Principal Component Analysis**", Springer, New York.

- Jorgenson, Dale (1990), "Productivity and Economic Growth" Berndt, Ernst R. ve Triplett, Jack E. (Ed.), **Fifty Years of Economic Measurement içinde** (9-118), University of Chicago Press, Chicago
- Kaiser, Henry F. (1960), "The Application of Electronic Computers to Factor Analysis", **Educational and Psychological Measurement**, 20(1), 141-151.
- Kaiser, Henry F. (1974), "An Index of Factorial Simplicity", **Psychometrika**, 39(1), 31-36.
- Kaiser, Henry F. ve Rice, John (1974), "Little Jiffy, Mark IV", **Educational and Psychological Measurement**, 34(1), 111-117.
- Kale, Seenaiiah ve Rath, Badri Narayan (2018), "Does Innovation Matter For Total Factor Productivity Growth in India? Evidence From ARDL Bound Testing Approach", **International Journal of Emerging Markets**, 13(5), 1311-1329.
- Karasaç, Fatih (2020), "Türk Yükseköğretim Kurumlarının Etkinlik Analizi: Stokastik Sınır Modeli", **Sosyoekonomi**, 28(44), 355-380.
- Kaufmann, Daniel vd. (1999), "Aggregating Governance Indicators", **World Bank Policy Research Working Paper**, 2195, Washington, DC.
- Keller, Wolfgang (1998), "Are International R&D Spillovers Trade-Related?: Analyzing Spillovers Among Randomly Matched Trade Partners", **European Economic Review**, 42(8), 1469-1481.
- Kendrick, John W. (1961), "**Productivity Trends in the United States**", Princeton University Press, Princeton:
- Kendrick, John W. (1956), "Productivity Trends: Capital and Labor", **Productivity Trends: Capital and Labor içinde** (3-23) NBER, Cambridge.
- Kılıçkaplan, Serdar ve Hayırsever Baştürk, Feride (2004), "Türkiye'de Hayat-Dışı Alanda Faaliyet Gösteren Sigorta Şirketlerinin 2002 Yılındaki Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi (VZA) ile Ölçülmesi", **Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, 6(2), 63-79.
- Kılıçkaplan, Serdar ve Karpaz, Gaye (2004), "Türkiye Hayat Sigortası Sektöründe Etkinliğin İncelenmesi", **Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, 19(1), 1-14.
- Kim, Sangho ve Lee, Young Hoon (2006), "The Productivity Debate of East Asia Revisited: A Stochastic Frontier Approach" **Applied Economics**, 38(14), 1697-1706.
- Kim, Young Eun ve Loayza, Norman V. (2019), "Productivity Growth: Patterns and Determinants Across The World", **Economía**, 42(84), 36-93.
- Kneller, Richard ve Andrew Stevens, Philip (2003), "The Specification of The Aggregate Production Function in The Presence of Inefficiency", **Economics Letters**, 81(2), 223-226.

- Kodde, David A. ve Palm, Franz C. (1986), “Wald criteria for jointly testing equality and inequality restrictions”, **Econometrica: journal of the Econometric Society**, 54(4), 1243-1248.
- Kohli, Ulrich (2015), “**Explaining total factor productivity**”, University of Geneva, Geneva.
- Koop, Gary vd. (1999), “The Components of Output Growth: A Stochastic Frontier Analysis”, **Oxford Bulletin of Economics and Statistics**, 61(4), 455-487.
- Koop, Gary vd. (2000a), “A Stochastic Frontier Analysis of Output Level and Growth in Poland and Western Economies”, **Economics of Planning**, 33(3), 185-202.
- Koop, Gary vd. (2000b), “Modeling the Sources of Output Growth in a Panel of Countries”, **Journal of Business & Economic Statistics**, 18(3), 284-299.
- Koopmans, Tjalling C. (1963), "On the Concept of Optimal Economic Growth", **Cowles Foundation Discussion Papers**. 392.
- Kök, Recep ve Deliktaş, Ertuğrul (2003), “Endüstri İktisadında Verimlilik Ölçme ve Strateji Geliştirme Teknikleri”, **Dokuz Eylül Üniversitesi İİBF Yayını**, İzmir.
- Kraft, Evan ve Tırtıroğlu, Doğan (1998) “Bank Efficiency in Croatia: A Stochastic-Frontier Analysis”, **Journal of Comparative Economics**, 26(2), 282-300.
- Krugman, Paul (1994), “The Myth Of Asia's Miracle”, **Foreign Affairs**, 62-78.
- Krusell, Per ve Rios-Rull, Jose-Victor (1996), “Vested Interests in A Positive Theory of Stagnation and Growth”, **The Review of Economic Studies**, 63(2), 301-329.
- Krüger, Jens J. (2017), “Revisiting The World Technology Frontier: A Directional Distance Function Approach” **Journal of Economic Growth**, 22, 67-95.
- Kumar, Subodh ve Russell, R. Robert (2002), “Technological Change, Technological Catch-up, and Capital Deepening: Relative Contributions to Growth and Convergence”, **American Economic Review**, 92(3), 527-548.
- Kumbhakar, Subal C. vd. (2020), “Stochastic Frontier Analysis: Foundations and Advances II”, Subhash C. Ray, Robert G. Chambers, Subal C. Kumbhakar (Ed.) **Handbook of Production Economics içinde** (1-38), Springer, Singapore.
- Kumbhakar, Subal C. ve Lovell, C. A. Knox (2000), “**Stochastic Frontier Analysis**”, Cambridge University Press, Cambridge.
- Kumbhakar, Subal C. ve Wang, Hung-Jen (2005), “Estimation of Growth Convergence Using A Stochastic Production Frontier Approach”, **Economics Letters**, 88(3), 300-305.

- Külekçi, Murat ve Bayram, Bahri (2012), “Buzağların Beslenmelerinde Etkinliğin Belirlenmesi: Stokastik Sınır Analizi Uygulaması”, **Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, 16(1), 55-61.
- Lahiri, Radhika vd. (2018), “Technology Adoption, Adaptation and Growth”, **Economic Modelling**, 70, 469-483.
- Langbein, Laura ve Knack, Stephen (2010), “The Worldwide Governance Indicators: Six, One, or None?”, **The Journal of Development Studies**, 46(2), 350-370.
- Lawson, Lartey Godwin vd. (2004), “Relationships of Efficiency To Reproductive Disorders in Danish Milk Production: A Stochastic Frontier Analysis”, **Journal of Dairy Science**, 87(1), 212-224.
- Levine, Ross ve Renelt, David (1992), “A Sensitivity Analysis of Cross-Country Growth Regressions”, **The American Economic Review**, (82), 942-963.
- Li, Kui-Wai ve Liu, Tung (2011), “Economic and Productivity Growth Decomposition: An Application to Post-Reform”, **China. Economic Modelling**, 28(1-2), 366-373.
- Limam, Yasmina Reem ve Miller, Stephen M. (2004), “Explaining Economic Growth: Factor Accumulation, Total Factor Productivity, and Production Efficiency Improvement”, **Department of Economics Working Paper Series 2004–20**, University of Connecticut.
- Lopez-Rodriguez, Jesus ve Martinez-Lopez, Diego (2017), “Looking Beyond The R&D Effects On Innovation: The Contribution of Non-R&D Activities to Total Factor Productivity Growth in The EU”, **Structural Change and Economic Dynamics**, 40, 37-45.
- Los, Bart ve Timmer, Marcel P. (2005), “The ‘Appropriate Technology’ Explanation of Productivity Growth Differentials: An Empirical Approach”, **Journal of Development Economics**, 77(2), 517-531.
- Lucas, E. Lucas, Jr. (1990), “Why Doesn’t Capital Flow from Rich to Poor Countries?”, **The American Economic Review**, 80 (2): 92-96
- Madden, Gary & Savage, Scott J. (1998), “CEE Telecommunications Investment and Economic Growth”, **Information Economics and Policy**, 10(2), 173-195.
- Maddison, Angus (1987), "Growth and Slowdown in Advanced Capitalist Economies: Techniques of Quantitative Assessment." **Journal of Economic Literature** 25(2), 649-698.
- Maddison, Angus (1991), “**Dynamic Forces in Capitalist Development: A Long Run Comparative View**”. Oxford University Press. Oxford

- Mahadevan, Renuka (2003), "To Measure Or Not To Measure Total Factor Productivity Growth?", **Oxford Development Studies**, 31(3), 365-378.
- Malik, Mushtaq Ahmad ve Masood, Tariq (2021), "A Decomposition Analysis of Total Factor Productivity Growth in MENA Countries: Stochastic Frontier Analysis Approach", **Middle East Development Journal**, 13(2), 347-366.
- Manca, Fabio (2011). Education, Catch-Up and Growth in Spain", **Investigaciones Regionales-Journal of Regional Research**, (20), 5-28.
- Mankiw N. Gregory vd. (1992), "A Contribution to The Empirics of Economic Growth", **The Quarterly Journal of Economics**, 107(2), 407-437.
- Marcoulides, George. A. ve Hershberger, Scott L. (1997), "**Multivariate Statistical Methods: A First Course**", Psychology Press.USA
- Maryam, Khoula ve Jehan, Zainab (2018), "Total Factor Productivity Convergence in Developing Countries: Role of Technology Diffusion", **South African Journal of Economics**, 86(2), 247-262.
- Mastromarco, Camilla (2008), "Stochastic Frontier Models", **Department Of Economics And Mathematicsstatistics, University Of Salento**, Salento, Italy
- Mastromarco, Camilla vd. (2016), "Modelling Technical Efficiency in Cross Sectionally Dependent Stochastic Frontier Panels: Modelling Technical Efficiency in Stochastic Frontier Panels", **Journal of Applied Econometrics**, 31(1), 281-297
- Mastromarco, Camilla ve Ghosh, Sucharita (2009), "Foreign Capital, Human Capital, and Efficiency: A Stochastic Frontier Analysis for Developing Countries", **World Development**, 37(2), 489-502.
- McConnell, Campbell R. ve Stanley Brue (2016), **Contemporary Labor Economics**, Mcgraw-Hill Education.
- Meeusen, Wim ve van Den Broeck, Julien (1977), "Efficiency Estimation From Cobb-Douglas Production Functions With Composed Error", **International Economic Review**, 435-444.
- Miller, Stephen M. ve Upadhyay, Mukti P. (2000), "The Effects of Openness, Trade Orientation, and Human Capital on Total Factor Productivity", **Journal of Development Economics**, 63(2), 399-423.
- Nadiri, M. Ishaq (1970), "Some Approaches to The Theory and Measurement of Total Factor Productivity: A Survey", **Journal of Economic Literature**, 8(4), 1137-1177.

- Nelson, Richard R., ve Phelps Edmund S. (1966), “Investment in Humans, Technological Diffusion, and Economic Growth.” **The American Economic Review** 56.(1/2): 69-75.
- Nishimizu, Mieko ve Page Jr, John M. (1982), “Total Factor Productivity Growth, Technological Progress and Technical Efficiency Change: Dimensions of Productivity Change in Yugoslavia, 1965-78”, **The Economic Journal**, 92(368), 920-936.
- Ochotnický, Pavol vd. (2020), “Driving Forces of Total Factor Productivity in Europe”, **Ekonomický Casopis**, 68(10), 1002-1020.
- OECD (1987), “**OECD Economic Outlook**”, 41, OECD, Paris.
- OECD (2001), **Measuring Productivity**, OECD, Paris.
- OECD (2015), **Frascati Manual 2015: Guidelines For Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development**”, OECD Publishing, Paris. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264239012-en>
- OECD (2019), **OECD Compendium of Productivity Indicators 2019**, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/b2774f97-en>.
- Olson, Mancur vd. (2000), “Governance and Growth: A Simple Hypothesis Explaining Cross-Country Differences in Productivity Growth”, **Public Choice**, 102, 341-364.
- Öztürk, Zekai ve Yıldız, Mustafa (2016), “Hastane Etkinliklerinin Tahmininde Stokastik Sınır Analizi; Tarihi ve Amprik Uygulamaları”, **Uluslararası Sağlık Yönetimi ve Stratejileri Araştırma Dergisi**, 1(3), 1-12.
- Pack, H. (1994), “Endogenous Growth Theory: Intellectual Appeal and Empirical Shortcomings”, **Journal of Economic Perspectives**, 8(1), 55-72.
- Parente, Stephen L. ve Prescott, Edward C. (1994), “Barriers To Technology Adoption and Development”, **Journal of Political Economy**, 102(2), 298-321.
- Parente, Stephen L. ve Prescott, Edward C. (1999), “Monopoly rights: A barrier to riches”, **American Economic Review**, 89(5), 1216-1233.
- Parlakay, Oğuz ve Alemdar, Tuna (2011), “Türkiye’de Yerfıstığı Tarımında Teknik ve Ekonomik Etkinlik”, **Tarım Ekonomisi Dergisi**, 17(2), 47-53.
- Pearson, Karl (1901) “On Lines and Planes of Closest Fit To Systems of Points in Space”, **The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science**, 2(11), 559-572,
- Pires, Jorge Oliveira ve & Garcia, Fernando (2012), “Productivity of Nations: A Stochastic Frontier Approach to TFP Decomposition” **Economics Research International**, 2012, 1-19.

- Porcelli, Francesco (2009), "Measurement of Technical Efficiency. A Brief Survey on Parametric and Non-Parametric Techniques", **University Of Warwick**, 11, 1-27.
- Prescott, Edward C. (1998), "Lawrence R. Klein lecture 1997: Needed: A Theory of Total Factor Productivity." **International Economic Review**, 39(3), 525-551.
- Prokopenko, Joseph (1987), "**Productivity Management: A Practical Handbook**", International Labour Organization, Geneva
- Rodrik, Dani (2000), "Institutions For High-Quality Growth: What They Are and How to Acquire Them", **Studies in Comparative International Development**, 35, 3-31.
- Romer, Paul M (1990), "Endogenous Technological Change", **Journal of Political Economy**, 98(5), 71-102.
- Romer, Paul M. (1987), "Growth Based on Increasing Returns Due to Specialization", *The American Economic Review*, 77(2), 56-62.
- Rousseau, Peter L. (2008), "Biased and Unbiased Technological Change", Steven N. Durlauf, Lawrence E. Blume (Ed.) **Economic Growth içinde** (5-8), Palgrave Macmillan UK, London.
- Runiewicz-Wardyn, Małgorzata (2013), "**Knowledge Flows, Technological Change and Regional Growth in the European Union**", Springer International Publishing, Switzerland
- Salinas-Jiménez, Ma Mar vd. (2006), "Capital Accumulation and TFP Growth in The EU: A Production Frontier Approach", **Journal of Policy Modeling**, 28(2), 195-205.
- Sardadvar, Sascha (2011), "**Economic Growth in The Regions of Europe: Theory and Empirical Evidence From A Spatial Growth Model**", Springer-Verlag Berlin Heidelberg, London New York
- Schatzberg, Eric (2018), "**Technology: Critical History of A Concept**", University Of Chicago Press.
- Schreyer, Paul ve Pilat, Dirk (2001), "Measuring Productivity". **OECD Economic Studies**, 33(2), 127-170.
- Sena, Vania (2003), "The Frontier Approach to The Measurement of Productivity and Technical Efficiency", **Economic Issues**, 8(2), 71-97.
- Sengupta, Jati (2011), "**Understanding Economic Growth: Modern Theory and Experience**", Springer Science & Business Media, New York
- Seo, Hwan-Joo ve Lee, Young Soo (2006), "Contribution of Information and Communication Technology to Total Factor Productivity and Externalities Effects", **Information Technology For Development**, 12(2), 159-173.

- Shahabinejad, Vahid vd. (2013), "Total Factor Productivity Growth, Technical Change and Technical Efficiency Change in Asian Economies: Decomposition Analysis", **Iranian Journal of Economic Studies**, 2(2), 47-69.
- Sharma, Subhash C. vd. (2007), "Decomposition of Total Factor Productivity Growth in U.S. States", **The Quarterly Review of Economics and Finance**, 47(2), 215-241.
- Sink, D. Scott ve Tuttle, Thomas C. (1989), "**Planning and Measurement in Your Organisation of the Future**", Industrial Engineering and Management Press, Norcross, GA.
- Solow, Robert M. (1956), "A Contribution To The Theory Of Economic Growth", **The Quarterly Journal of Economics**, 70(1), 65-94.
- Solow, Robert M. (1957), "Technical Change And The Aggregate Production Function", **The Review of Economics And Statistics**, 39(3), 312-320.
- Stevens, Philip Andrew (2005), "A Stochastic Frontier Analysis of English and Welsh Universities", **Education Economics**, 13(4), 355-374.
- Stigler, George J. (1947), "**Trends in Output and Employment**", NBER, New York.
- Sumanth, David J. (1984), "**Productivity Engineering and Management**", McGraw-Hill, New York,
- Swan, Trevor W. (1956), "Economic Growth and Capital Accumulation", **Economic Record**, 32(2):334-361.
- Şanlı, Devran (2016), "Nitelik Uyarlanmış Beşeri Sermaye Endeksi 1976- 2013", **Bulletin of Economic Theory and Analysis**, 1(1), 13-49.
- Tabachnick, Barbara G. ve Fidell, Linda S. (2013), "**Using Multivariate Statistics**", Pearson, Boston.
- Tangen, Stefan (2005), "Demystifying Productivity and Performance", **International Journal Of Productivity and Performance Management**, 54(1), 34-46.
- Tezbaşaran, Esin ve Gelbal, Selahattin (2018), "Temel Bileşenler Analizi ve Yapay Sinir Ağı Modellerinin Ölçek Geliştirme Sürecinde Kullanılabilirliğinin İncelenmesi", **Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**, 14(1), 225-252.
- Thompson Jr, Herbert G. & Garbacz, Christopher (2007), "Mobile, Fixed Line and Internet Service Effects on Global Productive Efficiency" **Information Economics and Policy**, 19(2), 189-214.
- Tinbergen, Jan (1942), "Zur Theorie der langfristigen Wirtschaftsentwicklung", **Weltwirtschaftliches Archiv**, 55, 511-549. <http://www.jstor.org/stable/40430851>
- Tsamadias, Constantinos vd. (2019), "Does R&D, human capital and FDI matter for TFP in OECD countries?", **Economics of Innovation and New Technology**, 28(4), 386-406.

- Tutulmaz, Onur ve Şahin, Hasan (2014), “Türk Havayolu Ulaştırmasının Açılım Dönemine Yönelik Teknik Etkinlik Analizi: Bir Stokastik Sınır Yöntemi Uygulaması”, **Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, 18(2), 49-73.
- Vyas, Seema ve Kumaranayake, Linani (2006), “Constructing Socio-Economic Status Indices: How To Use Principal Components Analysis” **Health Policy And Planning**, 21(6), 459-468.
- Wang, Hung-Jen ve Schmidt, Peter (2002), “One-Step and Two-Step Estimation of The Effects of Exogenous Variables on Technical Efficiency Levels”, **Journal of Productivity Analysis**, 18, 129-144.
- Wang, Miao ve Wong, MC Sunny (2012), “International R&D Transfer and Technical Efficiency: Evidence from Panel Study Using Stochastic Frontier Analysis”, **World Development**, 40(10), 1982-1998.
- WCED (1987), “World Commission on Environment and Development”, **Our Common Future: Brundtland Report**, Oxford University Press, New York
- Wijeweera, Albert vd. (2010), “Economic Growth and FDI Inflows: A stochastic Frontier Analysis”, **The Journal of Developing Areas**, 43(2), 143-158.
- Woltjer, Peter (2018), “Frontier Analysis”, Matthias Blum ve Christopher L. Colvin (Ed.), **An Economist’s Guide To Economic History içinde**, (417-424), Palgrave MacMillan.
- World Bank (1989), “**Per Capita Income**”, International Economics Department, <https://documents1.worldbank.org/curated/en/496091468180250433/pdf/795410BR0Per0C00Box037737900PUBLIC0.pdf>
- Yiğiteli, Nadide & Öztürk, Fahriye (2021), “OECD Ülkelerinde Toplam Faktör Verimliliği: Stokastik Sınır Yaklaşımı ile Bir Panel Veri Uygulaması”, **Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, 23(3), 1108-1147.
- Young, Alwyn (1995), “The Tyranny of Numbers: Confronting The Statistical Realities of The East Asian Growth Experience”, **The Quarterly Journal of Economics**, 110(3), 641-680.
- Zamparelli, Luca (2004), “The Steady State Growth Rate on The Neoclassical Theory: A Brief Survey”, **The New School Economic Review**, 1(1).

ÖZGEÇMİŞ

2004 yılında Albayrak İlköğretim Okulu'nu; 2007 yılında Çorum Fen Lisesi'ni, 2015 yılında da İzmir Ekonomi Üniversitesi – İşletme Fakültesi, Ekonomi (İngilizce) Bölümü'nü bitirdi. 2015 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi – Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalında bütünleşik doktora öğrenimine başladı. 2016 yılında Bayburt Üniversitesi – İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü'nde araştırma görevlisi olarak göreve başladı. Halen görevini sürdürmektedir.

Koç, evli ve erkek babası olup İngilizce ve Almanca bilmektedir.